

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE
ŠTUDIJSKI PROGRAM BIODIVERZITETA

Manca KOLENC

UGOTAVLJANJE VPLIVA PROMETA NA KAKOVOST ZRAKA
V VIPAVSKI DOLINI Z LIŠAJI KOT BIOINDIKATORJI

Diplomski seminar
(Mentor: doc. dr. Boštjan Pokorny
Sometorica: dr. Helena Poličnik)

Koper, 14. september 2012

Kolenc M. Ugotavljanje vpliva prometa na kakovost zraka v Vipavski dolini z lišaji kot bioindikatorji
Diplomski seminar. Koper, Univ. na Primorskem, FAMNIT, Štud. program biodiverziteta, 2012

POVZETEK

Človek z mnogimi svojimi dejavnostmi onesnažuje okolje. Problem predstavljajo zlasti emisije zračnih onesnažil, katerih kemijska narava je zelo raznolika, saj v zraku najdemo dušikove okside, žveplove spojine, prašne delce, težke kovine in druga onesnažila. Za ugotavljanje čistoče zraka se vedno bolj uporablja lišaje, saj so slednji zaradi svoje preproste zgradbe izredno dovzetni za privzem onesnažil iz zraka. Prisotnost oziroma odsotnost lišajev je tako dober indikator onesnaženosti ozračja. V naši raziskavi smo na petnajstih lokacijah v Vipavski dolini izvedli monitoring zraka po slovenski metodi in popis prisotnosti izbranih vrst epifitskih lišajev: *Physcia adscendens*, *Hypogymnia physodes* ter *Xanthoria parietina*. Na podlagi rezultatov smo ugotovili, da je onesnaženost zraka na vseh lokacijah enaka in, da je Vipavska dolina onesnažena z dušikovimi oksidi.

KLJUČNE BESEDE: epifitski lišaji, SI metoda, popis izbranih vrst epifitskih lišajev, onesnaženost zraka, onesnažila, Vipavska dolina.

SUMMARY

Air pollutants represent a major part of man-made pollution. Their chemical composition is diverse and includes both gaseous compounds based on nitrogen and sulphur, as well as particles of dust and heavy metals. To measure contamination levels, lichens are becoming popular as indicators since their simple structure makes them extremely susceptible to absorption of air pollutants. The absence or presence of lichens is therefore a good indicator of local air pollution. In the scope of this research, the quality of air has been measured in 15 different locations in the valley of Vipava according to the Slovenian method. A simultaneous sampling of epiphytic lichens *Physcia adscendens*, *Hypogymnia physodes* and *Xanthoria parietina*, found at measuring sites, has been performed. The results have shown that air pollution levels differ only marginally with respect to location and that the entire valley of Vipava is polluted by nitrogen oxides.

KEY WORDS: epiphytic lichens, SI method, mapping of chosen species of epiphytic lichens, air pollution, pollutants, Vipava valley.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
1.1 Namen dela.....	1
1.2 Hipoteze	2
2. BIOINDIKATORJI.....	3
2.1 Lišaji.....	4
2.2 Ogroženost lišajev	6
2.3 Vpliv onesnažil na lišaje.....	7
2.3.1 PRIVZEM ONESNAŽIL	8
2.3.2 ŽVEPLO.....	8
2.3.3 DUŠIK.....	9
2.3.4 OSTALA ONESNAŽILA	9
2.4 Raziskave lišajev v Sloveniji.....	9
3. METODE DELA.....	11
3.1. SI metoda.....	11
3.2. Popis prisotnosti izbranih vrst lišajev: <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Xanthoria parietina</i> in <i>Physcia adscendens</i>	13
3.3 Opis raziskovanega območja.....	14
4. REZULTATI Z DISKUSIJO	16
4.1 Slovenska metoda.....	16
4.2 Popis izbranih vrst lišajev: <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Xanthoria parietina</i> in <i>Physcia adscendens</i>	19
5. ZAKLJUČEK.....	23
6. LITERATURA IN VIRI	25

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Indeks atmosferske čistoče s pripadajočim razredom za posamezna popisna mesta. ...	16
Preglednica 2: Vsote frekvence posamezne vrste epifitskega lišaja na popisnem mestu.....	20

KAZALO SLIK

Slika 1: Listasti lišaj navadni rumenček (<i>Xanthoria parietina</i>), ki je značilne živorumene do sivozelene barve (foto Manca Kolenc).....	4
Slika 2: Tri različne rastne oblike steljk lišajev: skorjasti, listasti in grmičasti (Batič in sod., 2011: 316).....	5
Slika 3: Glavna krivca za onesnaženost zraka sta promet in industrija (Agencija RS za okolje, 2001: 161).....	6
Slika 4: Prikaz namestitve vzorčne mreže za popis prisotnosti treh izbranih vrst lišajev (foto Manca Kolenc).	13
Slika 5: Kipeči žuljevec, za katerega so značilni čeladasti sorali in fibrile na koncu krpice (Poličnik, 2008: 77).	14
Slika 6: Prikaz lokacij, kjer je potekal popis epifitskih lišajev (Atlas okolja, 2012).....	15
Slika 7: Lokacija Zemono – drevored (foto Manca Kolenc).....	18
Slika 8: Navadna hipogimnija, pri kateri se krpice dvigujejo stran od podlage (Jovan, 2008: 1).....	22

KAZALO PRILOG

Priloga 1: SI metoda.....	27
Priloga 2: Popis treh izbranih vrst epifitskih lišajev.....	35

1. UVOD

Onesnaževanje okolja danes predstavlja enega najpomembnejših okoljskih problemov.

Mnoge človekove dejavnosti, kot so industrija, promet, kmetijstvo, pridobivanje energije in druge gospodarske panoge, imajo za posledico onesnaževanje okolja, saj ustvarjajo stranske produkte, ki so okolju tuji in škodljivi, ali pa na okolje delujejo negativno s sevanjem, hrupom, segrevanjem, smradom ali svetlobnim onesnaževanjem. Spekter teh snovi je danes izredno obsežen in vključuje snovi, ki se sproščajo v ozračje, vodo in tla ter spreminjajo njihove naravne lastnosti. Prisotnost in delovanje človeka sta se morala slej ali prej odraziti kot motnja v delovanju ekosistemov. S časom so se namreč pojavile poškodbe organizmov, motnje v njihovi rasti in razmnoževanju, kar je privedlo do sprememb v sestavi populacij in njihovi dinamiki ter s tem spremembe obstoječih ekosistemov (Batič in Kralj, 1995).

Onesnaževanje ozračja je v Sloveniji je še vedno velika težava (Batič in Kralj, 1995). Predvsem emisije zračnih onesnažil, ki so pretežno antropogenega izvora, močno prispevajo k slabšanju kvalitete zraka (Batič in Kralj, 1995; Freitas in sod., 2011). Ravno zato je ugotavljanje in spremljanje kvalitete zraka zelo pomembno.

Kemijske meritve koncentracij onesnažil v zraku niso dovolj za ugotavljanje kompleksnega vpliva onesnaženja na živa bitja (Batič in Kralj, 1995; Poličnik in sod., 2010).

Potrebno bi bilo namreč vedeti, v kakšnih koncentracijah in odmerkih so posamezni onesnaževalci škodljivi. Določanje onesnaženosti zraka pa je včasih težavno, še posebej zaradi pomanjkanja tehnologije, saj je razvoj in vzdrževanje takih naprav drag, pa tudi zato, ker kemijske meritve vseh onesnažil niso izvedljive (Batič in Kralj, 1995; Berryman in sod., 2009). Tako je poleg fizikalno-kemijskih meritev onesnažil priporočljiva še uporaba bioindikatorjev (Batič in Kralj, 1995; Poličnik in sod., 2010; Batič in sod., 2011). Bioindikatorji ali kazalniki so v splošnem organizmi, ki s kemično sestavo, fiziološkimi odzivi, morfološko-anatomskimi lastnostmi in razširjenostjo odražajo stanje okolja oziroma se odzivajo na okoljske dejavnike preko svojih življenjskih funkcij (Batič in Mayrhofer, 1996; Poličnik in sod., 2010; Batič in sod., 2011).

Različna opazovanja in meritve stanja okolja glede na odziv bioindikatorjev pa zelo dobro dopolnjujejo opis stanja okolja in s tem ogroženost organizmov, ki ga dajejo instrumentalne meritve (Batič in sod., 2011).

Uporaba raznih bioindikatorjev, kot so rastline, živali, glive ali lišaji, omogoča ugotavljanje kritičnih vsebnosti onesnažil v okolju, obremenitev posameznih segmentov okolja, preseganja zakonsko dopustnih koncentracij onesnažil in geografskega obsega onesnaženja (Batič in sod., 2011).

1.1 Namen dela

Z delom smo želeli ugotoviti, kakšen vpliv imata industrija in promet na epifitsko lišajsko vegetacijo in prisotnost izbranih vrst epifitskih lišajev, želeli smo analizirati obstoječe stanje okolja v Vipavski dolini oziroma kakovosti zraka glede na bujnost lišajske obrasti, in s pomočjo epifitskih lišajev kot bioindikatorjev ugotoviti ali obstajajo razlike v onesnaženosti zraka med tremi tipi lokacij, torej med odročnimi, s prometom obremenjenimi in industrijskimi območji. Obenem smo hoteli tudi prikazati uporabo preproste slovenske SI

metode in močno prilagojene nemške VDI metode (popis prisotnosti zgolj izbranih vrst), ugotoviti prednosti in slabosti uporabljenih metod za preučevana območja ter narediti primerjavo obeh.

Za potrebe dela smo beležili pokrovnost in številčnost vseh treh rastnih oblik lišajev (skorjastih, listastih in grmičastih) in prisotnost treh izbranih vrst epifitskih lišajev (*Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina* in *Physcia adscendens*).

1.2 Hipoteze

1. Predvidevali smo, da bo indeks atmosferske čistoče v industrijskih conah in ob cestah manjši oziroma, da bo kvaliteta zraka tam slabša, številčnost in pokrovnost epifitskih lišajev pa manjša v primerjavi z lokacijami, ki so od virov onesnaževanja bolj oddaljene. Obrast dreves z epifitskimi lišaji bo na odročnih lokacijah večja, prav tako bo tudi indeks zračne čistoče večji.
2. Domnevali smo, da bosta na drevesih ob regionalnih cestah in v industrijskih conah prevladovali vrsti *Xanthoria parietina* in *Physcia adscendens*. Slednja bo v večji meri prisotna na lokacijah ob prometnih cestah, medtem ko bo *Xanthoria parietina* prisotna tako v okolici industrijskih obratov, kot tudi ob cestah. Vrsto *Hypogymnia physodes* pa bomo našli na območjih, ki so čistejša ali onesnažena bolj ali manj le z žveplovim dioksidom, saj je to vrsta, za katero je značilna velika odpornost na kislina onesnažila.
3. Na odročnih lokacijah pričakujemo večjo pestrost lišajskih vrst in zato pričakujemo manjši delež na onesnažen zrak bolj odpornih vrst v primerjavi z bolj občutljivimi vrstami, torej pričakujemo manjše frekvence pojavljanja izbranih treh vrst.
4. Predpostavili smo, da bomo po interpretaciji rezultatov obeh metod dobili primerljive ugotovitve o čistoči zraka.

2. BIOINDIKATORJI

Prve raziskave bioindikatorjev segajo v 60. leta 20. stoletja, a sama uporaba kozmopolitskih organizmov za ocenjevanje onesnaženja se je močno povečala šele v zadnjih nekaj desetletjih. (Conti in Cecchetti, 2001). Za sledenje vplivov onesnaževanja okolja so bioindikatorje najprej uporabili pri spremljanju stanja voda, kmalu za tem tudi za spremljanje onesnaženja zraka (Batič in sod., 2011).

Med najbolj poznanimi in najbolj uporabljanimi bioindikatorji onesnaženosti zraka so epifitski lišaji. Kot bioindikatorje onesnaženosti zraka jih uporabljajo v mnogih urbanih in industrijskih območjih v Evropi, Severni Ameriki in drugod po svetu (Batič in Mayrhofer, 1996).

Ugotavljanje onesnaženosti ozračja z epifitskimi lišaji je ena izmed najstarejših metod bioindikacije onesnaženosti kopenskih ekosistemov. Že leta 1866 je bila objavljena prva študija o epifitskih lišajih, uporabljenih za bioindikacijo. V zadnjih 30-ih letih pa številne raziskave omenjajo možnost uporabe lišajev kot biomonitorjev kvalitete zraka, zaradi njihove občutljivosti na različne okoljske dejavnike, ki lahko izzovejo spremembe v nekaterih izmed njihovih sestavnih delov (Batič in Kralj, 1995; Conti in Cecchetti, 2001).

Epifitski lišaji (kot bioindikatorji) odražajo onesnaženje zraka, spremembe podnebja, spremembe v rabi tal, menjave vrst v gozdovih ali načina gospodarjenja z gozdovi, vplive prometa na drevesa na javnih površinah in uporabo zaščitnih sredstev za varstvo rastlin v visokodebelnih sadovnjakih. Pri tem so lišaji lahko akumulacijskih in odzivni indikatorji, bioindikacija stanja okolja z njimi pa je lahko pasivna ali aktivna (Agencija RS za okolje, 2001; Poličnik, 2008; Batič in sod., 2011).

Akumulacijski bioindikatorji imajo zmožnost kopičenja onesnažil v svojih tkivih, uporablja pa se jih za dopolnilno merjenje koncentracije onesnažil, ki so v okolju. Odzivni bioindikatorji pa se odzivajo na delovanje onesnažil v okolju, kar se odraža v spremembah njihove zgradbe, delovanja in razširjenosti (Conti in Cecchetti, 2001; Batič in sod., 2011).

Pasivna indikacija okolja z lišaji poteka s kartiranjem (vseh) vrst, ki so prisotne na preučevanem območju, aktivna bioindikacija pa prek individualnega vzorčenja vrst lišajev in merjenja onesnažil, ki se kopičijo v steljki, ali s premestitvijo lišajev iz nekontaminiranega območja na kontaminirano, kjer sledi opazovanje morfoloških sprememb steljke, ocena fizioloških parametrov in ocena bioakumulacije onesnažil (Conti in Cecchetti, 2001; Poličnik, 2008).

Da stanje epifitskih lišajev dejansko odraža kakovost zraka, potrjujejo tudi trendi iz rezultatov popisov in primerjave izmerjenih vrednosti žveplovega dioksida v zraku in vsega žvepla v iglicah smreke na mestih popisa (Agencija RS za okolje, 2001).

Prednost uporabe bioindikatorjev je relativno nizka cena in možnost vzorčenja v gostih mrežah, česar si z merilnimi napravami ne moremo privoščiti. Sočasno pa zajamemo tudi vse okoljske in polucijske danosti hkrati, kar je z večino merilnih naprav nemogoče. Poleg tega obstaja možnost ocene vplivov zračnega onesnaženja ne le v mestih, ampak tudi v odročnejših območjih, kjer je to pogosto edina izvedljiva tehnika spremljanja stanja okolja (Giordani, 2007; Batič in sod., 2011).

2.1 Lišaji

Lišaji so avtotrofne steljčnice, katere lahko kot celoto prištevamo k rastlinam, čeprav niso enotni organizmi (Slika 1). Gre namreč za zvezo med glivo (mikobiontom) in fotosintetsko aktivnim simbiontom (fotobiontom) (Agencija RS za okolje, 2001; Conti in Cecchetti, 2001; Jovan, 2008; Batič in sod., 2011).



Slika 1: Listasti lišaj navadni rumenček (*Xanthoria parietina*), ki je značilne živorumene do sivozelene barve (foto Manca Kolenc).

Fotobiont je lahko cianobakterija (*Cyanobacteriae*) ali zelena alaga (*Chlorophyceae*), gliva pa običajno spada med mešičkovnice (*Ascomycetes*), redkeje pa med podstavkovnice (*Basidiomycetes*) ali plesnivke (*Phycomycetes*). V tej zvezi alga tvori hranila (ogljikove hidrate), saj vsebuje klorofil, gliva pa oskrbuje algo z vodo in minerali ter nudi fizično zaščito, saj predstavlja večji del lišaja (Conti in Cecchetti, 2001; Jovan, 2008). Na tak način se gliva in njen partner prilagodita na skrajne razmere in naselita veliko več raznolikih habitatov, kot bi kateri koli od njiju sam (Jovan, 2008).

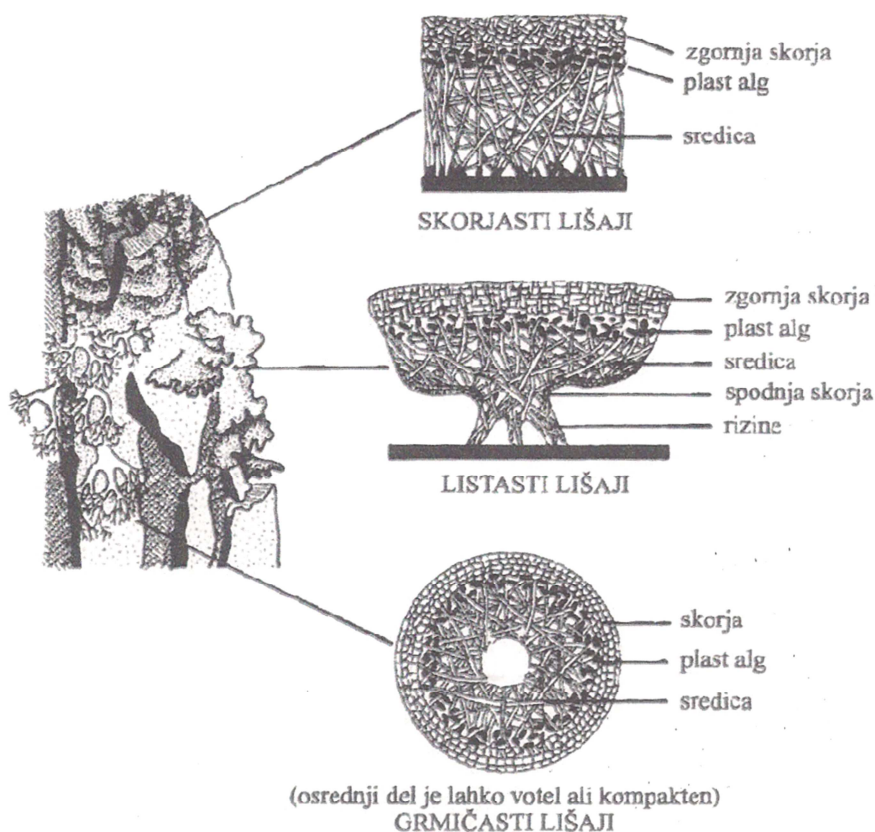
Glede na podlago, na kateri rastejo, delimo lišaje na terestrične, te najdemo na tleh, epilitske, ki poseljujejo kamenje in skale, ter epifitske, ki rastejo na drevesih in grmovju (Agencija RS za okolje, 2001; Blett in sod., 2003).

Glede na rastno obliko delimo lišaje na skorjaste, listaste in grmičaste (Slika 2).

Skorjasti lišaji so sploščeni, tesno prirasli na podlago, podobni skorji oziroma steljko predstavlja prašnat popr. Vidni so kot lise različnih barv, včasih pa so debela popolnoma prekrita z njimi. Za opazovanje teh tipov lišajev je nujno potrebno povečevalno steklo (Blett in sod., 2003; FITO-INFO, 2012).

Steljka listastih lišajev nekoliko spominja na list. Na lubje so pritrjeni s rizinami, to so koreninam podobne strukture, ali pa z nagubano spodnjo površino steljke. Steljke lišajev so lahko zelo majhne, pogosto so razdeljene v krpe (lobule), ki so različnih oblik (Poličnik, 2008; FITO-INFO, 2012).

Grmičasti lišaji imajo steljko, ki spominja na grmiček ali brado. Vedno štrlijo stran od podlage. Na substrat so pritrjeni s pritrjevalno ploščico ali bazalnimi luskami (Poličnik, 2008; FITO-INFO, 2012).



Slika 2: Tri različne rastne oblike steljk lišajev: skorjasti, listasti in grmičasti (Batič in sod., 2011: 316).

Epifitski lišaji so pogosto najprimernejši za proučevanje vpliva onesnaženosti zraka na združbe, rast ali fiziologijo in preučevanje nalaganja ter porazdelitve onesnažil. Na epilitske in terestrične lišaje bodo bolj verjetno vplivali elementi in kemikalije iz podlage, čeprav si delijo morfološke in fiziološke karakteristike z epifitskimi vrstami (Blett in sod., 2003; Berryman in sod., 2009).

Ker so epifitski lišaji ena izmed najbolj občutljivih komponent ekosistema, so kot takšni odlično diferencialno diagnostično sredstvo in služijo kot zgodnji opozorilni indikatorji morebitne škode, ki jo lahko onesnažen zrak povzroči na višjih rastlinah (Batič in Kralj, 1995; Conti in Cecchetti, 2001; Blett in sod., 2003; Berryman in sod., 2009).

Večja občutljivost epifitskih lišajev na onesnaženje zraka v primerjavi z višjimi rastlinami se skriva v njihovih morfoloških in fizioloških lastnostih (Batič in Mayrhofer, 1996; Lisowska, 2011).

Lišaji so dolgožive trajnice s preprosto zgradbo, ki rastejo počasi in ohranijo nespremenljivo morfologijo skozi čas. So pogosti, pritrjeni organizmi, reprezentativni celotnemu območju in so, razen v morskih območjih, razširjeni na velikem geografskem območju (Batič in Mayrhofer, 1996; Conti in Cecchetti, 2001; Blett in sod., 2003; Freitas in sod., 2011).

Za razliko od vaskularnih rastlin, lišaji rastlin ne odvržejo svojih delov med rastjo, nimajo voskaste kutikule, listnih rež ali drugih specializiranih celic, ki bi nadzorovale izmenjavo vode, hranil, plinov in delcev z zunanjim okoljem. Gre za adaptacijo, ki je lišajem omogočila pridobivanje zadostne količine hranil prek padavin in drugih virov iz ozračja. Toda taka fiziologija jim obenem preprečuje uravnavanje prevzema zračnih onesnažil, saj absorbirajo vodo in hranila prek celotne površine, s tem pa neposredno iz zraka prevzamejo tudi pline in druge raztopljene snovi (Conti in Cecchetti, 2001; Berryman in sod., 2009; Freitas in sod., 2011; Lisowska, 2011).

Poleg tega nimajo žilnega sistema in korenin, nahajajo se nad tlemi in tako ne morejo dostopati do hranil v tleh in so zato navadno bolj izpostavljeni zračnim onesnažilom. Obenem so odvisni od atmosferskih plinov, zračnega odlaganja, vode, ki se spira po deblu dreves in drugih razmeroma oslabljenih virov za prehrano (Blett in sod., 2003; Berryman in sod., 2009).

Zato tkiva epifitskih lišajev v veliki meri odražajo atmosferske vire hranil in onesnažil, saj je količina onesnažil v lišajih v soodvisnosti s tistimi v ozračju (Blett in sod., 2003; Poličnik, 2008; Berryman in sod., 2009;). Poleg tega so v veliki meri izključeni vplivi biotskih dejavnikov, bolezni, škodljivcev, ki vplivajo na stanje višjih rastlin kot bioindikatorjev (Batič in Kralj, 1995; Blett in sod., 2003; Berryman in sod., 2009).

2.2 Ogroženost lišajev

Lišaje najbolj ogroža onesnaženost zraka (Slika 3). V preteklosti so bile največja težava žveplove spojine, predvsem žveplov dioksid, v bolj omejenih območjih pa tudi fluorovodik. Posledica tega je še vedno zelo revna epifitska lišajska flora večjih mest, okolice termoelektrarn in starih industrijskih središč. Izboljšane tehnologije, propad nerentabilnih podjetij in sanacija večjih termoenergetskih objektov so občutno zmanjšali emisije žveplovih spojin in prahu v ozračje (Agencija RS za okolje, 2001).



Slika 3: Glavna krivca za onesnaženost zraka sta promet in industrija (Agencija RS za okolje, 2001: 161).

V zadnjih desetletjih močno narašča promet, ki predstavlja zelo pomembno komponento celokupnega oziroma globalnega onesnaženja. Posledica prometa je izgorevanje fosilnih goriv v motorjih z notranjim izgorevanjem in trenje mehanskih delov vozil med sabo oziroma s cestno podlago. Zrak vzdolž cest je danes onesnažen z različnimi plinastimi, anorganskimi in organskimi spojinami (Poličnik in sod., 2010).

Problematici so tudi izpuhi različnih organskih spojin iz industrije, ki neposredno onesnažujejo ozračje, posredno pa tla in vode. Poleg tega so elektrarne zmanjšale le emisije žveplovih spojin, ne pa tudi dušikovih oksidov in drugih onesnažil. Tu so še relativno velike emisije dušikovih spojin in ostankov biocidov iz kmetijske dejavnosti, ki prav tako negativno vplivajo na pojavljanje lišajev. Zaradi tranzitnega položaja Slovenije škodljive snovi prihajajo tudi z zračnimi tokovi in padavinami, posebno z zahoda (iz Italije), podobni vplivi na epifitsko vegetacijo pa so vidni tudi v vzhodnem in severovzhodnem delu Slovenije (Agencija RS za okolje, 2001).

Poleg onesnaženja zraka ima manjši vpliv na stanje lišajske vegetacije tudi spremenjen način rabe tal, zlasti uporaba kemičnih sredstev v kmetijstvu. Močno vplivata predvsem evtrofikacija z mineralnimi in naravnimi gnojili ter uporaba biocidov. Ker je intenzivnost pridelave v Sloveniji bila manjša in omejena, je tudi onesnaževanje s kemičnimi snovmi bilo manjše. Kljub temu se zaradi evtrofikacije širijo domorodne, a na tako onesnaženje prilagojene vrste, ki izpodrivajo druge naravno prisotne vrste (Agencija RS za okolje, 2001).

2.3 Vpliv onesnažil na lišaje

Lišaji veljajo predvsem za splošne kazalce dolgotrajne onesnaženosti zraka, saj stalne in visoke koncentracije onesnažil v zraku omejujejo številčnost epifitskih lišajev (Batič in Kralj, 1995; Freitas in sod., 2011).

Večina študij se sicer osredotoča na žveplov dioksid (SO_2) in dušikove okside (NO_x), toda lišaje uporabljajo tudi za monitoring številnih drugih onesnažil, kot so fluoridi, kovine, fosfor, radionuklidi, ozon, dioksini in druge organske zmesi (van Dobben in sod., 2001; Poličnik, 2008; Freitas in sod., 2011; Lisowska, 2011). Nekatere lišajske vrste so tudi dobri bioindikatorji evtrofikacije, to je onesnaženja zraka z naravnimi in mineralnimi gnojili, ki so v ozračju posledica kmetijskih dejavnosti (Batič in Kralj, 1995).

Koncentracije, pri katerih se različna onesnažila smatrajo kot škodljiva, se za posamezne vrste lišajev razlikujejo (Blett in sod., 2003), saj so eni bolj občutljivi na zračna onesnažila kot drugi (Berryman in sod., 2009).

Informacije o onesnažilih in njihovem delovanju so sicer skope (van Dobben in sod., 2001; Freitas in sod., 2011), a do sedaj so znanstveniki opisali številne vplive, ki jih imajo onesnažila na lišaje. Na nivoju celotne rastline so raziskovalci opazili upad velikosti steljke, rasti in rodovitnosti, pojavljanje značilnih poškodb, bledenje in gubanje steljke, večina vrst v zelo onesnaženem zraku propade, ob manjšem vnosu onesnažil pa se spremeni vrstna sestava (Blett in sod., 2003; Batič in sod., 2011).

Na mikroskopskem in molekularnem nivoju so vidne strukturne spremembe steljke, spremembe vrednosti endogenih avksinov in produkcije etilena, zmanjšanje števila celic alg v steljki, spremembe parametrov fluorescence klorofila, propadanje fotosinteznih pigmentov, obenem pa onesnažila vplivajo tudi na svetlobne in temotne reakcije fotosinteze ter dihanje.

(Conti in Cecchetti, 2001; Blett in sod., 2003). Kisla narava številnih zračnih onesnažil pa povzroča motnje v presnovi, privzemu snovi in vzdrževanju zgradbe (Batič in sod., 2011).

Upadanje številčnosti in diverzitete lišajev je v okolici urbanih, industrijskih in drugih onesnaženih območjih še vedno prisotno, kar nakazuje na to, da so antropogeni dejavniki še vedno odgovorni za zmanjševanje raznolikost lišajev, ne glede na naravne sukcesije epifitskih skupnosti (Giordani, 2007; Berryman in sod., 2009).

Na razporeditev, količino in združbo epifitskih lišajev vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so vlažnost, svetloba, temperatura, sestava lubja in zemlje, pomanjkanje primernih dreves in neugodne mikroklimatske razmere (Giordani, 2007; Freitas in sod., 2011).

2.3.1 PRIVZEM ONESNAŽIL

Usedanje delcev poteka, ko so lišaji suhi ali mokri (Berryman in sod., 2009).

Ko so lišaji suhi so manj občutljivi na onesnažila, škodljiv učinek onesnažil pa je mnogo večji, ko je steljka vlažna. Lišaj so torej bolj izpostavljeni v zimskem času, ko je tudi onesnaženje zraka večje (Blett in sod., 2003; Batič in sod., 2011).

Ker nimajo zaščitnih tkiv in celic, potrebnih za vzdrževanje notranje konstantne količine vode (so poikilohidri organizmi), se voda in plini izmenjujejo prek celotne steljke. Ko so lišaji mokri, se odložena onesnažila prek celotne površine absorbirajo in kasneje koncentrirajo v lišajih. Med suhim obdobjem se hranila in številna onesnažila z absorpcijo zbirajo v celičnih stenah, v notranjih organelih ali kristalizirajo med celicami. Med obdobji dežja se onesnažila, shranjena v lišajih, počasi spirajo (Blett in sod., 2003; Berryman in sod., 2009; Lisowska, 2011).

Če se kvaliteta zraka izboljša, nivo onesnažil čez čas upade, spremembe kakovosti zraka v tkivih lišajev pa zaznamo šele v obdobju več let. Čeprav lahko traja več desetletij da se obnovi prvotno stanje, so spremembe vidne iz leta v leto, saj se onesnažila iz starejših tkiv spirajo, obenem pa rastejo nova (Blett in sod., 2003).

2.3.2 ŽVEPLO

Ena izmed najbolj škodljivih onesnažil so SO_2 , sulfid in sulfat. Prvi znaki poškodb zaradi zračnega onesnaženja s SO_2 so inhibicija fiksacije dušika, poškodbe celičnih membran, ki lahko vodijo v zmanjšanje biosinteze proteinov ali negativno vplivajo na izmenjavo hranil med simbiotoma, povečana izguba elektrolitov, spremenjena koncentracija klorofila $a + b$, zmanjšana fotosinteza in respiracija, čemur sledi razbarvanje (kloroza) in smrt alge. Odpornejše vrste sicer tolerirajo območja z višjimi koncentracijami onesnažil, a lahko privede do spremenjene notranje in/ali zunanje morfologije (Conti in Cecchetti, 2001; Blett in sod., 2003; Batič in sod., 2011; Freitas in sod., 2011). Obenem ima SO_2 neposredni inhibitorski (toksični) vpliv na lišaje, ki povzroči zmanjšanje številčnosti lišajev in vrstne pestrosti (Berryman in sod., 2009).

V zadnjih desetletjih je bil SO_2 glavni onesnaževalec, kar se je kazalo v izginjanju lišajev v mestih in industrijskih conah po večjem delu sveta. Povezava med visokimi koncentracijami SO_2 v ozračju in propadanjem lišajev je dobro dokumentirana in eksperimentalno dokazana. Strožja pravila in novi zakoni o nadzoru emisij so privedli do precejšnjega upada koncentracij SO_2 na večini industrializiranih območij, kar je omogočilo ponovno naselitev onesnaženih

območij in vidno izboljšanje pestrosti vrst lišajev (Giordani, 2007; Poličnik, 2008; Freitas in sod., 2011; Lisowska, 2011). Ko so vrednosti SO₂ relativno nizke, rast lišajev v urbanih okoliših določajo drugi faktorji (Giordani, 2007; Freitas in sod., 2011; Lisowska, 2011).

2.3.3 DUŠIK

Glavni krivec za slabo kvaliteto zraka v mestih so danes emisije iz prometa. Najpomembnejši plin je NO, ki oksidira z ozonom v NO₂. Koncentracije NO₂ so v urbanih območjih visoke predvsem zaradi prometa, čeprav na manjšo pestrost lišajev v mestih vpliva tudi industrija (Giordani, 2007; Freitas in sod., 2011).

Dušik lahko na lišaje vpliva posredno, s spreminjanjem pH lubja, ali neposredno, s poseganjem v fiziološke lastnosti. Lišaji se ne odzivajo vedno neposredno na koncentracije dušika v zraku, ampak na zvišan pH lubja, ki je posledica prisotnosti amonijaka (NH₃) v okolju. Zvišanje pH lubja je značilno za amonijak, medtem, ko je za dušikovo kislino (HNO₃) značilno znižanje pH (Conti in Cecchetti, 2001; Jovan, 2008).

Prisotnost dušikovih oksidov se lahko kaže v povečanju koncentracije klorofila $a + b$ (Conti in Cecchetti, 2001). Dušik lahko spodbuja naselitev in rast nekaterih dušikoljubnih vrst lišajev, s čimer posega v naravno poselitev lišajev in sestavo lišajske združbe (Berryman in sod., 2009), povzroči pa tudi propadanje steljk, kar je vidno v bledenju (Poličnik in sod., 2010).

Različne oblike dušika imajo različne poglavitne vire. Amonijak navadno izhaja iz podeželskih okolij, dušikovi oksidi pa iz urbanih okolij (Freitas in sod., 2011).

2.3.4 OSTALA ONESNAŽILA

Kakšne posledice imajo povišane ravni ostalih onesnažil na stanje in preživetje lišaja, ni vedno jasno (Blett in sod., 2003).

Delovanje kovin na lišaje je razvidno iz škodljivih učinkov, ki jih imajo na celično membrano, vsebnost klorofila, fotosintezo in dihanje, fotokemično učinkovitost fotosistema II, proizvodnjo etilena ob stresu, ultrastrukturo, odpornost na sušo, sintezo številnih encimov, sekundarnih metabolitov in molekul za prenos energije (Blett in sod., 2003).

Ozon povzroča poškodbe celičnih membran in encimskih sistemov, vpliva na povečanje količin oksidacijskih produktov v lišajih, poškodovan je tudi fotokemični aparat, kar povzroči upad fotosinteze (Conti in Cecchetti, 2001).

Informacije o vplivu fluoridov na lišaje so skope, znano pa je njihovo negativno delovanje na celice fotobionta (Conti in Cecchetti, 2001).

2.4 Raziskave lišajev v Sloveniji

Raziskovanje lišajev je v Sloveniji leta 1722 začel Scopoli, ki je popisal 64 taksonov (Agencija RS za okolje, 2001). Do leta 2000 so v Sloveniji lihenologi našeli kar 860 taksonov. Ker so epilitski in terestrični lišaji slabše raziskani, bo po mnenju strokovnjakov končno število preseгло 1000 vrst (Agencija RS za okolje, 2001).

Večje zanimanje za lišaje se je pokazalo po odkritju njihovih bioindikatorskih lastnosti, okrog šestdeset let nazaj. Veliko zaslug za to so imeli takratni učitelji biologije, ki so opažali izginjanje lišajev iz urbanih in industrijskih območji. S Prirodoslovnim društvom Slovenije in ob pomoči dijakov in učencev so izvedli obsežno akcijo, kjer so popisali tipe steljk lišajev na skoraj celotnem slovenskem območju. Tako je nastala prva lišajska karta Slovenije. Metoda kartiranja tipov steljk epifitskih lišajev je bila kasneje izpopolnjena in se z različnimi modifikacijami uporablja že od leta 1985 (Batič in Mayrhofer, 1996; Agencija RS za okolje, 2001).

3. METODE DE LA

Do sedaj so bile razvite številne metode, uporaba katerih je odvisna od izkušenj raziskovalca, namena raziskave in razpoložljivih sredstev (Batič in sod., 2003). Sami smo se odločili za izvedbo dveh metod: slovenske metode (Batič in Kralj, 1995) in popisa prisotnosti treh izbranih vrst lišajev.

Popise lišajev smo opravili na petnajstih lokacijah v Vipavski dolini, od katerih je pet preiskovanih območij v industrijskih conah, pet ob najbolj prometnih regionalnih cestah in pet na odročnih lokacijah. Kot forofit, to je rastlina, na kateri rastejo epifitski lišaji, nam je na vseh lokacijah služil rod dreves lipa (*Tilia*).

Po obeh metodah smo popis izvajali na vsaki lokaciji v skupini šestih dreves. Drevesa so morala biti dovolj stara, nepoškodovana, neobrasla z grmovjem in mahovi ter pokončna.

3.1. SI metoda

Gre za preprosto metodo, ki je bila razvita v Sloveniji (Batič in Kralj, 1995), skladno z metodo pa popisujemo številčnost in pokrovnost vseh treh rastnih oblik epifitskih lišajev, na podlagi katere lahko spremljamo stanje okolja in posredno kvaliteto zraka. Metoda je primerna za obsežne raziskave, je hitra in ne zahteva posebej usposobljenega strokovnjaka, saj je prepoznavanje rastnih oblik steljk enostavno. Temelji torej na oceni številčnosti in pokrovnosti steljk treh glavnih tipov epifitskih lišajev: skorjastih, listastih in grmičastih (Batič in Kralj, 1995; Batič in sod., 2003).

Metoda je osnovana na dejstvu, da so grmičasti lišaji najbolj izpostavljeni zraku in onesnažilom v njem, listasti manj in skorjasti najmanj. Skorjaste steljke imajo namreč hife vrasle v drevesno lubje, zaradi česar dobijo večji delež vode in mineralov iz podlage, in so tako manj izpostavljene ter manj odvisne od kakovosti zraka. Steljke listastih lišajev so lahko s podlago povezane prek mnogih rizin ali s spodnjo stranjo steljke in so srednje občutljive oziroma odporne. Grmičaste steljke pa so na podlago pritrjene z zelo majhno površino, zato se z vodo in minerali oskrbujejo zlasti iz zraka. Posledično so mnogo bolj odvisne od kvalitete zraka in v onesnaženem okolju mnogo prej propadejo (Batič in Kralj, 1995; Blett in sod., 2003; Jeran in sod., 2007; Batič in sod., 2011).

Pri tej metodi se oceni obrast drevesa s tremi rastnimi oblikami steljk na treh višinskih stratumih dreves, in sicer (Batič, 1991; Batič in Kralj, 1995; Batič in sod., 2011):

- na dnišču, ki obsega višino 0 – 0,5 m,
- na debelu, ki zavzema deblo med 0,5 – 2,5 m,
- v krošnji, ki obsega deblo nad 2,5 m in krošnjo.

Na vsaki višini z enostavnimi lestvicami ocenimo:

- pokrovnost steljk (c): 0 – ni lišajev;
 - 1 – posamezen tip lišaja pokriva od 1 do 10% površine;
 - 2 – posamezen tip lišaja pokriva od 11 do 50% površine;
 - 3 – posamezen tip lišaja pokriva od 51 do 100% površine.
- številčnost steljk (a): 0 – ni lišajev;
 - 1 – na opazovani površini je do 5 steljk;

- 2 – na opazovani površini je 5 do 10 steljk;
- 3 – na opazovani površini je več kot 10 steljk.

Svoja opazovanja zapišemo v popisni list (priloga 1). Na podlagi teh ocen izračunamo indeks atmosferske čistoče (IAP - Index of Atmospheric Purity).

Strokovnjaki so namreč z namenom, da bi povezali bogastvo epifitskih lišajev z izmerjenimi onesnaževalci zraka razvili posebne metode, pri katerih so podali indeks čistoče zraka IAP, katerega so izračunali na podlagi ocene frekvence in pokrovnosti vseh, ali le izbranih vrst epifitskih lišajev (Batič in sod., 2003).

Metoda omogoča kartiranje kvalitete zraka na določenem območju. IAP daje oceno stopnje onesnaženosti zraka, ki je osnovana na povprečju sešteti vrednosti opazovane številčnosti (a) in pokrovnosti (c) za skorjaste (C), listaste (F) in grmičaste (R) lišaje na vseh šestih drevesih za vsako višino posebej: IAP₁ je indeks atmosferske čistoče na dniščih dreves, torej od tal do 0,5 m višine; IAP₂ odraža stanje na deblih, gre za indeks čistoče zraka na višini od 0,5 do 2,5 m višine; in IAP₃ je indeks čistoče zraka v krošnjah, nad 2,5 višine. Vrednost indeksa za celo ploskev (IAP_t) dobimo tako, da seštejemo vrednosti indeksa za vse tri opazovane višinske stratumne (Batič, 1991; Batič in Kralj, 1995). Za IAP_{lok} pa seštejemo vse IAP_t in delimo s številom popisanih dreves.

$$IAP_{1,2,3} = C(a + b) + F(a + b) + R(a + b)$$

$$IAP_t = IAP_1 + IAP_2 + IAP_3$$

$$IAP_{lok} = \sum IAP_t / n$$

, kjer je n število popisanih dreves

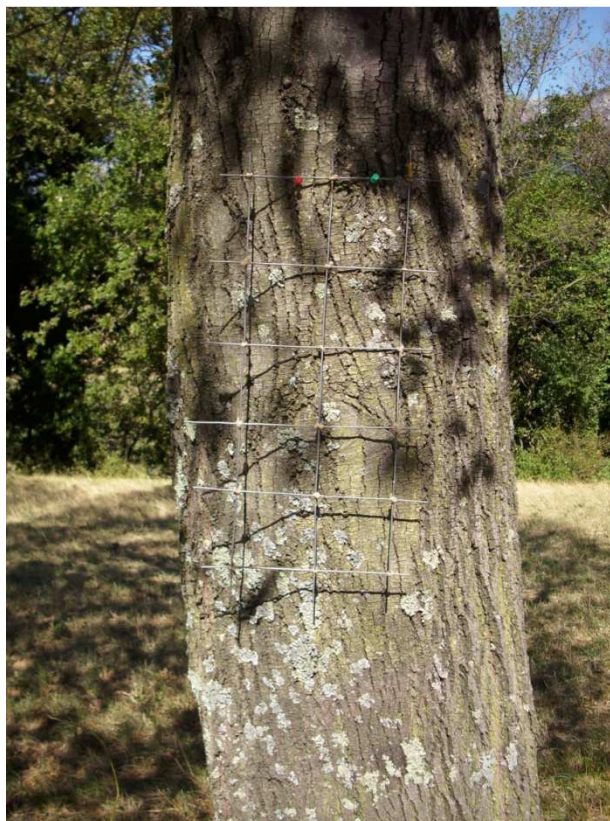
Vrednosti za posamezno lokacijo se lahko gibljejo med 0 in 54 za celo drevo oziroma med 0 in 18 za posamezen stratum drevesa. Nizke vrednosti nakazujejo na revno obrast z epifitskimi lišaji in onesnaženo okolje, visoke vrednosti pa na veliko obrast lišajev in čist zrak. Razredi onesnaženosti zraka (Batič, 1991; Batič in Kralj, 1995):

IAP _{1,2,3} :	razred	vrednost IAP
	5	0
	4	1 – 4,5
	3	4,6 – 9,0
	2	9,1 – 13,5
	1	13,6 – 18,0

IAP _t :	razred	vrednost IAP
	5	0
	4	1 – 13,5
	3	13,6 – 27,0
	2	27,1 – 40,5
	1	40,6 – 54,0

3.2. Popis prisotnosti izbranih vrst lišajev: *Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina* in *Physcia adscendens*

Na izbrano drevo namestimo vzorčno mrežo velikosti 20 x 50 cm, razdeljeno na deset kvadratov velikosti 10 x 10 cm. Popisno mrežo pritrđimo na drevo (Slika 4), s spodnjim robom v višini 1 m od tal, na stran, ki je najbolj obrasla z lišaji. Če je drevo poraslo z mahovi, postavimo vzorčno mrežo tako, da je znotraj mreže prisotnega čim manj mahu. Obraslost z mahovi mora biti vedno manjša od 20% (Batič in sod., 2011).



Slika 4: Prikaz namestitve vzorčne mreže za popis prisotnosti treh izbranih vrst lišajev (foto Manca Kolenc).

V vsakem izmed desetih kvadratov znotraj mreže smo iskali tri vrste lišajev: *Hypogymnia physodes* (napihnjena hipogimnija), *Xanthoria parietina* (navadni rumenček) in *Physcia adscendens* (kipeči žuljevec) (Slika 5). Vsa okenca vzorčne mreže si natančno ogledamo s povečevalnim steklom, saj je večina steljk majhnih dimenzij. Nato preštejemo v kolikih predelkih je navzoča posamezna vrsta, in za vsako izmed iskanih vrst zapišemo število v popisni list (priloga 2), kjer 0 pomeni, da vrsta ni prisotna v nobenem okencu, 10 pa označuje prisotnost vrste v vseh desetih kvadratkih popisne mreže.



Slika 5: Kipeči žuljevec, za katerega so značilni čeladasti sorali in fibrile na koncu krpic (Poličnik, 2008: 77).

3.3 Opis raziskovanega območja

Vipavska dolina leži med planotama Nanos in Trnovski gozd na severovzhodu, ter Krasom na jugozahodu. Proti zahodu se dolina odpira v Goriško ravan. Popis se je izvajalo na sledečih lokacijah (Slika 6):

Šempas – Vitovlje: najseverneje v Vipavski dolini ležeči naselji, popis lišajev se je izvajal ob regionalni cesti, na nadmorski višini 100 m (Orožen Adamič in sod., 1995).

Črniče: vas na 169 m nadmorske višine, leži v spodnji Vipavski dolini (Orožen Adamič in sod., 1995), popis se je izvajal ob regionalni cesti.

Selo: vas na 150 m nadmorske višine (Orožen Adamič in sod., 1995), popis se je izvajal ob regionalni cesti.

Brje: vas na 169 m nadmorske višine, leži na zahodnem delu doline, na Vipavskih Brdih (Orožen Adamič in sod., 1995), popis se je opravilo okrog cerkve.

Ajdovščina: največje mesto Vipavske doline, leži na nadmorski višini 106 m. Nahaja se v srednjem delu Vipavske doline, izpostavljena je močni burji (Orožen Adamič in sod., 1995). Popis lišajev se je izvajal na petih mestih, povsod ob obstoječih ali nekdanjih industrijskih obratih ali v industrijskih conah.

Zemono: manjši zaselek na osamljeni 125 m visoki vzpetinici, kilometer severozahodno od Vipave (Orožen Adamič in sod., 1995). Popis se je izvajal v drevoredu, ki vodi do dvorca Zemono.

Slap: vas z 136 m nadmorske višine, dva kilometra jugozahodno od Vipave, na položnih vzhodnih obronkih Vipavskih Brd (Orožen Adamič in sod., 1995). Popis se je izvajal ob igrišču.

Vipava: 104 m nadmorske višine, manjše mesto v zgornjem delu Vipavske doline, na vznožju pobočja Nanosa, ob cesti Ajdovščina – Razdrto (Orožen Adamič in sod., 1995). Popis se je izvajal v drevoredu, ob regionalni cesti, kjer je bil promet do zgraditve hitre ceste precej gost.

Gradišče pri Vipavi: 164 m nadmorske višine (Orožen Adamič in sod., 1995), majhna vasica nad Vipavo, popis se je izvajal ob balinišču.

Erzelj: vas, 325 m nadmorske višine (Orožen Adamič in sod., 1995), popis se je opravljal na najvišji točki vasi, okrog cerkve.

Mlake: območje v zgornji Vipavski dolini, med vasjo Podnanos in odcepom Podraga, na višini 175 m (Orožen Adamič in sod., 1995). Popis se je izvajal ob regionalni cesti, v manjšem drevoredu ob potoku Močilnik, kjer se na obeh straneh drevoreda raztezajo travniki.



Slika 6: Prikaz lokacij, kjer je potekal popis epifitskih lišajev (Atlas okolja, 2012).

4. REZULTATI Z DISKUSIJO

Vzorčenje je potekalo v zadnjem tednu julija in prvih dveh tednih avgusta 2012. Pri obeh metodah smo na vseh lokacijah vzorčili epifitske lišaje na skupini istih šestih dreves.

4.1 Slovenska metoda

Na podlagi ocene številčnosti in pokrovnosti epifitskih lišajev na popisnih lokacijah smo izračunali indekse atmosferske čistoče. Izračune smo naredili za posamezne stratume, posamezna drevesa in celotno popisno lokacijo.

Preglednica 1: Indeks atmosferske čistoče s pripadajočim razredom za posamezna popisna mesta.

lokacija	IAP _{lokacije}	razred
Vipava – drevored	20,67	3
Selo	20,83	3
Črniče	18,17	3
Šempas – Vitovlje	22,67	3
Mlake	18,83	3
Zemono – drevored	20,00	3
Brje	19,50	3
Gradišče pri Vipavi	20,00	3
Slap	19,17	3
Erzelj	16,83	3
Ajdovščina – kovinski obrat	19,17	3
Ajdovščina – ob Hublju	21,50	3
Ajdovščina – Mlinotest	22,67	3
Ajdovščina – letališče	22,67	3
Ajdovščina – obrat Lipa	20,83	3

Čisto vse opazovane lokacije imajo povprečno lišajsko obrast, kar pomeni, da vse sodijo v IAP razred 3 (Preglednica 1). Presenetljivo se najvišji indeks pojavlja na dveh mestih v industrijskih coni, lokacija Ajdovščina – Mlinotest in Ajdovščina – letališče, ter na s prometom obremenjeni lokaciji Šempas – Vitovlje. Najnižji indeks dosega odročna lokacija Erzelj, kjer je bil pričakovan eden višjih indeksov. Tudi v povprečju je indeks območji, ki so pod vplivom prometa in tovarn višji kot IAP lokacij, ki so od virov onesnaženja bolj oddaljene. Poleg tega tudi nobeno drevo, niti noben stratum ne dosega razreda 1, kar bi označevalo čist zrak in dobro razvito epifitsko lišajsko vegetacijo.

V splošnem je stanje epifitske flore najboljše na dnišču drevesa (IAP₁) in deblu (IAP₂). Če primerjamo z izidi raziskave epifitske vegetacije v gozdovih ugotovimo, da je stanje lišajev, glede na vse tri višine že v preteklosti bilo najboljše na dniščih, torej do višine 0,5 m (Batič, 1991). V krošnjah je stanje najslabše, kar je posledica težkega določevanja lišajev na višini več kot 2,5 m, saj so nekatera drevesa zelo visoka, poleg tega so krošnje najbolj izpostavljene ozračju in s tem onesnažilom. Prav zato v krošnjah prihaja do zmanjšane prisotnosti listastih in grmičastih lišajev.

Da imajo krošnje zaščitno vlogo kaže tudi dejstvo, da je delež ploskev pri opazovanju dnišč in debel z IAP 5 ali 4 zelo nizek (Batič in Kralj, 1995).

Lišaje smo popisovali le na prostostojećih lipah. Skorjasti in listasti lišaji so prisotni na vseh lokacijah. Medtem ko grmičastih lišajev, ki so indikatorji čistega zraka, skoraj ni, z izjemo ene same lokacije (drevored Zemono). Razlog verjetno tiči v onesnaženju ozračja, saj so te vrste svetloljubne, kar pa pri prostostojećem drevju ne more biti omejujoč dejavnik.

Vse, s prometom obremenjene lokacije, spadajo v razred onesnaženosti 3, kar pomeni, da je zrak srednje čist. Tudi med posameznimi drevesi ne prihaja do večjih odstopanj, saj po večini sodijo v razred 3. IAP za posamezne stratume dosega 5., 4., 3. ali 2. razred. Na lokaciji Vipava drevored smo imeli težave z določanjem lišajev v krošnji, saj so drevesa stara in visoka, posledično je opazovanje epifitskih lišajev v krošnjah praktično nemogoče. Na ostalih lokacijah je bila večina opazovanih dreves mlajših in nižjih, kar je omogočilo ocenjevanje lišajev v krošnjah. Na dnišču in deblu je lišajska obrast približno enaka. Najburnejša lišajska obrast je na višini od 0,5 m do 2,5 m. Stanje v krošnjah je najslabše.

Najnižji indeks med temi lokacijami ima območje Mlake, čeprav smo pričakovali še manjši IAP_{lokacije}, saj je bila regionalna cesta, ki povezuje Vipavo in Podnanos zaradi kasnejše dograditve hitre ceste dlje časa v uporabi.

Po izgradnji avtocestne povezave med Novo Gorico in Vipavo se je večina prometa usmerila na avtocestno povezavo, regionalne ceste pa so sedaj bolj ali manj le še v uporabi lokalnih prebivalcev. Ko so pred tremi leti dogradili še odsek Vipava – Razdrto se je ves promet usmeril na hitro cesto. Indeks atmosferske čistoče na območju Mlake je bil po pričakovanju med nižjimi, kar je najverjetneje posledica še nedavne uporabe tega odseka ceste.

Na podlagi izračunov je bilo ugotovljeno, da vse odročne lokacije sodijo v 3. kakovostni razred. Med posameznimi drevesi ne prihaja do odstopanj, saj večina spada v razred 3. Čistost zraka za posamezne stratume dosega vse razrede, razen 1. Najbujnejša lišajska obrast je na višini od 0,5 m do 2,5 m, z izjemo lokacije Zemono, kjer je najvišji IAP₁. Lokacija drevored Zemono (Slika 7) je tudi edina lokacija, na kateri smo našli grmičaste lišaje. Glede na stratume je najslabše stanje v krošnjah. Za lokacijo Erzelj je bil pričakovan eden višjih indeksov atmosferske čistoče, izračun pa nam je podal najnižji indeks izmed vseh preučevanih lokacij. Kljub temu lokacija spada v IAP razred 3. Stanje na posameznih stratumih je dokaj podobno, nikjer ne presega 3. razreda. Razred 5 se tu ne pojavlja, a kljub temu primerjava rezultatov z vrednostmi ostalih lokacij nakazuje na revnejšo obrast z lišaji.

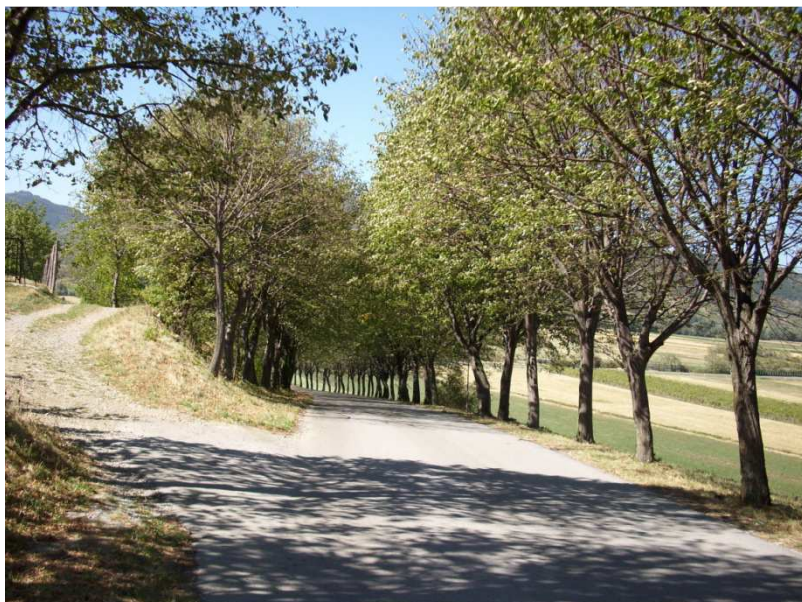
Po SI metodi imajo v povprečju najnižji indeks lokacije, oddaljene od virov onesnaženja, kar pomeni, da je tu zrak najbolj onesnažen.

Odročne lokacije smo iskali na vaseh, predvsem v okolici cerkva. To je bila mogoče napaka, saj je onesnaženje v vaseh povečano, predvsem na račun močno razvitega vinogradništva in drugih oblik kmetijstva ter prometa, ter s tem povezanega onesnaževanja s kemičnimi sredstvi in izpušnimi plini. Vipavska dolina je namreč kmetijska pokrajina, kjer je vinogradništvo glavna dejavnost.

Enako tudi območja industrije glede na rezultate po SI metodi spadajo v 3. razred onesnaženosti. Vse preučevane lokacije najdemo v Ajdovščini. Popis se je izvajal v nekdanji coni obdelovanja kovine, v nekdanji industrijski coni, sredi industrijske cone v Ajdovščini, kjer je skoncentriranih največ tovarn, ob letališču, poleg industrijske cone in ob nekdanji lesni

tovarni, kjer sedaj poteka izdelava potapljaške opreme. Posamezni stratumi sodijo v 5., 4., 3. ali 2. kakovostni razred. Drevesa v industrijskih conah so bila mlajša in nizka, zato je bilo beleženje stanja v krošnjah lažje. Vrednosti za posamezne stratume so v primerjavi z vrednostmi stratumov ostalih lokacij dokaj visoke. Tudi IAP za celotno ploskev je v dveh primerih pri vseh drevesih višji od 20, čeprav nikjer ne presega 3. razreda. Dve lokaciji imata tudi najvišji IAP_{lokacije} med vsemi preučevanimi območji.

Večina tovarn se je razvila ob prometnejših cestah, zato na stanje lišajske obrasti ne vplivajo le onesnažila iz tovarn. Glede na to, da industrijska dejavnost v Ajdovščini zamira, ima promet na teh lokacijah še večji vpliv. Dobljene rezultate lahko med drugim pojasnimo tudi z dejstvom, da v Vipavski dolini nikoli ni bila razvita težka industrija, ki bi močno onesnaževala zrak. Tu je bila v preteklosti namreč prisotna le tekstilna, lesna, prehrabna in gradbena industrija.



Slika 7: Lokacija Zemono – drevored (foto Manca Kolenc).

Eden izmed razlogov za enak razred onesnaženja med vsemi lokacijami je tudi burja, ki v Vipavski dolini piha prek celega leta in s tem raznaša onesnažila po vsej dolini. Da zelo osončene ali močno prepihane lege ne dopuščajo bujne razrasti lišajev omenjata tudi Batič in Kralj (1995). Poleg tega so višje ležeča privetrna pobočja izpostavljena dotoku onesnaženega zraka (Batič in sod., 2011).

Obenem lahko onesnažila prinese tudi iz Italije, iz Padske nižine. Na to možnost v svoji raziskavi opozarjajo tudi Jeran in sod. (2007) ter Batič in sod. (2011) saj relativno slabo pokrovnost lišajev na hrastih in drugih skupinah v zahodnem delu Slovenije med drugim pripisujejo tudi daljinskemu vnosu onesnažil, zlasti iz severo-vzhodne Italije. Da škodljive snovi prihajajo tudi z zračnimi tokovi in padavinami, predvsem z zahoda, potrjujejo tudi kartiranja lišajske flore v Trnovskem gozdu, na Snežniku in v zgornjem Posočju (Agencija RS za okolje, 2001).

Batič in Kralj (1995) opozarjata, da stanje epifitskih lišajev na popisni ploskvi ni odvisno le od kvalitete zraka, ampak tudi od starosti, sklenjenosti, vrstne sestave in podnebja, kar je

potrebno upoštevati pri razlagi rezultatov. V naši raziskavi smo tako uporabili samo prostostoječa drevesa iz rodu lipa, kar pomeni, da na prisotnost lišajev lahko vpliva starost dreves. Na industrijskih lokacijah in večini s prometom obremenjenih lokacijah smo namreč preučevali veliko mlajša drevesa, kot pa v vaseh, kjer so bila v povprečju starejša. Posledice so vidne predvsem v odsotnosti epifitskih lišajev in obraščeniosti drevesa z mahovi. Na zelo starih drevesih epifitsko floro namreč izrinejo mahovi, kar znižuje vrednost indeksa (Batič in sod., 2011), da bi se izognili temu vplivu za popise starih dreves, ki so bila porasla z mahovi, nismo izbrali. Na mladem drevju pa je na splošno manj lišajev oziroma ti niso optimalno razviti. Po drugi strani pa na mlajših drevesih, ki so posledično tudi nižja, lažje ocenimo obrast epifitskih lišajev v krošnji. Da je slabost SI metode težka določitev lišajev na višini nad 2,5 metra, omenjajo tudi Batič in sod. (2011). IAP je lahko nižji tudi zaradi rasti mladik iz dnišča drevesa, kar preprečuje razvoj lišajev, in ne zaradi onesnaženosti zraka. Mladike namreč poslabšajo svetlobne razmere, kar vodi predvsem v manjšo obrast listastih in grmičastih lišajev.

Podrobnejših raziskav o onesnaženosti zraka v Vipavski dolini na podlagi prisotnosti epifitskih lišajev ni. Obstajajo zgolj vsakoletne lišajske karte za celotno Slovenijo, ki stalno kažejo nespremenljivo stanje, to je splošno, velikopovršinsko onesnaženje zraka v Sloveniji z majhnimi, sorazmerno čistimi območji (Batič in Kralj, 1995). Tudi raziskave iz leta 1991, ki so potekale na vseh drevesnih vrstah v gozdovih, so pokazale, da ima Vipavska dolina indeks atmosferske čistoče med 13,6 in 27,1 (Batič in Mayrhofer, 1996). Karte iz leta 2007 pa nakazujejo na prisotnost skorjastih in listastih lišajev, ter odsotnost grmičastih vrst v Vipavski dolini (Batič in sod., 2011).

Slovenska metoda je kljub preprostosti dober pokazatelj onesnaženosti zraka ob cestah (Poličnik in sod., 2010). Dobra stran te metode je cenovna ugodnost, obenem pa nam tak popis vzame izredno malo časa. Prepoznavanje rastnih oblik je preprosto, nekoliko bolj zapleteno pa je identificiranje posameznih vrst lišajev. Prav zato je ta metoda tako uporabna.

Slabost SI metode je, da nam pove le ali je zrak onesnažen, ne pa tudi katero onesnažilo predstavlja problem.

Zato je za podrobne raziskave stanja na posameznih ploskvah treba SI metodo dopolniti z opazovanjem lišajskih vrst. Poleg tega opazovanja lišajske flore na drevesih dajejo ustrezne rezultate šele po nekaj ponovitvah (Batič in Kralj, 1995).

4.2 Popis izbranih vrst lišajev: *Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina* in *Physcia adscendens*

Na podlagi prisotnosti posameznih vrst na nekem območju lahko sklepamo na vrsto onesnaženja, torej na onesnaženje s kislimi (SO_2), bazičnimi ali nitrofilnimi onesnažili (NO_x). Na podlagi očitnega povečanja nitrofilne vrste, lahko sklepamo na manjšanje zračnega onesnaženja s kislimi onesnažili oziroma na večje onesnaženje z bazičnimi onesnažili, torej povečan promet (Poličnik in sod., 2010).

Dušikoljubni lišaji so tisti lišaji, ki tolerirajo visoke vrednosti dušika in visok pH. Na območjih odsotnosti človekovega delovanja te vrste poseljujejo evtrofne podlage, kot je lubje pod vejami, kjer so ptice, v bližini ran dreves ali dele, ki so bili v stiku z urinom (Jovan,

2008). Navadno število dušikoljubnih vrst lišajev naraste v industrijskih conah, verjetno zaradi povišanja pH lubja (Freitas in sod., 2011).

Za vrsti *Physcia adscendens* in *Xanthoria parietina* velja, da se pojavljata v okolju z najslabšo kvaliteto zraka (Jovan, 2008). Ti dve vrsti navadno najdemo ob cestah, kjer so povečane emisije bazičnih onesnažil (Poličnik in sod., 2010).

Kislooljubne vrste lišajev za svoj razvoj potrebujejo kislo podlago, in so zelo občutljive na NH_3 , pa tudi na druge dušikove spojine, a dokaj odporne na SO_2 . Taka vrsta je *Hypogymnia physodes*. Kislooljubni lišaji navadno nakazujejo na čist zrak (Conti in Cecchetti, 2001; Jeran in sod., 2007; Jovan, 2008).

Pri interpretaciji rezultatov upoštevamo dejstvo, da je *Hypogymnia physodes* prisotna v čistejšem okolju, *Xanthoria parietina* na območjih onesnaženih z žveplovim dioksidom in dušikovimi oksidi, vrsto *Physcia adscendens* pa najdemo v okolju onesnaženem z dušikovimi oksidi.

Preglednica 2: Vsote frekvence posamezne vrste epifitskega lišaja na popisnem mestu.

lokacija	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
Vipava – drevored	16	0	0
Selo	0	27	0
Črniče	0	36	0
Šempas – Vitovlje	36	39	0
Mlake	0	36	0
Zemono – drevored	1	48	1
Brje	25	46	0
Gradišče pri Vipavi	8	37	0
Slap	13	36	0
Erzelj	0	35	0
Ajdovščina – kovinski obrat	1	53	0
Ajdovščina – ob Hublju	17	60	0
Ajdovščina – Mlinotest	14	37	0
Ajdovščina – letališče	29	44	0
Ajdovščina – obrat Lipa	22	32	0

Preučevane lokacije (Preglednica 2), obremenjene s prometom, v splošnem kažejo na večjo prisotnost vrste *Physcia adscendens*, ki je dušikoljubna vrsta. Vrsto *Xanthoria parietina* najdemo znotraj popisne mrežice ali na posameznih drevesih izven vzorčne mreže. *Hypogymnia physodes* ni bila prisotna. Na lokaciji Vipava – drevored je od vseh treh vrst prisotna le *Xanthoria parietina*, pa še to ne na vseh drevesih. Na lokaciji Mlake so bile vse prisotne steljke izredno majhne. Za ta odsek ceste je bila še do nedavnega značilna velika gostota prometa, saj je po njej je potekal vsa promet iz Vipavske doline proti ostali Sloveniji. Zanimivo pri tej lokaciji je tudi to, da je navadni rumenček *Xanthoria parietina* množično prisoten na drugih drevesih (velikem jesenu), na preučevanih drevesih pa ni bilo niti ene steljke. Lokacije so podvržene onesnaženju z dušikovimi oksidi, kar ustreza prometnim

cestam. Izjema je odsek Šempas – Vitovlje, kjer je delež vrste *Xanthoria parietina* skoraj enak deležu vrste *Physcia adscendens*. Tu je očiten tudi vpliv žveplovih spojin.

Na odročnih lokacijah prevladuje *Physcia adscendens*. Vrsto *Xanthoria parietina* najdemo v srednje velikem številu ali pa sploh ni prisotna. Le na eni lokaciji (Zemona), na enem samem drevesu smo zabeležili vrsto *Hypogymnia physodes*. Glede na odsotnost navadnega rumenčka in številčnost vrste *Physcia adscendens*, je presenetljivo, da smo tu sploh našli to vrsto, saj popis nakazuje na onesnaženje z dušikovimi oksidi, na katere je *Hypogymnia physodes* močno občutljiva. Na lokaciji Brje pa smo opazili, da so steljke navadnega rumenčka na posameznih drevesih precej obledele, kar je verjetno posledica močne svetlobe. Na tej lokaciji je tudi visok delež vrste *Xanthoria parietina*, kar je verjetno posledica daljinskega prenosa onesnažil. Rezultati nakazujejo na zrak, onesnažen zlasti z dušikovimi oksidi, ponekod pa tudi z žveplovim dioksidom.

V industrijskih conah je *Physcia adscendens* prisotna v velikem številu. Vrsto *Xanthoria parietina* najdemo tu v večjem številu, na več lokacijah pa je v obilici prisotna izven popisne mreže, saj ponekod prekriva veliko površino debla. Ti dve vrsti se z največjo frekvenco pojavljata v industrijskih conah. *Hypogymnia physodes* tudi tu ni prisotna. Rezultati nakazujejo na z dušikovimi oksidi močno onesnažen zrak. Čeprav, glede na prisotnost navadnega rumenčka izven mreže popisa, lahko sklepamo tudi na onesnaženje z žveplovimi spojinami.

Na take rezultate vpliva dejstvo, da tu ni bilo razvite težke industrije, ki bi za posledice imela večje izpuste žveplovih in dušikovitih spojin, obenem pa na rezultate vpliva bližina cest ob vseh industrijskih conah, kar se pozna v višjih vrednostih dušikovih oksidov iz izpušnih plinov. Kakor koli že, s to metodo smo ugotovili, da so najbolj onesnažene industrijske cone.

V splošnem lahko razberemo, da je Vipavska dolina bolj obremenjena z dušikovimi oksidi, onesnaževanje z žveplovimi spojinami pa ne predstavlja problema.

Vzrok za veliko onesnaženje z dušikovimi spojinami je predvsem promet, pa tudi industrija, kmetijstvo in drugi viri (Batič in sod., 2011). Vipavska dolina je prometno dokaj obremenjena, saj po njej poteka najkrajša povezava med severnim delom Italije in ostalo Slovenijo ter centralnim delom Evrope.

Razlog za slabo stanje je lahko tudi večanje prometa, z njim povezano onesnaževanje in s tem povezan daljinski vnos onesnažil (Batič in sod., 2011).

Tudi kmetijstvo ima določen vpliv na stanje ozračja. Številne površine so spremenjene v vinograde in njive, v spodnji Vipavski dolini pa tudi v sadovnjake.

V prid onesnaženosti doline z dušikovimi oksidi je tudi odsotnost vrste *Hypogymnia physodes* (Slika 8).

Gre namreč za kisloljubno vrsto lišaja, ki je močno občutljiva na povečan vnos bazičnih onesnažil, torej dušikovih spojin (Poličnik in sod., 2010) in je zato v okolju, onesnaženim z dušikovimi oksidi, praviloma ne najdemo.



Slika 8: Navadna hipogimnija, pri kateri se krpice dvigujejo stran od podlage (Jovan, 2008: 1).

Popis prisotnosti treh izbranih vrst epifitskih lišajev nam je podal neko okvirno predstavo o onesnaženosti ozračja v Vipavski dolini. V prihodnosti bi zato bilo smiselno izvesti raziskavo, kjer bi uporabili nemško VDI metodo, saj ta daje bolj točne rezultate glede čistoče zraka, poleg tega pa omogoča analizo lišajskih združb in s tem podrobnejšo presojo okoljskih vplivov na lišaje in ekosisteme. VDI metoda torej veliko bolje odraža stanje zraka (Batič in sod., 2003).

Za najbolj točne rezultate pa bi bilo potrebno popisati vse vrste prisotnih lišajev, saj nam zaradi različne občutljivosti lišajev na zračna onesnažila pravo sliko o onesnaženosti zraka daje vrstna sestava prisotnih epifitskih lišajev (prisotnost bolj ali manj občutljivih vrst ter različnih rastnih oblik) in frekvenca pojavljanja posamezne vrste (Poličnik in sod., 2010).

5. ZAKLJUČEK

Onesnaževanje je danes eden izmed najbolj perečih okoljskih problemov. Čeprav ni vedno posledica človekovega delovanja, pa je človek tisti, ki je v največji meri pripomogel k prekomernemu povečanju onesnažil v okolju. Le ta negativno vplivajo na biotsko raznovrstnost, saj v daljšem časovnem obdobju zmanjšujejo preživitvene sposobnosti organizmov. Ugotavljanje čistoče zraka pa je bistvenega pomena tudi za zdravje človeka. Dokazano je namreč, da zračna onesnažila vplivajo na pojav respiratornih in kardiovaskularnih bolezni.

Pomembno vlogo pri spremljanju onesnaženosti zraka imajo epifitski lišaji, na podlagi prisotnosti in stanja katerih lahko določamo kakovost zraka. Za ugotavljanje čistoče zraka z epifitskimi lišaji so strokovnjaki razvili več metod, med katerimi smo se mi odločili za uporabo slovenske metode. Poleg te, smo izvedli še popis izbranih treh vrst epifitskih lišajev. Na podlagi rezultatov smo dobili okvirno predstavo o čistosti ozračja v Vipavski dolini in določili skupino onesnažil, ki predstavljajo težavo.

S SI metodo smo tako pridobili indekse atmosferske čistoče. Ugotovili smo, da je IAP v industrijskih conah in ob cestah nekoliko višji, kar pomeni, da je kvaliteta zraka tam nekoliko boljša, s tem pa je tudi številčnost in pokrovnost epifitskih lišajev večja v primerjavi z lokacijami, ki so od virov onesnaževanja bolj oddaljene. Obrast dreves z epifitskimi lišaji je na odročnih lokacijah pravzaprav manjša, prav tako je tudi indeks zračne čistoče manjši. S tem smo ovrgli 1. hipotezo.

Na drevesih ob regionalnih cestah in v industrijskih conah je bila prisotnost treh izbranih vrst praktično enaka. Z izjemo ene lokacije, je povsod prevladovala *Physcia adscendens*. Z nižjo frekvenco pojavljanja pa ji sledi *Xanthoria parietina*. Naša 2. domneva, se je tako potrdila le delno, saj sta obe vrsti prisotni, čeprav je delež vrste *Physcia adscendens* še enkrat večji, vrste *Hypogymnia physodes* pa nismo našli na območjih, ki so čistejša ali onesnažena bolj ali manj le z žveplovim dioksidom. Odkrili smo jo samo na enem mestu, kjer pa visok delež vrste *Physcia adscendens* nakazuje na onesnaženost z dušikovimi spojinami. Zaradi odsotnosti napihnjene hipogimnije lahko sklepamo na onesnaženost doline z dušikovimi oksidi.

Vpliv onesnažil se pozna tudi na odročnih lokacijah, kjer smo pričakovali večjo pestrost lišajskih vrst in manjše frekvence pojavljanja izbranih treh vrst, ampak smo tudi to tezo zavrnil. *Physcia adscendens* se namreč z visoko frekvenco pojavlja tudi na vseh odročnih lokacijah, *Xanthoria parietina* pa je odsotna le na eni. V primerjavi z lokacijami, ki so blizu virov onesnaženja, je sicer v povprečju delež vrste *Xanthoria parietina* manjši, toda se za razliko od prometno obremenjenih območij, pojavlja skoraj na vseh lokacijah. Raznovrstnost epifitske lišajske obrasti je na teh lokacijah manjša, kar lahko razberemo iz povprečja indeksov. Slednji je za odročne lokacije najnižji (19,1).

Kakor koli že, uporabljeni metodi sta nam dali primerljive ugotovitve o čistoči zraka, saj smo pri interpretaciji rezultatov obeh ugotovili, da je zrak v Vipavski dolini onesnažen. Ponekod pa metodi nista skladni, saj SI metoda daje v povprečju najvišji indeks atmosferske čistoče za industrijske cone (21,4), popis izbranih vrst pa tu kaže na največjo onesnaženost. Odstopanje je vidno tudi pri lokaciji Šempas – Vitovlje, ki ima od vseh lokacij največji delež vrste *Xanthoria parietina*, po SI metodi pa ima enega najvišjih IAP. Kljub tem razlikam, lokacije še vedno pripadajo istemu razredu onesnaženosti zraka. SI metoda nam je podala povsod približno enake vrednosti indeksa za stratume, ploskve in končno tudi lokacije, kar kaže na

celostno onesnaženje. S popisom izbranih vrst pa smo ugotovili, da so prisotna onesnažila dušikovi oksidi.

Z delom smo ugotovili, da imata industrija in promet na epifitske lišaje ter na prisotnost izbranih vrst epifitskih lišajev skoraj enak vpliv. To je verjetno posledica propadanja industrijskih obratov, bližine cest in glavne prometne povezave med severno Italijo in osrednjo Evropo ter preusmerjanja prometa na avtocesto. Posledično tudi ni velikih razlik v IAP indeksih, niti v prisotnosti izbranih vrst epifitskih lišajev, čeprav je v povprečju v okolici industrijskih obratov opazen večji delež kipečega žuljevca in navadnega rumenčka.

Na podlagi lišajske vegetacije smo analizirali obstoječe stanje okolja v Vipavski dolini in ugotovili, da je zrak v večji meri onesnažen z dušikovimi spojinami. Ugotovili smo tudi, da razlike v onesnaženosti zraka med tremi tipi lokacij, torej med odročnimi, s prometom obremenjenimi in industrijskimi območji ne obstajajo, saj smo na podlagi popisov vse lokacije uvrstili v isti razred (IAP=3), ki nam pove, da je zrak srednje čist. Na dobljeni indeks vpliva delovanje vetrov, odprtosti pokrajine, odsotnost težke industrije, pomembna prometna povezava prek Vipavske doline, daljinski vnos onesnažil, kmetijska dejavnost in drugi dejavniki.

Z opisom in samo izvedbo popisa pa smo uspeli tudi prikazati uporabo SI metode in popis prisotnosti treh izbranih vrst epifitskih lišajev.

6. LITERATURA IN VIRI

Agencija Republike Slovenije za okolje. 2001. Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Ljubljana, 224 str.

Agencija Republike Slovenije za okolje. Atlas okolja. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (10. avgust 2012).

Batič F. 1991. Bioindikacija onesnaženosti zraka z epifitskimi lišaji. *Gozdarski vestnik*, 49, 5: 248 -254.

Batič F., Kastelec D., Skudnik M., Kovač M. 2011. Analiza stanja lišajev v popisu stanja gozdov v letu 2007. *Gozdarski vestnik*, 69, 5-6: 312-321.

Batič F., Kralj A. 1995. Bioindikacija onesnaženosti ozračja v gozdovih z epifitskimi lišaji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 47, 5: 5-56.

Batič F., Mayrhofer H. 1996. Bioindication of air pollution by epiphytic lichens in forest decline studies in Slovenia. *Phyton (Horn, Austria) Special issue: Bioindication*, 36, 3: 85-90.

Batič F., Tekavec D., Turk B., Mayrhofer H., Poličnik H. 2003. Mapping of epiphytic lichen flora in orchards and on chosen broadleaves with different methods. 3rd International Workshop on Biomonitoring of Atmospheric Pollution, 2003 September 21-25, Bled, Slovenija. Jožef Stefan Institute, 402.1 – 402.9.

Berryman S., Straker J., Straker D. 2009. Using lichens as bioindicators of air pollution deposition near remote mining operations. V: *British Columbia Mine Reclamation Symposium*, Cranbrook, 17. september 2009. British Columbia Technical and Research Committee on Reclamation.

Blett T., Geiser L., Porter E. 2003. Air pollution-related lichen monitoring in national parks, forests and refuges: guidelines for studies intended for regulatory and management purposes. NPS D2292. U.S. Department of the Interior, Denver, CO and U.S. Department of Agriculture, Corvallis, OR: 26 str.

Conti M.E., Cecchetti G. 2001. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment – a review. *Environmental Pollution*, 114, 3: 471-492.

Giordani P. 2007. Is the diversity of epiphytic lichens a reliable indicator of air pollution? A case study from Italy. *Environmental Pollution*, 146, 2: 317-323.

FITO-INFO: Mavsar R. Spremljanje stanja gozdov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije. http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=spremljanje%20stanja%20gozdov%20mavsar&source=web&cd=5&ved=0CEoQFjAE&url=http%3A%2F%2Fnpf-si.eionet.europa.eu%3A8980%2FPublic%2Firc%2Feionet-circle%2Fjavna%2Flibrary%3FI%3D%2Fsodelovanj_institucijami%2Fbiotehnina_fakulteta%2Flisaji-

mopedoc%2F_SL_1.0_%26a%3Dd&ei=dKgJUPG3JMbfsgag0oGwBg&usg=AFQjCNGdzIVl4heKPYpS7WzIFWQDvd43Vg&cad=rja (8. avgust 2012).

Freitas M., Costa N., Rodrigues M., Marques J., da Silva M.V. 2011. Lichens as bio indicators of atmospheric pollution in Porto, Portugal. *Journal of Biodiversity and Ecological Sciences*, 1,1: 29-39.

Jeran Z., Mrak T., Jaćimović R., Batič F., Kastelec D., Mavsar R., Simončič P. 2007. Epiphytic lichens as biomonitors of atmospheric pollution in Slovenian forests. *Environmental Pollution*, 146, 2: 324-331.

Jovan S. 2008. Lichen bioindication of biodiversity, air quality, and climate: baseline results from monitoring in Washington, Oregon, and California. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station: 115 str.

Lisowska M. 2011. Lichen recolonisation in an urban-industrial area of southern Poland as a result of air quality improvement. *Environmental Monitoring and Assessment*, 179, 1-4: 177-190.

Orožen Adamič M., Perko D., Kladnik D. 1995. *Krajevni leksikon Slovenije*. Ljubljana, DZS: 638 str.

Poličnik H. 2008. Ugotavljanje onesnaženosti zraka s kartiranjem epifitskih lišajev in z analizo akumulacije težkih kovin. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 163 str.

Poličnik H., Papler U., Pokorny B. 2010. Uporaba epifitskih lišajev kot bioindikatorskih organizmov za ugotavljanje onesnaženosti zraka ob izbranih državnih cestah v Sloveniji. V: 10. Slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož 20. – 22. oktober 2010 Ljubljana, DRC – Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije: 1023-1035.

van Dobben H.F., Wolterbeek H.Th., Wamelink G.W.W., Ter Braak C.J.F. 2001. Relationship between epiphytic lichens, trace elements and gaseous atmospheric pollutants. *Environmental Pollution*, 112, 2: 163-169.

PRILOGE

Priloga 1: SI metoda

Lokacija: Vipava – drevored

Datum: 31.7.2012

Popisovalec: Helena Poličnik, Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	Višina na drevesu	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0
	Pokritost c	2	3	0	3	3	0	2	3	0	3	2	0	3	3	0	3	3	0
Listasti F	Število a	3	3	0	3	3	0	3	2	0	2	3	0	1	2	0	3	2	0
	Pokritost c	3	2	0	2	3	0	3	2	0	1	3	0	1	1	0	2	2	0
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		1	1	0	1	1	0	1	1	0	9	1	0	8	9	0	1	1	0
IAP _t :		22			23			21			20			17			21		
IAP _{lokacije} :		20,67																	

Lokacija: Selo

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2**			3			4			5			6		
Tip lišaja	Višina na drevesu	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	1	3	3	2	3	3	1	2	3	2	1	2	0	3	3	2
	Pokritost c	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	1	1	1	0	2	2	1
Listasti F	Število a	3	3	0	3	3	1	3	3	1	2	3	1	3	3	0	3	3	2
	Pokritost c	1	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		9	9	2	9	10	5	10	9	4	7	9	5	6	7	0	9	9	6
IAP _t :		20			24			23			21			13			24		
IAP _{lokacije} :		20,83																	

** na drevesu prisoten mah

Lokacija: Črniče

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2**			3			4			5**			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	1	2	2	1	3	3	2	3	3	2	3	3	1	3	2	2
	Pokritost c	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1
Listasti F	Število a	2	3	1	2	2	0	2	1	1	2	2	2	2	2	0	2	2	1
	Pokritost c	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		7	9	4	6	6	2	7	6	5	7	7	6	7	9	2	7	7	5
IAP _t :		20			14			18			20			18			19		
IAP _{lokacije} :		18,17																	

** na drevesu prisoten mah

Lokacija: Šempas – Vitovlje

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	1
	Pokritost c	3	2	1	2	2	1	1	2	1	2	3	1	3	3	2	2	2	1
Listasti F	Število a	3	3	2	2	2	0	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3	3	0
	Pokritost c	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		1	9	6	8	8	3	7	9	5	9	1	6	1	1	8	8	8	2
:		0									0			0					
IAP _t :		25			19			21			25			28			18		
IAP _{lokacije} :		22,67																	

Lokacija: Mlake

Datum: 9.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	1	3	3	1	3	2	1	3	3	1	2	3	2	3	3	1
	Pokritost c	2	2	1	2	3	1	2	2	1	2	3	1	2	2	1	2	2	1
Listasti F	Število a	1	2	1	0	1	0	1	3	1	2	2	0	0	3	1	1	2	0
	Pokritost c	1	2	1	0	1	0	1	3	1	2	1	0	0	2	1	1	2	0
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		7	9	4	5	8	2	7	10	4	9	9	2	4	10	5	7	9	2
IAP _i :		20			15			21			20			19			18		
IAP _{lokacije} :		18,83																	

Lokacija: Zemono – drevored

Datum: 31.7.2012

Popisovalec: Helena Poličnik, Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	0	2	2	2	1	2	0	1	2	0	2	2	0	3	3	0
	Pokritost c	3	3	0	2	3	2	1	2	0	1	2	0	2	2	0	3	3	0
Listasti F	Število a	3	3	0	2	2	0	3	2	0	3	1	0	2	1	1	3	2	0
	Pokritost c	2	3	0	3	2	0	3	1	0	2	1	0	2	1	1	3	1	0
Grmičasti R	Število a	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
	Pokritost c	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		1	1	0	1	9	4	8	7	0	9	8	0	1	6	2	1	9	0
		3	2		1									0			2		
IAP _i :		25			24			15			17			18			21		
IAP _{lokacije} :		20,00																	

Lokacija: Brje

Datum: 31.7.2012

Popisovalec: Helena Poličnik, Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1*			2			3			4**			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	2	2	2	2	3	1	1	3	1	1	1	1	2	3	0	1	2	1
	Pokritost c	2	2	2	2	3	1	1	3	1	1	1	1	2	3	0	1	2	1
Listasti F	Število a	2	2	2	2	3	1	3	1	1	3	2	1	1	2	0	1	1	2
	Pokritost c	2	2	2	2	3	1	3	1	1	3	2	1	1	2	0	1	1	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		8	8	8	8	12	4	8	8	4	8	6	4	6	10	0	4	6	5
IAP _t :		24			24			20			18			16			15		
IAP _{lokacije} :		19,50																	

* drevo obraslo z mladikami

** na drevesu prisoten mah

Lokacija: Gradišče pri Vipavi

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4**			5**			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	0	3	3	0	3	3	1	3	3	2	3	3	1	3	3	0
	Pokritost c	2	2	0	2	3	0	2	2	1	3	3	1	2	3	1	2	1	0
Listasti F	Število a	3	3	0	1	2	1	3	3	1	2	2	0	2	3	1	2	3	0
	Pokritost c	2	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	1	1	1	0
Grmičasti i R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		1	1	0	7	9	2	9	9	4	9	9	3	9	1	4	8	8	0
:		0	0											0					
IAP _t :		20			18			22			21			23			16		
IAP _{lokacije} :		20,00																	

** na drevesu prisoten mah

Lokacija: Slap

Datum: 7.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Skorjasti C	Število a	3	3	1	3	3	1	3	3	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2
	Pokritost c	2	2	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
Listasti F	Število a	1	3	1	2	3	2	1	3	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1
	Pokritost c	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		7	10	4	8	9	5	7	10	6	6	8	6	4	5	4	5	6	5
IAP _t :		21			22			23			20			13			16		
IAP _{lokacije} :		19,17																	

Lokacija: Erzelj

Datum: 7.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Skorjasti C	Število a	1	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	2	1	2	3	1
	Pokritost c	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Listasti F	Število a	1	1	1	2	3	1	1	3	1	1	2	1	3	3	1	1	2	0
	Pokritost c	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		4	6	5	6	9	4	5	8	4	5	8	4	7	8	4	5	7	2
IAP _t :		15			19			17			17			19			14		
IAP _{lokacije} :		16,83																	

Lokacija: Ajdovščina – kovinski obrat

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1*			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	Višina na drevesu	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	1	2	0	3	3	1	2	3	1	2	3	1	3	3	1	2	2	0
	Pokritost c	1	1	0	1	1	1	2	2	1	2	3	1	2	2	1	2	2	0
Listasti F	Število a	1	3	0	3	3	1	2	3	1	3	3	1	2	3	1	2	3	1
	Pokritost c	1	1	0	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		4	7	0	8	9	4	7	10	4	8	11	4	8	9	4	7	9	2
IAP _t :		11			21			21			23			21			18		
IAP _{lokacije} :		19,17																	

* drevo obraslo z mladikami

Lokacija: Ajdovščina – ob Hublju

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	Višina na drevesu	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	1	2	2	1	3	3	0	2	2	1	2	2	1	3	2	1
	Pokritost c	2	2	1	2	2	1	1	2	0	2	2	1	1	2	1	1	1	1
Listasti F	Število a	2	3	1	3	3	2	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	2
	Pokritost c	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		9	9	4	9	9	5	9	10	2	8	9	4	7	9	4	9	8	5
IAP _t :		22			23			21			21			20			22		
IAP _{lokacije} :		21,50																	

Lokacija: Ajdovščina – Mlinotest

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	2	3	3	2	3	3	1	3	3	1	3	2	2	2	3	1
	Pokritost c	2	2	1	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Listasti F	Število a	2	2	1	3	3	2	3	3	1	2	2	1	2	3	2	2	3	1
	Pokritost c	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		9	9	5	11	10	6	9	9	4	9	9	4	8	8	6	7	9	4
IAP _t :		23			27			22			22			22			20		
IAP _{lokacije} :		22,67																	

Lokacija: Ajdovščina – letališče

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	2	3	3	1	3	3	3	2	2	1	3	3	2	2	3	2
	Pokritost c	3	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	3	1
Listasti F	Število a	3	3	2	3	3	1	2	2	0	3	3	2	3	3	1	3	3	2
	Pokritost c	1	1	1	2	2	1	2	1	0	3	2	1	2	2	1	2	1	1
Grmičasti i R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		1	9	6	1	1	4	8	7	4	1	8	5	9	1	5	5	1	6
		0			0	0					0			0			0		
IAP _t :		25			24			19			23			24			21		
IAP _{lokacije} :		22,67																	

Lokacija: Ajdovščina – obrat Lipa

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Zaporedna številka drevesa		1			2			3			4			5			6		
Tip lišaja	<i>Višina na drevesu</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skorjasti C	Število a	3	3	1	3	3	1	3	3	2	2	2	1	3	2	1	3	3	2
	Pokritost c	2	2	1	2	1	1	3	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
Listasti F	Število a	3	3	1	2	2	1	2	2	0	3	3	2	2	2	1	3	3	1
	Pokritost c	2	2	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Grmičasti R	Število a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pokritost c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSOTA(IAP _{1,2,3}):		10	10	4	8	8	4	9	9	3	8	8	5	7	6	4	9	8	5
IAP _t :		24			20			21			21			17			22		
IAP _{lokacije} :		20,83																	

Priloga 2: Popis treh izbranih vrst epifitskih lišajev

Lokacija: Vipava – drevored

Datum: 31.7.2012

Popisovalec: Helena Poličnik, Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	0	0
2	0*	0	0
3	0	0	0
4	7	0	0
5	5	0	0
6	4	0	0

* prisotna izven popisne mreže

Lokacija: Selo

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	7	0
2	0	9	0
3	0*	2	0
4	0	5	0
5	0	2	0
6	0*	2	0

* prisotna izven popisne mreže

Lokacija: Črnič

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0*	8	0
2	0	10	0
3	0*	4	0
4	0	1	0
5	0	10	0
6	0	3	0

* prisotna izven popisne mreže

Lokacija: Šempas – Vitovlje

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	6	10	0
2	4	4	0
3	10	3	0
4	7	6	0
5	9	8	0
6	0*	8	0

* prisotna izven popisne mreže

Lokacija: Mlake

Datum: 9.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i> *	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	6	0
2	0	1	0
3	0	6	0
4	0	8	0
5	0	8	0
6	0	7	0

* vrsta prisotna na ostalih drevesih (velikem jesenu)

Lokacija: Zemono – drevored

Datum: 31.7.2012

Popisovalec: Helena Poličnik, Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	6	1
2	0	10	0
3	0	10	0
4	1	2	0
5	0	10	0
6	0	10	0

Lokacija: Brje

Datum: 31.7.2012

Popisovalec: Helena Poličnik, Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	10	0
2	6	6	0
3	4	10	0
4	0	10	0
5	9	4	0
6	6	6	0

Lokacija: Gradišče pri Vipavi

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	5	2	0
2	0	10	0
3	1	10	0
4	1	3	0
5	0	4	0
6	1	8	0

Lokacija: Slap

Datum: 7.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	10	0
2	3	3	0
3	5	6	0
4	0	10	0
5	2	2	0
6	3	5	0

Lokacija: Erzelj

Datum: 7.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	8	0
2	0	3	0
3	0	4	0
4	0	6	0
5	0*	10	0
6	0	4	0

* prisotna izven popisne mreže

Lokacija: Ajdovščina – kovinski obrat

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	10	0
2	0	10	0
3	0*	7	0
4	0*	10	0
5	1	6	0
6	0*	10	0

* navadni rumenček prisoten izven popisne mreže

Lokacija: Ajdovščina – ob Hublju

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	0	10	0
2	6	10	0
3	1	10	0
4	4	10	0
5	3	10	0
6	3	10	0

Lokacija: Ajdovščina – Mlinotest

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	1*	10	0
2	0	4	0
3	5*	5	0
4	2*	6	0
5	6	8	0
6	0*	4	0

* veliko steljk navadnega rumenčka prisotnih izven popisne mreže

Lokacija: Ajdovščina – letališče

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	7	10	0
2	1*	6	0
3	7*	7	0
4	9*	7	0
5	5	7	0
6	0*	7	0

* veliko steljk navadnega rumenčka prisotnih tudi izven popisne mreže

Lokacija: Ajdovščina – obrat Lipa

Datum: 2.8.2012

Popisovalec: Manca Kolenc

Frekvence posamezne vrste lišaja – prisotnost znotraj 10-poljske mrežice

št. drevesa	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>
1	3*	5	0
2	5*	5	0
3	5*	5	0
4	4	9	0
5	1	5	0
6	4	3	0

* veliko steljk navadnega rumenčka prisotnih tudi izven popisne mreže