

## Bioindikacija onesnaženosti zraka z epifitskimi lišaji

Franc BATIČ\*

### Izvleček

Batič, F.: Bioindikacija onesnaženosti zraka z epifitskimi lišaji. *Gozdarski vestnik*, št. 5/1991. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 7.

Sestavek obravnava popis lišajev v okviru popisa propadanja gozdov v letu 1990. Podobno kot pri prejšnjih popisih je bila tudi pri tem epifitska lišajska vegetacija uporabljena za bioindikator kvalitete zraka na popisni ploskvi. Lišaje smo popisali na eni izmed štirih označenih skupin šestih dreves, ki je bila po vrstni sestavi in drugih zahtevanih parametroh najbolj primerna za popis lišajev. Na treh višinah dreves sta bili popisani številčnost in pokrovnost skorjastih, listastih in grmičastih lišajev. Iz popisanih vrednosti je bil izračunan indeks čistote zraka za vse tri stratume opazovanja in za ploskev kot celoto. Rezultati popisa lišajev na ploskvi so primerjani z izidi, dobljenimi ob popisu leta 1987 na istih ploskvah.

Ključne besede: popis poškodovanosti gozdov, onesnaženje zraka, epifitski lišaj, popis lišajev, bioindikacijska mreža, Slovenija.

### Synopsis

Batič, F.: Air Pollution Bioindication by Means of Epiphytic Lichens. *Gozdarski vestnik*, No. 5/1991. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 7.

The article deals with the lichen survey within the forest die-back inventory carried out in 1990. Likewise in former inventories, the epiphytic lichen vegetation was used as bioindicator of air quality in the forest die-back inventory plots. Lichen survey was carried out on the one group of marked six trees which were found the most suitable for lichen mapping. The abundance and coverage of crustose, foliose and fruticose epiphytic lichens were established at three heights of trees. The index of atmospheric purity was calculated on the basis of the data of lichen vegetation establishment. The index was determined separately for all three heights of observation on tree trunks and the average for inventory plot. The results of lichen survey in the plot were compared with those obtained by the lichen inventory in 1987.

Key words: forest damage inventory, air pollution, epiphytic lichen, lichen survey, bioindication network, Slovenia.

### 1. UVOD

V letu 1990 smo v Sloveniji že četrtič opravili popis propadanja gozdov. Podobno kot v letu 1989 je bil popis tudi v tem letu le delen, saj je bil izveden le na delu popisnih ploskev v okviru že leta 1985 postavljene  $4 \times 4$  km mreže. Omejitev števila popisnih ploskev je bila obakrat posledica pomanjkanja časa in denarja. Takšna racionalizacija popisa propadanja gozdov je bila sprejemljiva ob ugotovitvi, da lahko da tudi tako okrnjen popis na primerno

izbranih ploskvah zadovoljiv vpogled v zdravstveno stanje gozdov na Slovenskem. Metoda popisa je ostala v osnovi ista kot v prejšnjih letih. Glede na lastne izkušnje in glede na razvoj metod popisa drugod (ŠOLAR, 1991) pa smo tudi mi metodo popisa nekoliko izboljšali.

Čeprav od evropske gospodarske skupnosti predpisana metodologija popisa ne vsebuje v osnovnem popisu propadanja gozdov vseh elementov naše metode in temelji še naprej v glavnem le na opazovanju osutosti in klorotičnosti, smo mi pri svojem popisu, tudi v okrnjeni obliki, zadržali že leta 1985 zasnovano metodo popisa, ki je veliko bolj natančna in podrobna, predvsem z vidika opazovanja različnih možnih povzročiteljev poškodb v gozdovih kot tudi glede števila opazovanih znakov

\* Dr. F. B., dipl. biol., Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 2, Slovenija.

\*\*Vidu Mikuliču in Tonetu Kralju se zahvaljujem za pomoč pri računalniški obdelavi podatkov.

na drevju in na popisni ploskvi. K takšni odločitvi nas niso vodili le dobri izidi prejšnjih popisov ampak tudi dejstvo, da se popisne metode v nam bližnjih in primerljivih deželah razvijajo enako. Iz istih razlogov smo pri popisu propadanja gozdov obdržali popis stanja epifitskih lišajev na popisni ploskvi za merilo kvalitete zraka. Izidi popisa lišajev ob popisu propadanja gozdov leta 1987 so pokazali, da je zrak v naših gozdovih onesnažen in da gotovo prispeva svoj delež k propadanju gozdov (BATIČ & KRALJ 1989). Še več, glede na izredno veliko število popisnih ploskev (1150) smo lahko ocenili stanje kvalitete zraka na ozemlju cele republike, torej tudi zunaj tistih 42 mest, na katerih stalna služba Hidrometeorološkega zavoda meri vsebnost žveplovega dioksida in dima. Ob dejstvu, da epifitski lišaji najboljšo kažejo onesnaženje ozračja z žveplovimi spojinami (FERRY in sod. 1973, HAWKSWORT & ROSE 1970, 1976, itd.), je popis lišajev dopolnilni biomonitoring kvalitete zraka že obstoječim kemijskim meritvam. Za razlaganje vzrokov propadanja gozdov pa je to ena izmed preizkušanih metod diferencialne diagnostike. Podobno kot celoten popis smo tudi popis lišajev nekoliko spremenili. Glavni vzrok te spremembe je bila potreba po izboljšanju popisa, predvsem v vidika možnosti ponovitve in kontrole popisa. Pri prejšnjih popisih propadanja gozdov je bil popis epifitskih lišajev opravljen na popisni ploskvi na neoznačenih drevesih. Za takšno metodo popisa smo se leta 1985 odločili, ker je takrat prevladalo mnenje, da popis lišajev zaradi pomanjkanja časa ni mogoče vezati na popisana drevesa. Tako so popisovalci na osnovi spoznanj iz uvajalnih seminarjev ocenili stanje lišajev na celi popisni ploskvi ali njeni ožji okolici. Ponovitev popisa na ploskvi je bila možna, vendar je bila primerljivost vprašljiva. Popisana drevesa niso bila označena in nemogoče je bilo ugotoviti, na katero drevo ali skupino dreves se je popis nanašal, še posebej ob dejstvu, ko so se popisovalci v številnih gozdnih gospodarstvih menjavali.

## 2. METODA DELA

Spremembo popisa epifitskih lišajev pri popisu propadanja gozdov smo popisoval-

cem predstavili na uvajalnem seminarju v mesecu juliju 1990, tik pred začetkom popisa. Spremembe v popisu so bile naslednje:

a) Popis epifitskih lišajev smo vezali na popis poškodovanosti drevja na ploskvi. Epifitske lišaje bodo popisovalci odslej popisovali na eni izmed štirih skupin šestih dreves. Izberejo tisto, ki je najbližje klimatozonalni vegetaciji popisne ploskve in ki tudi sicer ustreza popisu lišajev. Na vseh štirih skupinah dreves popis lišajev zaradi pomanjkanja časa še vedno ni izvedljiv. S to odločitvijo je zagotovljena ponovljivost in kontrola popisa, saj so drevesa označena. Označba dreves in drevesnih vrst je ista kot pri popisu poškodovanosti drevja. Zaradi te spremembe se lahko zgodi, da niti ena izmed štirih skupin dreves ni idealna za popis lišajev (SKYE 1968), kar pomeni, da na ploskvi ni klimatozonalnih drevesnih vrst, ni zadosti starih dreves, ali pa so debela sicer primernih dreves preveč zasenčena z mladjem in grmovjem. Na osnovi preizkusov, ki smo jih napravili na Inštitutu in ob pomoči dijakov in učencev različnih šol, smo ugotovili, da je pri popisu epifitskih lišajev, kjer popisujemo le tri osnovne tipe steljke (skorjaste, listaste in grmičaste), njihovo številčnost in pogostnost, napaka zaradi neprimernosti oštevilčenih dreves relativno majhna in da se izplača žrtvovati možnost izbora primernih dreves za popis lišajev na ploskvi za ponovljivost popisa.

b) Metoda popisa epifitskih lišajev na označenih drevesih ostaja ista kot pri prejšnjih popisih. Opazuje in popisuje se pogostnost in pokrovnost treh že omenjenih tipov steljk (skorjastih, listastih in grmičastih). Tudi skali za ocenjevanje pogostnosti in pokrovnosti ostajata isti (BATIČ & KRALJ 1989). Popis se spremeni le toliko, da se v obrazec vpisujejo posebej vrednosti pokrovnosti in pogostnosti za vsak tip steljke za tri opazovane višine debla in sicer od tal do 0,5 m, od 0,5 m do 2,5 m in od 2,5 m naprej po deblu in v krošnji. Lišaje se ocenjuje vedno na najbolj porasli strani debla kot povpreček za opazovano območje. Pri tem je problem opazovanje skorjastih lišajev nad 2,5 m višine debla in v krošnji, kjer so ocene kljub uporabi daljnogleda problematične in je vprašanje, če ne bi

opazovanje skorjastih lišajev na tej višini v prihodnje opustili.

c) Spremenjeni način opazovanja epifitskih lišajev dopušča izračun indeksa čistoče zraka posebej za vse tri opazovane višine (do 0,5 m, od 0,5 do 2,5 m in nad 2,5 m) in za ploskev kot celoto. V vsakem primeru je izračunan indeks lahko kot povprečje opazovanj na šestih drevesih ali pa ga izračunamo le kot povpreček v okviru posameznih na ploskvi opazovanih drevesnih vrst. V zvezi s tem je spremenjena tudi formula za izračun indeksa. Višina rasti na deblu ni več všteta v izračun, ampak le vrednosti pokrovnosti in pogostnosti za vsak tip steljk na vseh treh višinah. Enačba za izračun indeksa atmosferske čistoče (IAP) je podobna kot pri obdelavi podatkov iz prejšnjih popisov (BATIČ & KRALJ 1989), le da v izračunu niso upoštevane različne višine opazovanja, ampak se indeks atmosferske čistoče izračuna kot povprečje seštetih vrednosti opazovane številčnosti (a) in pokrovnosti (c) za skorjaste (C), listaste (F) in grmičaste (R) lišaje na vseh šestih drevesih za vsako višino posebej ( $IAP_1$  je indeks atmosferske čistoče od tal do 0,5 m višine,  $IAP_2$  je indeks čistoče zraka na višini od 0,5 do 2,5 m višine in  $IAP_3$  je indeks čistoče zraka nad 2,5 m višine). Vrednost indeksa za celo ploskev ( $IAP_t$ ) dobimo tako, da seštejemo vrednosti indeksa za vse tri opazovane stratumne.

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

$$IAP_t = IAP_1 + IAP_2 + IAP_3$$

Maksimalni razpon indeksa čistoče zraka je za posamezne višine opazovanja med 0 in 18 in med 0 in 54 za celotno ploskev. Zaradi boljše preglednosti in primerljivosti s popisi v prejšnjih letih in z izidi popisa poškodovanosti drevja so vrednosti indeksa atmosferske čistoče razvrščene v pet razredov, pri čemer pomeni peti razred podobno kot pri poškodovanosti drevja najslabše stanje lišajev – ploskve brez epifitskih lišajev in onesnažen zrak, prvi razred pa bujno lišajsko vegetacijo in čisto ozračje na popisni ploskvi. Razdelitev vrednosti indeksa čistoče zraka (IAP) v razrede je naslednje:

a) delni indeksi

$IAP_{p(1, 2, 3)}$  razpon vrednosti 0–18

Razred	Vrednosti IAP
5	0
4	1,0– 4,5
3	4,6– 9,0
2	9,1–13,5
1	13,6–18,0

b) indeks za popisno ploskev

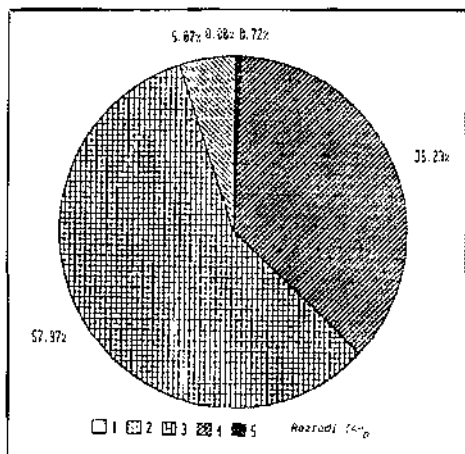
$IAP_{t(1, 2, 3)}$  razpon vrednosti 0–54

Razred	Vrednost IAP
5	0
4	1,0–13,5
3	13,6–27,0
2	27,1–40,5
1	40,6–54,0

Obrazec za popis lišajev na ploskvi je še vedno sestavni del obrazca številka 1, na katerem so zajete tako naravne danosti popisne ploskve kot tudi splošni podatki o upravno-organizacijski pripadnosti popisnega mesta.

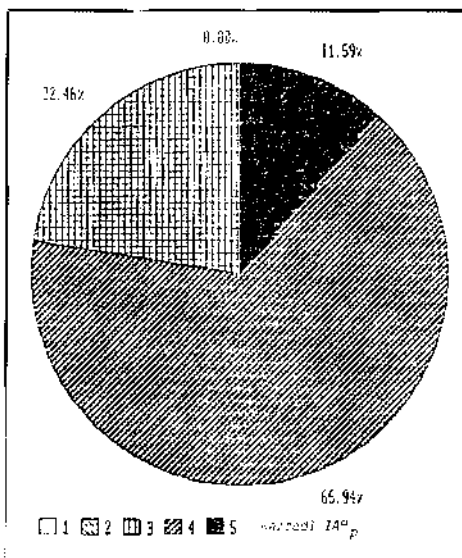
### 3. IZIDI IN RAZPRAVA

Obdelava izidov popisa epifitskih lišajev pri popisu propadanja gozdov v letu 1990 je prikazana na slikah od 1 do 6. Na slikah od 1 do 4 je prikazan odstotni delež popisnih ploskev glede na vrednosti indeksa čistoče zraka ( $IAP = \text{index of atmospheric purity}$ ), razdeljenih v razrede. Lišaji so bili popisani na 138 popisnih ploskvah. Kot kažejo vrednosti indeksa je stanje lišajev na splošno slabo. To nakazuje onesnažen zrak. Če primerjamo izide opazovanja epifitskih lišajev na vseh treh opazovanih višinah, vidimo, da je stanje lišajev najboljše na dnižjih debel (od 0 do 0,5 m višine,  $IAP_1$ ). Odstotni deleži razdelitve popisnih ploskev kažejo tudi na tej višini dokaj revno lišajsko vegetacijo, saj je večina ploskev uvrščena v razreda 3 in 4, vendar je del ploskev (5,07%) tudi v razredu 2, kar nakazuje čistejši zrak. Po eni strani na tej višini pričakujemo v onesnaženem okolju bolj



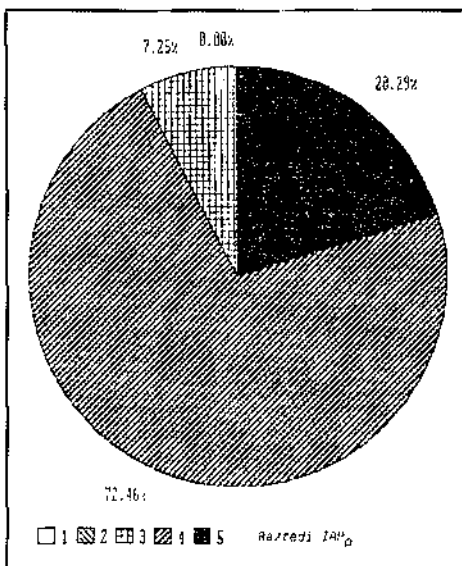
Slika 1. Prikaz stanja epifitske lišajske vegetacije na popisnih ploskvah propadanja gozdov l. 1990, opredeljene z indeksom atmosferske čistoče (IAP). Povprečna vrednost indeksa na točki – za dnušča debel (IAP<sub>1</sub>), odstotni deleži ploskev glede na vrednosti IAP.

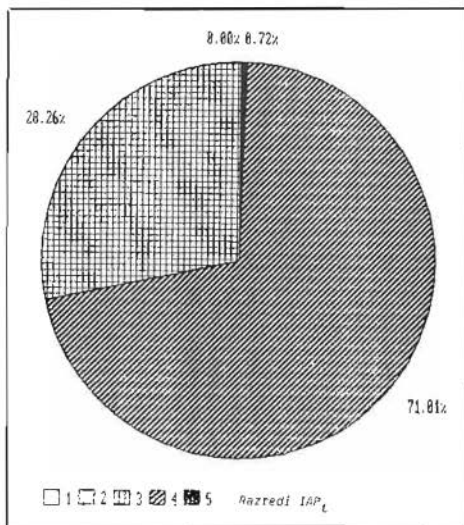
razvito lišajsko vegetacijo, kajti zaščitna vloga drevja, ki s krošnjami prestreza onesnaževalce v zraku, pride do izraza, pa tudi puferški vpliv tal kot tudi zaščita s snežno odejo pozimi prispevata svoj delež. Po drugi strani pa so na tej višini svetlobne razmere v gozdu lahko neustrezne za razvoj epifitske lišajske flore. Zaradi sukcesijskega razvoja epifitske vegetacije lišaje na tej višini na zelo starih drevesih izrinejo mahovi, kar prav tako zniža vrednosti indeksa. Rezultati popisa kažejo, da vpliv onesnaženega zraka prevladuje. Z naraščajočo višino vrednost indeksa pada. To si lahko razlagamo z večjim vplivom onesnaženega zraka, delno pa tudi zaradi slabše razvitosti listastih in grmičastih lišajev v krošnjah, še posebej na mladem drevju (sliki 2, 3). Prikaz stanja na popisnih ploskvah kot celotah odraža močan vpliv onesnaženega zraka (slika 4). Večina ploskev je v razredu 4 (71,8%), ostanek pa v glavnem v razredu 3. Prav nobene ploskve ni v razredih 2 in 1, ki označujeta čist zrak in dobro razvito epifitsko lišajsko vegetacijo. V razredu 1 ni v celotnem popisu 1990 nobene ploskve tudi ob upoštevanju posameznih opazovanih višin. Prikaz stanja epifitske lišajske vegetacije na posameznih drevesnih vrstah, oziroma skupinah vrst je



Slika 2. Prikaz stanja epifitske lišajske vegetacije na popisnih ploskvah propadanja gozdov l. 1990, opredeljene z indeksom atmosferske čistoče (IAP). Povprečna vrednost indeksa na točki – za debela na višini 0,5–3,0 m (IAP<sub>2</sub>), odstotni deleži ploskev glede na vrednosti IAP.

Slika 3. Prikaz stanja epifitske lišajske vegetacije na popisnih ploskvah propadanja gozdov l. 1990, opredeljene z indeksom atmosferske čistoče (IAP). Povprečna vrednost indeksa na točki – za krošnje (IAP<sub>3</sub>), odstotni deleži ploskev glede na vrednosti IAP.





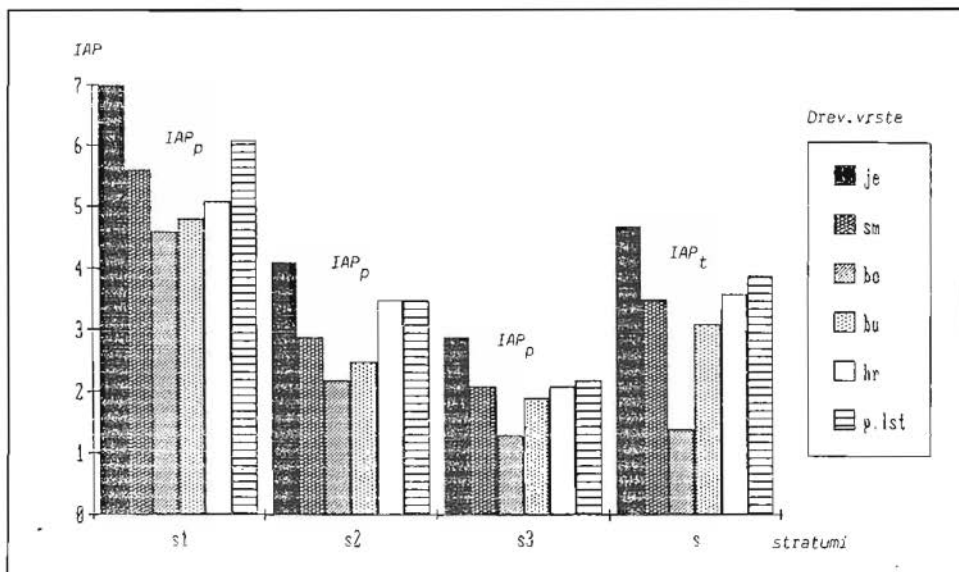
Slika 4. Prikaz stanja epifitske lišajske vegetacije na popisnih ploskvah propadanja gozdov l. 1990, opredeljene z indeksom atmosferske čistoče (IAP). Povprečna vrednost indeksa na točki ( $IAP_t$ ), odstotni deleži ploskev glede na vrednost IAP.

prikazan na sliki 5. Podani so izidi opazovanj lišajev na posameznih višinah ( $IAP_1 = 0$  do  $0,5$  m,  $IAP_2 = 0,5$  do  $2,5$  m,

$IAP_3 =$  nad  $2,5$  m) in za ploskev kot celoto ( $IAP_t$ ) za posamezne vrste, oziroma skupine drevesnih vrst ( je = jelka, sm = smreka, bo = bori, bu = bukev, beli gaber, kraški gaber, hr = hrasti, pravi kostanj, črni gaber, p. lst. = plemeniti listavci). Vrednosti indeksa so izrazito nizke in po pričakovanju na vseh višinah opazovanja najvišje pri jelki, hrastih in plemenitih listavcih. Veliko in splošno obubožanje epifitske lišajske vegetacije kaže tudi dejstvo, da so vrednosti izračunanega indeksa atmosferske čistoče tudi na bukvi in smreki blizu vrednostim na prej omenjenih drevesnih vrstah.

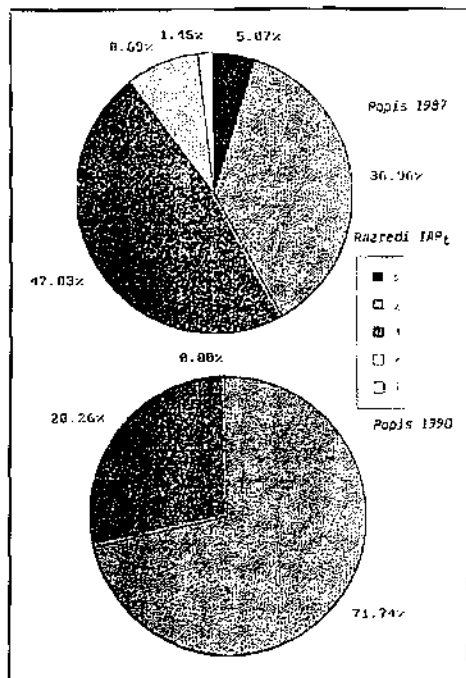
Bukev ima zaradi fizikalno kemijskih lastnosti svoje skorje že po naravi specifično, največkrat glede listastih in grmičastih lišajev revnejšo epifitsko lišajsko vegetacijo. Onesnažene padavine zaradi centripetalnega tipa krošnje bukve (Barkman 1958) stanje epifitske lišajske vegetacije na bukvi najprej poslabšajo. Tudi smreka, ki je razširjena daleč izven območja svojega areala, ima na teh rastiščih zaradi neprimernih klimatskih razmer revnejšo epifitsko vegetacijo že brez vpliva onesnaženega zraka. Zato je relativno enako bujna epifitska lišajska obrast na bukvi, jelki, smreki, hrastih

Slika 5. Prikaz vrednosti indeksa atmosferske čistoče (IAP), izračunanega na osnovi opazovanja stanja epifitskih lišajev na posameznih drevesnih vrstah oziroma skupinah vrst ob delnem popisu propadanja gozdov l. 1990.



in plemenitih listavcih znak motenj. Tudi glede na kartiranje vrst epifitskih lišajev, ki potekajo v okviru 16 x 16 kilometrske mreže in na področjih posebnega pomena (pragozdni rezervati, okolice večjih emisij-skih središč), lahko trdimo, da je to lahko posledica vplivov onesnaženega zraka. Na sliki 6 je podana primerjava stanja epifitske lišajske vegetacije na istih ploskvah (138) ob popisih leta 1987 in 1990. Kot kaže razdelitev ploskev v razrede glede na vrednosti indeksa atmosfere čistote je bilo stanje epifitskih lišajev ob obeh popisih slabo oz. izredno slabo. Ob popisu leta 1987 je bila večina primerjanih ploskev uvrščena v tretji (47,82%) in četrti (36,95%) razred, kar kaže na onesnažen do močno onesnažen zrak. Ploskev brez lišajev je bilo 5,07% (zelo močno onesnažen zrak), tistih z ohranjeno (8,69%) in bujno (1,45%) lišajsko vegetacijo pa približno enako število. Pri popisu leta 1990 so vse te ploskve uvrščene v četrti (71,74%) in tretji (28,26%) razred, kar pomeni znatno poslabšanje kvalitete zraka.

Slika 6. Razdelitev popisnih ploskev propadanja gozdov po razredih indeksa čistote zraka (IAP<sub>t</sub>) ob popisih l. 1987 in 1990.



Žal zaradi spremembe popisne metode rezultati popisov niso popolnoma primerljivi. Ker je bil popis lišajev ob zadnjem popisu propadanja gozdov vezan na popis na določenih šestih drevesih, je to po vsej verjetnosti pomenilo popis na manj ugodnih drevesih in posledično tudi nižjo vrednost indeksa. Zaradi tega je neprimerno sklepanje na drastično povečanje onesnaženja zraka na popisnih ploskvah, čeprav je stanje na ploskvah ob obeh popisih dejansko slabo.

Izostanek ploskev brez lišajev (IAP = 0) ob zadnjem popisu ima več razlogov. Prvi je gotovo sprememba popisne metode in s tem opazovanje na drugih drevesih na popisni ploskvi, drugi pa je verjetno ta, da je ob prvem popisu del popisovalcev spregledalo skorjasto lišajsko vrsto *Scoliosporum chlorococcum*, ki se v onesnaženem ozračju celo močno razširi v določenem območju koncentracij onesnaževalcev v zraku ali pa so to vrsto zamenjali s kokalnimi zelenimi algami (*Pleurococcus viridis*), kar ni težko, kajti razlikovanje med temi algami in prej omenjeno vrsto lišaja dela težave še specialistom, če je lišaj v sterilnem stanju. Izpad ploskev iz razredov 1 in 2 ob popisu leta 1990 je delno tudi posledica spremembe popisne metode. Vsaj delno lahko v tem primeru "špekuliramo" tudi na dejansko poslabšanje kvalitete zraka, delno pa smo s kontrolami ugotovili tudi napake pri popisovalcih. Popis lišajev smo po opravljenem popisu propadanja gozdov, ki so ga izvedli popisovalci na gozdnih gospodarstvih, kontrolirali podobno kot popis poškodovanosti gozdnega drevja. Kontrolirali smo avtorji popisne metode sami (izbrane popisne točke na območjih GG Maribor, Slovenj Gradec, Kranj in Bled), na nekaterih področjih pa smo izvedli enak popis z dijaki naravoslovnih šol ob poprejšnjih uvajanjih in skupnih opazovanjih (GG Ljubljana, Celje). Prostorski prikaz vrednosti indeksa čistote zraka v tem prispevku ni podan.

Podobno kot pri prejšnjih popisih so tudi ob tem popisu nižje vrednosti indeksa omejene na predele okrog večjih emisij-skih virov (Ljubljana, Kranj, Jesenice, Zasavje, Celje, Maribor itd.), le da je zaradi manjšega števila podatkov lišajska karta Slovenije manj popolna kot ob popisu leta 1987.

## SKLEPI

Na osnovi popisa epifitske lišajске vegetacije ob popisih propadanja gozdov letu 1990 lahko sklenemo naslednje:

– Zaradi spremembe metode popisa je primerjava izidov med popisoma leta 1987 in 1990 neprimerna.

– Iz kontrole popisa smo ugotovili, da je potrebno popisovalce še bolj izveščati. Samo dvodnevni uvajalni seminar ne zadošča.

– Glede na dobljene rezultate lahko sklepamo, da je zrak na popisnih ploskvah dokaj onesnažen.

## AIR POLLUTION BIOINDICATION BY MEANS OF EPIPHYTIC LICHENS

### Summary

Epiphytic lichen vegetation has been used as air quality bioindicator in the forest die-back inventories since 1985. The simplest method of epiphytic lichen bioindication was accepted, i.e. the mapping of crustose, foliose and fruticose lichens in forest die-back inventory plots. For each thallus type the frequency and coverage were established separately at three heights of trees trunks (0–0,5 m, 0,5–2,5 m, 2,5–up to crown). From the data obtained, the index of atmospheric purity was calculated representing air quality measure. The values of index were ranked into five classes like damages of forest trees and entered into the map of Slovenia. The lichen map of Slovenia represented well air pollution situation in comparison with measured pollutants in air (sulphur dioxide and dust) and the position of major emission sources (BATIC & KRALJ 1989). In forest die-back inventory carried out in 1990, the method of inventory changed, including that part concerning the establishment of epiphytic lichens. In earlier inventories (1985, 1987, 1989) the epiphytic lichens were observed in the whole inventory plot on unmarked trees. The observed trees were chosen according to their climatozonal value in the inventory plot and they ought to be also otherwise suitable for lichen observation (old enough, well lit, etc.) (SKYE 1968). Because of this it was not possible to control or correctly repeat the lichen survey. Therefore, it was decided to link lichen survey to one group of six trees already marked for forest damage survey. In that case it was possible to repeat also the lichen survey and control work of field crews who carried out whole inventory. This change of method caused that the results of the

inventory of 1990 were not comparable to results of earlier inventories anymore. Randomly chosen groups of trees in forest die-back inventory following the ECE methodology can be unsuitable for lichen observation because of being too young or growing in too shady a place. In spite of this, it was decided to sacrifice a part of suitability of observed trees for the possibility of control and repeat of inventory. Beside that change, there was also a different calculation of the index of atmospheric purity. Using frequency and coverage establishment data for all lichen types, the index was determined separately for three heights of observation on the tree trunks as the average of observations on six trees and computed together as the index for the inventory plot.

The results showed that according to the expectations the index of atmospheric purity was the highest at the bottom of the tree trunks (0–0,5 m) and the lowest in crowns. In mature forests, such situation clearly reflected the influence of polluted air. In general, the index of atmospheric purity was quite low on all strata as well as on the majority of the inventory plots. The situation was quite the same with all main forest tree species (silver fir, Norway spruce, common beech, oaks, pines and other broadleaves) which also proved the presence of polluted air.

According to our opinion it is worth to establish the epiphytic lichen vegetation on trees while observing all other signs of damage or decline. It does not take much time but it provides fairly good data about air quality, especially there where there are no air pollution measuring devices.

### VIRI

1. Batič, F., Kralj, T., 1989: Bioindikacija onesnaženosti zraka z epifitsko lišajsko vegetacijo pri inventurah propadanja gozdov.
2. Barkman, J. J., 1958: Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. 628 p. Assen, Van Garsum, The Netherlands.
3. Ferry, B. W., Baddeley, M. S., Rose, F., 1973: Air pollution lichens. University of Toronto, 390 p. p.
4. Hawksworth, D. L. & Rose, F., 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature* 227: 145–148.
5. Hawksworth, D. L. & Rose, F., 1976: Lichens as air pollution monitors. Edward Arnold, London, 60 p. p.
6. Skye, E., 1968: Lichens and air pollution. A study of cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. *Acta phytogeografica suecica* 51: 1–123.
7. Šolar, M. 1991: Popis poškodovanosti gozdov v Sloveniji leta 1990. *Gozdarski vestnik* (v tisku).