

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK**

**ZAŠTIĆENE VRSTE MAHOVINA U REPUBLICI HRVATSKOJ
PROTECTED SPECIES OF BRYOPHYTES IN THE REPUBLIC
OF CROATIA**

SEMINARSKI RAD

Marta Rogošić

Preddiplomski studij znanosti o okolišu
(Undergraduate Study of Environmental Sciences)

Mentor: doc.dr.sc. Sara Essert

Zagreb, 2019.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
2. BIOLOGIJA I EKOLOGIJA MAHOVINA.....	3
3. ZAŠTITA MAHOVINA.....	4
3.1. Razlozi ugroženosti i mjere zaštite.....	4
4. PREGLED STROGO ZAŠTIĆENIH VRSTA MAHOVINA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	5
4.1. <i>Hamatocaulis vernicosus</i>	8
4.2. <i>Buxbamia viridis</i>	9
4.3. Rod <i>Sphagnum</i>	10
5. LITERATURA.....	12
6. ZAKLJUČAK.....	14
7. SUMMARY.....	14

1. UVOD

Pod mahovinama ili Bryophyta podrazumijevaju se 3 evolucijske linije prihvaćene kao tri neovisna podrazreda (1) Marchantiidae (jetrenjarke), (2) Bryidae (prave mahovine) i (3) Antocerotale (Nikolić, 2013). Mahovine su najstarija evolucijska linija kopnenih biljaka, a bazalni filogenetski položaj među postojećim kopnenim biljkama zadržale su još od kolonizacije kopna u devonu prije otprilike 400 milijuna godina (Bahuguna i sur. 2013). Danas na Zemlji ima oko 25.000 poznatih vrsta. Ako usporedimo ukupan broj vrsta mahovina s brojem vrsta sjemenjača kojih je poznato oko 250.000 vrsta, jasno je da mahovine nisu ni izdaleka toliko zastupljene u flori Zemlje kao sjemenjače, niti je njihova uloga u globalnom ekosustavu toliko istaknuta. No, na specifičnim staništima igraju važnu ulogu kao pioniri vegetacije, u zadržavanju vode i nutrijenata te u stvaranju specifičnih mikrostaništa. Životni ciklus im je ovisan o vodi stoga ih nalazimo u vlažnim kopnenim staništima i močvarama. Areali se odlikuju kontinentalnim disjunkcijama, što je jedan od pokazatelja da se brioflorogeneza odigrala još u vrijeme paleozoika, kada su kontinenti bili spojeni (Babić, 2015).

Izravan kontakt s okolnom vodom te nedostatak korijena koji istražuje tlo, može rezultirati većom osjetljivošću na promjene okoliša i zagađenja, no antropogeni utjecaji na njihova staništa su najveći razlog ugroženosti (Babić, 2015).

Zaštita mahovina provodi se na nacionalnoj i europskoj razini. Nacionalna zaštita regulirana je zakonodavstvom Republike Hrvatske. Glavni propis predstavlja Zakon o zaštiti prirode (Anonymous, 2013) te se na temelju njega kreiraju Pravilnici koji pobliže opisuju mjere zaštite. Europska Unija ima snažno zakonodavstvo za zaštitu okoliša koje se oslanja na mrežu Natura 2000. Natura 2000 je sveobuhvatna mreža područja očuvane prirode kroz koju zemlje članice Europske Unije osiguravaju opstanak više od tisuću ugroženih vrsta i oko 230 stanišnih tipova. Te vrste i staništa su zaštićeni posebnim propisima - Direktivom o pticama i Direktivom o Staništima. Na zaštitu vrsta mahovina odnosi se Direktiva o Staništima (Topić i Vukelić, 2009). U ovom seminarskom radu fokus će biti na zaštićenim vrstama podrazreda Bryidae (prave mahovine).

2. BIOLOGIJA I EKOLOGIJA MAHOVINA

Za razliku od drugih viših biljaka, mahovine nemaju provodna tkiva, pa se još zovu i nevaskularne biljke (Nikolić, 2013). Najznačajnija osobina mahovina jest činjenica da su jedina skupina kopnenih biljaka u kojih je dominantna razvojna faza gametofit koji je histološki i morfološki razvijeniji od sporofita. Stanična i tkivna diferencijacija izraženija je nego kod algi, no kompleksnost nije dosegla vaskularne biljke. Izostaje svaki oblik lignifikacije i pojave mehaničkih tkiva. Ulogu korijena obavljaju rizoidi, stabljike kauloidi, a listova filoidi (Nikolić, 2006).

Razvojni ciklus mahovina direktno je vezan za vodu, no jedna od njihovih izuzetnih prilagodbi je sposobnost preživljavanja u sušnim i vrućim uvjetima nakon kojih uslijedi brza regeneracija nakon doticaja s vodom ili vlagom. Većina mahovina je ektohidrična, što znači da apsorbiraju vodu i anorganske tvari izravno iz atmosfere, a ne iz tla ili supstrata. Mahovine nemaju pravo korijenje stoga apsorpciju vrše kroz filoide. Sposobnost membrane da održava velike koncentracijske razlike za određene ione omogućuje apsorpciju velikih količina fosfora, magnezija i kalija. Same mahovine, na globalnoj skali, odrade 75% ukupne akumulacije fosfora (Bahuguna i sur. 2013). Mahovine mogu rasti u uvjetima nepovoljnim za druge biljke, kao što su hladnoća, jaka sjena te na supstratima siromašnim hranjivim tvarima. Svojom životnom aktivnošću mijenjaju prvotne, nepovoljne uvjete u uvjete povoljne za naseljavanje ostalih biljaka. Tlo ispod mahovina postaje hladnije i vlažno te ga obogaćuju nutrijentima apsorbiranim iz zraka. Štite tlo od erozije preko razgranatih struktura nalik korijenu (rizoida), koji također omogućuju dulje zadržavanje vode u tlu. S obzirom na navedene karakteristike, mahovine imaju ulogu pionira vegetacije. Neizostavna uloga mahovina je i njihova ekološka povezanost s mikroorganizmima, poput dugoživaca, kolnjaka, oblića, insekata, paučnjaka i ostalih beskralježnjaka, gdje su mahovine idealan zaklon, gnjezdilište i hrana mikroorganizama. Više biljke također imaju koristi od mahovina budući da čine idealan supstrat za sjemenke zbog prisutnosti nitrofikacijskih bakterija roda *Nostoc*, *Scytonema* i dr. (Basilier, 1979). Zbog navedenih ekoloških karakteristika i ekonomskog iskorištavanja pojedinih vrsta javlja se potreba za zaštitom vrsta ove skupine.

3. ZAŠTITA MAHOVINA

Interes za konzervacijsku biologiju u Europi i ostatku svijeta naglo raste, uključujući i brigu za niže biljke. S promjenama u okolišu, životni uvjeti mahovina se mijenjaju što dovodi do smanjenja populacija, smanjenja bioraznolikosti i kvalitete staništa. Danas, u doba rastuće ekološke svijesti, gdje se ekosustav sagledava kao cjelina, izumiranje nižih biljaka, uključujući i mahovine, postaje primjetno i zabrinjavajuće. Prvi radovi koji ukazuju na važnost zaštite mahovina javljaju se prije 20-tak godina i od tada su sastavni dio konzervacijskih časopisa. Europski odbor za zaštitu mahovina (European Comitee for Conservation of Bryophytes) osnovan je 1990. godine i za zadatak ima prikupljanje podataka o vrstama, brojnosti i rasprostranjenosti mahovina diljem Europe u svrhu bolje zaštite istih (Soderstrom, 2006). Na temelju dobivenih podataka IUCN izrađuje Europsku crvenu knjigu Bryophyta. Hrvatska za sada ima Crvenu knjigu vaskularne flore (Nikolić i Topić, 2005), no mahovine njome nisu zahvaćene.

Konzervacijski proces sastoji se od četiri glavna koraka: (1) Prepoznavanje, opisivanje i popisivanje rijetkih i ugroženih vrsta; (2) bilježenje distribucije vrste, biologije i prijetnji; (3) predlaganje mjera zaštite; i (4) provođenje predloženih mjera.

Mjere zaštite mogu se provoditi in situ ili ex situ. In situ zaštita podrazumijeva zaštitu vrste i staništa mahovine. Na odabranim područjima cilj je otkloniti prijetnje i minimalizirati utjecaj čovjeka na stanište. Ex situ zaštita se primjenjuje onda kada je uzrok smanjenja populacije nepoznat ili se ne može otkloniti. Uključuje uzgoj u botaničkim vrtovima, staklenicama ili kriofrakcijom dijaspora. Krajnji cilj ex situ metoda zaštite je reintrodukcija vrste u divljinu (Soderstrom, 2006).

3.1. Razlozi ugroženosti i mjere zaštite

Kao i ostali organizmi, mahovine su pod sve većim antropogenim utjecajem koji uzrokuje postepeno ili naglo smanjenje gustoće populacija i izumiranja vrsta. Među negativnim utjecajima ističu se fragmentacija i uništavanje staništa, drenaža i mijenjanje razine vodnog lica, deforestacija, intenzivno upravljanje šumskim područjima, zagađenje zraka, sukcesija i pojava invazivnih vrsta (Soderstrom, 2006). Da bi umanjili posljedice navedenih utjecaja potrebno je sustavno provođenje procesa zaštite.

Zbog specifičnih uvjeta staništa koje mahovine zahtijevaju, najučinkovitiji način zaštite je zaštita njihovih staništa. U Republici Hrvatskoj, sukladno direktivi o staništima Europske Unije, zaštićena su sva cretna područja, a time i cretne mahovine. Aktivne mjere zaštite

obuhvaćaju jednu košnju godišnje koja onemogućava obrastanje i zasjenjivanje ciljanih vrsta. Preporučljivo je također iskapanje novih jaružica te ogoljevanje biljnog pokrova da se omogući naseljavanje svjetloljubivih cretnih vrsta. Uz cretove, mahovine najčešće nalazimo u šumskim staništima. Upravljanje sječa stabala i njihovo uklanjanje mijenjaju fizičke (fragmentacija, otklon supstrata za rast) i mikroklimatske (amplituda temperature, vlažnost) osobitosti staništa. Predložene mjere zaštite uključuju detektiranje gustih i stabilnih populacija i stvaranje refugijalnih područja izbjegavanjem sustavnog upravljanja tim područjem. Ostavljanje određenog dijela posječenog drveća na tlu također može pozitivno utjecati na populacije šumskih mahovina (Fenton i Frego, 2005).

4. PREGLED ZAŠTIĆENIH VRSTA MAHOVINA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Međunarodno priznate IUCN (International Union for the Conservation of Nature) kategorije ugroženosti (RE – regionally extinct, CR – critically endangered, EN – endangered, VU – vulnerable, NT – near threatened, DD – data deficient, LC – least concern) koriste se za kategorizaciju vrsta Bryophyta u svrhu izrade Crvene knjige mahovina (Hodgetts i sur. 2015). No, u svrhu izrade liste strogo zaštićenih vrsta Republike Hrvatske koriste se drugačije kratice koje su prikazane u tablici 1.

Tablica 1. Kategorije ugroženosti mahovina

E	Endangered, ugrožena vrsta
RT	Regionally Threatened, regionalno ugrožena
T	Threatened, gotovo ugrožena
V	Vulnerable, osjetljiva
R	Rare, rijetka
K	Insufficiently Known, nedovoljno poznata

Sukladno pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (Anonymous, 2016) u Republici Hrvatskoj postoje 43 strogo zaštićene vrste pravih mahovina (Bryidae). Za bolji prikaz navedenih vrsta kroz ovaj seminarski rad, u tablici 2 one su navedene zajedno s kategorizacijom ugroženosti.

Tablica 2. Zaštićene vrste mahovina u Republici Hrvatskoj (Anonymous, 2016)

PORODICA	VRSTA	UGROŽENOST
Amblystegiaceae	<i>Amblystegium radicale</i>	R
	<i>Campyliadelphus elodes</i>	RT
	<i>Hamatocaulis vernicosus</i>	
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium geheebii</i>	R
	<i>Rhynchostegiella teneriffae</i>	R
Bruchiaceae	<i>Bruchia flexuosa</i>	E
Bryaceae	<i>Bryum neodamense</i>	R
Buxbunniaceae	<i>Buxbaumia viridis</i>	
Dicranaceae	<i>Paraleucobryum sauteri</i>	R
Ditrichaceae	<i>Cleistocarpidium palustre</i>	R
Ephemeraceae	<i>Ephemerum cohaerens</i>	E
	<i>Ephemerum recurvifolium</i>	R
Fissidentaceae	<i>Fissidens arnoldii</i>	R
	<i>Fissidens curvatus</i>	K
	<i>Fissidens kosaninii</i>	K
	<i>Fissidens ovatifolius</i>	R
Hypnaceae	<i>Callicladium haldanianum</i>	RT
	<i>Hypnum fertile</i>	RT
	<i>Taxiphyllum densifolium</i>	R
Leskeaceae	<i>Pseudoleskea saviana</i>	RT
Neckeraceae	<i>Neckera pennata</i>	V
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum pumilum</i>	T
	<i>Orthotrichum stramineum</i>	T
	<i>Orthotrichum scanicum</i>	E
	<i>Orthotrichum stellatum</i>	R
	<i>Ulota coarctata</i>	RT
	<i>Zygodon forsteri</i>	V
Porellaceae	<i>Porella bauer</i>	T

Tablica 2. Nastavak

Pottiaceae	<i>Acaulon triquetrum</i>	K
	<i>Aschisma carniolicum</i>	R
	<i>Astomum levieri</i>	R
	<i>Microbryum floerkeanum</i>	K
	<i>Pottia illyrica</i>	
	<i>Pottiopsis caespitosa</i>	K
	<i>Tortula marginata</i>	T
	<i>Weissia dalmatica</i>	
Ptychomitriaceae	<i>Campylostelium saxicola</i>	R
Scapaniaceae	<i>Scapania verrucosa</i>	R
Seligeriaceae	<i>Brachydontium trichodes</i>	R
Sphagnaceae	<i>Sphagnum spp.</i>	
Thuidiaceae	<i>Anomodon rostratus</i>	R
	<i>Haplocladium angustifolium</i>	V
	<i>Haplocladium microphyllum</i>	RT

Sukladno pravilniku o sakupljanju zavičajnih divljih vrsta (Anonymous,2017) regulirano je sakupljanje vrste *Leucobryum glaucum* za što je potrebno dopuštenje Ministarstva. Pravilnikom se definira i dopuštena količina sakupljenih zavičajnih divljih vrsta za osobne potrebe i potrebe vlastitog domaćinstva. Za takvo sakupljanje nije potrebno ishoditi dopuštenje Ministarstva. Sakupljanjem mahovina za osobne potrebe smatra se uzimanje jednog busena dnevno (Boršić i Penava, 2018).

U ovom su radu s popisa zaštićenih vrsta mahovina RH izdvojene i pobliže opisane 2 vrste i 1 rod, koji osim zaštite na nacionalnoj razini imaju i zaštitu preko Natura 2000 ekološke mreže.

4.1. *Hamatocaulis vernicosus*

Hamatocaulis vernicosus je zaštićena vrsta mahovine koju nalazimo u mezotrofnim cretovima. Filoidi su karakteristično zavijeni u obliku kuke od kuda i potječe njeno ime, a često su ili pri bazi ili duž cijelog listića, crveno obojani. Smatra se da je crvena pigmentacija zaštita od štetnih razina sunčevog zračenja. Na staništu može biti stabilna kroz dugi niz godina, a razmnožava se uglavnom vegetativno, što suzuje efikasnost rasprostiranja na šira područja, ukoliko fragment talusa ne bude prenesen putem ptica ili sisavaca. Raste u malim nakupinama, poput rahlih prostirki, najčešće površine ne veće od 3 dm².

Čak i mala promjena uvjeta staništa (visina vodenog stupca, provodnost, pH) u prednost stavlja druge vrste mahovina i vaskularnih biljaka stoga su staništa s *H. vernicosus* izrazito rijetka (Campbell i sur. 2015). Također, veličina populacija *H. vernicosus* obrnuto je proporcionalna s veličinom populacija vaskularnih biljaka. Razlozi tome mogu biti razni, a jedan od njih je smanjeno sunčevo zračenje koje doprije do mahovine. Najveći briofitni kompetitori *H. vernicosus* su mahovine roda *Sphagnum* s kojima su u kompeticiji za svjetlo, nutrijente i samo stanište. Mah tresetar ima robusniju konstituciju i veću stopu rasta, a najveći problem za *H. vernicosus* čini njegova sposobnost zakiseljavanja staništa (Štechova i sur. 2012).

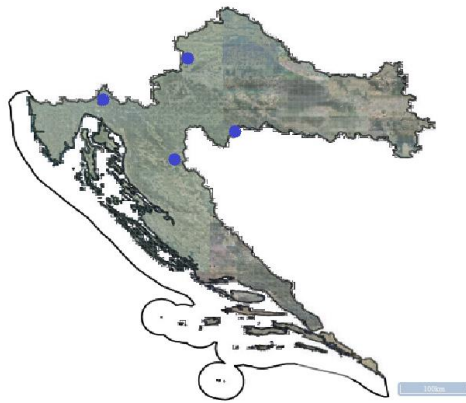
Vrsta *Hamatocaulis vernicosus* ugrožena je zbog promjena i postupnog nestanka njenog staništa. Na netaknutim močvarnim i cretnim područjima razina vode ovisi o hidrogeološkom ciklusu, uključujući atmosferske padaline i oscilacije podzemne vode. No, prirodne močvare danas su rijetkost zbog sve većih ljudskih interesa i potreba, pogotovo u području agrikulture i zaštite od poplava. Drenaža i crpljenje podzemnih voda doveli su do smanjenja razine vodnog lica i do smanjenja infiltracije podzemnih voda u preostala močvarna područja (Cusell i sur. 2013). Najveći problem stvara napuštanje tradicionalnog gospodarenja koje uključuje bar jednu košnju godišnje, te prirodna sukcesija pri čemu drvenaste vrste zasjenjuju stanište, oduzimaju vodu zajedno s nekim zeljastim biljkama što omogućuje naseljavanje drugih vrsta, nesvojstvenih za mezotrofna močvarna staništa. Uz navede promjene, neizostavna su vruća i sušna ljeta koja su sve češća u zadnja dva desetljeća.

U Hrvatskoj je vrsta zabilježena na četiri lokaliteta; blizu naselja Pluska u Zagrebačkoj županiji, naselja Podkilavac u Primorsko-Goranskoj županiji, Divuši u Sisačko-Moslavačkoj županiji te na cretu u Ljeskovačkim barama u sklopu Nacionalnog parka Plitvička jezera.

Vrsta *H. vernicosus* je ciljna vrsta Natura 2000 područja (Anonymous, 2013) i navedena je u Bernskoj konvenciji (Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa). U Europskoj crvenoj listi mahovina (European Bryophyte Red List, ECCB 1995) kategorizirana je kao "nedovoljno poznata".



Slika 1. Talus vrste *Hamatocaulis vernicosus* (National Biodiversity Dana Centre)



Slika 2. Rasprostranjenost u Republici Hrvatskoj (Nikolić, Flora Croatica Database, 2019)

4.2. *Buxbaumia viridis*

Vrsta *Buxbaumia viridis* je, kao i *Hamatocaulis vernicosus*, ciljna vrsta Natura 2000 ekološke mreže. Razlikuje se od gotovo svih mahovina po tome što ima izrazito sitne filoide, jedva vidljive ljudskom oku. Može se uočiti tek u stadiju sporofita, koji razvija veliku kapsulu i visok je otprilike 2 centimetra. Živi na palim deblima u procesu truljenja, na tlu bogatim humusom i na mravinjacima mrava roda *Formica*. Kolonizacija palih, trulih debla za mnoge organizme nije neobično, no za mahovine je rijetkost zbog nedovoljne opskrbe vodom. *B. viridis* se s tim problemom nosi kolonizacijom onih dijelova debla koja su u višem stadiju truljenja te sadrže veći udio mekanog spužvastog tkiva koji zadržava vodu i nutrijente nastale truljenjem. Vrsta drveta i veličina debla također igra ulogu u izboru povoljnog staništa. Što je deblo veće to se bolje opire promjenama u okolišu, ponajviše vlažnosti. Nedostatak vode iz drvenog supstrata ova mahovina nadoknađuje preko vlažnosti zraka, stoga se debla koja kolonizira najčešće nalaze pored rijeka, jezera ili bara.

U Republici Hrvatskoj nađena je na 14 lokaliteta, koji se nalaze duž Hrvatskih Dinarida (Gorski Kotar, Velika Kapela, Velebit) u šumama jele, smreke i bukve (u zajednicama *Omphalodo-Fagetum*, *Blechno-Abietetum* i *Laserpitio krapfii-Piceetum*) (Šegota i sur., 2012). Četiri lokaliteta (Golubinjak, Lividraga, Lug-jasenak i Bjeljevina) spadaju u Natura 2000 područja. Najveće populacije zabilježene su u šumama u kojima djeluju prirodni procesi truljenja i obnavljanja.

Za ugroženost ove vrste zaslužan je gubitak šumskih staništa zajedno s intenzivnim upravljanjem šumskim područjima (uklanjanje srušenih i trulih drveća) (Fenton i Frego, 2005).



Slika 3. Talus vrste *Buxbaumia viridis*
(Foto: Bernd Haynold)



Slika 4. Rasprostranjenost u Republici Hrvatskoj
(Nikolić, Flora Croatica Database, 2019)

4.3. Rod *Sphagnum*

Mahovine roda *Sphagnum* razlikuju se od drugih mahovina po tome što gotovo uopće nemaju rizoide nego stalno rastu u visinu, dok donji dio biljke odumire. Morfološki se prepoznaje po gusto posloženim filoidima koji tvore ogranke, a pri vrhu se udružuju u kapitulum koji ima oblik kista.

Narodno ime za mahovinu roda *Sphagnum* je mah tresetar. Sastavni su dio cretova ili tresetišta, a nalazimo ih i na krškim poljima i vlažnim šumama. Cretovi su Hrvatskoj vrlo rijetki i imaju male površine. Postoji više vrsta cretova, a u Hrvatskoj se nalaze kompleksni, prijelazni i bazofilni cretovi te stanišni tip depresija na tresetnoj površini (Topić i Vukelić, 2009). Uvjetovani su osobitim stanišnim prilikama kao što su niske temperature, velika količina vlage

i vode i nedostatkom stabala (Loisel i sur. 2012). Predstavljaju reliktna staništa koja potječu od posljednjih ledenih doba te su zbog toga botanički značajni. Radi svoje rijetkosti, izdvojenosti i veličine, cretovi spadaju u ugrožena staništa Hrvatske (Topić i Vukelić, 2009).

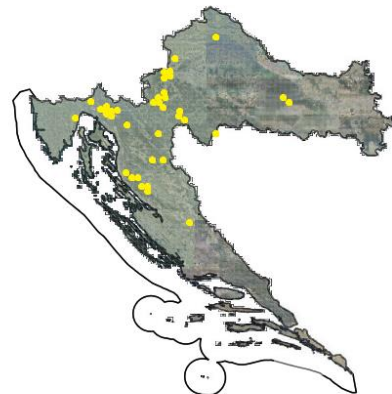
Mahovine roda *Sphagnum* upijaju velike količine vode, čak 16-20 puta više od svoje suhe biomase, a u okoliš izbacuju vodikove ione što ga zakiseljava. Kiseli i slabo oksidni uvjeti ne odgovaraju bakterijama i gljivicama koje razgrađuju mrtvu organsku tvar pa se organska tvar razgrađuje jako sporo ili tek djelomično (Loisel i sur., 2012). Nastali organski materijal naziva se treset i ima široku primjenu u hortikulturi i energetici.

U Republici Hrvatskoj postoji 28 vrsta mahovina roda *Sphagnum* i sve su strogo zaštićene (Nikolić, 2019).

Rod se ne nalazi unutar popisa Natura 2000 ciljnih vrsta, no staništa ovih mahovina zaštićena su prema dodatku II Direktive o staništima.



Slika 5. Talus vrste *Sphagnum rubellum*
(Foto: Stéphane Leclerc)



Slika 6. Rasprostranjenost u Republici Hrvatskoj
(Nikolić, Flora Croatica Database, 2019)

5. LITERATURA

- ANONYMOUS 2016. Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o strogo zaštićenim vrstama (NN 73/2016). Preuzeto s https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_08_73_1745.html (09.07.2019.)
- ANONYMOUS 2017. Pravilnik o sakupljanju divljih zavičajnih vrsta (NN 114/2017). Preuzeto s https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_11_114_2663.html (10.07.2019)
- ANONYMOUS 2013. Uredba o ekološkoj mreži (NN 124/2013). Preuzeto s https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_10_124_2664.html (09.07.2019.)
- ANONYMOUS 2013. Zakon o zaštiti prirode (NN 80/2013). Preuzeto s https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1658.html (09.07.2019)
- BABIĆ, D., Flora mahovina na području naselja Seline u Istri, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek (2015)
- BAHUGUNA, Y.M., GAIROLA, S., SEMWAL D.P., Bryophytes and Ecosystem, Biodiversity of Lower Plants (2013) 279-296
- BASILIER, K., Moss-associated nitrogen fixation in some mire and coniferous forest environments around Uppsala, Sweden. *Lindbergia* 5 (1979) 84-88
- BORŠIĆ, I., PENAVA, A., Sakupljanje biljaka prema novom Pravilniku o sakupljanju zavičajnih divljih vrsta (Narodne novine 114/2017). *Glas. Hrvat. bot. druš.* 6(1) (2017) 18-20
- CAMPBELL, C., HODGETTS, N., LOCKHART N., Monitoring methods for *Hamatocaulis vernicosus* Mitt. Hedenäs (Slender Green feather-moss) in the Republic of Ireland. *Irish Wildlife Manuals*, No. 91. National Parks and Wildlife Service, Department of the Arts, Heritage and the Gaeltacht, Ireland (2015)
- CUSELL, C., LAMERS, L. P., WIRDM, G., KOOJIMAN, A., Impacts of water level fluctuation on mesotrophic rich fens: acidification vs. eutrophication., *J Appl Ecol*, 50 (2013)
- FENTON, N.J., FREGO, K.A., Bryophyte (moss and liverwort) conservation under remnant canopy in managed forests, *Biological Conservation* 122 (2005) 417–430
- HODGETTS, N., LOCKHART, N., CAMPBELL, C., Revision of the bryophyte schedule for the Flora (Protection) Order, *Irish Wildlife Manuals*, 87 (2015)

- LOISEL, J., GALLEGO-SALA, A., YU, Z., Global-scale pattern of peatland Sphagnum growth driven by photosynthetically active radiation and growing season length, *Biogeosciences*, 9 (2012) 2737–2746
- NIKOLIĆ, T., TOPIĆ, J., (urednici), Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb (2005)
- NIKOLIĆ, T., Sistematska botanika, Alfa d.d., Zagreb, 1-882. (Engl. title: Systematic Botany - Diversity and Evolution of Plants) (2013)
- NIKOLIĆ, T. (ur.), Flora Croatica Database (URL <http://hirc.botanic.hr/fcd>). Faculty of Science, University of Zagreb (2019)
- SODERSTROM, L., Conservation biology of bryophytes, *Lindbergia* 31 (2006) 24–32
- ŠEGOTA, V., ALEGRO, A., ŠAPIĆ, I., VUKELIĆ, J., PAPP, B., Distribution of *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. in Croatia, Program and Abstracts of the 8th Conference of European Committee for Conservation of Bryophytes, European Committee for Conservation of Bryophytes (2012) 31-32
- ŠTECHOVA, T., KUČERA, J., ŠMILAUER P., Factors affecting population size and vitality of *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs (Calliergonaceae, Musci); *Wetlands Ecology and Management* 20 (2012) 329-339
- TOPIĆ, J., VUKELIĆ, J., Priručnik za određivanje kopnenih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU, Zagreb, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb (2009)
- <https://botanika.hr/sto-je-treset/>
- http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/monitoring_program/Hamatocaulis%20vernicosus_monitoring%20%20program_final.pdf?fbclid=IwAR1b-1MjQ1KOVr3E4gXtq3_sgwklHczaanND6D-hyT3l4y9W49lLz6CLByE
- https://www.plantlife.org.uk/application/files/6214/8233/6752/Green_Shield-moss_and_other_deadwood_mosses_mgt_guide_FINAL_PDF_lr.pdf
- <https://rbg-web2.rbge.org.uk/bbs/Activities/mosses/Buxbaumia%20viridis.pdf>
- http://www.societequebecoisedebryologie.org/mousses/Sphagnum_rubellum.html
- <https://species.biodiversityireland.ie/profile.php?taxonId=126479>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Buxbaumia>

6. ZAKLJUČAK

Mahovine su sastavni dio prirodnih ekosustava te imaju važnu ulogu u održavanju stabilnosti istih. Međutim, ova niža skupina biljaka tijekom povijesti je bila zanemarivana zbog manjka ekonomskog potencijala, stoga glavni problem zaštite ove skupine predstavlja manjak kontinuiranih podataka o njihovim karakteristikama i rasprostranjenosti. Europski odbor za zaštitu Bryophyta danas je glavno tijelo za prikupljanje informacija o mahovinama. Mahovine su najviše zahvaćene promjenama na staništima, među kojima se ističu fragmentacija, promjena vodnog režima, isušivanje močvara, deforestacija i zagađenje zraka. Zbog specifičnih životnih uvjeta i osjetljivosti potrebno je provođenje aktivnih mjera zaštite koje najčešće uključuju in situ metode.

U Republici Hrvatskoj postoje 43 zakonom zaštićene vrste pravih mahovina od kojih su dvije na popisu ciljanih vrsta Natura 2000 područja. U Hrvatskoj je potrebno intenzivirati sva četiri koraka konzervacijskog procesa, jer tek nakon što se detaljno zabilježi distribucija vrsta te se napravi nacionalna Crvena knjiga mahovina, bit će moguće krenuti u ozbiljnu i kvalitetnu zaštitu ovih nepravredno zanemarenih biljnih organizama.

7. SUMMARY

Bryophytes are an integral part of natural ecosystems where they play important roles in maintaining their stability. This group, however, has historically been neglected due to the lack of economic potential, which in return resulted in its major problem - the lack of continuous data on their characteristics and distribution. Today, the European Committee for the Conservation of Bryophytes is the main body for gathering information about mosses. This group of plants is most affected by changes in their habitats, most notably by fragmentation, change in water regime, wetland drainage, deforestation and air pollution. Due to their sensitivity and specific living conditions they require active conservation measures most often involving in situ methods.

There are 43 protected species of moss in the Republic of Croatia, two of which can be found the Natura 2000 area. In Croatia, all four steps of the conservation process need to be intensified, as only after the distribution of species is made in detail and the National Red Moss Book is made will it be possible to start serious and quality protection of these undeservingly neglected plant organizations.

