

# Inventarizacija raznolikosti lišajeva Hrvatske

---

**Mehmedović, Azra**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:770640>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Azra Mehmedović

INVENTARIZACIJA RAZNOLIKOSTI  
LIŠAJEVA HRVATSKE

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

Ovaj rad, izrađen u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Siniše Ozimeca i doc. dr. sc. Sare Essert, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra eksperimentalne biologije.

Zahvaljujem se ponajviše Maji Maslač-Mikulec na ideji i potpori, bez koje ovog rada nebi bilo.

Hvala Luki Antoliću na tehničkoj podršci i Draganu Prliću na ustupljenim umotvorinama.

Također, hvala prof. Siniši Ozimecu i doc. Sari Essert, koji su mi omogućili izradu ovog rada.

Hvala „tetama iz referade“, Vlatki Marjan i Sanjici Mihaljević, koje su bile stup mog fakultetskog obrazovanja.

Hvala svim kolegama koje sam kroz sve ove godine upoznala što su učinili moje studentske dane vrijednima.

I na kraju, hvala mojim roditeljima i teti, kojima posvećujem ovaj rad.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

## INVENTARIZACIJA RAZNOLIKOSTI LIŠAJEVA HRVATSKE

Azra Mehmedović

Roosveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Stvorena je jedinstvena prostorna baza podataka za sve nalaze lišajeva na području Republike Hrvatske od 1802. do 2018. godine. Znanstveni nazivi svojti su revidirani po važećoj taksonomiji. Nalazima su pridodane kategorije za životne oblike i supstrate, ekološke indikatorske vrijednosti i poleotoleranciju, te pripadnost klimazonalnim pojasevima i biljnogeografskim regijama. Pomoću programa QGIS, MS Excel i Statistica 13, stvorene su karte rasprostranjenosti i provedene sustavne analize ovih kategorija. Ukupan broj lišajskih vrsta za Republiku Hrvatsku povećan je na 1275 vrsta. Prikazana je prostorna i vremenska dinamika lihenoloških istraživanja u Hrvatskoj, te je urađen osvrt na rasprostranjenost ugroženih i zaštićenih vrsta.

(48 stranica, 30 slika, 2 tablice, 121 literaturni navod, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

**Ključne riječi:** rasprostranjenost, raznolikost, brojnost, indikatorske vrijednosti, ugrožene vrste

Voditelj: Dr. sc. Siniša Ozimec, izv. prof.

Ocjenitelji:

(1) Dr. sc. Sara Essert, doc.

(2) Dr. sc. Domagoj Đikić, red. prof.

(3) Dr. sc. Rosa Karlić, doc.

Zamjena: Dr. sc. Goran Kovačević, izv. prof.

Rad prihvaćen: 13. 02. 2019.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

## INVENTORISATION OF LICHEN DIVERSITY IN CROATIA

Azra Mehmedović

Roosveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

A unique spatial database of the records for lichens in Croatia was created. It encompasses all records from 1802. until 2018. The scientific names in the database were revised according to the current taxonomy. All records had values added for: growth form and substrata, ecological indicator values and poleotolerance, distribution in vegetation belts and biogeographical regions. Analyses of these categories were conducted using MS Excel and Statistica 13, along with creation of distributional maps using QGIS. The total number of lichen species for Croatia was expanded to 1275 species. Temporal and spatial dynamics of the lichenological studies in Croatia were presented, as well as the distribution of endangered and protected species.

(48 pages, 30 figures, 2 tables, 121 references, original in: croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library.

**Key words:** distribution, diversity, number, indicator values, endangered species

Supervisor: Dr. Siniša Ozimec, Assoc. Prof.

Reviewers:

(1) Dr. Sara Essert, Asst.

(2) Dr. Domagoj Đikić, Prof.

(3) Dr. Rosa Karlić, Asst.

Substitute: Dr. Goran Kovačević, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 13. 02. 2019.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Biologija i ekologija lišajeva.....	1
1.2. Povijest lihenoloških istraživanja u Hrvatskoj.....	3
1.3. Fitogeografska obilježja Hrvatske.....	6
1.4. Ekološke indikatorske vrijednosti.....	8
1.5. Ugroženost i zaštićenost.....	8
1.6. Cilj rada.....	11
2. Materijal i metode.....	12
2.1. Stvaranje baze podataka.....	12
2.2. Statistička analiza i izrada karata.....	14
2.3. Analiza florističkih i ekoloških obilježja.....	15
3. Rezultati.....	18
3.1. Taksonomska revizija.....	18
3.2. Revizija literature.....	20
3.3. Brojnost i raznolikost.....	22
3.4. Istraženost.....	25
3.4.1. Vremenska istraženost.....	25
3.4.2. Prostorna istraženost.....	27
3.5. Rasprostranjenost ugroženih vrsta.....	30
3.6. Ekološke indikatorske vrijednosti.....	34
3.7. Pripadnost klimazonalnom pojasu.....	39
3.8. Poleotolerancija.....	40
3.9. Zastupljenost životnih oblika i supstrata.....	42
4. Rasprava.....	44
5. Zaključak.....	48
6. Literatura.....	49
7. Prilozi.....	55
8. Životopis.....	58

# 1. Uvod

## 1.1. Biologija i ekologija lišajeva

Lišajevi su simbiotski fenotip prehrambeno specijaliziranih gljiva koje žive kao ekološki obligatni biotrofi u simbiozi s algama i/ili cijanobakterijama (Honegger 1991). Oko 20 % gljiva je lihenizirano. Dugotrajnost i postojanost ovog odnosa vidljiva je na fosilima koji upućuju na simbiotske odnose gljiva i autotrofa prije evolucije vaskularnih biljaka. Rod *Winfrenatia* prikazuje rani tip kontroliranog parazitizma s cijanobakterijama. Pronađena je u sedimentu iz perioda ranog devona, dakle, prije 400 milijuna godina (Taylor i sur. 1997). Lišajsku simbiozu čine dva različita organizma: mikobiont i fotobiont. Mikobiont je u 98 % slučajeva gljiva iz koljena Ascomycota, dok ostatak čine gljive iz koljena Basidiomycota ili anamorfne vrste (Honegger 1991). Fotobionti su pripadnici 25 rodova zelenih algi (fikobiont) ili 15 rodova cijanobakterija (cijanobiont). Najčešće zastupljeni fikobionti su iz rodova *Trebouxia* i *Trentepohlia*, a cijanobionti iz roda *Nostoc*. Mikobiont pruža strukturalnu potporu i sigurnost fotobiontu, upija vodu i minerale iz podloge i zraka i doprema ih fotobiontu koji fotosintezom ili fiksacijom atmosferskog dušika stvara različite hranjive tvari te opskrbljuje sebe i mikobionta (Boustie i Grube 2005). U novije vrijeme dokazan je treći simbiont – kvasci iz koljena Basidiomycota. Vrste ovih kvasaca specijalizirane su za pojedine vrste lišajeva čime je objašnjena nemogućnost sinteze lišajskih talusa u kontroliranim uvjetima, varijacije u pojedinim fenotipima, različitost sekundarnih metabolita naizgled istih organizama itd. (Spribille i sur. 2016). Sistematika lišajeva integrirana je u carstvo gljiva (Fungi). Lišajske se vrste od 1893. godine imenuju po mikobiontu (Voss i sur. 1983). Ukupna globalna raznolikost lišajeva procijenjena je na oko 18500 vrsta (Boustie i Grube 2005).

Rezultat lišajske simbioze je vegetativno tijelo – talus ili steljka. Morfološka obilježja po kojima se lišajevi razlikuju uključuju tip i boju talusa, te oblik, boju, položaj i mikroskopske značajke organa. Prema morfologiji postoji nekoliko osnovnih tipova talusa: korasti (krustozni), listasti (foliozni) i grmasti (frutikozni) (Partl 2009). Talus korastih lišajeva je nizak i izgledom podsjeća na koru. Cijelom svojom površinom vezan je za podlogu koja može biti kora drvenastih biljaka (epifitski lišajevi) ili stijena (epilitički lišajevi). Ovisno o tome naseljavaju li samu površinu ili prodiru u nju razaznaju se epigeni i endogeni lišajevi. Upravo zbog čvrstog vezivanja za podlogu takav lišaj se ne može odvojiti, a da se ne ošteti. Ovo je najbrojnija skupina lišajeva u prirodi.



Listasti lišajevi (Slika 1.) imaju dorziventralni, pločasti, često režnjeviti talus, koji nije cijelom površinom pričvršćen za podlogu već pojedinačnim hifama (rizoidi) ili hifama koje su grupirane u snopove (rizinije). Zbog takvog načina učvršćenja za podlogu moguće ih je odvojiti bez oštećenja. Grmasti lišajevi su filogenetski najmlađa skupina lišajeva. Talus im je grmast ili bradolik, a za podlogu je pričvršćen samo na jednom mjestu, pomoću privjeska (gomfa), dok ostatak talusa visi ili stoji uspravno. Vrlo lako ih je moguće odvojiti od podloge. Dodatna podjela obuhvaća sljedeće oblike talusa: ljuskaste (skvamulozne), zrnate ili praškaste (leprozne), nitaste (filamentozne), pupkolike (umbilikatne) i želatinozne (galertaste). Lišajevi su kozmopoliti, a ovisno o podlozi na kojoj rastu, razlikuju se: kortikolni (na kori), lignikolni (na drvu, lignumu), folikolni (na listovima), lihenikolni (na talusu drugih lišajeva), saksikolni (na kamenju), endolitski (u kamenju), akvatični (djelomično pod vodom) i terikolni (na tlu) (Partl 2009).

Lihenikolne gljive u obligatnoj su vezi s lišajevima koje koriste kao supstrat. Gljive imaju ulogu parazita na živim lišajevima ili saprofita na mrtvim lišajevskim talusima. Saprofitski odnos potiče od oportunističkih vrsta gljiva koje jednako tako mogu rasti na biljkama ili tlu. Parazitski odnos većinom se temelji na iskorištavanju resursa koje stvaraju lišajevski fotobionti. Većina gljiva u parazitskom odnosu specijalizirana je za pojedine lišajevske rodove (Lawrey i Diedrich 2003).



Slika 1.: Dvije listaste vrste - *Xanthoria parietina* (žuta vrsta) isprepletene s vrstom *Physcia* sp. (siva vrsta), pronađene na Dugom Otoku (autor: Maja Ivošević).

## *1.2. Povijest lihenoloških istraživanja u Hrvatskoj*

Povijest istraživanja lišajeva na današnjem području Republike Hrvatske seže u početak 19. stoljeća. Saznanjima većinom doprinose strani botaničari tijekom obilazaka i bilježenja flore u raznim područjima Hrvatske. Mayrhofer i sur. (2018a) navode da je lišajeve na području Hrvatske prvi zabilježio mađarski botaničar Pál Kitaibel, tijekom botaničkih istraživanja 1802. godine. Tomassini i Biasoletto (1837) zabilježili su 33 različite lišajske vrste tijekom obilazaka područja u Istri, ali bez navedenih lokaliteta. Tršćanski botaničar Bartolomeo Biasoletto putovao je 1838. u pratnji saskoga kralja Friedricha Augusta i bilježio floru, uključujući i lišajeve, na području Istre i Dalmacije, primjerice: Brijunsko otočje, Pula i Biokovo (Biasoletto 1841). Na putovanju prema Bosni, Sendtner (1848a; 1848b) bilježi lišajeve otoka Pašmana, te Splitu i njegovoj okolini. Talijanski lihenolog Abramo Massalongo objavljuje dijagnoze triju novih vrsta, prema materijalu koji je sakupio Micheletti u okolini Dubrovnika (Massalongo, 1856).

Lišajsku floru područje grada Rijeke, Kvarnerskog primorja i Gorskog kotara istraživali su: Noé (1858), Matković (1879) i Hirc (1896), dok je Johann Schuler objavio opširni popis koji sadrži 329 vrsta lišajeva s pripadajućim podacima o nalazištima (Schuler 1902). Schulzer von Müggenburg prvi je zabilježio lišajeve na području Slavonije (Schulzer von Müggenburg i sur. 1866). Reichardt (1867) daje popis lišajeva koje je u području tadašnje Vojne krajine u Lici sakupio Zelebor, 1863. i 1865. na planinama Poštak, Kremen i Visočici.

Obrađujući uzorke koje su sakupili Weiss i Tomassini, Kőerber (1867a; 1867b) i Glowacki (1874) bilježe nove nalaze lišajeve u Istri i Dalmaciji. Lišajeve iz južne Istre zabilježio je Solla (1891).

Početak 20. st. dolazi do opsežnijih terenskih istraživanja područja Istre, Dalmacije i Slavonije. Lišajski materijal sakupljali su brojni austrijski i mađarski botaničari i lihenolozi i dostavljali ga na obradu i čuvanje u herbarijima prirodoslovnih muzeja u Beču i Budimpešti. Jedan od najistaknutijih svjetskih lihenologa, Alexander Zahlbruckner, objavio je niz radova koji sadrže dijagnoze novih lišajskih vrsta te popise s navedenim lokalitetima za lišajeve koje su u Istri, Gorskome kotaru, Kvarnerskim otocima i Dalmaciji sakupljali: Aust, Baumgartner, Brunthaler, Ginzberger, Latzel, Loitlesberger, Lütkemüller, Müllner, Paul i Schuler (Zahlbruckner 1901, 1903, 1905, 1907a, 1907b, 1909, 1914, 1915, 1919, 1934). Hruba (1912) sakuplja lišajeve na planini Osorščici na otoku Lošinju.

Češki lihenolog Miroslav Servit je svojim intenzivnim višegodišnjim sakupljanjem i obradom materijala dao značajni doprinos poznavanju lišajske flore sjeverne Dalmacije, Velebita i velebitskog Podgorja (Servit 1910, 1929, 1931, 1934). Dvořák (1923) u opisu botaničke ekskurzije u južnu Dalmaciju i zapadnu Bosnu iz 1918. daje i popis lišajeva zabilježenih u području Župe Dubrovačke. Hrvatski botaničar Ljudevit Rossi zabilježio je lišajeva na Plješevici (Rossi 1913).

Mađarski lihenolog Szatala pri obradi uzoraka iz mađarskih herbara pronalazi dosta podataka o lišajevima s područja Hrvatske (Szatala 1927, 1930, 1939), dok Sántha (1922) obrađuje područje Koprivnice. Ivo Horvat, provodeći fitocenološka istraživanja bilježi i lišajeva u sastavu vegetacije hrvatskih planina (Horvat 1930, 1931). Mađarski botaničar Arpad von Degen, u trećem dijelu knjige: *Flora Velebitica* (Degen 1938), u poglavlju o lišajevima daje opširan popis s podacima o nalazima lišajeva na području Velebita koje su sakupljali: Baumgartner, Degen, Dobiasch, Kümmerle, Servit i Szatala.

Najveći hrvatski lihenolog, Fran Kušan provodi lihenološka istraživanja na Medvednici i Samoborskom gorju, u Gorskom kotaru, Dalmaciji te na Papuku u Slavoniji. U svom kapitalnom djelu: *Prodromus flore lišaja Jugoslavije* (Kušan 1953) objedinjuje podatke o svojstava i lokalitetima koje je prikupio iz dostupnih literaturnih izvora i prikazao ih sukladno tada validnoj sistematskoj podjeli. Više od 40 godina to je djelo bila referentna publikacija o raznolikosti lišajske flore Hrvatske.

U drugoj polovici 20. st. poznavanju lišajske flore Hrvatske doprinose: Horvat, bilježenjem vrsta prisutnih u risnjačko-snježničkom gorju (Horvat 1962), Hofmann i sur. (1974) na otoku Čiovu, dok Christensen (Christensen 1987, 1988) i Christensen i Hansen (1994) bilježe lišajeva na području Istre, Kvarnerskog primorja, dijela Gorskog kotara i Dalmacije. Sastav i rasprostranjenost epifitske lišajske flore u gradu Zagrebu istraživala je Barbalić (1978; 1979a; 1979b), te utvrđivanjem pokrovnosti pojedinih vrsta usporedila urbano i industrijsko područje s šumovitim područjem Medvednice, ovisno o stupnju onečišćenja zraka.

Od 1990-ih objavljene su publikacije s podacima o lišajskoj flori zabilježenoj na području Vinodola (Rac 1995), otočića Košljuna (Barčić 1996), Nacionalnog parka Risnjak (Ozimec 1999). Podatke o lišajevima na području Hrvatske sadrži i dvodijelno izdanje knjige: *Flora lišajeva* (Murati 1992). Neki radovi povezuju molekularne analize taksona i rasprostranjenost analiziranih

uzoraka. Tako Grube i Giralt (1996) obrađuju rod *Arthothelium*, a Roux (1991) kalcifilne lišajeve područja Mediterana.

U 21. stoljeću hrvatska lihenologija doživljava procvat objavljivanjem mnogih taksonomskih i florističkih radova iz različitih regija, te ekoloških studija koje koriste lišajeve kao bioindikatore onečišćenja (Alebić-Juretić i Arko-Pijevac 2005; Ozimec i sur. 2010b; Prlić i Ozimec 2013; Vujnović 2013; Maslač i sur. 2016). Provodi se inventarizacija lišajske flore u urbanom okolišu gradova Osijeka (Ozimec 2000; 2016), Slatine (Petljanski 2000; Prlić 2013) i Zagreba (Partl i Asta 2003), te istraživanja lišajeva u širim geografskim područjima: rijeke Zrmanje (Derežanin i sur. 2010), Gorskog kotara i Kvarnerskog primorja (Ozimec 2003), Istre (Rottensteiner 2012, 2013), otoka Krka (Ozimec 2009), Mljeta (Partl i sur. 2010), Lastova (Maslač i sur. 2012b) i Šolte (Šule 2013).

Od velike su važnosti istraživanja u svrhu inventarizacije lišajske flore, provedena u zaštićenim područjima, čime je značajno unaprijeđena razina poznavanja njihove bioraznolikosti: Nacionalni park Risnjak (Ozimec i sur. 2010a), Nacionalni park Paklenica (Počanić i sur. 2011), Nacionalni park Kornati (Maslač i sur. 2012a), Park prirode Kopački rit (Ozimec 2002), Park prirode Medvednica (Partl i Asta 2003), Park prirode Papuk (Labak 2007; Labak i sur. 2011; Zovkić 2018), Park prirode Biokovo (Ozimec 2008), te Park prirode Žumberak-Samoborsko gorje (Partl 2011).

Nalaz vrste *Bacidia punica* iz Hrvatske objavio je Llop (2010). Burgaz i Pino-Bodas (2012) navode nalaze dviju novih vrsta iz roda *Cladonia* za floru lišajeva Hrvatske, pronađenih na području Pelješca i južno od Dubrovnika. Dodatno, Burgaz i sur. (2017) navode još 10 novih vrsta za floru lišajeva Hrvatske, od kojih sedam pripadaju rodu *Cladonia*.

U sklopu Projekta integracije u EU Natura 2000 (NIP – *Natura Integration Project*), koji je provodilo Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Ozimec i Prlić su tijekom 2013. i 2014. uradili inventarizaciju lišajske flore Hrvatske. Obradeno je ukupno 211 dostupnih referenci i unijeti su podaci o koordinatama lokaliteta za svaki pojedini nalaz, odnosno georeferencirano je ukupno 7888 nalaza.

Obradeni su primjerci lišajeva koji su pohranjeni u zbirnama herbarija u Hrvatskoj i inozemstvu (Prlić i Ozimec 2015). Posjećeni su sljedeći nacionalni herbariji: Herbarium Croaticum (ZA) Botaničkog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu i Herbarij "Fran Kušan"

(HFK) Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta u Zagrebu, te odabrani inozemni herbariji: herbar botaničkog odjela Mađarskog prirodoslovnog muzeja (BP) u Budimpešti, herbar Instituta za biljne znanosti (GZU) u Grazu; herbar Prirodoslovnog muzeja (W) u Beču, herbar botaničkog zavoda Češke akademije znanosti (PRA, PRA-V) u Pruhonicama i herbar mikološkog odjela Narodnog muzeja (PRM) u Pragu. Ukupno je upisano 5540 nalaza iz navedenih muzejskih zbirki.

Svi prikupljeni taksonomski i distribucijski podaci za ukupno 962 lišajske svojte odnose se na razdoblje od 1829. do 2013. i sastavni su dio baze o raznolikosti lišajeva Hrvatske koju je održavao tadašnji Državni zavod za zaštitu prirode, kasnije Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP). Ova baza omogućuje uvid u istraženost i prostornu rasprostranjenost lišajeva Republike Hrvatske do 2014. godine.

Bilovitz (2015) revidira lišajski materijal zbirke „Herbarium Istriacum“ u Klagenfurtu. Mayrhofer i sur. (2018a) objavljuju popis lišajeva Hrvatske prilagođen recentnoj taksonomiji i nomenklaturi, temeljen na obradi 447 dostupnih literaturnih izvora i lišajske zbirke u herbariju GZU u Grazu (Mayrhofer i sur. 2018a; 2018b). Popis navodi ukupno 1084 vrsta lišajeva, od kojih nisu sve zabilježene u postojećoj HAOP-ovoj bazi, i obrnuto.

### *1.3. Fitogeografska obilježja Hrvatske*

Područje Republike Hrvatske iznimno je floristički raznoliko zahvaljujući svom zemljopisnom položaju, reljefnim, klimatskim i hidrološkim prilikama, te stoga i specifičnom evolucijskom razvoju flore. Fitogeografski, područje Hrvatske pripada u Holarktisu (holarktičko florno carstvo), odnosno u tri fitogeografske regije: eurosibirsko-sjevernoameričku regiju koja obuhvaća kontinentalni dio, mediteransku regiju koja obuhvaća Jadransko obalno područje i zaleđe, te alpsko-visokonordijsku regiju na vrhovima planina. Raznolikosti doprinose i utjecaji oromediteranske regije na južne planine, te utjecaji irano-turske regije u sjevernoistočnoj nizinskoj Hrvatskoj (Topić i Šegulja 2005).

Meditranska regija obuhvaća eumediteransku i submediteransku zone, pri čemu eumediteranskoj zoni pripada područje zimzelene vegetacije, a submediteranskoj zoni područje termofilne listopadne vegetacije. Klimazonalnu vegetaciju eumediteranske zone ponajviše čine šume hrasta

crnike (zajednica *Orno-Quercetum ilicis*). Ova vegetacija najčešće je prisutna u degradacijskim stadijima poput makije, gariga i kamenjara koje pogoduju razvoju pojedinih lišajskih vrsta u velikom broju. Klimazonalnu vegetaciju submediteranske zone čini listopadna vegetacija u kojoj prevladavaju šume bijelog graba i hrasta medunca (zajednica *Quercus-Carpinetum orientalis*), a na višim nadmorskim visinama šume crnog graba i jesenske šašike (zajednica *Seslerio-Ostryetum*). Ova vegetacija također je najčešće prisutna u degradacijskim stadijima. Degradacijom ovih šuma nastaju suhi travnjaci i kamenjarski pašnjaci (Topić i Šegulja 2005).

Eurosibirsko-sjevernoamerička regija sastoji se dvije fitogeografske provincije: Ilirske i Srednjoeuropske. Ilirska provincija obuhvaća najveći dio kontinentalne hrvatske, te uključuje tri glavna vegetacijska pojasa: niži šumski pojas, pojas gorskih i pretplaninskih šuma i pojas klekovine koji se izmjenjuju ovisno o nadmorskoj visini. Niži šumski pojas klimazonalna je zajednica šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (zajednica *Quercus-Carpinetum illyricum*), koje su ponegdje dobro očuvane, pa sadrže brojne stare, reliktno, ilirsko-balkanske florne vrste (Topić i Šegulja 2005). U ovakvim starim europskim šumama pojavljuju se karakteristične lišajске vrste osjetljive na zagađenja koje ne pronalazimo nigdje drugdje. Pojas gorskih i pretplaninskih šuma obuhvaća mezofilne šume bukve i jele (sveza *Aremonio-Fagion*). Na najvišim planinskim vrhovima nalazi se pojas klekovine bora. Srednjoeuropska provincija obuhvaća sjevernoistočni dio Hrvatske, te je u klimazonalnom pogledu prijelazno područje između šuma breze i šumostepske zone, pa se tako ovdje u biljnom pokrovu ističu utjecaji stepske regije (Topić i Šegulja 2005).

Alpsko-visokonordijska regija podrazumijeva sastojine bora krivulja, a na mjestima gdje je ta vegetacija nerazvijena obuhvaća zajednice planinskih rudina, snježanika, pukotinskih stijena i dr. (Topić i Šegulja 2005). Upravo ovako raznolikoj fitogeografskoj raspodjeli Republika Hrvatska duguje iznimno bogatstvo lišajskih vrsta.

Fitogeografske regije napravljene su radi unifikacije standarda za procjenu vegetacije. Slično njima, u Europskoj Uniji napravljene su biogeografske regije radi unifikacije standarda za procjenu staništa, što omogućuje lakšu usporedbu vrsta koje žive u sličnim uvjetima unutar različitih zemalja („European Environment Agency Report“, 1/2002). Iako se na relativno maloj površini Republike Hrvatske fitogeografske i biogeografske regije poklapaju, valja napomenuti da nisu međusobno izmjenjivi pojmovi. Republika Hrvatska sadrži tri biogeografske regije – alpsku,

kontinentalnu i mediteransku – koje se opsegom i vegetacijom uvelike poklapaju sa alpinsko-visokonordijskom, eurosibirsko-sjevernoameričkom i mediteranskom fitogeografskom regijom.

Određene lišajske vrste rastu samo na staništima starih tj. reliktnih šuma. Ovakva staništa podrazumijevaju netaknute flore zajednice koje sadrže veoma stare jedinke. Primjeri takvih staništa su: šume značajnog krajobraza na Dugom otoku, šume lipa i tise u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, reliktna šuma crnog bora itd. Sukladno tome, lišajevi koji obitavaju u takvim šumama su higrofilne vrste koje preferiraju kisele i neutralne supstrate, mjesta u sjeni ili na difuznom svjetlu, te nisku razinu eutrofikacije. Prisutnost takvih lišajskih vrsta je indikator i potvrda starosti šuma, budući da im jedino stare šume osiguravaju splet ekoloških čimbenika koji preferiraju (Motiejūnaitė i sur. 2004).

#### *1.4. Ekološke indikatorske vrijednosti*

Rasprostranjenost vrste ovisi o njezinoj mogućnosti za uspješan rast i razvoj pri prisutnim ekološkim čimbenicima. Ekološki čimbenici su fizikalne, kemijske ili biološke varijable koje mogu pozitivno ili negativno djelovati na rast i razvoj organizma. Dije se na biotičke i abiotičke čimbenike. Biotički čimbenici su oblici međusobne interakcije organizama. Abiotički čimbenici su karakteristike okoliša koji posredno ili neposredno utječu na organizme. Ekološke indikatorske vrijednosti opisuju realizirane optimume abiotičkih čimbenika za pojedinu vrstu, te uključuju: reakciju podloge (R), vlažnost staništa (F), svjetlost (L) i toleranciju eutrofikacije (N) (Nimis 2016).

#### *1.5. Ugroženost i zaštićenost*

Pri izradi prvog Crvenog popisa lišajeva Republike Hrvatske (Partl 2009), primjenom kriterija Međunarodne unije za očuvanje prirode (IUCN) procijenjen je stupanj ugroženosti lišajske flore. U popis je uvršteno 56 vrsta lišajeva prema pripadajućoj kategoriji ugroženosti: tri kritično ugrožene (CR); 11 ugroženih (EN); 32 osjetljive (VU); 8 gotovo ugroženih (NT) i dvije najmanje zabrinjavajuće vrste (LC).

Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama („Narodne novine“, 144/2013, 73/2016) određuje ukupno 45 vrsta lišajeva u statusu strogo zaštićene vrste u Republici Hrvatskoj, s tim da rodovi *Bryoria* i *Usnea* uključuju sve vrste unutar njih (Tablica 1.)

Tablica 1.: Ugrožene i zaštićene vrste lišajeva u Republici Hrvatskoj (CR – kritično ugrožene vrste, EN – ugrožene, VU – osjetljive, NT – gotovo osjetljive, LC – najmanje zabrinjavajuće vrste; SZ – strogo zaštićene vrste).

Validno ime svojte (2018)	Ugroženost	Zaštićenost
<i>Ricasolia virens</i> (With.) H.H. Blom & Tønberg	CR	SZ
<i>Sticta fuliginosa</i> (Hoffm.) Ach.	CR	SZ
<i>Thamnolia vermicularis</i> (Sw.) Schaer. var. <i>vermicularis</i>	CR	SZ
<i>Alectoria sarmentosa</i> (Ach.) Ach.	EN	SZ
<i>Fuscopannaria ignobilis</i> (Anzi) P.M. Jørg.	EN	SZ
<i>Lasallia pustulata</i> (L.) Mérat	EN	SZ
<i>Lobaria pulmonaria</i> (L.) Hoffm.	EN	SZ
<i>Lobarina scrobiculata</i> (Scop.) Nyl. ex Cromb.	EN	SZ
<i>Parmeliella triptophylla</i> (Ach.) Müll. Arg.	EN	SZ
<i>Pectenota atlantica</i> (Degel.) P.M. Jørg., L. Lindblom, Wedin & S. Ekman	EN	SZ
<i>Ricasolia amplissima</i> (Scop.) De Not. var. <i>amplissima</i>	EN	SZ
<i>Roccella phycopsis</i> (Ach.) Ach.	EN	SZ
<i>Roccellographa circumscripta</i> (Leight.) Ertz & Tehler	EN	SZ
<i>Vahliella saubinetii</i> (Mont.) P.M. Jørg.	EN	SZ
<i>Bryoria capillaris</i> (Ach.) Brodo & D. Hawksw.	VU	SZ
<i>Bryoria chalybeiformis</i> (L.) Brodo & D. Hawksw.	VU	SZ
<i>Bryoria fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.	VU	SZ
<i>Bryoria implexa</i> (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw.	VU	SZ
<i>Cetraria aculeata</i> (Schreb.) Fr.	VU	SZ
<i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach.	VU	SZ
<i>Dibaeis baeomyces</i> (L. f.) Rambold & Hertel	VU	SZ
<i>Evernia illyrica</i> (Zahlbr.) Du Rietz	VU	SZ
<i>Fuscopannaria praetermissa</i> (Nyl.) P.M. Jørg.	VU	SZ
<i>Menegazzia terebrata</i> (Hoffm.) A. Massal.	VU	SZ
<i>Nephroma helveticum</i> Ach.	VU	SZ
<i>Nevesia sampaiana</i> (Tav.) P.M. Jørg., L. Lindblom, Wedin & S. Ekman	VU	SZ



Tablica 1., nastavak: Ugrožene i zaštićene vrste lišajeva u Republici Hrvatskoj (CR – kritično ugrožene vrste, EN – ugrožene, VU – osjetljive, NT – gotovo osjetljive, LC – najmanje zabrinjavajuće vrste; SZ – strogo zaštićene vrste).

Validno ime svojite (2018)	Ugroženost	Zaštićenost
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	VU	SZ
<i>Pannaria conoplea</i> (Ach.) Bory	VU	SZ
<i>Pannaria rubiginosa</i> (Ach.) Bory	VU	SZ
<i>Pectenaria plumbea</i> (Lightf.) P.M. Jørg., L. Lindblom, Wedin & S. Ekman	VU	SZ
<i>Peltigera collina</i> (Ach.) Schrad.	VU	SZ
<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P. James	VU	SZ
<i>Protopannaria pezizoides</i> (Weber) P.M. Jørg. & S. Ekman	VU	SZ
<i>Solorina bispora</i> Nyl. subsp. <i>bispora</i>	VU	SZ
<i>Solorina saccata</i> (L.) Ach.	VU	SZ
<i>Usnea dasopoga</i> (Ach.) Nyl.	VU	SZ
<i>Usnea flammea</i> Stirt.	VU	SZ
<i>Usnea florida</i> (L.) F.H. Wigg.	VU	SZ
<i>Usnea fragilescens</i> Lynge var. <i>fragilescens</i>	VU	SZ
<i>Usnea hirta</i> (L.) F.H. Wigg.	VU	SZ
<i>Usnea intermedia</i> (A. Massal.) Jatta	VU	SZ
<i>Usnea rubicunda</i> Stirt.	VU	SZ
<i>Usnea subfloridiana</i> Stirt.	VU	SZ
<i>Usnea subscabrosa</i> Nyl. ex Motyka	VU	SZ
<i>Vahliella leucophaea</i> (Vahl) P.M. Jørg.	VU	SZ
<i>Baeomyces rufus</i> (Huds.) Rebent.	NT	
<i>Fellhanera bouteillei</i> (Desm.) Vězda	NT	
<i>Fuscopannaria leucosticta</i> (Tuck. ex E. Michener) P.M. Jørg.	NT	
<i>Fuscopannaria mediterranea</i> (Tav.) P.M. Jørg.	NT	
<i>Fuscopannaria olivacea</i> (P.M. Jørg.) P.M. Jørg.	NT	
<i>Sphaerophorus globosus</i> (Huds.) Vain.	NT	
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i> (L.) Norman ex Tuck.	NT	
<i>Thelenella muscorum</i> (Fr.) Vain.	NT	
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	LC	
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	LC	

Prilikom integracije u mrežu Natura 2000, neke lišajske vrste svrstane su u kategoriju „vrste od interesa zajednice čije uzimanje u divljini i iskorištavanje može biti podložno mjerama upravljanja“ („Službeni list europskih zajednica“, 206/7). Stoga se za njih morao osigurati povoljan status u divljini, te spriječiti njihovo pretjerano iskorištavanje. Obuhvaćene su vrste podroda *Cladina*, od kojih je u Republici Hrvatskoj prisutno 8 vrsta (*Cladonia arbuscula*, *Cl. ciliata*, *Cl. mitis*, *Cl. mediterranea*, *Cl. portentosa*, *Cl. rangiferina*, *Cl. stellaris*, *Cl. stygia*) (Slika 18.).

### 1.6. Cilj rada

Ciljevi istraživanja urađenih u okviru izrade ovog diplomskog rada su sljedeći:

1. Uskladiti podatke o raznolikosti flore lišajeva Hrvatske, sukladno važećoj taksonomiji i nomenklaturi, te predložiti ažurirani popis lišajeva Hrvatske;
2. Georeferenciranjem nalaza iz novijih istraživanja proširiti znanje o rasprostranjenosti lišajeva na području Hrvatske;
3. Stvoriti jedinstvenu prostornu bazu podataka za sve poznate nalaze lišajskih svojiti na području Hrvatske;
4. Utvrditi vremenski intenzitet i obuhvat lihenoloških istraživanja u Hrvatskoj, te floristička i ekološka obilježja lišajske flore.

## 2. Materijal i metode

### 2.1. Stvaranje baze podataka

Za dobivanje jedinstvene prostorne baze podataka za sve poznate nalaze lišajskih svojiti na području Republike Hrvatske, prvenstveno je korištena georeferencirana baza podataka iz HAOP-a (*Hrvatska agencija za okoliš i prirodu*). Ozimec i Prlić tijekom 2013. i 2014. godine prikupljene taksonomske i distribucijske podatke pohranjuju u bazu HAOP-a, stvarajući tako jedinstvenu podatkovnu bazu lihenoflore. Podaci za 962 svojite obuhvaćaju razdoblje od 1829. do 2013. godine i sastavni su dio predmetne baze (Prlić i Ozimec 2015). Ova baza omogućuje uvid u istraženost i prostornu rasprostranjenost lišajeva Republike Hrvatske do 2014. godine. Svi dodatni nalazi nadograđivani su na postojeću bazu, usklađenu s bazama podataka za druge skupine flore i faune u sklopu HAOP-a (Slika 2.).

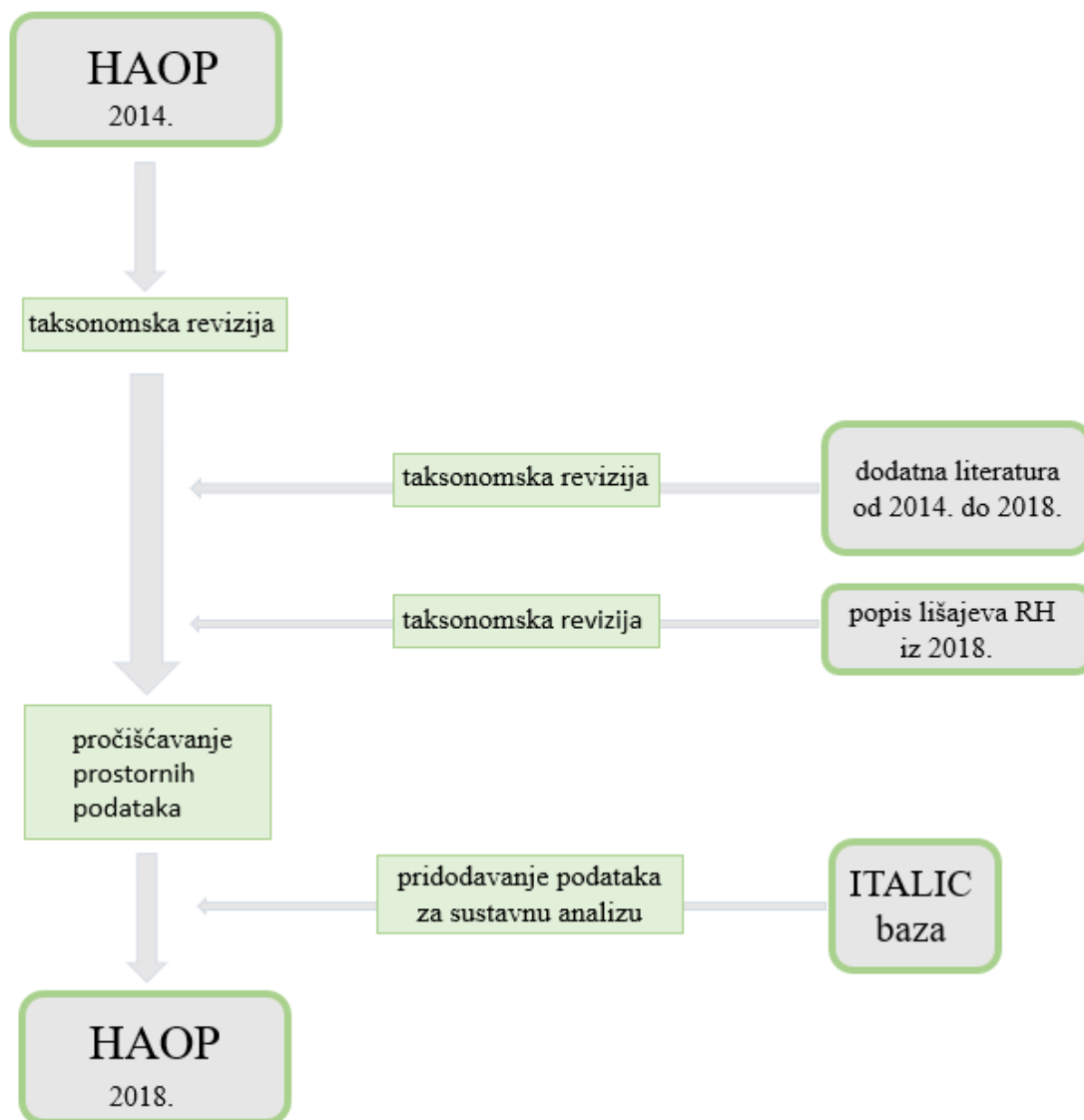
Prilikom izrade rada, zatraženi su dodatni podaci od HAOP-a. Dobiveni podaci potječu iz nekoliko radova nastalih tijekom 2017. i 2018., te sadrže brojne dvostruke unose<sup>1</sup>, koji su prilikom stvaranja ove baze pročišćeni. Mayrhofer i suradnici objavljuju popis lišajeva Republike Hrvatske prilagođen recentnoj taksonomiji i nomenklaturi, temeljen na 447 publikacija (Mayrhofer i sur. 2018a)<sup>2</sup>. U popisu se navodi 1084 vrsta lišajeva bez navoda podataka o lokalitetima, od kojih nisu sve zabilježene u postojećoj HAOP-ovoj bazi, i obrnuto. Ovim radom su stoga analizirana oba popisa radi stvaranja jedinstvene objedinjene baze podataka. Također, u komunikaciji s domaćim i stranim lihenolozima, dobiveni su podaci koji sadržavaju bitne neobjavljene nalaze, neuvrštene u prethodno navedena dva popisa lišajeva Republike Hrvatske. Novi unosi potiču iz znanstvenih i stručnih radova (Počanić i sur. 2011; Derežanin i sur. 2011; Maslač i sur. 2012b; Vondrak i sur. 2013; Herceg i sur. 2016; Lokos i Balogh 2016; Maslač i sur. 2016; Ozimec i sur. 2016; OIKON 2016; Obermayer 2016,2017; Burgaz 2017 i sur.; Mehmedović i sur. 2017; Mayrhofer i sur. 2018b; Zovkić 2018).

---

<sup>1</sup> U ostatku teksta pojmovi „unos“, „nalaz“ i „zapis“ koristit će se za označavanje reference vrste u bazi (iz literature ili herbara), dok će se pojmovi „uzorak“ i „primjerak“ koristiti za striktno za herbarske uzorke.

<sup>2</sup> U ostatku teksta na ovaj rad će se odnositi nazivima „popis lišajeva“ i „popis 2018.“, kako bi se izbjeglo pretjerano citiranje iste reference.

S obzirom na velike promjene u taksonomiji lišajeva, posebice u zadnjih nekoliko godina, revizija znanstvenih naziva provedena je za sve izvore podataka koji su korišteni za stvaranje konačne baze podataka. Taksonomska revizija podataka u bazi urađena je prvenstveno prema recentnom popisu alpskih vrsta lišajeva (Nimis i sur. 2018), no ukoliko te vrste nisu nađene u Alpskom području, revizija je izvršena prema Nimis (2016). Ujedinjena nomenklatura povezala je stare nalaze s recentnim i validnim nazivima, te su na taj način dobivene brojne georeference za vrste koje ih dosada nisu imale.



Slika 2.: Kronološka skica dobivanja ažurirane baze.

Da bi se stvorila prostorna baza podataka tj. da bi svaki nalaz imao pridodan lokalitet, provedeno je georeferenciranje za sve naknadne ulazne podatke novonastale baze. Georeferenciranje je postupak pridruživanja geografske koordinate (georeference) nekom podatku sakupljenom na određenom lokalitetu. Podatci prikupljeni iz starije literature često su vrlo općenito georeferencirani, čak i samo na razini države. Noviji nalazi georeferencirani su pomoću digitalnih pomagala poput GPS-a (*Global Positioning System*), te programa i aplikacija koji se na njemu temelje npr. GIS (*Geografsko informacijski sustav*) i mBotaničar.

Pročišćavanje podataka podrazumijevalo je dodatno georeferenciranje, transformaciju postojećih georeferenci u jedinstven sustav (znanstveni radovi često koriste projekciju WGS84, terenski stručni nalazi su često u Gauß-Krüger 5. zoni), te ispravljanje grešaka nastalih pri krivim i nepotpunim unosima. Kako bi podaci bili ujednačeni prema službenoj projekciji za Hrvatsku, korišten je HTRS96 sustav (*Hrvatski terestrički referentni sustav za epohu 1995.55*), koordinatni sustav prilagođen Republici Hrvatskoj.

## 2.2. Statistička analiza i izrada karata

Za georeferenciranje nalaza lišajskih svojti i prostornu obradu podataka korišten je program QGIS 3.4.1., a za statističku obradu podataka program Statistica 13. Nakon završenog slaganja baze podataka u programu MS Excel, podaci su transformacijama prebačeni u format pogodan za obradu u QGIS-u. Stariji podaci s opisnim lokalitetima, ručno su georeferencirani po najbližim koordinatama. Koristeći raspoložive alate, dobivene su karte po različitim kriterijima (istraženost, ugroženost, zaštićenost, prostorna i vremenska rasprostranjenost). Na kartama koje prikazuju brojnost vrsta korištena je međunarodno standardizirana srednjeeuropska mreža za kartiranje flore MTB (*Meßtischblätter*), u omjeru 1:1. Daljnjom obradom podataka u programima MS Excel i Statistica 13, dobiveni su grafički prikazi istraženosti, životnih oblika, supstrata i prevladavajućih indikatorskih vrijednosti.

### 2.3. Analiza florističkih i ekoloških obilježja

Floristička obilježja podrazumijevaju usporedbu popisa lišajeva Hrvatske (Mayrhofer i sur. 2018a) s podacima iz HAOP-a, taksonomsku analizu prema važećoj sistematici, te usporedbu raznolikosti lišajske flore Hrvatske s drugim europskim zemljama. Paralelnom usporedbom liste vrsta iz baze i s popisa dobiveni su podaci o podudarajućim vrstama, te vrstama iz baze koje nedostaju na popisu lišajeva (Mayrhofer i sur. 2018a) i obrnuto. Nazivi vrsta klasificirani su po rodovima i porodicama. Koristeći dostupnu literaturu, konačni broj vrsta brojevno je i grafički uspoređen s brojem vrsta u drugim europskim zemljama, za čiju lišajsku floru postoje dostupni podaci o brojnosti vrsta.

Ekološka obilježja obuhvaćaju analizu spektra životnih oblika lišajeva i analizu ekoloških indikatorskih vrijednosti: reakcija podloge, svjetlo, vlažnost staništa, tolerancija eutrofikacije, te poleotolerancija i pripadnost klimazonalnom pojasu (Nimis 2016). Nakon stvaranja ažurirane baze podataka, unosima su dodijeljene vrijednosti za životne oblike i indikatorske vrijednosti iz ITALIC baze podataka (Nimis i Martellos 2017). Za neke vrste to nije bilo moguće budući da nisu u bazi, te su općenito slabo istraživane.

Lišajske vrste promatrane su preko parametra pripadnosti biogeografskim regijama pri opisanju ekoloških indikatorskih vrijednosti i poleotolerancije. Ovaj pristup bio je potreban u statističkim analizama budući da bi se u protivnom, zbog ukupne velike raznolikosti vrsta, zastupljenost ekoloških indikatorskih vrijednosti izjednačila. Unosima su pridane vrijednosti za pripadnost bioregijama, preuzete sa stranica Bioportala kroz WFS (*Web Feature Servis*). Za statističku analizu odabrani su samo unosi koji pripadaju jednoj regiji, budući da samo takvi unosi predstavljaju ekološke uvjete pojedine regije. Na taj način, odabrano je 423 vrsta za analizu. Tim vrstama pridane su srednje vrijednosti iz ITALIC baze podataka (Nimis i Martellos 2017). U programu Statistica 13 napravljeni su kutijasti dijagrami (engl. *box-and-whiskers plot*), koji predstavljaju zastupljenost prosječnih indikatorskih vrijednosti i poleotolerancije u pojedinim regijama.

Promatrane ekološke indikatorske vrijednosti uključuju: svjetlost (L), vlažnost staništa (F), reakciju podloge (R) i eutrofikaciju (N), te su opisane kategorijama od 1 do 5.

Ovisno o reakciji podloge, R vrijednosti sežu od 1 (veoma kiseli supstrat) do 5 (lužnati supstrat). Tako R1 označava vrste koje rastu na veoma kiselim supstratima poput kore četinjača. R2 vrste koje rastu na kiselim supstratima poput kore hrastova (rod *Quercus*); R3 vrste koje rastu na blago kiselim do neutralnim supstratima poput kore bazge (rod *Sambucus*); R4 vrste koje rastu na blago bazičnim supstratima poput kore prekrivene prašinom; R5 vrste koje rastu na bazičnim supstratima poput vapnenca (Nimis 2016).

Ovisno o vlažnosti staništa, F vrijednosti sežu od 1 (higrofitne vrste) do 5 (aridne vrste). Tako F1 označava higrofitne vrste koje npr. rastu na maglovitim staništima; F2 blago higrofitne vrste; F3 mezofitne vrste; F4 kserofitne vrste; F5 aridne vrste (Nimis 2016).

Ovisno o eutrofikaciji, koja podrazumija zasićenost supstrata i okolnog zraka dušikom, N vrijednosti sežu od 1 (slaba tolerancija eutrofikacije) do 5 (visoka tolerancija eutrofikacije). Tako N1 označuje vrste koje preferiraju staništa bez naznaka eutrofikacije; N2 veoma slabu eutrofikaciju; N3 slabu eutrofikaciju; N4 visoku eutrofikaciju; N5 veoma visoku eutrofikaciju (Nimis 2016).

Ovisno o dostupnoj svjetlosti, L vrijednosti sežu od 1 (vrste koje rastu u sjeni ili do 30% ukupne dostupne svjetlosti) do 5 (vrste koje rastu na svjetlu ili iznad 50% ukupne dostupne svjetlosti). Tako L1 označuje vrste koje rastu na veoma sjenovitim staništima poput dubokih procjepa i gustih zimzelenih šuma; L2 sjenovita staništa poput sjeverne strane debala gustih listopadnih šuma; L3 mjesta bogata difuznim svjetlom, no bez direktne svjetlosti, npr. otvorene listopadne šume; L4 osunčana staništa; L5 staništima s puno direktne svjetlosti poput južne strane izoliranih debala (Nimis 2016).

Uz to, lišajске vrste promatrane su i kroz pripadnost klimazonalnom pojasu (A) i poleotoleranciju ( $T_0$ ).

S obzirom na pripadnost klimazonalnom pojasu (A), vrijednosti sežu od 1 (vrste eumediteranskog pojasa) do 6 (vrste snježnog pojasa) (Slika 25.). Tako A1 označuje eumediteranske vrste koje npr. rastu u šumama hrasta crnike (*Quercus ilex*); A2 submediteranske vrste koje npr. rastu u šumama sveze *Quercus-Carpinus*; A3 vrste montanog pojasa koje npr. rastu u šumama bukve (rod *Fagus*); A4 vrste oroborealnog pojasa koje npr. rastu u šumama gdje prevladava smreka (*Picea abies*); A5 vrste koje rastu iznad zone rasta šuma; A6 vrste koje rastu u snježnom pojasu, dakle, na najvišim nadmorskim visinama (Nimis 2016).

Ovisno o otpornosti na onečišćenost zraka uzrokovanu antropogenim djelovanjem tj. poleotoleranciju ( $T_0$ ), vrijednosti sežu od 0 (vrste starih šuma) do 3 (vrste koje se pojavljuju u velikim gradovima) (Slika 26.). Tako vrste s vrijednošću  $T_0$  podrazumijevaju vrste koje se striktno pojavljuju u starim šumama. Poleotolerancija se isključivo pripisuje epifitskim vrstama, te je korisna za ukazivanje na stare, očuvane šume, dugog ekološkog kontinuiteta. Tako  $T_01$  označuje vrste u prirodnim i poluprirodnim staništima;  $T_02$  vrste koje se pojavljuju i pri blagom antropogenom utjecaju, npr. poljoprivredna područja i manja naselja;  $T_03$  vrste koje se pojavljuju i pri snažnom antropogenom utjecaju, npr. velika naselja i gradovi (Nimis 2016).



### 3. Rezultati

#### 3.1. Taksonomska revizija

Pri svome nastanku HAOP-ova baza sadržavala je 15039 unosa. Ovim radom bazi je dodan još 151 unos iz HAOP-ovih nadopuna tijekom 2017. i 2018. Također, dodano je 3116 unosa iz ostalih recentnih istraživanja, od kojih je 2922 georeferencirano. Tako je ukupan broj unosa u bazi povećan na 18307. Pri taksonomskoj reviziji HAOP-ove baze došlo je do brojnih izmjena u nomenklaturi svojti, što je dovelo do drugačijeg konačnog broja vrsta, rodova i porodica. Također, podaci iz dodatne literature i s popisa lišajeva morali su biti usklađivani s recentnom nomenklaturom (Tablica 2.).

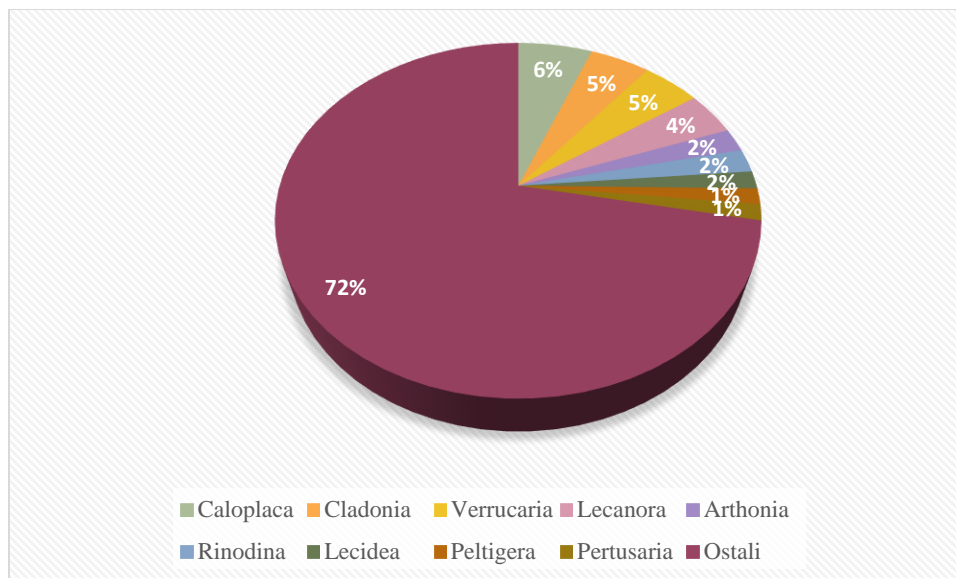
Tablica 2.: Prikaz taksonomskih izmjena pri reviziji po pojedinim izvorima.

Izvor	Broj unosa	Broj vrsta
HAOP	1624	187
Dodatna lit.	554	111
Popis 2018.	0	11

Ažurirana baza sastoji se od 1315 taksona (1275 vrsta, 21 podvrsta, 37 varijeteta) koje pripadaju među 309 rodova i 92 porodice liheniziranih gljiva.

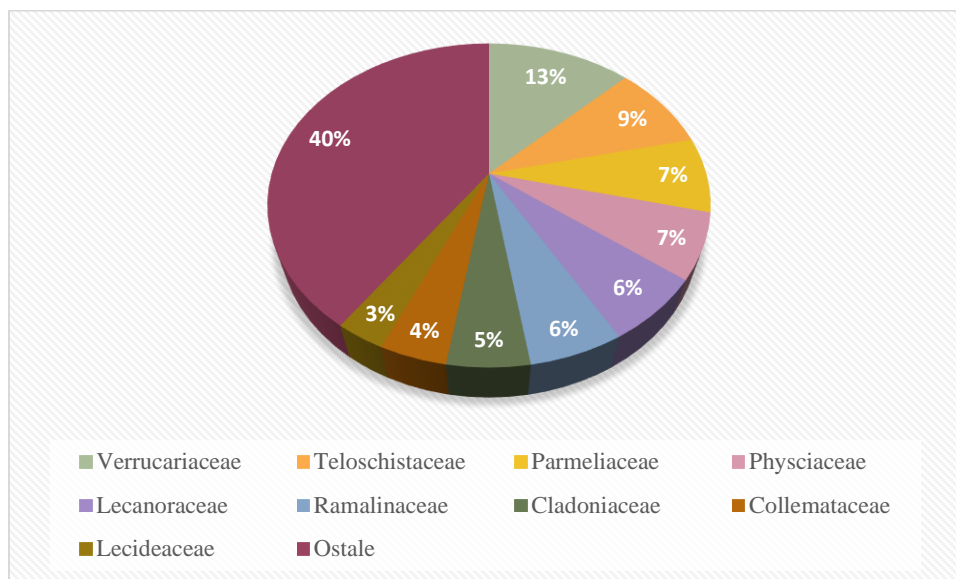
Unosima najbrojniji rodovi su: *Cladonia* sa 1363, *Caloplaca* (1321), *Physcia* (795), *Lecanora* (660), te *Ramalina* s 578 unosa.

Raznolikošću najbrojniji rodovi su: *Caloplaca* sa 78 taksona, *Cladonia* (63), *Verrucaria* (60), *Lecanora* (53), te *Arthonia* s 28 taksona (Slika 3.).



Slika 3.: Razdioba udjela broja vrsta (%) najzastupljenijih rodova u ukupnoj flori lišajeva Hrvatske.

Raznolikošću najbrojnije porodice su: Verrucariaceae sa 166 taksona, Teloschistaceae (114), Parmeliaceae (98), Physciaceae (85), te Lecanoraceae s 84 taksona (Slika 4.). Tako Verrucariaceae čine 13 %, Teloschistaceae 9,5 %, a Parmeliaceae 7,9 % ukupne hrvatske lihenoflore.



Slika 4.: Razdioba udjela broja vrsta (%) najzastupljenijih porodica u ukupnoj flori lišajeva Hrvatske.

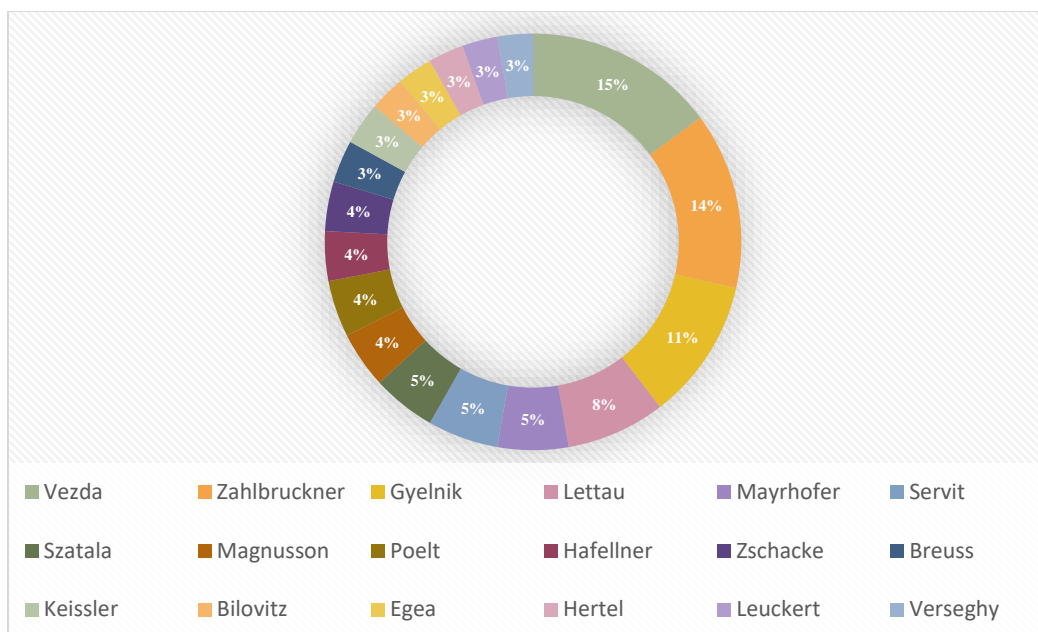
Najčešći nalazi odnose se na sljedeće vrste: *Xanthoria parietina*, *Parmelia sulcata*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecidella elaeochroma* i *Parmelina tiliacea*. Zajedno čine 10% ukupnih nalaza. Za vrstu *Cladonia pycnoclada* postoje samo literaturni navodi i jedan upitan unos kojeg Mayerhofer identificira kao vrstu *Cladonia ciliata*. Budući da je *C. pycnoclada* karakteristična za južnije predjele, moguće je da je došlo do pogreške pri identifikaciji, te da se ova vrsta uopće ne pojavljuje u Republici Hrvatskoj. Neke vrste su po revidiranoj taksonomiji postale jedna vrsta, mijenjajući tako dosadašnju brojnost lišajskih vrsta Republike Hrvatske npr. vrste *Usnea diplotypus* i *U. filipendula* po novoj nomenklaturi postaju *U. dasopoga*.

Uz to, dodane su vrste lihenikolnih i neliheniziranih gljiva koje se uobičajeno uvrštavaju pri popisivanju lihenoflore. Popis lišajeva donosi 23 nove vrste lihenikolnih gljiva i 15 novih vrsta neliheniziranih gljiva za HAOP-ovu bazu.

### 3.2. Revizija literature

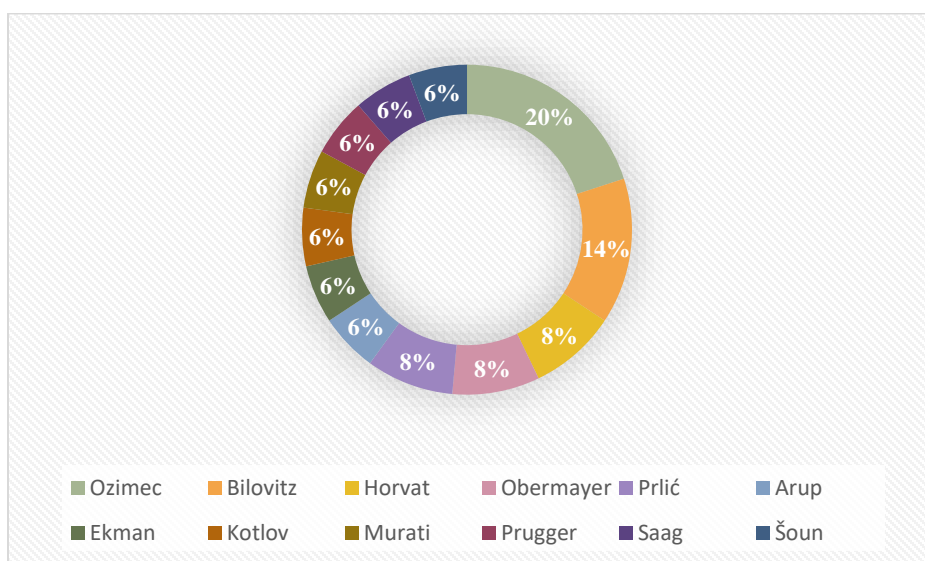
Popis lišajeva i HAOP-ova baza imaju 90 zajedničkih literaturnih referenci. Dodatnih 11 publikacija navedenih u popisu literature u Mayrhofer i sur. (2018a) unešeno je u HAOP-ovu bazu ovom revizijom, što broj zajedničkih referenci dovodi na 101.

Literaturne reference popisa lišajeva obuhvaćaju 355 navoda koja nedostaju HAOP-ovoj literaturnoj bazi (Slika 5.). Više od polovice tih navoda obuhvaća reference vezane uz druge zemlje i monografske radove o taksonomiji pojedinih svojti. Navodi koji obuhvaćaju reference vezane za područje Republike Hrvatske potječu od autora njemačkog i mađarskog govornog područja, što ih svrstava u nedostupniju literaturu pri stvaranju Prodromusa (Kušan 1953) i HAOP-ove baze. Također, većina navoda datira iz 20. st., najčešće iz prve polovice. Autore sa brojnijim doprinosima uključuju (Slika 5.): Vezda sa 27 navoda, Zahlbruckner (25), Gyelnik (20), Lettau (14), te Mayrhofer, Servit i Szatala, svaki sa po 10 navoda.



Slika 5.: Prikaz autora iz literaturnih referenci popisa lišajeva (Mayrhofer i sur. 2018a). Navedeni autori zastupljeni su sa više od 5 navoda koji nedostaju u HAOP-ovoj literaturi.

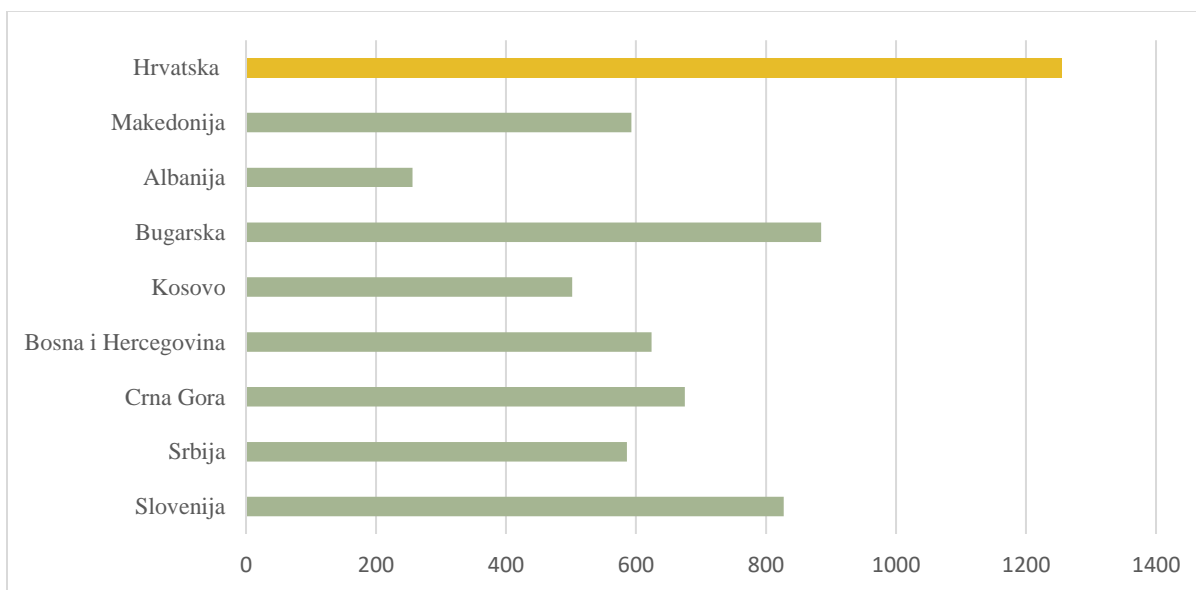
Literatura iz HAOP-ove baze sadrži 72 navoda koja nisu obuhvaćena u literaturnim referencama popisa lišajeva (Slika 6.). Autori s brojnijim doprinosima su: Ozimec sa 7 navoda, Bilovitz (5), te Horvat, Obermayer i Prlić, svaki sa po 3 navoda. Uzevši u obzir da su ovi radovi većinom novije publikacije, moguće je da su bili previđeni tijekom dugogodišnjeg sakupljanja literature za popis lišajeva. Ovim radom su svi nalazi objedinjeni u konačnu bazu podataka.



Slika 6.: Prikaz autora iz HAOP-ovog popisa literature. Navedeni autori zastupljeni su s više od jednog navoda koji nedostaju u literaturnim referencama popisa lišajeva (Mayrhofer i sur. 2018a).

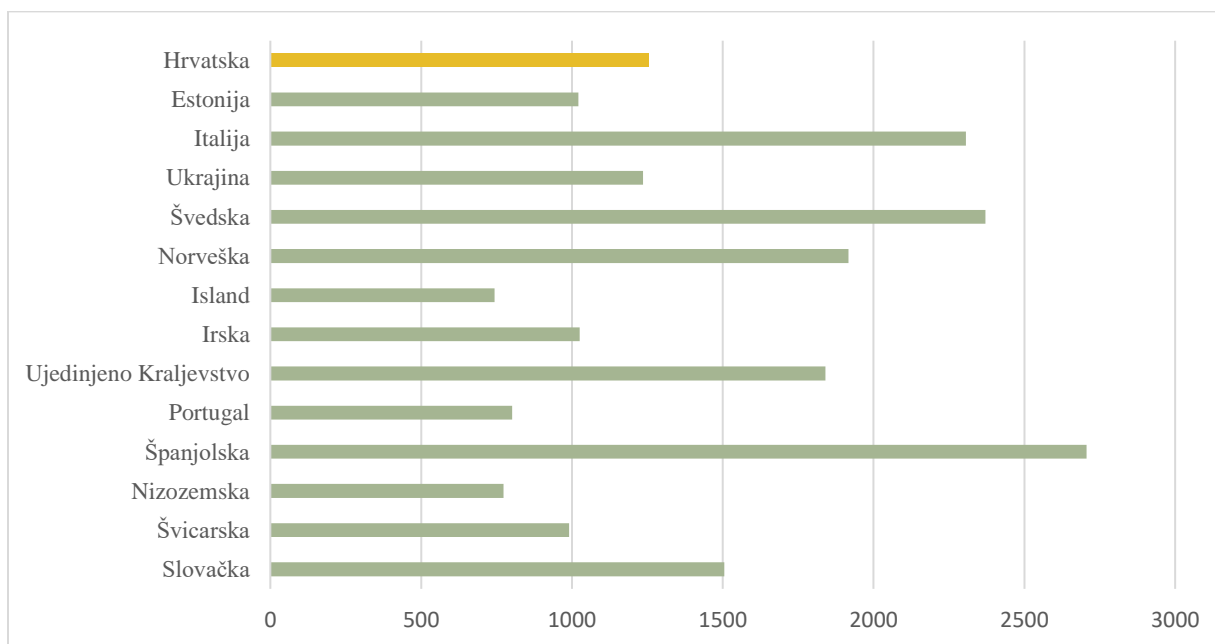
### 3.3. Brojnost i raznolikost

Revidirana brojnost lihenoflore Republike Hrvatske iznosi 1275 vrste. Publiciranjem popisa lišajeva Hrvatske (Mayrhofer i sur. 2018a), dovršena je inventarizacija raznolikosti lišajske flore Balkanskog poluotoka. Prethodno urađene inventarizacije i objavljeni popisi lišajske flore pokazuju da se susjedne zemlje odlikuju sljedećom brojnošću (Slika 7.): Slovenija s 827 vrsta (Suppan i sur. 2000), Srbija s 586 vrsta (Tibell i Tibell 2006), Crna Gora sa 675 vrsta (Knežević i Mayrhofer 2009), Bosna i Hercegovina sa 624 vrste (Bilovitz i Mayrhofer 2010), te Kosovo s 502 vrste (Mayrhofer i sur. 2016). Ostale balkanske zemlje sa popisanim lišajskim vrstama obuhvaćaju: Bugarsku s 885 vrsta (Mayrhofer i sur. 2005), Albaniju s 356 vrsta (Svoboda i sur. 2012) i Makedoniju s 593 vrste (Mayrhofer i sur. 2013).



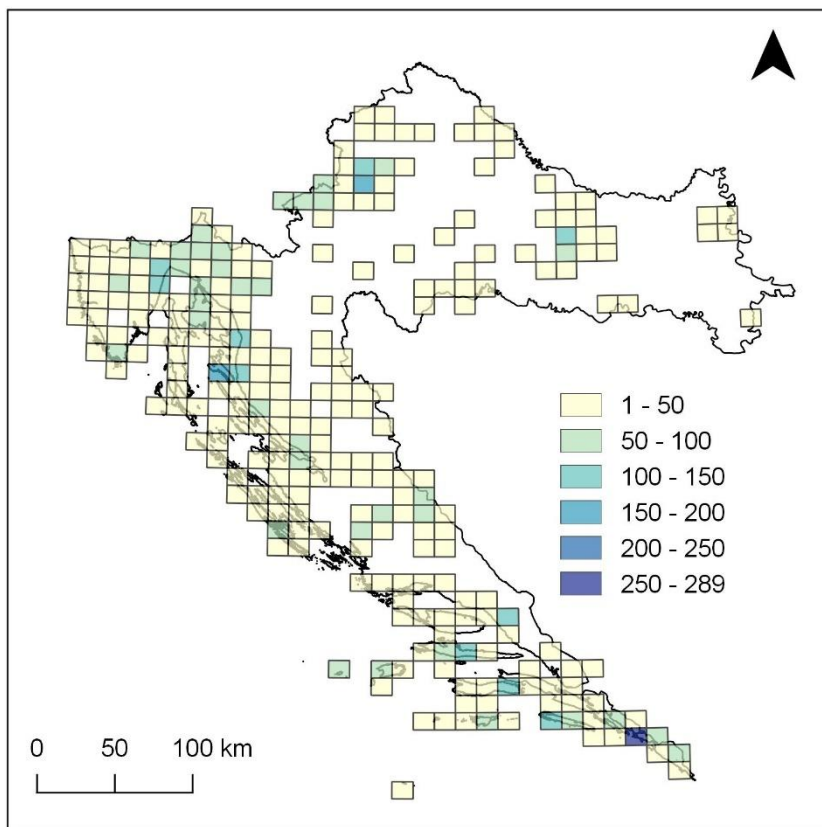
Slika 7.: Usporedba brojnosti vrsta lišajske flore Hrvatske i drugih zemalja Balkanskog poluotoka (x-os: brojnost vrsta, y-os: balkanske zemlje).

Ostale europske zemlje odlikuju se sljedećom brojnošću, navedeno silaznim redoslijedom (Slika 8.): Španjolska s 2706 vrsta, Švedska s 2371, Italija s 2306 , Norveška s 1917, Ujedinjeno Kraljevstvo s 1840, Slovačka s 1505, Ukrajina s 1236, Irska s 1026 (Feuerer 2017), Estonija s 1021 (Randlane i sur. 2006); Švicarska s 991, Portugal s 802, Nizozemska sa 773, Island sa 743, Bjelarus s 556, Latvija s 535 vrsta i Andora sa 73 vrste (Feuerer 2017).



Slika 8.: Usporedba brojnosti vrsta lišajске flore Hrvatske i drugih europskih zemalja (x-os: brojnost vrsta, y-os: europske zemlje).

Analizom rasprostranjenosti nalaza o raznolikosti lišajske flore Hrvatske prema MTB poljima (Slika 9.) utvrđeno je da najviše različitih vrsta imaju MTB polja: Dubrovnik s 289 vrsta, Zagreb sa 180 vrsta, Banjol (središnji dio otoka Raba) sa 159 vrsta, Opatija sa 146 vrsta i Lovran sa 145 vrsta. Za 117 MTB polja dostupan je jednoznačen broj nalaza. Brojni lokaliteti nikada nisu istraživani, te za čak 251 MTB polje ne postoji niti jedan unos o nalazima lišajskih svojti, što čini 45,14 % ukupne površine Republike Hrvatske.

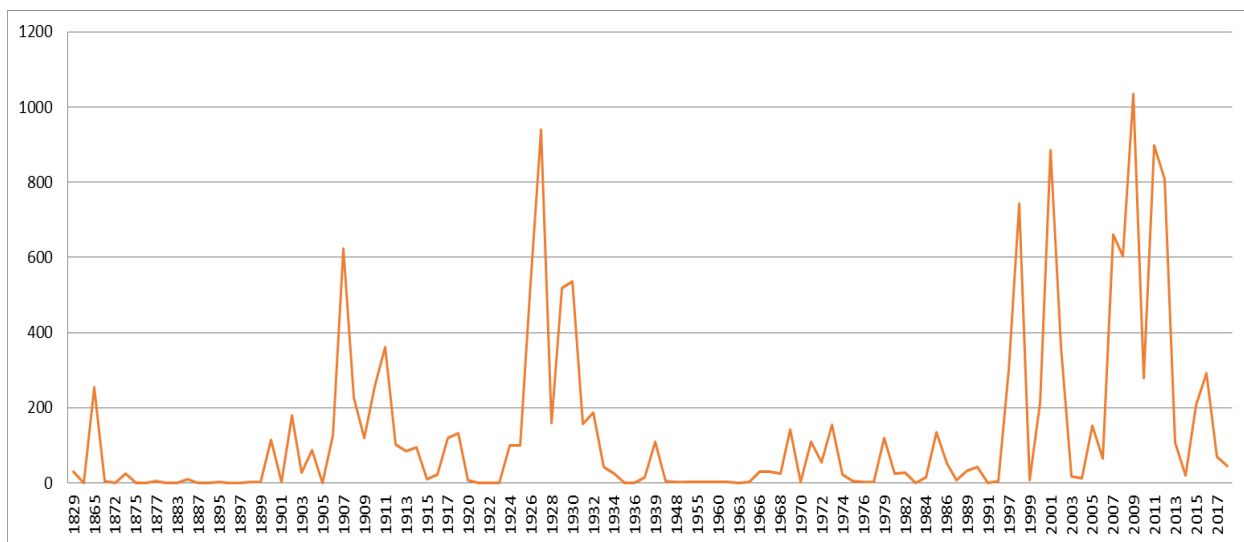


Slika 9.: Rasprostranjenost nalaza prema brojnosti različitih vrsta lišajeva u MTB poljima.

### 3.4. Istraženost

#### 3.4.1. Vremenska istraženost

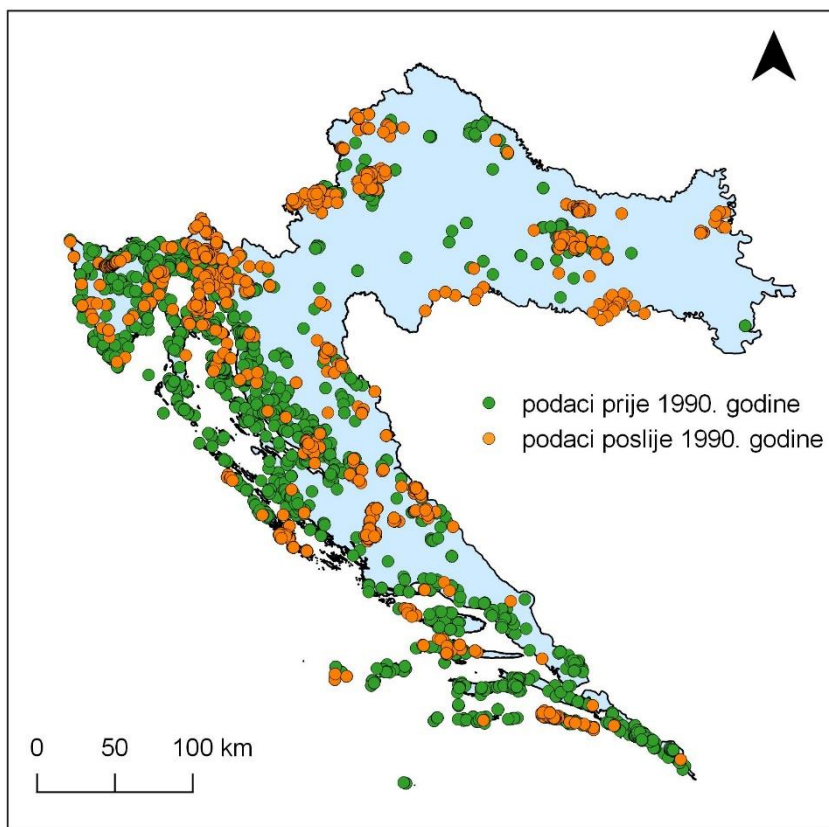
Godine s najviše nalaza su 2009. i 1927. godina, koje upućuju na vrhunce u istraživanju. Period od 1926. do 1930. obuhvaća 2867 unosa tj. 17,5% ukupnih nalaza. Period od 2008. do 2012. obuhvaća 3623 unosa tj. 23,6% ukupnih nalaza. Pri promatranju perioda prije i poslije 1990. godine, primjetna je intenzifikacija istraživanja (Slika 10.). Od 1862. do 1990. godine postoji 7492 unosa, a nakon 1990. godine 7831 unosa.



Slika 10.: Dinamika istraživanja lišajске flore Hrvatske od 1829. do 2017. (x-os: broj unosa, y-os: godine).



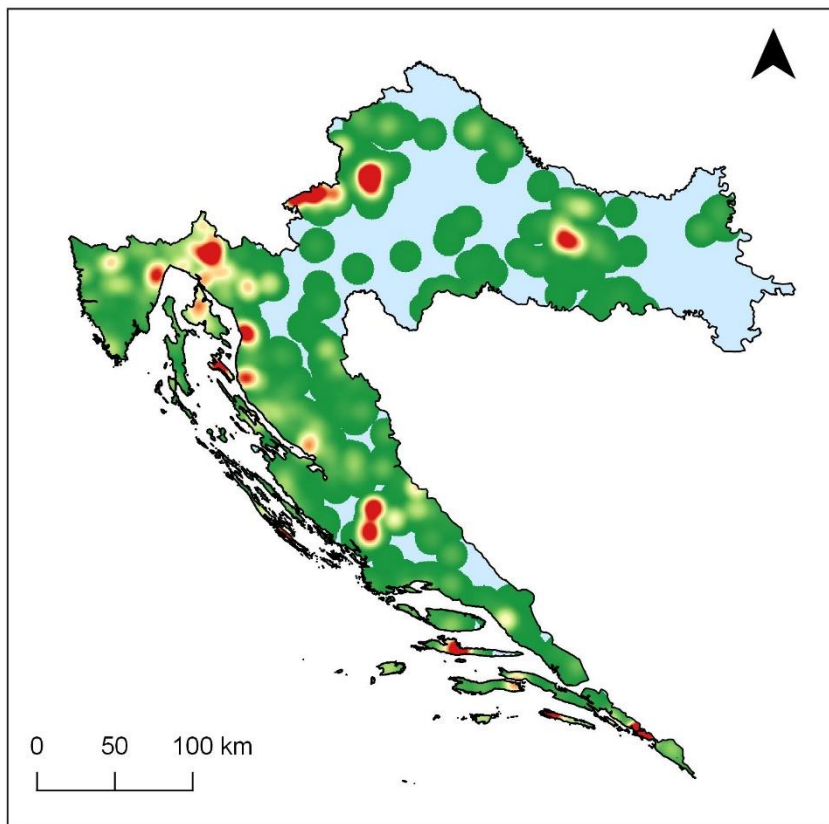
U periodu od 128 godina zabilježeno je gotovo jednak broj unosa kao u vremenu od 28 godina recentnih istraživanja. Međutim, točne godine nisu zabilježene za svaki unos. Ipak, sve je unose bilo moguće razdvojiti u kategorije nalaza prije ili poslije 1990. godine, na temelju godine izdanja literature u kojoj su spomenuti.



Slika 11.: Rasprostranjenost nalaza lišajeva prije i poslije 1990. godine.

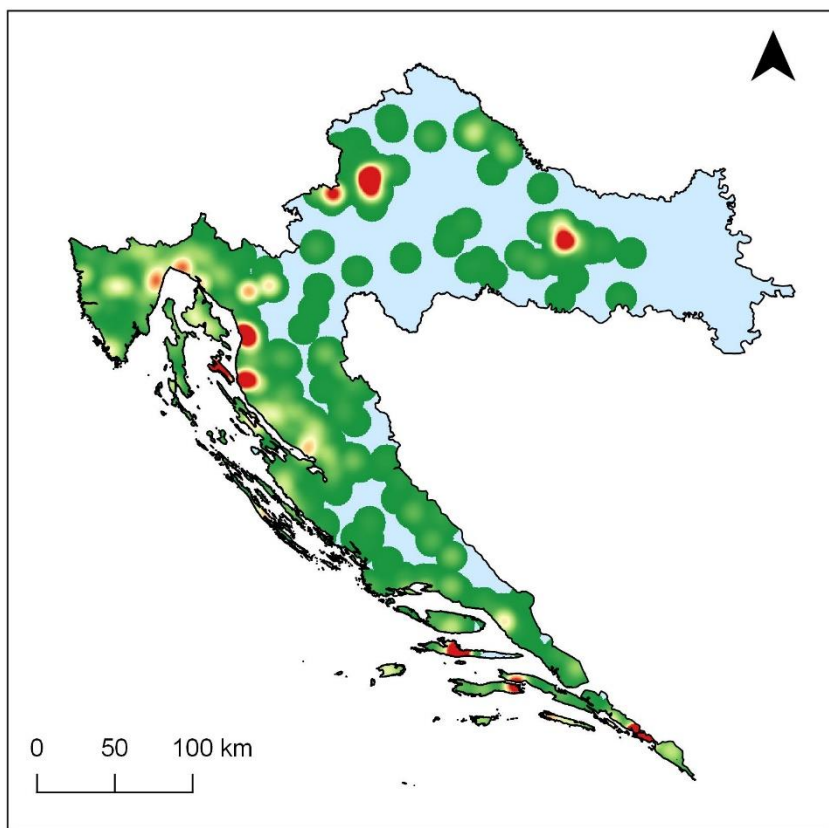
### 3.4.2. Prostorna istraženost

Lihenološki najistraženija područja su, prema županijama: Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska, Dubrovačko-neretvanska, Zagrebačka i Virovitičko-podravska županija (Slika 12.).



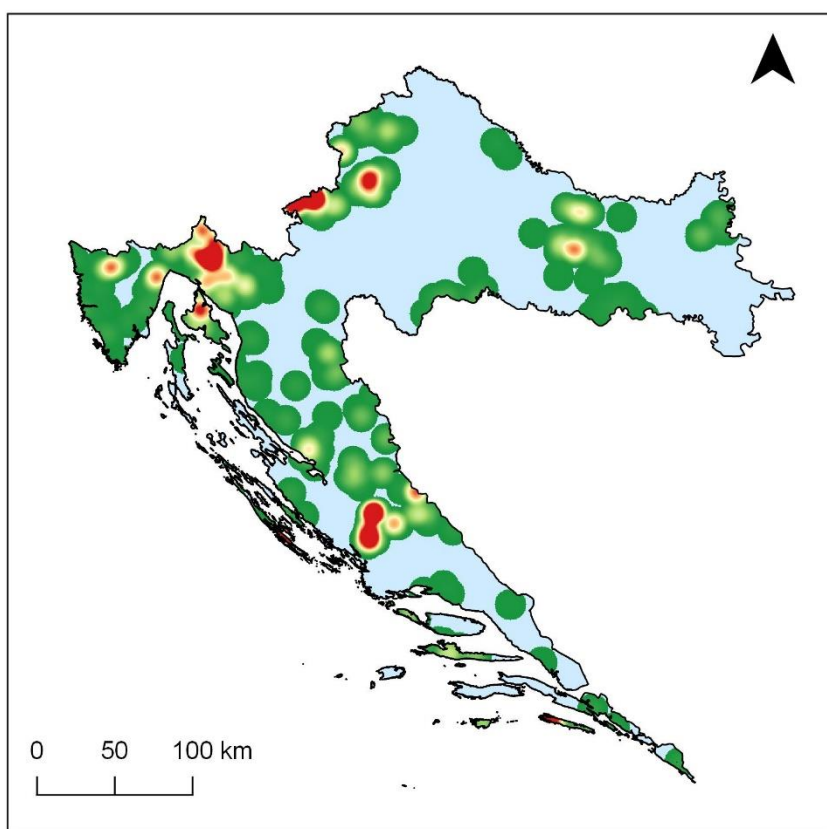
Slika 12.: Ukupna istraženost lišajske flore na području Hrvatske. Crvena područja prikazuju lokalitete s najvećim brojem nalaza.

Najistraživanija područja do 1990. godine su, prema županijama: Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Splitsko-dalmatinska, Dubrovačko-neretvanska, Požeško-slavonska i Zagrebačka županija (Slika 13.). Najistraživaniji lokaliteti su gradovi Zagreb, Senj i Dubrovnik, područja oko gradova na Korčuli, Hvaru i Pelješcu, te planine Velebit i Papuk. Gotovo cijela obalna Hrvatska ima barem poneki podatak, dok je kontinentalno područje slabije istraživano.



Slika 13.: Žarišta istraživosti lišajske flore do 1990. godine. Crvena područja prikazuju lokalitete s najvećim brojem nalaza.

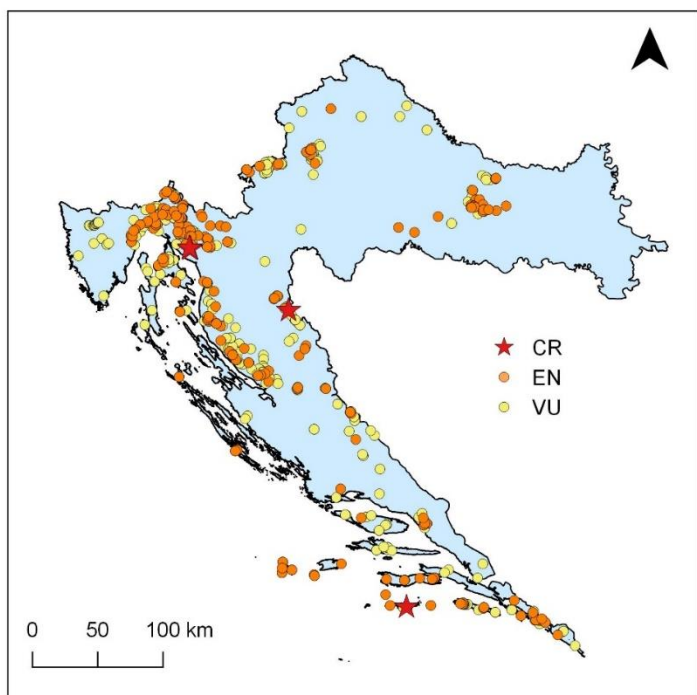
Najistraživanija područja recentnih istraživanja su, prema županijama: Primorsko-goranska, Zadarska, Šibensko-kninska i Zagrebačka županija (Slika 14.). Recentnija istraživanja najviše se provode u zaštićenim područjima i gradovima. Tako najviše nalaza ima u Nacionalnom Parku Krka, Parku prirode Žumberačko-Samoborsko gorje, Parku prirode Papuk, Nacionalnom parku Risnjak, te otoku Mljetu.



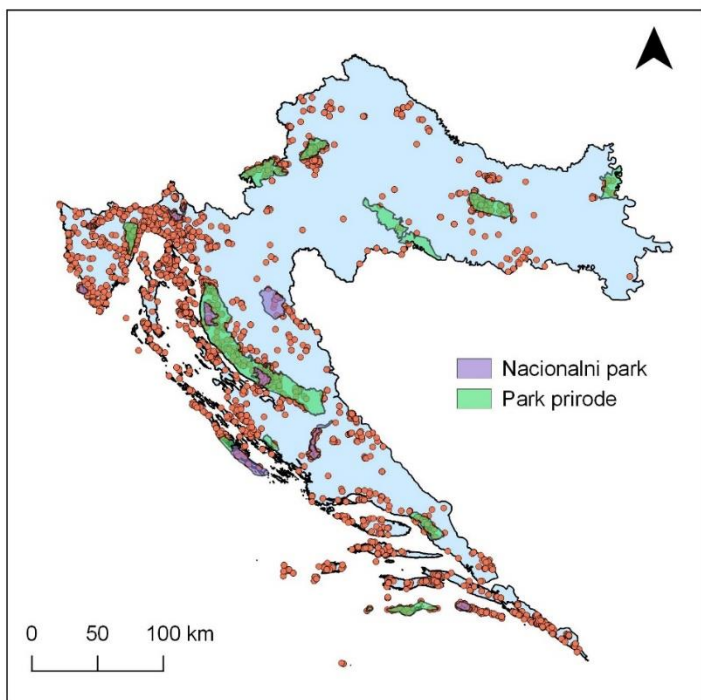
Slika 14.: Žarišta istraživosti lišajske flore nakon 1990. godine. Crvena područja prikazuju lokalitete s najvećim brojem nalaza.

### 3.5. Rasprostranjenost ugroženih vrsta

Kartografski prikazi (Slika 15., Slika 16.) pokazuju da se većina konglomerata ugroženih vrsta nalazi unutar zaštićenih područja. Ovakav rezultat vjerojatno je posljedica veće istraženosti tih područja u odnosu na ostala. Ipak, neke kritično ugrožene vrste (CR) pronađene su u područjima bez posebne zaštite.



Slika 15.: Rasprostranjenost nalaza ugroženih vrsta lišajske flore Hrvatske. (Legenda: CR – kritično ugrožene vrste, EN – ugrožene vrste, VU – osjetljive vrste).

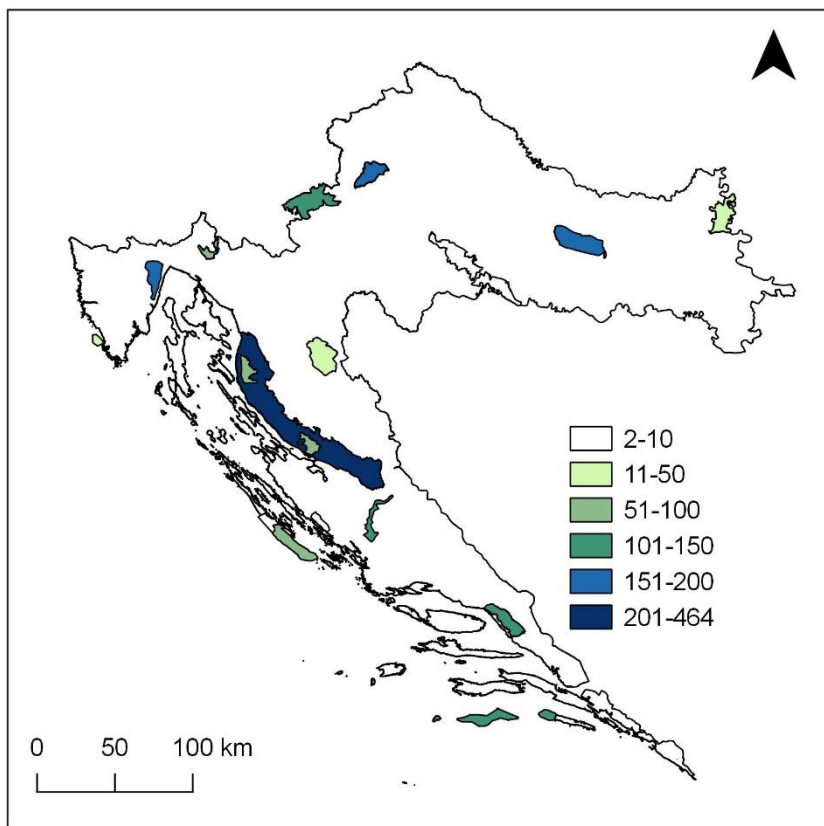


Slika 16.: Rasprostranjenost ugroženih vrsta lišajske flore Hrvatske u odnosu na zaštićena područja.

Osjetljive vrste (VU) obuhvaćaju 18 rodova. Vrste rodova *Bryoria*, *Dibaeis*, *Evernia*, *Fuscopannaria*, *Menegazzia*, *Nephroma*, *Nevesia*, *Peltigera*, *Placynthiella*, *Protopannaria* i *Vahliella* nisu naknadno pronađene nakon izrade Crvenog popisa, što potvrđuje njihov ugrožen status. Vrste rodova *Cetraria*, *Normandina*, *Pannaria*, *Pectenaria*, *Solorina* i *Usnea* ponovno su pronađene nakon 2009. godine. Neke od osjetljivih vrsta imaju samo jedan unos (*Nevesia sampaiana*), neke imaju nalaze samo iz prve polovice 20. st. (*Vahliella leucophaea*), a neke do unošenja novih referenci nisu imale niti jedan georeferenciran zapis (*Solorina bispora*). Razlog nemogućnosti naknadnih nalaza nekih vrsta, osim ugroženosti, može biti i nedovoljna istraženost.

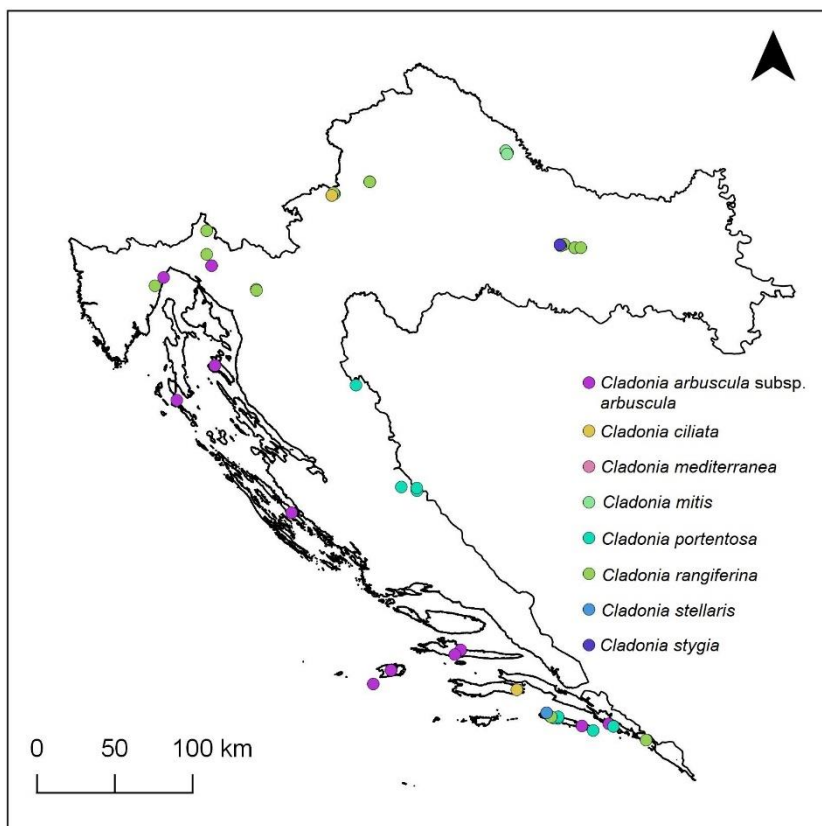
Taksonomskom revizijom tijekom ovog rada, vrste *Usnea diplotypus* i *U. filipendula* ujedninjene su pod novim nazivom *U. dasopoga*, što mijenja brojnost Crvenog popisa lišajeva na 55 vrsta, te brojnost kategorije osjetljivih svojti (VU) na 31 svojtu.

Od zaštićenih područja, s brojnošću vrsta predvode Park prirode Velebit s 464 vrste i Park prirode Medvednica s 200 vrsti. Slijede: Park Prirode Učka, Park prirode Papuk i Nacionalni park Mljet (Slika 17.). Slabo su istražena područja Parka prirode Lonjsko Polje, Parka prirode Telaščica i Parka prirode Vransko jezero, te imaju jednoznamenkast broj zapisa. Na navedena područja (Prilog I) trebalo bi usmjeriti buduće inventarizacije radi proširenja poznavanja lišajske flore Hrvatske.



Slika 17.: Brojnost strogo zaštićenih vrsta lišajeva unutar zaštićenih područja.

Pri osvrtu na vrste zaštićene ekološkom mrežom Natura 2000, vrste *Cl. arbuscula* i *Cl. mitis* pronađene su u prvoj polovici 19. st., te nema naknadnih nalaza. Vrste *Cl. ciliata*, *Cl. mediterranea*, *Cl. stellaris* i *Cl. stygia* imaju po jedan unos, pronađen u posljednjih deset godina. Vrsta *Cl. portentosa* višestruko je pronađena u posljednjih deset godina, na području otoka Mljeta i Šipana, te planina Dinare, Plješivice i Papuka. Vrsta *Cl. rangiformis* kontinuirano je pronalazena u posljednjih sto godina na području otoka Mljeta, Gorskog Kotra, Učke, Samoborskog i Zagrebačkog gorja, te planina Papuk i Risnjak (Slika 18.).

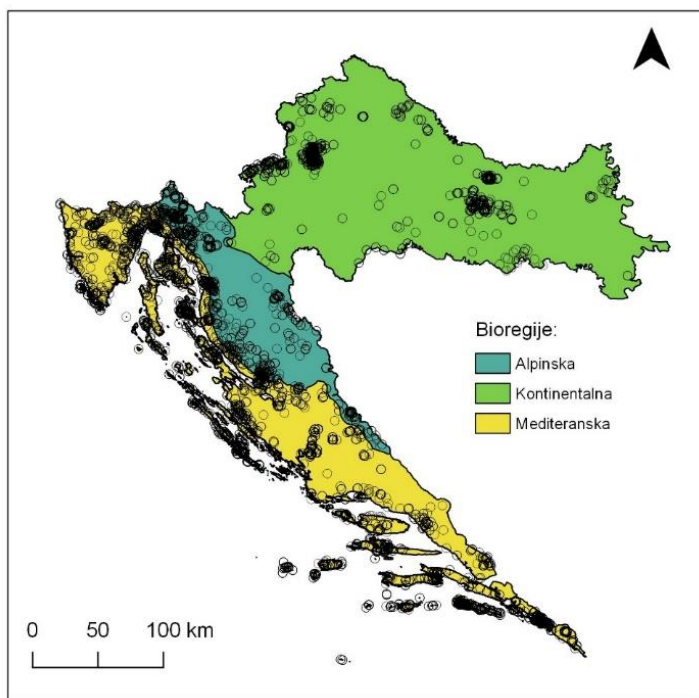


Slika 18.: Rasprostranjenost lišajskih vrsta obuhvaćenih ekološkom mrežom Natura 2000 (podrod Cladina).

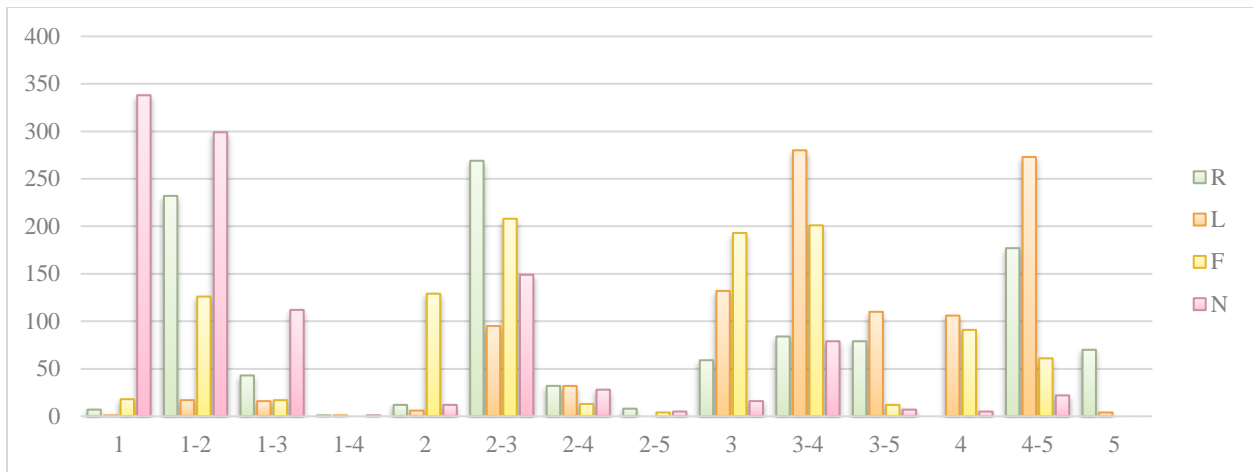


### 3.6. Ekološke indikatorske vrijednosti

Pri utvrđivanju ekoloških obilježja lišajske flore Hrvatske, primjernom ekoloških indikatorskih vrijednosti, vrste su promatrane po pripadnosti biogeografskim regijama (Slika 19.). Pridavanjem podataka o indikatorskim vrijednostima dobiveni su podaci o brojnosti pojedinih kategorija (Slika 20.).

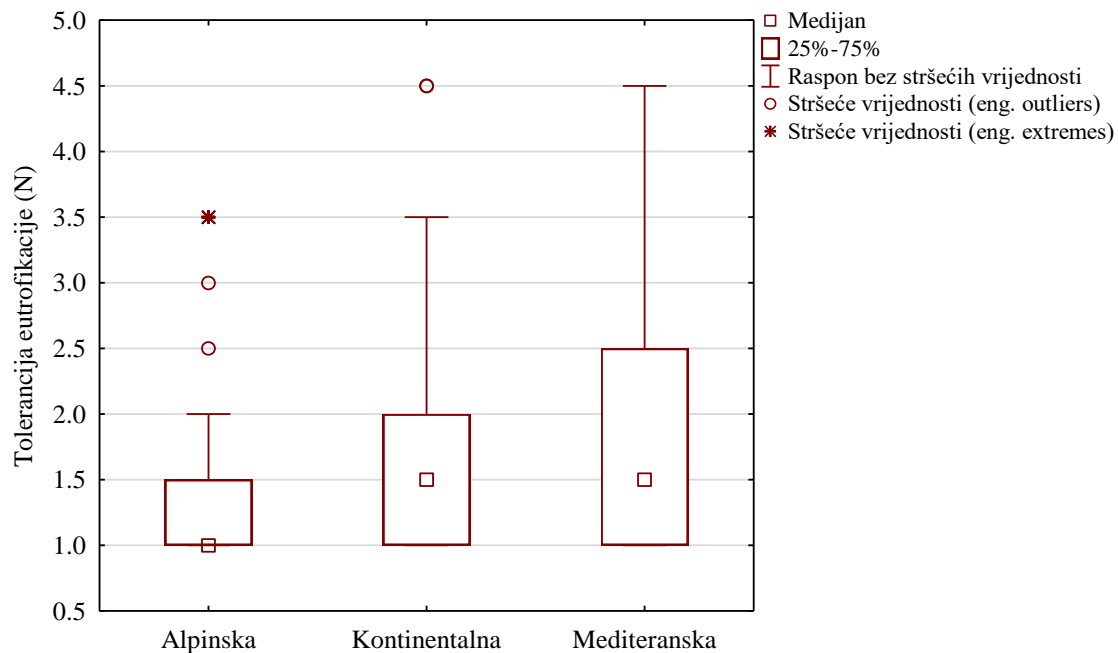


Slika 19.: Rasprostranjenost nalaza lišajskih vrsta u odnosu na biogeografske regije u Hrvatskoj.



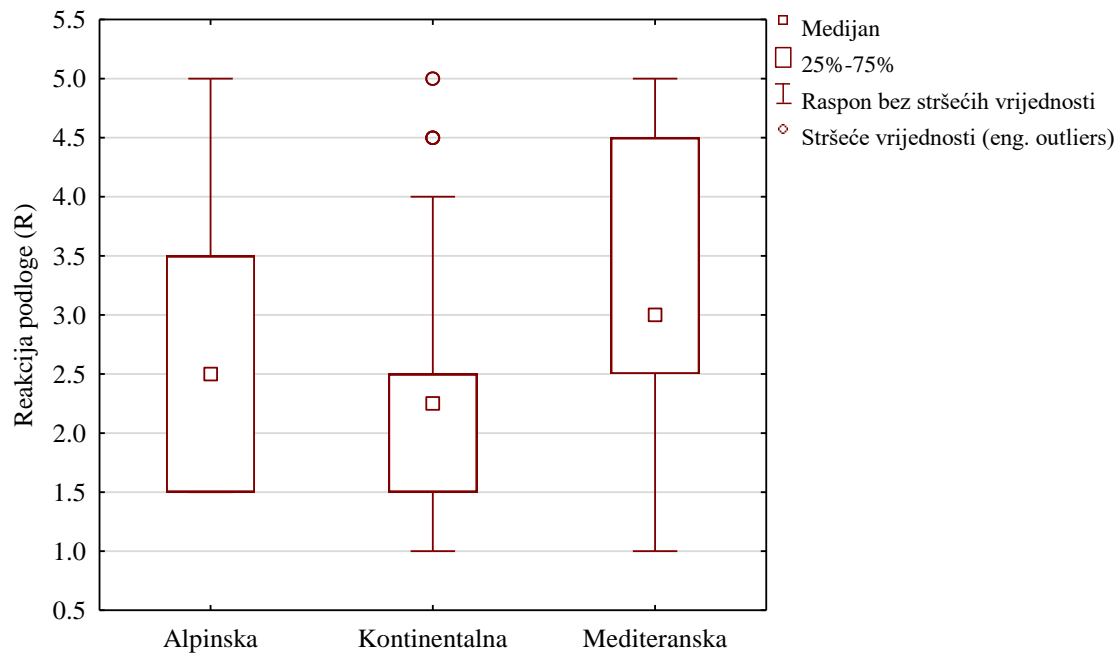
Slika 20.: Raspodjela ekoloških indikatorskih vrijednosti za lišajsku floru Hrvatske (x-os: ekološke indikatorske vrijednosti: reakcija podloge (R), svjetlost (L), vlažnost staništa (F) i eutrofikacija (N), y-os: broj vrsta u pojedinoj kategoriji).

Više od polovice vrsta pripada kategorijama slabe ili nikakve tolerancije na eutrofikaciju (Slika 21.), a 30 vrsta u kategoriju visoke i veoma visoke tolerancije. Ipak, većina vrsta pripada u kategoriju N2 ili nižu, što ukazuje na općenitu osjetljivost lišajeva na eutrofikaciju.



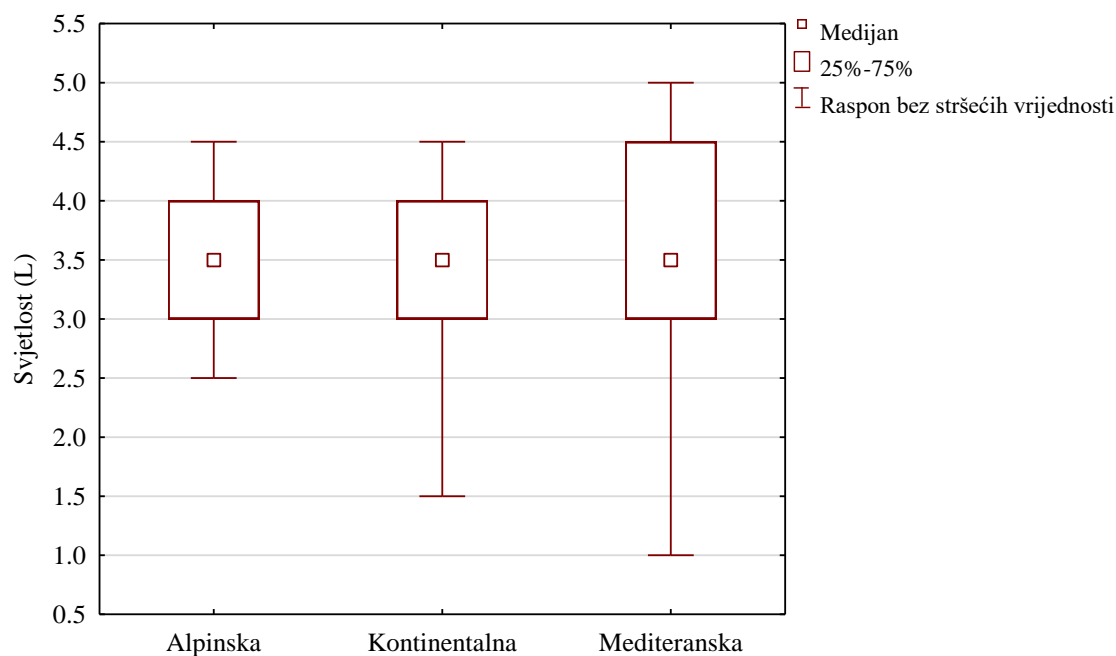
Slika 21.: Raspodjela lišajskih vrsta prema toleranciji na eutrofikaciju u odnosu na biogeografske regije Hrvatske (x-os: kategorije eutrofikacije (N), y-os: biogeografske regije.).

Polovica vrsta pripada kategoriji kiselih do neutralnih supstrata (Slika 22.), što odgovara fitogeografskoj raspodjeli raspoloživih podloga. Po zastupljenosti slijede kategorije blago bazičnih i bazičnih supstrata, obuhvaćajući petinu ukupnog broja vrsta.



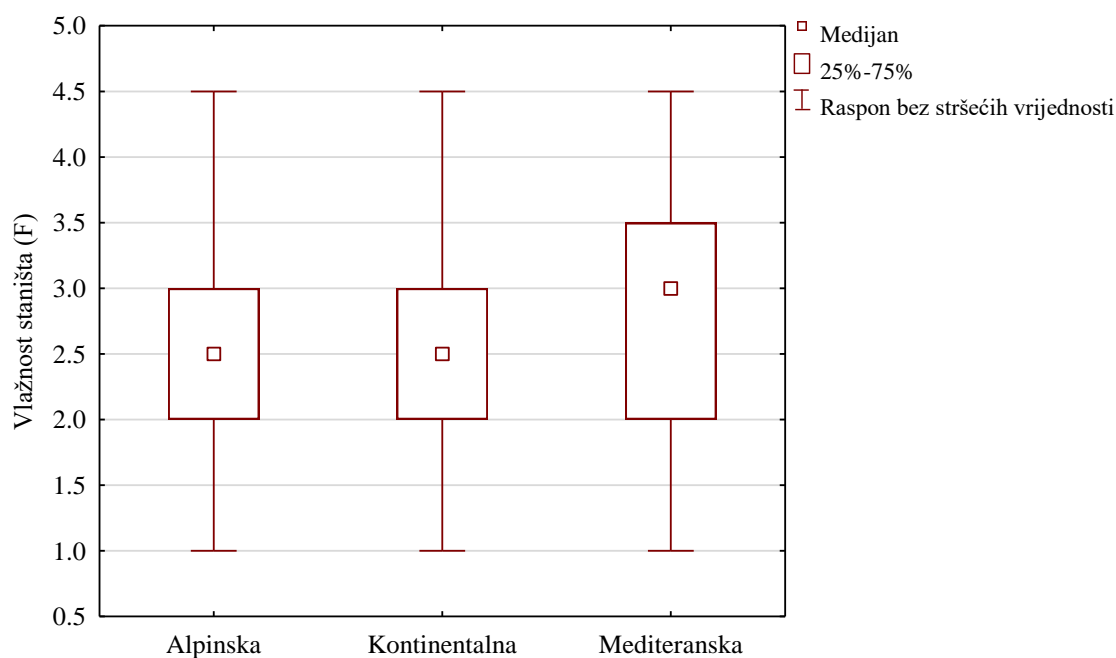
Slika 22.: Raspodjela lišajskih vrsta prema kategoriji preferiranog pH podloge u odnosu na biogeografske regije Hrvatske (x-os: kategorije kiselosti supstrata (R), y-os: biogeografske regije.).

Većina vrsta su iz kategorije koja preferira staništa bogata svjetlom, bilo to difuzno ili direktno osvjetljenje (Slika 23.). Vrste koje preferiraju direktno svjetlo pripadaju rodu *Thyrea* i *Anema*, te su pronađene u Istri i Dalmaciji, na bazičnim stijenama blizu mora. Vrste koje preferiraju sjenovita staništa su korasti lišajevi koji rastu na planinama eumediteranske i kontinentalne regije, npr. Čićarija i Mosor, te Kalnik i Medvednica. Gotovo sve su slabo ili nikako tolerantne na eutrofikaciju i onečišćenje. U ovu kategoriju pripadaju i svi endolitski lišajevi. Malobrojne vrste imaju širok raspon ove ekološke indikatorske vrijednosti.



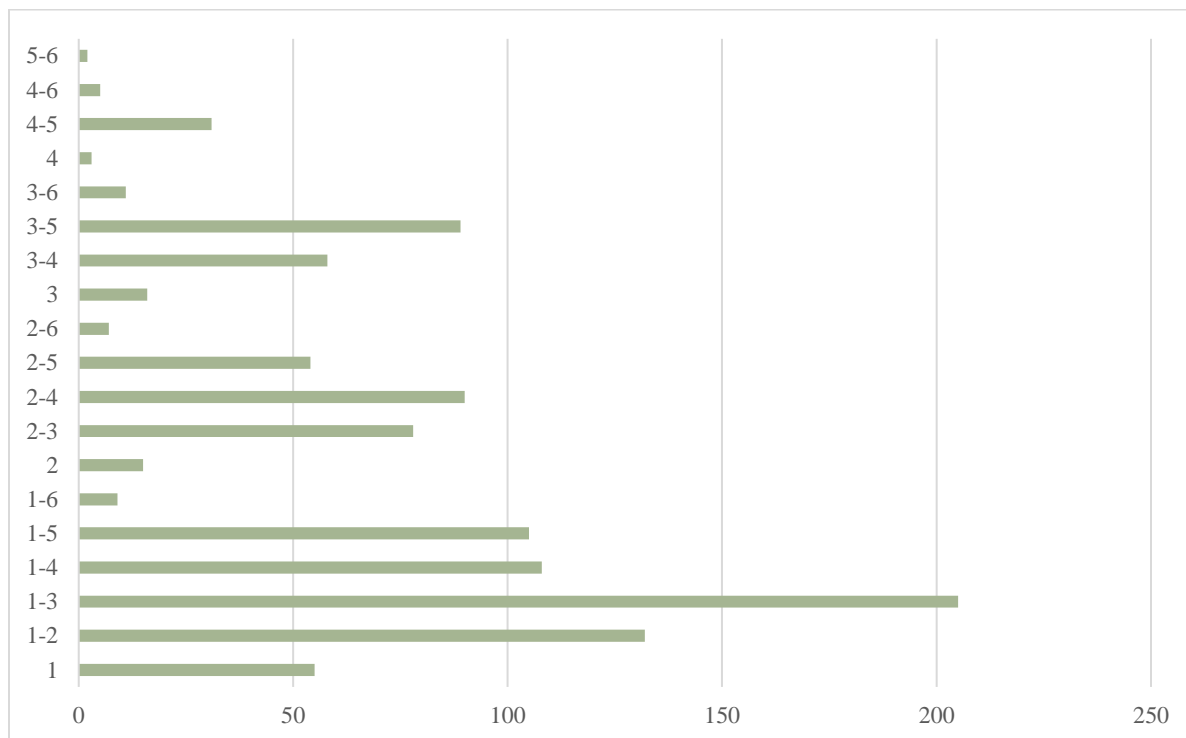
Slika 23.: Raspodjela lišajskih vrsta u odnosu na preferirano sunčevo zračenje i biogeografske regije Hrvatske (x-os: kategorije dostupne svjetlosti (L), y-os: biogeografske regije.).

Većina lišajeva su mezofitne vrste, slijede higrofitne, pa kserofitne vrste (Slika 20.), što je u skladu s potrebom lišajeva za vlagom. Isključivo aridne vrste ne postoje, a mali broj su blago kserofitne koje žive izvan aridnih uvjeta. Većina tih vrsta raste na kamenjima i pripada F4 ili F5 kategoriji, dakle, za stanište preferiraju osunčane stijene. U svakoj biogeografskoj regiji nalaze se vrste svih kategorija, no u mediteranskoj regiji se pojavljuje više vrsta kategorija F3, F4 i F5 (Slika 24.), sukladno dostupnoj svjetlosti.



Slika 24.: Raspodjela lišajskih vrsta u odnosu na preferiranu vlažnost staništa i biogeografske regije Hrvatske (x-os: kategorije vlažnosti staništa (F), y-os: biogeografske regije.).

### 3.7. Pripadnost klimazonalnom pojasu

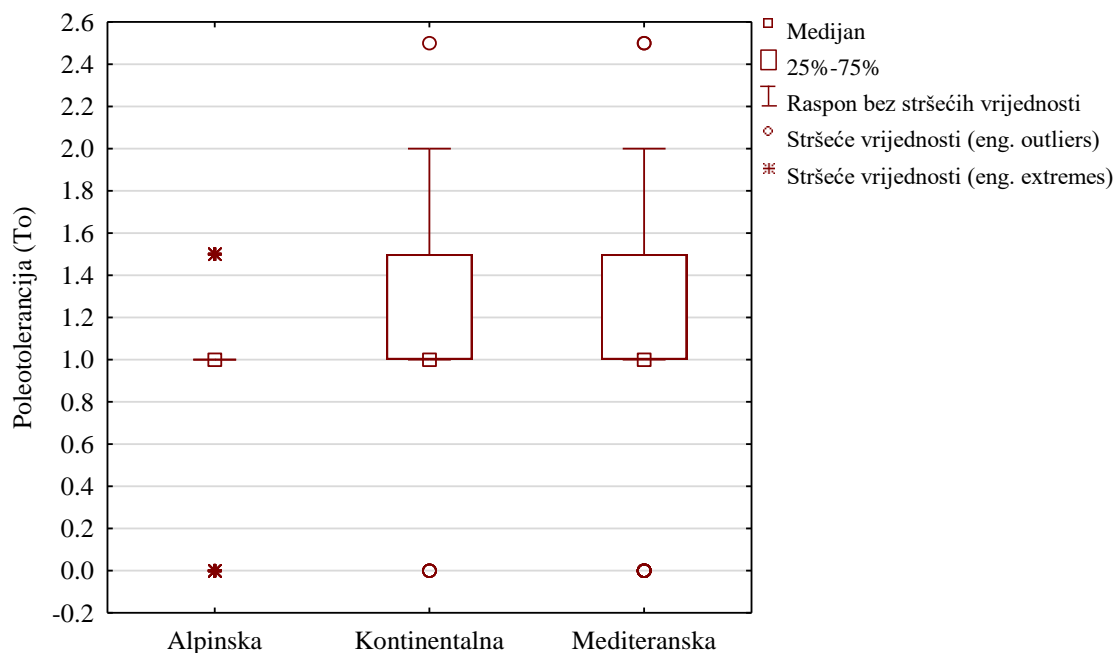


Slika 25.: Raspodjela lišajskih vrsta prema pripadnosti klimazonalnim pojasevima (x-os: broj vrsti, y-os: kategorije pripadnosti klimazonalnim pojasevima).

Većina lišajskih vrsta raste u širokom visinskom rasponu. Najveći broj vrsta raste do montanog pojasa, a znatan broj i do alpskih visina. Od vrsta koje preferiraju specifičnu kategoriju, većina preferira eumediteranski i submediteranski pojas. Mali broj vrsta preferira visoke nadmorske visine, te su sve osjetljive na eutrofikaciju (Slika 25.). Većina ovih vrsta su korasti lišajevi koji preferiraju osunčane vapnenačke stijene – to su karakteristike koje im omogućavaju život na ogoljenim vrhovima planina. Dvije vrste koje žive na najvišim predjelima, *Caloplaca coccinea* i *Verrucaria cryptica*, žive unutar stijena. Ovakav endolitski način života služi za preživljavanje niskih temperatura i drugih nepovoljnih uvjeta staništa prisutnih na tako visokim nadmorskim visinama.

### 3.8. Poleotolerancija

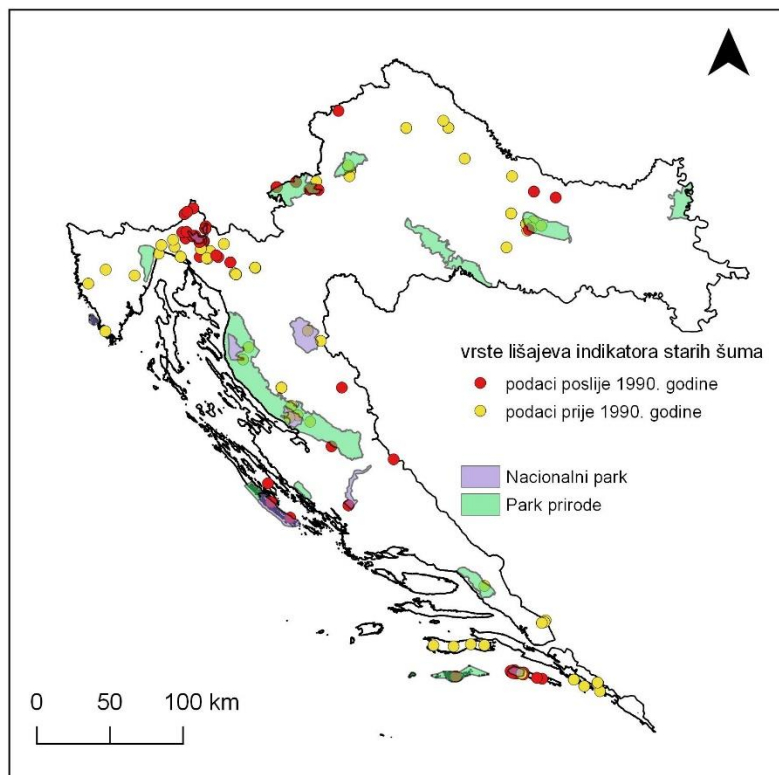
Većina vrsta pripada u kategoriju vrsta iz prirodnih staništa ili staništa s blagim antropogenim utjecajem. Trideset vrsta ima širok raspon rasprostranjenosti, pa se nalaze u prirodnim i u antropogenim staništima. Mali broj vrsta preferira antropogeni utjecaj tj. rast u ruralnim i gradskim područjima (Slika 26.). To su korasti lišajevi pretežito iz roda *Verrucaria*, zatim iz rodova *Caloplaca*, *Diplotomma*, *Lecanora*, *Lecidea* i *Myriolecis*.



Slika 26.: Poleotolerancija lišajskih vrsta u odnosu na biogeografske regije Hrvatske (x-os: kategorije poleotolerancije ( $T_o$ ), y-os: biogeografske regije.).

Prisutan je i znatan broj vrsta koje rastu samo u starim, očuvanim šumama dugog ekološkog kontinuiteta. Od 74 vrste starih šuma, 17 se mogu koristiti kao indikatori starih šuma (Slika 27.).

Postoji 88 unosa ovih vrsta prije 1990. godine i 89 unosa poslije 1990. godine.

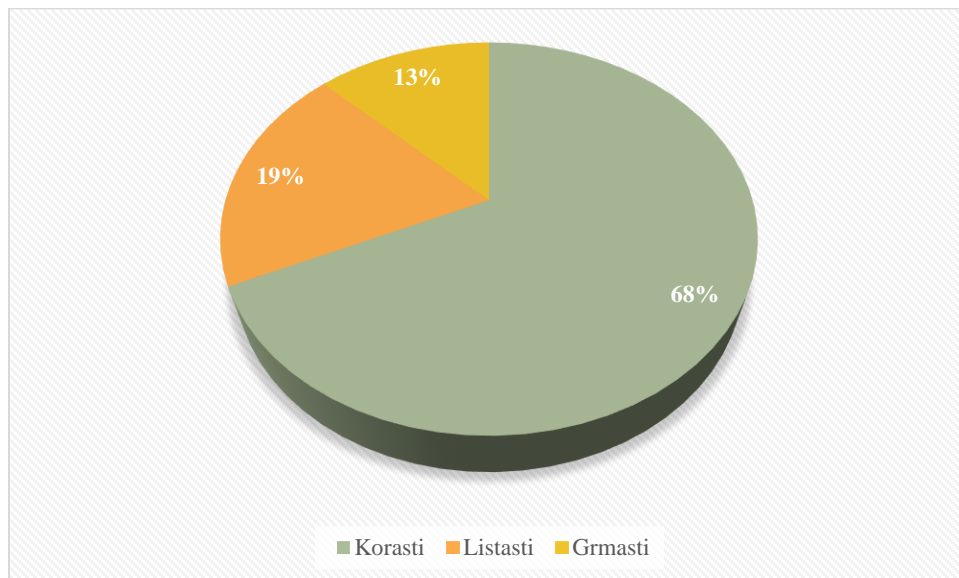


Slika 27.: Prostorna i vremenska rasprostranjenost nalaza lišajskih vrsta indikatora starih šuma.



### 3.9. Zastupljenost životnih oblika i supstrata

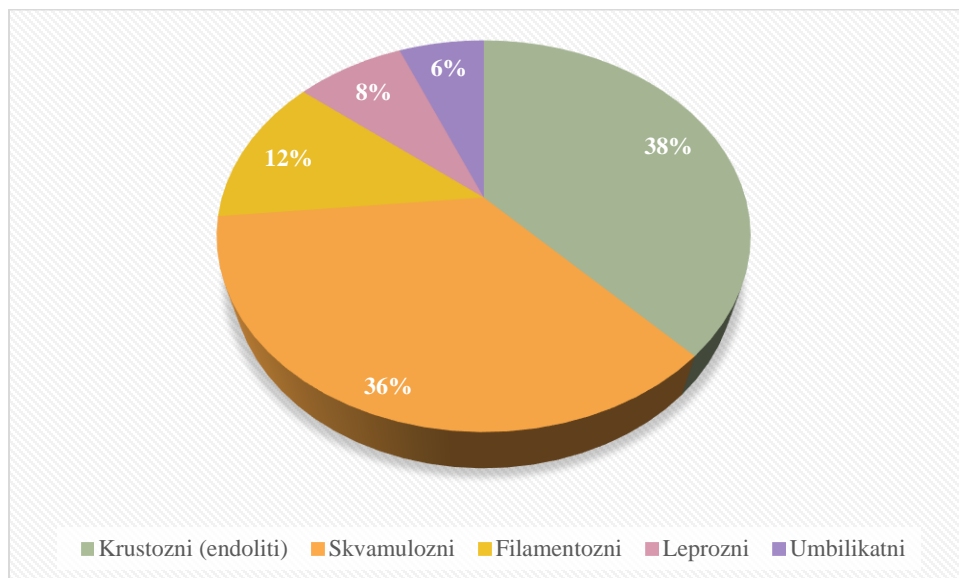
Od životnih oblika uvjerljivo prevladavaju koraste vrste, zatim listaste, pa grmaste (Slika 28.).



Slika 28.: Zastupljenost glavnih životnih oblika lišajeva.

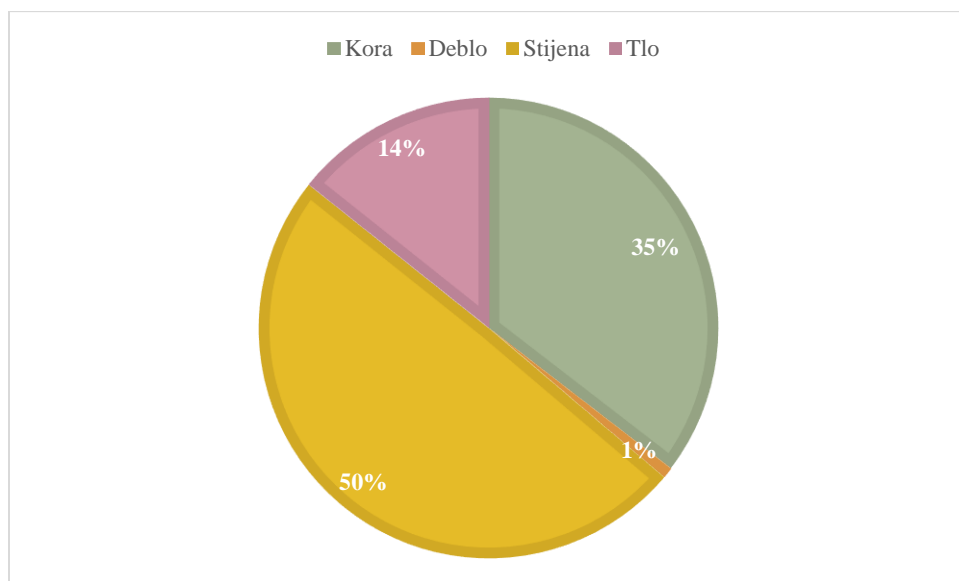
Prema dodatnoj podjeli životnih oblika prevladavaju krustozni endoliti i skvamulozni oblici.

Najmanje su zastupljeni leprozni i umbilikatni oblici (Slika 29.).



Slika 29.: Zastupljenost životnih oblika lišajeva prema dodatnoj podjeli.

Od prevladavajućih supstrata, najzastupljenije su vrste koje rastu na kamenj podlozi, zatim na kori i granama (epifitski), pa na tlu (Slika 30.). Jedine zabilježena vrste koja za podlogu preferiraju lišće su: *Byssoloma subdiscordans*, pronađena na u šumi otoku Rabu i *Fellhanera bouteillei* pronađena u šumi kod Zelenog Vira.



Slika 30.: Zastupljenost pojedinih supstrata za lišajske vrste.

#### 4. Rasprava

Republika Hrvatska brojnošću i raznolikošću lišajske flore prednjači pred ostalim zemljama Balkanskog poluotoka, dok se pri usporedbi sa zemljama Europe nalazi na srednjem mjestu (Randlane i sur. 2006; Feuerer 2017). Iz ovih podataka vidljiva je važnost Hrvatske za ukupnu raznolikost lihenoflore Balkanskog poluotoka. Iz prikaza brojnosti različitih vrsta prema MTB poljima (Slika 9.) vidljiva je znatna raznolikost vrsta na istarskom i dalmatinskom području. Ipak, moguće je da je velika raznolikost tih područja u odnosu na druga, posljedica njihove kontinuirane intenzivne istraženosti. Vjerojatno je da i druga područja bez zapisa (Slika 9., Slika 12.) sadrže veći broj vrsta, no nisu dovoljno istražena. S obzirom na neistraženost i dosadašnju veliku brojnost vrsta, Hrvatska se pokazuje kao potencijalno lihenološki iznimno bogato područje.

Do 1990. godine najviše se istraživalo obalno područje. Zapisi postoje na svim većim otocima, ponajviše na Krku, Rabu i Mljetu (Slika 11.). Na ostalim otocima primjetna je konglomeracija zapisa oko većih gradova poput Korčule i Orebića. Ovakav raspored mogao bi biti posljedica ljetovališnih izbora stranih botaničara i lihenologa. Istraživan je rubni i središnji dio Istre, Gorski Kotar, te cjelokupna Dalmacija. Nalazi su konglomerirani oko velikih gradova kao Pazin, Rijeka, Senj, Zadar, Dubrovnik, te planina poput Učke, Risnjaka i Velebita. U kontinentalnoj Hrvatskoj jedini nalazi obuhvaćaju područja oko Zagreba, zapadnog dijela Samoborskog gorja, Koprivnice i Papuka. Moguće je da je koncentriranje nalaza u velikim gradovima i okolnim prirodnim područjima također posljedica tamošnjeg boravka domaćih botaničara i lihenologa.

Poslije 1990. godine istraživanja na obalnom području povlače se više prema unutrašnjosti. Tako se istražuje sjeverni dio Istre oko Motovuna, sjeverni dio Primorsko-goranske županije iznad Risnjaka, te područje oko Fužina (Slika 11.). Najistraživaniji otoci su Krk i Mljet, a na Dugom otoku, Braču i Hvaru pokrivaju se neistraženi dijelovi. U kontinentalnoj Hrvatskoj istražuje se područje Ivanščice, te gradovi Slatina, Zagreb, Osijek i Slavonski Brod. Ovakav fokus na gradove posljedica je biomonitoringa pomoću lišajeva. Pozornost se okreće inventarizaciji zaštićenih područja obalne i kontinentalne Hrvatske, pa se tako veliki konglomerati nalaza nalaze na Paklenici, Dinari, oko rijeke Krke, Žumberačko-Samoborskom gorju i Papuku.

Iz navedenih karata (Slika 12., Slika 13., Slika 14.), vidljivo je da neka područja nikada nisu istraživana. Područja na kojima najviše nedostaju podaci su, prema županijama: Međimurska,

Sisačko-moslavačka, Bjelogorsko-bilogorska i Vukovarsko-srijemska županija. Za neka od ovih područja ne postoji niti jedan unos, što daje naputke za buduće inventarizacije lihenoflore (Prilog I).

U Republici Hrvatskoj pronađene su tri kritično ugrožene vrste (CR). Vrsta *Thamnolia vermicularis*, pronađena je 1927. godine na vrhu Plješivice u Lici, te se dva uzorka čuvaju u Herbarium Croaticum (ZA). Ova vrsta pronađena je samo jedne godine na jednom lokalitetu, te gotovo sto godina nakon nema ni jednog nalaza. Moguće je da je uništena gradnjom vojnih i telekomunikacijskih objekata na samom vrhu, ili nije pronađena zbog nedostupnosti terena oko TV-repetitora, odnosno opasnosti od zaostalih eksplozivnih sredstava oko napuštene vojarne (Partl 2009). Moguće je da se više ne pojavljuje unutar Republike Hrvatske, pa bi joj trebalo revidirati kategoriju na Crvenom popisu.

Vrsta *Sticta fuliginosa*, pronađena je 2008. na Lastovskom otočju. Ova vrsta pronađena je samo ovdje, što čini Lastovsko otočje bitnim područjem za raznolikost hrvatske lihenoflore (Slika 16).

Vrsta *Ricasolia virens* (*Lobaria virens*) pronađena je devet puta u posljednjih dvadeset godina, na istom području u Gorskom kotru, koje obuhvaća šumske predjele između Fužina i Bribira. Kontinuirani pronalazak na istom području, koje nema status zaštite, upućuje na vrijednost ovog područja za raznolikost hrvatske lihenoflore.

Mnoge ugrožene vrste (EN) zabilježene su samo par puta u 20. stoljeću. Vrsta *Alectoria sarmentosa*, zabilježena je samo u mađarskom herbaru, kao dva uzorka iz 1912. Vrsta *Pectenia atlantica* ima samo 3 zabilježena nalaza, 1920. i 1966. Moguće je da se više ne pojavljuje u Republici Hrvatskoj. Također, vrsta *Roccellographa circumscripta* (*Sclerophyton circumscriptum*) pronađena je samo 1911., te je zbog nedostatka naknadnih pronalazaka moguće da se više ne pojavljuje u Republici Hrvatskoj.

Vrsta *Fuscopannaria ignobilis* ima nalaze prije i poslije 1990. godine. Prethodno je nađena na Biokovu, Velebitu, Korčuli i Gorskom kotru, dok su noviji nalazi striktno iz Gorskog kotra, što može upućivati na smanjenje areala, no potrebni su detaljniji nalazi. S druge strane, vrsta *Lobaria pulmonaria* ima 216 zabilježenih nalaza, od kojih je 107 u posljednjih dvadeset godina, što bi ukazivalo na češće pojavljivanje. Međutim, pri promatranju karte rasprostranjenosti, vidljivo je smanjenje areala, što potvrđuje status ugroženosti ove vrste.

Vrsta *Lobarina scrobiculata* bilježena je kontinuirano na području Gorskog kotra i južne Dalmacije, te je nedavno pronađena i na Papuku. Vrsta *Roccella phycopsis* bilježena je kontinuirano na otočju srednje i južne Dalmacije. Vrsta *Parmeliella triptophylla* ima samo tri recentna nalaza, no svaki je s različitog lokaliteta, što znači da i dalje zauzima gotovo isti areal kao i u 20. stoljeću.

Vrsta *Lasallia pustulata* pronađena je više puta u recentnim istraživanjima, s većinom nalaza na području Papuka i okolice, što upućuje na važnost ovog lokaliteta. Vrsta *Vahliella saubinetii* ima višestruke zapise do 1966., nakon čega nije pronađena u Hrvatskoj do 2010., kada su dva primjerka pronađena na otoku Mljetu, što ukazuje na njegovu važnost za raznolikost lišajeva Hrvatske.

Osjetljive vrste (VU) obuhvaćaju 18 rodova. Vrste rodova *Bryoria*, *Dibaeis*, *Evernia*, *Fuscopannaria*, *Menegazzia*, *Nephroma*, *Nevesia*, *Peltigera*, *Placynthiella*, *Protopannaria* i *Vahliella* nisu naknadno pronađene nakon izrade Crvenog popisa, što potvrđuje njihov ugrožen status. Vrste rodova *Cetraria*, *Normandina*, *Pannaria*, *Pectenaria*, *Solorina* i *Usnea* ponovno su pronađene nakon 2009. Neke od osjetljivih vrsta imaju samo jedan unos (*Nevesia sampaiana*), neke imaju nalaze samo iz prve polovice 20. st. (*Vahliella leucophaea*), a neke do unošenja novih referenci nisu imale niti jedan georeferenciran zapis (*Solorina bispora*). Razlog nemogućnosti naknadnih nalaza nekih vrsta, osim ugroženosti, može biti i nedovoljna istraženost.

Razlog najveće raznolikosti strogo zaštićenih vrsta (Slika 17.) na Velebitu vjerojatno nije najveća stvarna raznolikost u odnosu na druga područja, već velik broj istraživanja kroz povijest i veličina područja, dok je za Medvednicu to blizina glavnom gradu koja ju čini dostupnijom većem broju istraživača.

S obzirom na rasprostranjenost vrsta uključenih u ekološku mrežu Natura 2000, moguće je da Republika Hrvatska predstavlja povoljno stanište za vrste *Cladonia portentosa* i *Cl. rangiformis*. To su mezofitne vrste slabe ili nikakve tolerancije na eutrofikaciju, koje preferiraju prirodna staništa bogata svjetlošću. Pri promatranju ukupne rasprostranjenosti (Slika 18.), vidljivo je da se nalazi većinski podudaraju sa žarištima istraženosti (Slika 12.). Stoga je vrlo vjerojatno da su ove vrste šire rasprostranjene, te bi se radi njihove zaštite trebala istražiti područja za koja nema podataka (Slika 9.).

Vrste koje pripadaju u kategorije visoke tolerancije na eutrofikaciju su pretežito korasti lišajevi porodica Teloschistaceae i Parmeliaceae. Takav životni oblik omogućava im manju površinsku izloženost, pa stoga manje upijaju dušik ili štetne tvari iz neposredne okoline, čak i pri visokoj vlazi. Ovakva prilagodba omogućuje im podnošenje veoma visoke eutrofikacije. Shodno tome, ove vrste imaju širok raspon poleotolerancije, te su prisutne od prirodnih staništa do onih s jako izraženim antropogenim utjecajem. Vrste Alpinske regije imaju najnižu toleranciju na eutrofikaciju (Slika 21.), što je sukladno s njihovom niskom poleotolerancijom (Slika 26.). Vrste Kontinentalne i Mediteranske regije radi opstanka moraju imati veći raspon ovih kategorija, budući da su izložene većem antropogenom utjecaju.

Raspodjela pripadnosti kategorijama kiselosti supstrata vezana je uz biogeografske regije. Budući da najviše vapnenca ima na područjima koja su u Mediteranskoj regiji, njezine vrste većinom preferiraju od raspon neutralnih do bazičnih supstrata. Dok se kontinentalni raspon temelji na pH vrijednostima kore drvenastih biljaka u sastavu različitih šumskih zajednica, raspon Alpinske bioregije varira zbog kiselih šuma i bazičnih kamenih podloga planina.

Promatranjem rasprostranjenosti vrsta indikatora starih šuma kroz vrijeme dobio bi se dodatan uvid u vegetacijsku prošlost Republike Hrvatske. Iako postoji gotovo jednak broj nalaza ovih vrsta prije i poslije 1990., vidljivo je smanjenje areala njihovih pronalazaka (Slika 27.).

Pridavanjem podataka o životnim oblicima svakoj vrsti za koju su podaci bili dostupni, vidljivo je da prevladavaju korasti životni oblici (Slika 28.). Općenito, korasti životni oblici lišajeva su najbrojniji. To može biti posljedica manje osjetljivosti na nedostatak vlage ili polutante u zraku, koju takav oblik pruža. Zatim slijede listaste, pa grmaste vrste. Najmanji broj grmastih životnih oblika moguća je posljedica njihove potrebe za vlažnijim uvjetima. Također, budući da se kroz vlagu više upijaju korisne i štetne, odnosno nepovoljne tvari, grmasti su oblici osjetljiviji na zagađenje. Osjetljivost vodi manjoj rasprostranjenosti, te time i nižoj zastupljenosti. Razlog dominacije krustoznih endolita i skvamuloznih oblika nad filamentoznim, leproznim i umbilikatnim životnim oblicima (Slika 29.) može biti osjetljivost talusa leproznih lišajeva zbog praškaste građe, dok su umbilikatni zbog svoje velike površine i slabog hvatanja za supstrat pogodniji za tropsku klimu.

## 5. Zaključak

Ovim radom je ukupna brojnost flore lišajeva Hrvatske povećana na 1315 taksona (1275 vrsta, 21 podvrsta, 37 varijeteta). Stvorena je georeferencirana baza za 18307 unosa, koji će služiti kao izvor pri istraživanju rasprostranjenosti bilo koje od postojećih vrsta.

Utvrđeni su najraznolikiji rodovi (*Caloplaca*, *Cladonia*, *Verrucaria*) i porodice (Verrucariaceae, Teloschistaceae, Parmeliaceae). Republika Hrvatska ima značajnu raznolikost lišajske flore s obzirom na broj svojiti u usporedbi s drugim europskim zemljama.

Lihenološki najistraženiji lokaliteti su Dubrovnik, Rab i Zagreb. Od ukupne površine Republike Hrvatske, neistraženo je 45,14 %. Neka zaštićena područja dodatno dobivaju na važnosti, jer je utvrđeno da su jedina nalazišta nekih ugroženih vrsta: Papuk za vrstu *Lasallia pustulata* i Mljet za vrstu *Vahliella saubinetti*.

Revidirani Crveni popis lišajeva broji 55 vrsta. Prostornom analizom ustanovljeno je smanjenje areala za vrste: *Thamnolia vermicularis*, *Lobaria pulmonaria*, *Fuscopannaria ignobilis*. Također, zabilježena su područja u Gorskom kotaru koja nisu zaštićena, a predstavljaju jedina zabilježena staništa vrste sa Crvenog popisa (*Ricasolia virens*).

Većina karakterističnih vrsta za biogeografske regije pripada u kategorije: slabe ili nikakve tolerancije na eutrofikaciju (N1 i N2), kiselih do neutralnih supstrata (R1-3), difuznog ili direktnog osvjetljenja (L3 i L4). Također, većina su mezofitne vrste (F3), koje preferiraju prirodna staništa bez antropogenog utjecaja (T<sub>0</sub>1) u eumediteranskom, submediteranskom i montanom klimazonalnom pojasu (A1-3). Od životnih oblika uvjerljivo prevladavaju koraste vrste, te su najzastupljenije su vrste koje rastu na kamenjoj podlozi.

Stvorena baza bit će dostupna na zahtjev, u HAOP-u tj. MZOE-u (*Ministarstvo zaštite okoliša i energetike*).

## 6. Literatura

- Alebić-Juretić, A.; Arko-Pijevac, M. (2005): Lichens as indicators of air pollution in the city of Rijeka, Croatia. *Fresenius Environmental Bulletin* 14, pp. 40-43.
- Barbalić L. (1978): Epifitski lišajski starijeg južnog dijela Zagreba. *Biosistematika* 4, pp. 23-37.
- Barbalić L. (1979a): Epifitski lišajski u centru grada Zagreba. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 48(58), pp. 41-45.
- Barbalić L. (1979b): Epifitski lišajski u sjevernom dijelu užeg područja grada Zagreba. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 48(58), pp. 47-53.
- Barčić, B. A. (1996): Flora i vegetacija otočića Košljuna. Franjevački samostan na Košljunu, Punat. pp. 70.
- Biasoletto, B. (1841): *Relazione del viaggio fatto nella primavera dell'anno 1838 dalla Maestà del Re Federico Augusto di Sassonia nell'Istria, Dalmazia e Montenegro*. Presso H. F. Favager, Trieste. pp. 264.
- Bilovitz, P. (2015): Revidierte Belege aus dem "Herbarium Istriacum". *Notizen zur "Flora von Istrien"*, Teil I. *Joanna Botanik* 12, pp. 95.
- Bilovitz, P.; Mayrhofer, H. (2010): Catalogue of the Lichenized and Lichenicolous Fungi of Bosnia and Herzegovina. *Phyton; Annales Rei Botanicae* 51, pp. 1-67.
- Boustie, J.; Grube, M. (2005): Lichens - A promising source of bioactive secondary metabolites. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 3, pp. 273 - 287.
- Burgaz, A. R.; Pino-Bodas, R. (2012): Notes on species of the genus *Cladonia* from Bosnia-Herzegovina and Croatia. *Botanica Complutensis* 36, pp. 13-18.
- Burgaz, A. R.; Fontecha-Galán, A.; Gutiérrez-Larruga, B.; Rodríguez-Arribas, C. (2017): The Cladoniaceae and three additional noteworthy lichens from Croatia. *Herzogia* 30, pp. 138 -151.
- Christensen, S. (1987): Contribution to the lichen flora of Jugoslavija. *Acta Botanica Croatica* 46, pp. 161-171.
- Christensen, S. (1988): Contribution to the lichen flora of Jugoslavija. *Acta Botanica Croatica* 47, pp. 127-134.
- Christensen, S.; Hansen, E.S. (1994): Lichens from Croatia. *Acta Botanica Croatica* 53(1), pp. 101-113.
- Degen, A. (1938): *Flora Velebitica* 3. *Ungar. Akad. Wiss.* pp. 597.
- Derežanin, L.; Maslač, M.; Počanić, P. (2010): Inventarizacija lihenološke flore područja rijeke Zrmanje. *Zbornik radova projekta Istraživanje bioraznolikosti područja rijeke Zrmanje 2010*. PP Velebit, Zagreb, pp. 120-132.
- Derežanin, L.; Maslač Mikulec, M.; Miličević, T.; Počanić, P.; Žilić, I.; Tunjić, M.; Partl, A. (2011): Doprinosi poznavanju epifitske lihenoflore otoka Hvara. *Zbornik radova projekta Međunarodni istraživačko – edukacijski kamp Hvar 2011*. Udruga studenata biologije – BIUS, Zagreb.
- Dvořák, R. (1923): *Vzpomínka na botanické exkurse v jižní Dalmacii a západ. Bosně v roce 1917 a 1918*. Knihotiskárna na Chaloupka a Čapek, Třebíči.
- European Environment Agency Report (2002): Europe's biodiversity – biogeographical regions and seas. *European Environment Agency Report*, br. 1/2002. ([https://www.eea.europa.eu/publications/report\\_2002\\_0524\\_154909](https://www.eea.europa.eu/publications/report_2002_0524_154909)) [pristupljeno 10.1.2019]
- Feuerer, T. (2017): Checklists of lichens and lichenicolous fungi, ([http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/portalpages/index\\_index.htm](http://www.lichens.uni-hamburg.de/lichens/portalpages/index_index.htm)). [pristupljeno 10.1.2019.]



- Glowacki, J. (1874): Die Flechten des Tommasinischen Herbars, ein Beitrag zur Flechtenflora des Küstenlandes. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 24, pp. 539-552.
- Grube, M.; Giralt, M. (1996): Studies on some species of Arthothelium occurring in the western Mediterranean. The Lichenologist 28(1), pp. 15-36.
- Herceg Romanić, S.; Kljaković-Gašpić, Z.; Bituh, T.; Žužul, S.; Dvorščak, M.; Fingler, S.; Jurasović J.; Klinčić, D.; Marović, G.; Orct, T.; Rinkovec, J.; Stipičević, S. (2016): The impact of multiple anthropogenic contaminants on the terrestrial environment of the Plitvice Lakes National Park, Croatia. Environmental Monitoring Assessment 188(27), pp. 1-16.
- Hirc, D. (1896): Vegetacija Gorskoga kotara. Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti 126, pp. 1-82.
- Hofmann, F.; Nowak, R.; Winkler, S. (1974): Substrate dependence of calcareous and silicate rock inhabiting lichens of the island Čiovo, Yugoslavia. Journal of the Hattori Botanical Laboratory 38, pp. 313-325.
- Honegger, R. (1991): Functional aspects of the lichen symbiosis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 42, pp. 553-578.
- Horvat, I. (1930): Vegetacijske studije o hrvatskim planinama I: Zadruga na planinskim goletima. Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti 238, pp. 1-96.
- Horvat, I. (1931): Vegetacijske studije o hrvatskim planinama II: Zadruga na planinskim stijenama I točilima. Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti 241, pp. 147-206.
- Horvat, I. (1962): Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb. pp. 183.
- Hruby, J. (1912): Der Monte Ossero auf Lussin. Allgemeine Botanische Zeitschrift 18, pp. 125-129.
- Knežević, B.; Mayrhofer, H. (2009): Catalogue of the Lichenized and Lichenicolous Fungi of Montenegro. Phytotaxa 48, pp. 283-328.
- Körber, G.W. (1867a): Lichenen aus Istrien, Dalmatien u. Albanien. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 17, pp. 611-618.
- Körber, G.W. (1867b): Lichenen novi, a dr. Weiss in Dalmatia lecti. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 17, pp. 703-707.
- Kušan, F. (1953): Prodromus flore lišaja Jugoslavije. Jugoslav. Akad. Znan. Umjet., Zagreb. pp. 595.
- Labak, I. (2007): Epifitski lišajevi Parka prirode Papuk, Magistarski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Institut Ruđer Bošković. pp. 121.
- Labak, I.; Ozimec, S.; Dumbović, V.; Topić, J. (2011): Contribution to the knowledge of lichens of Papuk Nature Park (Slavonia, Eastern Croatia). Natura Croatica 20(1), pp. 35-52.
- Lawrey, J.D.; Diedrich, P. (2003): Lichenicolous fungi: Interactions, evolution and biodiversity. The Bryologist 106(1), pp. 80-120.
- Llop, E. (2010): *Bacidia punica* (Ramalinaceae), a new corticolous species from the Mediterranean region. The Bryologist 113(2), pp. 205-236.
- Lokos, L.; Balogh, L. (2016). Herbarium Piersianum 2. The lichens of Piers Vilmos' Herbarium in the Szombathely Savaria Museum. Savaria Bulletin of Museums of County Vas 38, pp. 7-49.
- Maslač, M.; Počanić, P.; Žilić, I.; Miličević, T.; Derežanin, L. (2012a): Inventarizacija lihenološke flore NP Kornati. Zbornik radova istraživačkog projekta Biološki kamp Kornati 09 - Doprinos očuvanju bioraznolikosti Kornatskog otočja. Udruga studenata biologije - BIUS, Murter, pp. 217-230.

Maslač, M.; Partl, A.; Miličević, T.; Žilić, I.; Počanić, P.; Derežanin, L. (2012b): Lichen flora of the island of Lastovo (Croatia, Europe). Lichens: from genome to ecosystems in a changing world, the 7th IAL Symposium, Ramkhamhaeng University Press, Bangkok, pp. 90.

Maslač, M.; Likić, S.; Tkalec, M. (2016): Lichens *Flavoparmelia caperata* and *Parmelia sulcata* – bioindicators of oil refinery air pollution in Slavonski Brod, Croatia. Lichen in deep time, Abstract book, the 8th IAL Symposium. University of Helsinki, Helsinki. pp. 193.

Massalongo, A.D.B. (1856): *Miscellanea lichenologica*. Dallo stabilimento di Giuseppe Civelli e Comp., Verona-Milano. pp. 52.

Matković, P. (1879): Sulla flora crittogamica di Fiume. Programma della regia scuola media superior di stato in Fiume. pp. 1-79.

Mayrhofer, H.; Denchev, C.; Stoykov, D.; Nikolova, S.O. (2005): Catalogue of the lichenized and lichenicolous fungi in Bulgaria. *Mycologia Balcanica* 2, pp. 3-61.

Mayrhofer, H.; Rohrer, A.; Bilovitz, P. (2013). Catalogue of the Lichenized and Lichenicolous Fungi of Macedonia (FYROM). *Phyton; annales rei botanicae* 53, pp. 23-72.

Mayrhofer, H.; Czeh, D.; Kobald, E.M.; Bilovitz, P. (2016). Catalogue of the Lichenized and Lichenicolous Fungi of Kosovo. *Herzogia*, 29. pp. 529-554.

Mayrhofer, H.; Konrad, L.M.; Prettnner, M.; Seiffter, K.; Bilovitz, P.O. (2018a): The lichens of Croatia. *Phyton* 58(1), pp. 1-102.

Mayrhofer, H.; Bilovitz, P. O.; Rohrer, A. (2018b): Lichenized and lichenicolous fungi from Croatia kept in the herbarium GZU. *Fritschiana*, Graz. pp. 35.

Mehmedović A.; Ivošević, M.; Zeko, A.; Maslač Mikulec M.; Partl, A. (2017): Inventarizacija lihenološke flore sjeverozapadnog dijela Dugog Otoka. Zbornik radova projekta Istraživačko – edukacijski projekt Insula Tilagus 2017. Udruga studenata biologije – BIUS, Zagreb.

Motiejūnaitė, J.; Czyżewska, K.; Cieśliński, S. (2004): Lichens – indicators of old-growth forests in biocentres of Lithuania and north-east Poland. *Botanica Lithuanica* 10, pp. 59-74.

Murati, M. (1992): *Flora lišajeva*. Univerzitet u Prištini, Priština. 397 pp.

Narodne novine (2013): Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama. *Narodne novine*, br. 144/2013.

Narodne novine (2016): Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o strogo zaštićenim vrstama. *Narodne novine*, br. 73/2016.

Nimis, P.L. (2016): The lichens of Italy. A second annotated catalogue, EUT, Trieste. pp. 739.

Nimis, P.L.; Martellos, S. (2017): ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 5.0. University of Trieste, Dept. of Biology, (<http://dryades.units.it/italic>). [pristupljeno 10.1.2019.]

Nimis, P.L.; Hafellner, J.; Roux, C.; Clerc, P.; Mayrhofer H.; Martellos, S.; Bilovitz, P. O. (2018): The lichens of the Alps – an annotated checklist. *MycKeys* 31, pp. 634.

Noé, G. (1858): *Flora di Fiume e del suo Litorale*. Almanacco Fiumano per l'anno 1858. pp. 61-80.

Obermayer W. (2016): *Dupla Graecensia Lichenum* (2016, numbers 1021–1100). *Fritschiana* 83, Graz. pp. 1–23.

Obermayer W. (2017): *Dupla Graecensia Lichenum* (2017, numbers 1101–1190). *Fritschiana* 87, Graz. pp. 15–40.

OIKON (2016): *Biološko-ekološka istraživanja i izrade podloga za Plan restauracije starog korita Mirne*.

Ozimec, R. (2008): *Gljive, lišaji, alge i mahovine Biokova*, Graphis d.o.o., Zagreb, pp. 74-86.

Ozimec, S. (1999): Flora epifitskih lišaja Nacionalnog parka Risnjak, Magistarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb. pp. 130.

Ozimec, S. (2002): Contribution to the Knowledge on Lichen Diversity of Kopački Rit (Croatia). Limnological Reports volume 34, Proceedings of the 34th Conference. Editura Academiei Romane, Bukurešt, pp. 213-217.

Ozimec, S. (2003): Epifitski lišajevi Gorskog kotara i Kvarnerskog primorja, Disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb. pp. 215.

Ozimec, S. (2009): Lichen mycota from the Island of Krk (northern Adriatic Sea, Croatia), *Natura Croatica* 18(2), pp. 367-385.

Ozimec, S.; Bogut, I.; Jurčević, I. (2000): Lišaji u urbanom okolišu obaloutvrde rijeke Drave u Osijeku. Zbornik sažetaka priopćenja Sedmog hrvatskog biološkog kongresa, Hrvatsko biološko društvo 1885, Zagreb. pp. 263-264.

Ozimec, S.; Bošković, I.; Florijančić, T.; Jelkić, D.; Opačak, A.; Puškadija, Z.; Labak, I. (2010a): The lichen flora of Risnjak National Park (Croatia), *Acta Botanica Croatica* 69(1), pp. 19-29.

Ozimec, S.; Sikora, M.; Opačak, A.; Florijančić, T.; Puškadija, Z.; Bošković, I.; Jelkić, D. (2010b): Lišajevi - bioindikator kakvoće zraka u gradu Osijeku. Zbornik sažetaka Međunarodni znanstveno-stručni skup XIII. Ružičkine dani "Danas znanost-sutra industrija", Vukovar, 16.-17. 9. 2010. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek. pp. 116.

Ozimec, S.; Florijančić, T.; Bošković, I. (2016): Biomonitoring urban air pollution by using lichens in the green space of the University campus in Osijek (Croatia). *Journal of Environmental Protection and Ecology* 17(4), pp. 1269–1275.

Partl, A. (2009): Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb. pp. 36.

Partl, A. (2011): Lichen flora of Žumberak-Samoborsko gorje Nature Park, NW Croatia. *Acta Botanica Croatica* 70(1), pp. 99-107.

Partl, A.; Asta, J. (2003): Epiphytic lichen flora on mountain Medvednica and in northern Zagreb: Bioindication of environmental factors. *Periodicum Biologorum* 105(1), pp. 337-343.

Partl, A.; Ozimec, S.; Maslač, M. (2010): Pregled flore lišajeva otoka Mljeta-povijesni i recentni podaci. Zbornik radova simpozija Dani Branimira Gušića - novi priloziloznavañju prirodoslovlja otoka Mljeta. NP Mljet, Pomena. pp. 103-110.

Petljanski, J. (2000): Kartiranje epifitskih lišaja u Slatini. Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb. pp. 51.

Počanić, P.; Žilić, I.; Miličević, T.; Maslač Mikulec, M.; Žebčević, K. (2011): Inventarizacija lihenološke flore Nacionalnog parka Paklenica. Zbornik istraživačkih radova Udruga studenata biologije - BIUS u Nacionalnom parku Paklenica. Udruga studenata biologije - BIUS, Zagreb, pp. 146-153.

Prlić, D. (2013): Lichen flora of the Slatina district. Knjiga sažetaka 4. Hrvatski Botanički simpozij s međunarodnim sujdelovanjem, Split, 27.-29. 9. 2013. Hrvatsko botaničko društvo, Split, pp. 140.

Prlić, D.; Ozimec, S. (2013): Primjena lihenoloških istraživanja u procjeni kakvoće zraka na području grada Slatine. Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa 14. Ružičkine dani "Danas znanost-sutra industrija. Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI), Zagreb. pp. 374-385.

Prlić, D.; Ozimec, S. (2015): Survey of the lichen collections in the Croatian herbaria. 6th Balkan Botanical Congress, Rijeka (CRO), Book of abstracts. pp. 100-101.

Rac, M. (1995): Flora i vegetacija Vinodola i Viševce i njihov geobotanički položaj među primorskim Dinaridima, Disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb. pp. 192.

Randlane, T.; Saag, A.; Suija, A. (2006). Lichenized, lichenicolous and allied fungi of Estonia, (<http://www.ut.ee/lichens/fce.html>). [pristupljeno 10.1.2019. putem web arhive za 24.4.2006.]

Reichardt, H.W. (1867): Beitrag zur Flora der Militärgrenze Croatiens. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 17, pp. 765-767.

Rossi, Lj. (1913): Die Plješivica und ihr Verbindungszug mit dem Velebit in botanischer Hinsicht. Magyar Botanikai Lapok 12, pp. 37-106.

Rottensteiner, W. K. (2012): Vorarbeiten zu einer "Flora von Istrien", Teil XV. Carinthia II 122(202), pp. 601-662.

Rottensteiner, W. K. (2013): Vorarbeiten zu einer "Flora von Istrien", Teil XVI. Carinthia II 123(203), pp. 575-632.

Roux, C. (1991): Phytogéographie des lichens saxicoles-calcicoles d'Europe méditerranéenne. Botanika Chronika 10, pp. 163-178.

Sántha, L. (1922): Adatok Kapronca (Koprivnica) környékének zuzmóflórájához. Botanikai Közlemények 20, pp. 56-66.

Schuler, J. (1902): Zur Flechtenflora von Fiume. Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Clubs in Fiume 6, pp. 1-122.

Schulzer Von Müggenburg, S.; Kanitz, A.; Knapp, J.A. (1866): Die bisher bekannten Pflanzen Slavoniens. Ein Versuch. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 16, pp. 1-29.

Sendtner, O. (1848a): Reise nach Bosnien. Von einem botanischen Reisenden. Erster Abschnitt. Das Ausland. Ein Tagblatt für Kunde des geistigen und sittlichen Lebens der Völker 24, pp. 93-95.

Sendtner, O. (1848b): Reise nach Bosnien. Von einem botanischen Reisenden. Erster Abschnitt. Das Ausland. Ein Tagblatt für Kunde des geistigen und sittlichen Lebens der Völker 31, pp. 121-123.

Servít, M. (1910): Zur Flechtenflora Nord-Dalmatien. Mag. Bot. Lap. pp. 164-193.

Servít, M. (1929): Flechten aus Jugoslavien. Hedwiga 69, pp. 1-38.

Servít, M. (1931): Flechten aus Jugoslavien. Hedwiga 71, pp. 215-282.

Servít, M. (1934): Flechten aus Jugoslavien. Hedwiga 74, pp. 119-160.

Službeni list europskih zajednica (1992): Direktiva Vijeća 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore, Prilog V, br. 206/7.

Solla, R.F. (1891): Bericht über einen Ausflug nach dem südlichen Istrien. II. Österreichische Botanische Zeitschrift 41, 324-327, pp. 340-345.

Spribile, T.; Tuovinen, V.; Resl, P.; Vanderpool, D.; Wolinski, H.; Aime, M. C.; Schneider, K.; Stabentheiner, E.; Toome-Heller, M.; Thor, G.; Mayrhofer, H.; Johannesson H.; McCutcheon, J. P. (2016): Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. Science 353(6298), pp. 488-492.

Suppan, U.; Prügger, J.; Mayrhofer, H. (2000): Catalogue of the lichenized and lichenicolous fungi of Slovenia. Bibliotheca Lichenologica 76, pp. 215.

Svoboda, D.; Bouda, F.; Malíček, J.; Hafellner, J. (2012): A Contribution to the Knowledge of Lichenized and Lichenicolous Fungi in Albania. Herzogia 25, pp. 146-165.

Szatala, Ö. (1927): Lichenes Hungarie I. Pyrenocarpeae – Gymnocarpeae (Coniocarpineae) – Folia Cryptogamica 1(5), pp. 337-434.

Szatala, Ö. (1930): Lichenes Hungarie II. Gymnocarpeae (Graphidineae, Cyclocarpineae, Lecanactidaceae - Peltigeraceae). Folia Cryptogamica 1(7), pp. 833-928.

Szatala, Ö. (1939): Lichenes Hungarie III. Gymnocarpeae (Cyclocarpineae, Peltigeraceae - Lecideaceae). *Folia Cryptogamica* 2(5), pp. 267-460.

Šule, D. (2013): Prilog poznavanju biološke raznolikosti otoka Šolte. *Baščina* 22, pp. 5-16.

Taylor, T.N.; Hass, H.; Kerp, H. (1997): A cyanolichen from the lower devonian Rhynie Chert. *American Journal of Botany* 84(8), pp. 992-1004.

Tibell, S.; Tibell, L. (2006). Checklist of the lichens of Serbia. *Mycologia Balcanica* 3, pp. 187-215.

Tomassini, M.; Biasoletto, B. (1837): Streifzug von Triest nach Istrien im Frühling 1833, mit besonderer Berücksichtigung der Botanik. *Linnaea* 11, pp. 433-383.

Topić, J., Šegulja, N. (2005.): Biljnogeografski položaj i raščlanjenost Hrvatske. U: Nikolić, T., Topić, J. (ur.) *Crvena knjiga vaskularne flore Republike Hrvatske. Kategorije EX, RE, CR, EN i VU*. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 14-17.

Vondrak, J.; Frolov, I.; Říha, P.; Hrouzek, P.; Palice, Z.; Nadyeina, O.; Halıcı, M.; Khodosovtsev, A.; Roux, C. (2013). New crustose Teloschistaceae in Central Europe. *The Lichenologist* 45(6), pp. 701-722.

Voss, E.G.; Burdet, H.M.; Chaloner, W.G.; Demoulin, V.; Hiepko, P.; McNeill, J.; Meikle, R.D.; Nicolson, D.H.; Rollins, R.C.; Silva, P.C.; Greuter, W. (1983): *International Code of Botanical Nomenclature (Sydney Code)*. *Regnum Veg.* 111, pp. 472.

Vujnović, M. (2013): Epifitski lišajevi na dendroflori sveučilišnog kampusa u Osijeku. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek. pp. 42.

Zahlbruckner, A. (1901): Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 51, pp. 273-185, 336-350.

Zahlbruckner, A. (1903): Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens II. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 53, pp. 147-153, 177-185, 239-246, 285-189, 332-336.

Zahlbruckner, A. (1905): Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens III. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 55, pp. 1-6, 55-69.

Zahlbruckner, A. (1907a): Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens IV. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 57, pp. 19-30, 65-73.

Zahlbruckner, A. (1907b): Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens V. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 57, pp. 389-400.

Zahlbruckner, A. (1909): Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens VI. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 59, pp. 315-321, 349-354, 398-407, 439-444, 488-503.

Zahlbruckner, A. (1914): Neue Flechten VII. *Annales Mycologici* 12, pp. 335-345.

Zahlbruckner, A. (1915): Lichenes. Beiträge zur Naturgeschichte der Scoglien und kleineren Inseln Suddalmatiens. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse* 92, pp. 261-404.

Zahlbruckner, A. (1919): Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens VII. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 68, pp. 60-77, 148-165, 237-253, 297-326.

Zahlbruckner, A. (1934): *Catalogus lichenum universalis*. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Leipzig. 600 pp.

Zovkić, J. (2018): Epifitska i epilitska lišajska flora područja Lapjaka (Park prirode Papuk). Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek. pp. 123.

## 7. Prilozi

Prilog I. Nazivi i oznake MTB polja za lokalitete bez nalaza lihenoflore.

MTB	Lokalitet	MTB	Lokalitet	MTB	Lokalitet
64	Gradec	361	Kupinečki Kraljevec	564	Sisak
65	Sveti Ivan Žabno	362	Kuče	565	Gušće
66	Rovišće	363	Peščenica	566	Kutina
68	Kloštar Podravski	364	Posavski Bregi	568	Lipik
69	Pitomača	365	Križ	570	Branešci
70	Bušetina	367	Garešnički Brestovac	575	Podgorač
71	Majkovac Podravski	368	Hercegovac	576	Široko Polje
79	Šaranska Gr.	369	Končanica	577	Jovanovac
158	Cerovica	373	Čačinci	578	Antunovac Tenjski
163	Dugo Selo	375	Marijanci	579	Dalj
164	Vrbovec	376	Valpovo	580	Balenica
165	Dubrava	377	Petrijevci	657	Ponikve
166	Gudovac	449	Gnojina	658	Generalski Stol
167	Bjelovar	450	Vrhovnik	659	Krnjak
168	Velika Pisanica	452	Brlog	660	Vojnić
169	Špišić Bukovica	455	Šimatovo	662	Glina
171	Suhopolje	457	Pravutina	664	Staro Selo
172	Sopje	458	Jaškovo	665	Sunja
177	Popovac	459	Vodostaj	668	Rajić
178	Zmajevac	460	Donja Kupčina	669	Šagovina Cernička
179	Batina	461	Lasinja	673	Čaglin
263	Velika Ostrna	462	Krvarsko	674	Nova Ljeskovicica
264	Ivanić-Grad	463	Lekenik	675	Gašinci
265	Čazma	464	Hrastelnica	676	Đakovo
266	Ivanska	466	Voloder	677	Semeljci
267	Berek	467	Garešnica	678	Jarmina
268	Veliki Grđevac	468	Dežanovac	679	Borovo
269	Grubišno Polje	474	Đurđenovac	680	Vukovar
270	Milanovac	475	Koška	752	Uvala Perilo
273	Moslavina Podravska	476	Bizovac	758	Kamenica Skradnička
274	Donji Miholjac	477	Čepin	760	Kupljensko
275	Sveti Đurađ	480	Erdut	761	Topusko
276	Baranjsko Petrovo Selo	546	Savudrija	762	Veliki Obljaj
277	Beli Manastir	556	Moravice	763	Veliki Gradac
278	Kneževi Vinogradi	557	Bosiljevo	768	Borovac
279	Kazuk	558	Mračin	769	Okučani
357	Zaluka	560	Gornji Sjeničak	770	Nova Gradiška
358	Ozalj	561	Sesni Štefanki	771	Staro Petrovo Selo

<b>MTB</b>	<b>Lokalitet</b>	<b>MTB</b>	<b>Lokalitet</b>	<b>MTB</b>	<b>Lokalitet</b>
360	Klinča sela	562	Gornja Bučica	772	Pleternica
775	Trnava	1057	Dabar	2267	Gornje Korito Staje
776	Strizivojna	1058	Saborsko	2358	O. Oključ
777	Stari Mikanovci	1060	Drežnik Grad	2359	Žirje
778	Vinkovci	1078	Rajevo Selo	2360	Kaprije
779	Mirkovci	1079	Vrbanja	2361	Krapanj
780	Negoslavci	1080	Strošinci	2363	Primorski Dolac
781	Ilovas	1151	Rt Brkljač (O. Cres)	2364	Donji Muć
782	Ilok	1158	Sinac	2365	Brnaze
856	Drežnica	1178	Gunja	2366	Ruda
857	Josipdol	1179	Račinovci	2367	Kamensko
858	Latin	1180	Jamšinci	2467	Velika Cista
860	Cetin Grad	1253	Rt Kalifront (O. Rab)	2468	Studenci
862	Gornji Žirovac	1351	O. Unije	2562	Vinišće
863	Rujevac	1353	Lusare	2564	Slatine (O. Čiovo)
868	Suša	1358	Lički Osik	2565	Podstrana
869	Stara Gradiška	1462	Boričevac	2669	Runović
870	Orubica	1551	Rt Margarina (O. Susak)	2764	Grižev Rt (O. Brač)
875	Donji Andrijevc	1553	O. Ilovik	2767	Sumartin
876	Gundinci	1560	Gornja Ploča	2770	Vrgorav
877	Babina Greda	1563	Premuda	2868	Igrane
878	Cerna	1655	O. Planik	2966	O. Šćedro
879	Otok	1660	Štikada	2968	Lovište (Pelješac)
880	Tovarnik	1661	Gračac	2970	Ploče
881	Bapska	1663	Lička Kaldrna	3065	Kalina (O. Korčula)
882	V. Brdo	1755	Molat	3072	Dobranje
949	Svetvinčenat	1763	Vagan	3173	Trnova
951	Rabac	1961	Ervenik	3269	Rt Sparožni (O. Mljet)
956	Križ Kamenica	1962	Mokro Polje	3376	Duba
957	Križpolje	1965	Treštinovac	3577	U. Pevlaka
959	Podmelnica	2059	Pakoštane	3677	Rt Oštra (Prevlaka)
960	Donji Furjan	2060	Stankovci	9463	Banfi
963	Ljubina	2160	Pirovac	9464	Mursko Središće
964	Dvor	2163	Siverić	9563	Sveti Urban
972	Prutina	2166	Veliki Medovac	9564	Šenkovec
974	Klakar	2259	Tisno	9565	Belica
976	Kruševica	2260	Vodice	9566	Komparija
977	Štitar	2262	Mirlović Zagora	9661	Zalužje
978	Županja	2263	Unešić	9662	Vinica
979	Spačva	2266	Glavice	9663	Sračinec

<b>MTB</b>	<b>Lokalitet</b>
9664	Varaždin
9665	Prelog
9666	Kotoriba
9667	V. Pažut
9759	Prišlin
9760	Hum na Sutli
9763	Nedeljanec
9764	Trnovec Bartolovečki
9765	Ludbreg
9766	Mali Bukovec
9768	Hintov
9859	Gornje Brezno
9860	Pregrada
9865	Apatovac
9869	Ogorelo Polje
9959	Sv. Katarina
9962	Zlatar
9963	Breznica
9964	Presečno
9965	Križevci
9966	Sveti Petar Čvrstec
9967	Novigrad Podravski
9969	Ferdinandovac



## 8. Životopis

### OSOBNI PODACI

E-mail: scolex.tripsylon@gmail.com

Datum rođenja: 7. ožujka 1993.

### OBRAZOVANJE

2016. - 2019. **Prirodoslovno-matematički fakultet**, Zagreb  
diplomski studij Eksperimentalne biologije, modul: Botanika

2011. - 2016. **Prirodoslovno matematički fakultet**, Zagreb  
- preddiplomski studij Biologije - sveučilišna prvostupnica biologije (univ. bacc. biol.)  
- Završni seminar: "Geografski pregled hominina", mentor: prof.dr.sc. Mirjana Kalafatić

2007. - 2011. **IX. gimnazija**, Zagreb

### NAGRADE, PRIZNANJA

posebna Rektorova nagrada za sudjelovanje u manifestaciji „Noć Biologije"

### DODATNE INFORMACIJE

sudjelovanje u manifestaciji "Noć biologije"

voditelj Sekcije za lišajeve u Udruzi studenata biologije - BIUS