

Imisija žvepla leta 1990 na točkah 16×16 km bioindikacijske mreže Slovenije

Janko KALAN*

Izvleček

Kalan, J.: Imisija žvepla leta 1990 na točkah 16×16 km bioindikacijske mreže Slovenije. Gozdarski vestnik, št. 5/1991. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 8.

Poškodbe gozdnega drevja povzročajo številni dejavniki, med katerimi je tudi onesnažen zrak. V Sloveniji že od leta 1985 dalje redno proučujemo onesnaženost zraka z žveplom z metodo bioindikacije. Povprečna onesnaženost zraka z žveplom se je leta 1986 in 1987 nekoliko zmanjšala, od leta 1988 dalje pa narašča. Najmanj onesnažen zrak je v zahodnem in južnem, najbolj pa v osrednjem delu Slovenije (Ljubljana, Celje, Koroška). V zadnjih letih opazamo vedno večjo onesnaženost zraka z žveplom v severovzhodni Sloveniji.

Gljučne besede: popis poškodovanosti gozdov, onesnaženje zraka, žveplov dioksid, bioindikacijska mreža, vsebnost žvepla, Slovenija.

Synopsis

Kalan, J.: Sulphur Imission in 1990 in the Points of a 16×16 km Bioindication Network of Slovenia. Gozdarski vestnik, No. 5/1991. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 8.

The damage of forest trees is caused by several factors, one of them also being air pollution. Since 1985, regular studies as regards air pollution due to sulphur have been going on in Slovenia by means of a bioindication method. The average air pollution due to sulphur decreased a little in 1986 and 1987, since 1988 it has again been increasing. The least polluted air is in the western and southern part and the most polluted in the central part of Slovenia (Ljubljana, Celje, Carinthia). Increasing air pollution due to sulphur has been established in north-eastern part of Slovenia in recent years.

Key words: forest damage inventory, air pollution, sulphur dioxide, bioindication network, sulphur content, Slovenia.

UVOD

Poškodbe gozdnega drevja na območju Slovenije so velike in po obsegu med največjimi v Evropi. Po podatkih zadnjega popisa poškodovanosti gozdnega drevja (IGLG 1991), ki je bil izveden leta 1990 na redkejši mreži popisnih točk (8×8 km), je 18,2% vseh popisanih dreves poškodovanih. V primerjavi s podatki prejšnjih popisov se kaže majhno izboljševanje stanja. Rahli trendi izboljšanja niso posledica zmanjšane onesnaženosti zraka v Sloveniji, ampak so rezultat ugodnejše kombinacije dejavnikov rasti gozdnega drevja in pa strokovnega gospodarjenja z gozdovi.

Tudi v Sloveniji spoznavamo, da je vzrokov za poškodbe gozdov veliko in da k temu prispeva tudi onesnažen zrak. Zato

so ob popisu poškodovanosti gozdov zbrani tudi podatki o lišajski vegetaciji, po katerih se ocenjuje čistost oziroma onesnaženost zraka. Po podatkih popisov se stanje lišajske vegetacije slabša (Batič 1991), iz česar sledi, da je zrak v Sloveniji vedno bolj onesnažen. Med škodljivimi snovmi v zraku je žveplov dioksid verjetno najbolj razširjen.

Rastline imajo lastnost, da nekatere snovi sprejemajo in jih kopičijo v svojih tkivih, kjer jih lahko kvantitativno določimo s kemično analizo. Med takšnimi snovmi so tudi žveplove spojine. Ker rastejo v naravi rastline vedno na istem mestu in se ne morejo umikati neprijaznim učinkom onesnaženega zraka, so zato lahko zelo stvarni pokazatelj onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom na svojem rastišču. Zaradi teh lastnosti so rastline lahko bioindikatorji onesnaženosti okolja.

* J. K., dipl. inž. gozd., Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 2, Slovenija.

CILJI IN METODA RAZISKAVE

Emisije žveplovega dioksida so zelo velike. Tako smo na zemeljski obli npr. leta 1980 proizvedli 110 milijonov ton SO₂ (Seljak, Rode 1990). Po istih podatkih so bile emisije SO₂ v Sloveniji najvišje leta 1983, ko so dosegle skoraj 270 tisoč ton. Od takrat se znižujejo in so leta 1989 znašale še okoli 200 tisoč ton. Emisijski viri SO₂ so po Sloveniji neenakomerno razporejeni.

Z žveplovim dioksidom onesnaženi zrak se različno širi po Sloveniji. V okolici večjih virov onesnaževanja opazamo tudi večjo poškodovanost gozdnega drevja. Vsaj do neke mere bi radi spoznali in spremljali onesnaženost zraka v Sloveniji, da bi mogli pojasniti nekatere primere poškodovanosti gozdnega drevja. Podatki pa so lahko zanimivi tudi za druge, ki delajo na področju varstva zraka in varstva ljudi. Te podatke vključujemo tudi v poročila o poškodovanosti gozdov, ki jih pošiljamo naši vladi in mednarodnim inštitucijam, ki zbirajo, analizirajo in obdelujejo podatke o stanju gozdov.

Že leta 1985 so sodelavci Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo po navodilih raziskovalca Marjana Šolarja začeli v Sloveniji postavljati točke osnovne bioindikacijske mreže 16×16 km, ki jo sestavlja 86 točk. Od takrat dalje izvajamo na teh točkah redno raziskave bioindikacije žvepla. Kot tkivo za analizo uporabljamo enoletne in dvoletne iglice smreke (*Picea abies* (L.) Karst). Smreka je zelo primerna bioindikacijska vrsta, ker več let obdrži iglice na vejah in ker iglice različnih starosti lahko ločimo med seboj. Poleg tega je smreka na območju Slovenije zelo razširjena. Na tistih delih Slovenije, kjer smreka ne raste, nabiramo namesto smrekovih iglice črnega (*Pinus nigra* Arnold) oziroma rdečega bora (*Pinus silvestris* L.).

Preglednica 1: Modificirane mejne vrednosti za klasifikacijo vsebnosti žvepla v enoletnih in dvoletnih smrekovih iglicah, določenih z aparaturo SULMHOMAT 12-ADG

Razred vsebnosti žvepla	Vsebnost žvepla (S) v %	
	enoletne iglice	dvoletne iglice
1	do 0,098	do 0,115
2	0,098–0,123	0,115–0,149
3	0,124–0,158	0,150–0,192
4	nad 0,158	nad 0,192

Vzorci za analizo nabiramo v jeseni. Za vzorčenje so primerna čimbolj vitalna, nadrasla ali vsaj sorasla drevesa. Na vsaki bioindikacijski točki sta izbrani po dve drevesi, ki sta posebej označeni, da bi lahko vsako leto nabrali vzorce iz istih dreves. Za analizo odrežemo z vsakega drevesa po eno do dve veji sedmega drevesnega vretena (Kalan 1989).

Veje v laboratoriju razrežemo, odberemo poganjke z enoletnimi in poganjke z dvoletnimi iglicami in jih posušimo. Suhim vzorcem iglic odstranimo vejice in umazanijo. Nato iglice zmeljemo in presejemo. Tako pripravljenim vzorcem določimo vsebnost žvepla in ovrednotimo analize izvide (Kalan 1990). Vsaki bioindikacijski točki določimo skupni razred vsebnosti žvepla. Pri tem uporabljamo mejne vrednosti za klasifikacijo vsebnosti žvepla v enoletnih in dvoletnih iglicah, ki jih uporabljajo v Avstriji (BGBL 1982, BGBL 1984, Stefan 1986), mi pa smo jih priredili izvidom, ki jih dobivamo pri analizi z napravo SULMHOMAT 12-ADG, ki jo uporabljamo na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo (Kalan 1990).

Preglednica 2: Mejne vrednosti za skupni razred vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic

Skupni razred vsebnosti žvepla	Vsota razredov vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic
1	2
2	3 in 4
3	5 in 6
4	7 in 8

IZSLEDKI

Redno analizo bioindikacije žvepla za leto 1990 smo izvedli le na 71 točkah osnovne bioindikacijske mreže 16×16 km.

Vzorci niso bili nabrani na gozdnogospodarskih območjih Brežice, Celje in Postojna, zgodnji sneg pa je preprečil odvzem vzorce na bioindikacijski točki pod Mangartom (gozdnogospodarsko območje Tolmin).

Enoletne iglice so vsebovale 0,091 do 0,178 % S, povprečno 0,125 % S, dvoletne pa 0,092–0,200 % S, povprečno pa 0,132 % S (preglednica 3).

Dobra polovica (50,7 %) bioindikacijskih točk je v tretjem oziroma četrtem vsebnostnem razredu žvepla, kjer vsebnost žvepla presega mejno vrednost 0,124 %S za enoletne, oziroma 0,149 % S za dvoletne iglice. Ti dve mejni vrednosti označujeta prag, nad katerim se lahko pojavljajo poškodbe na gozdnem drevju zaradi škodljivega delovanja žveplovih spojin.

Smreke, ki so v prvem skupnem razredu vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic, imajo naravno količino žvepla v iglicah. Pri smrekah drugega razreda je naravna vsebnost žvepla nekoliko povečana zaradi zmerne imisije žvepla. Pri tej imisiji še ne pričakujemo poškodb zaradi žvepla na gozdnem drevju. Smreke, katerih vzorce uvrščamo v tretji razred, rastejo na območju povečane imisije. Na drevju, ki raste v tem območju, so poškodbe zaradi žvepla že pričakovane. V okolici bioindikacijskih točk, ki so razporejene v četrti razred, je drevje v območju povečane imisije, kjer se pogosto pojavljajo poškodbe gozdnega drevja zaradi žvepla.

Na skici 1 je prikazana prostorska porazdelitev bioindikacijskih točk po območju Slovenije. Na vsaki točki je označen skupni vsebnostni razred žvepla. Po podatkih na skici sklepamo, da so Tolminska, Goriška, Notranjska, Kočevska in Dolenjska z žveplom najmanj obremenjena območja Slove-

nije, kar ugotavljamo že vsa leta, odkar izvajamo raziskave na bioindikacijski mreži. Z žveplom najbolj onesnažena pa je notranjost in severovzhodni del Slovenije. Oceno dopolnjujejo podatki iz preglednice 4, kjer je razvidna porazdelitev bioindikacijskih točk po skupnih vsebnostnih razredih žvepla po gozdnogospodarskih območjih.

Preglednica 4: Porazdelitev bioindikacijskih točk po skupnih razredih vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic po gozdnogospodarskih območjih

Gozdnogospodarsko območje	Skupni vsebnostni razred žvepla				povpr.
	1	2	3	4	
Tolmin	1	6	2	–	2,1
Bled	–	2	3	–	2,6
Kranj	–	2	1	–	2,3
Ljubljana	–	3	6	2	2,9
Postojna	–	–	–	–	–
Kočevje	1	3	–	–	1,8
Novo mesto	1	6	2	–	2,1
Brežice	–	–	–	–	–
Celje	–	–	–	–	–
Nazarje	–	1	1	–	2,5
Sl. Gradec	–	1	4	1	3,0
Maribor	–	2	7	–	2,8
M. Sobota	–	–	5	–	3,0
Sežana	2	4	2	–	2,0
Skupaj	5	30	33	3	2,5
N	5	30	33	3	71
%	7	42	47	4	100
%		49		51	

Z redno analizo vzorcev iglic iz točk osnovne bioindikacijske mreže 16×16 km dobimo zadovoljive podatke o vsakoletnem onesnaženju zraka z žveplom v Sloveniji. Grobo pa lahko ocenjujemo tudi razmere onesnaženosti z žveplom v posameznih delih Slovenije. Ogledali si bomo razmere imisije žvepla po posameznih gozdnogospodarskih območjih, čeprav je število bioindikacijskih točk premajhno, pa tudi njihova lega v razgibanem reliefu Slovenije ni

Preglednica 3: Bioindikacijska mreža Slovenije. Porazdelitev točk po skupnih razredih vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic

Skupni razredi vseb. žvepla	Število točk	%	enoletne iglice			dvoletne iglice		
			povpr.	min.	maks.	povpr.	min.	maks.
1	5	7,0	0,093	0,091	0,096	0,100	0,092	0,107
2	30	42,3	0,112	0,100	0,123	0,118	0,092	0,149
3	33	46,5	0,137	0,124	0,158	0,146	0,115	0,180
4	3	4,2	0,172	0,168	0,178	0,185	0,166	0,200
Skupaj	71	100,0	0,125	0,091	0,178	0,132	0,092	0,200
Povprečni razred:	2,5							

na vseh območjih primerna za stvarno oceno povprečne obremenjenosti gozdnogospodarskega območja z žveplom.

Mejne vrednosti vsebnosti žvepla so presežene na vseh gozdnogospodarskih območjih razen na kočevskem. V četrtem razredu pa so bioindikacijske točke na območjih Ljubljane, Celja in Slovenj Gradca. Povprečno sta najbolj obremenjeni gozdnogospodarski območji Murska Sobota in Slovenj Gradec (povprečni skupni vsebnostni razred 3,0), sledijo jima območja Ljubljana, Maribor, Bled, Nazarje, Kranj, Novo mesto, Tolmin, Sežana in najmanj obremenjeno gozdnogospodarsko območje Kočevje.

Ker pa so povprečni skupni vsebnostni razredi po posameznih gozdnogospodarskih območjih izračunani iz skupnih vsebnostnih razredov žvepla za posamezne bioindikacijske točke v območju ne glede na to, ali je vsebnost žvepla v iglicah na spodnji ali na zgornji meji razreda, in ker je kar 88,8% vseh bioindikacijskih točk razporejenih le v dva razreda, ta prikaz ni najboljši. Stvarnejšo oceno dobimo iz povprečnih relativnih razredov vsebnosti žvepla za posamezna gozdnogospodarska območja. Te izračunamo iz relativnih vsebnostnih razredov žvepla v enoletnih in dvoletnih iglicah za posamezne bioindikacijske točke, ki jih določimo tako, da posamezne bioindikacijske točke razvrstimo po rastočih vrednostih vsebnosti žvepla v iglicah. Tako urejene točke razdelimo v pet enako velikih razredov tako, da je v prvem razredu petina

točk z najnižjo, v petem razredu pa petina točk z najvišjo vsebnostjo žvepla. Porazdelitev skupnih relativnih razredov žvepla po gozdnogospodarskih območjih je v tabeli 5.

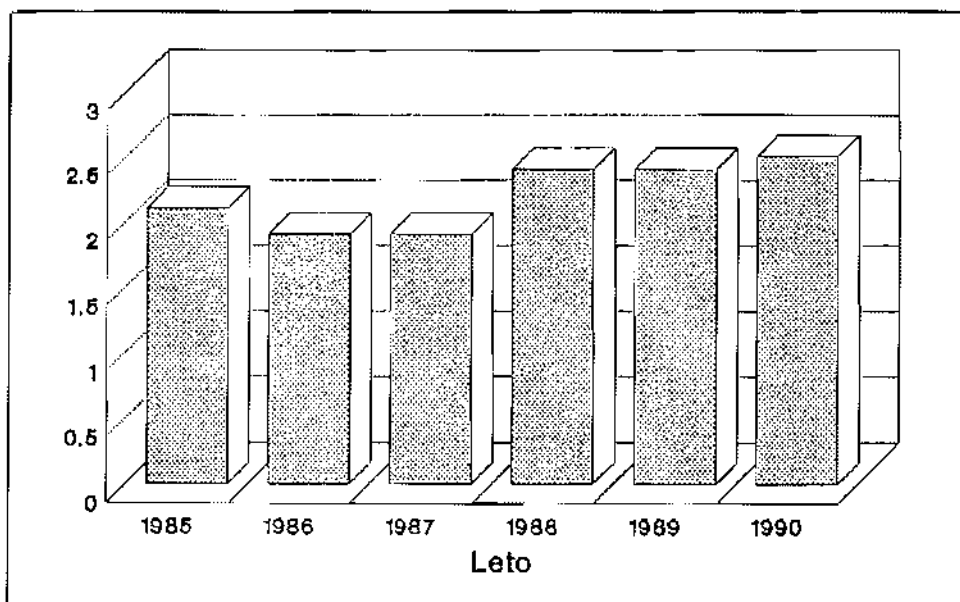
Po povprečnih relativnih vsebnostnih razredih žvepla za posamezna gozdnogospodarska območja si po imisiji žvepla območja sledijo po naslednjem vrstnem redu:

Gg območje	Relativni razred
Slovenj Gradec	4,3
Murska Sobota	4,2
Maribor	4,0
Ljubljana	3,7
Bled	3,4
Nazarje	3,0
Kranj	2,7
Tolmin	2,3
Novo mesto	2,1
Sežana	1,8
Kočevje	1,5

Veliko onesnaženost zraka z žveplom na gozdnogospodarskem območju Slovenj Gradec pojasnjujemo z izpostavljenostjo bioindikacijskih točk zračnim tokovom, ki nosijo s seboj plinaste odložine termoelektrarne v Šoštanju. Visoke vsebnosti žvepla v vzorcih severovzhodne Slovenije so rezultat pogostih visokih in prekomernih koncentracij žveplovega dioksida v zraku na območju Maribora in drugih industrijskih središč v tem delu Slovenije. Popačena pa je ocena o srednje močni imisiji žvepla na gozdnogospodarskem območju Nazarje, kjer je termoelektrarna Šoštanj, največji onesneževalec zraka z žveplovim dioksi-

Preglednica 5: Porazdelitev bioindikacijskih točk po relativnih razredih vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic po gozdnogospodarskih območjih

Gozdnogospodarsko območje	Relativni vsebnostni razred žvepla					povprečni
	1	2	3	4	5	
Tolmin	3	2	3	—	1	2,3
Bled	—	1	2	1	1	3,4
Kranj	—	1	2	—	—	2,7
Ljubljana	—	2	3	2	4	3,7
Postojna	—	—	—	—	—	—
Kočevje	2	2	—	—	—	1,5
Novo mesto	4	2	2	—	1	2,1
Brežice	—	—	—	—	—	—
Celje	—	—	—	—	—	—
Nazarje	—	1	—	1	—	3,0
Slovenj Gradec	—	1	—	1	4	4,3
Maribor	—	1	—	6	2	4,0
Murska Sobota	—	—	1	2	2	4,2
Sežana	5	1	1	1	—	1,8
Skupaj	14	14	14	14	15	



Grafikon 1: Povprečni skupni razredi vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic

dom v Sloveniji. Na tem območju sta le dve bioindikacijski točki. Obe sta na takšnih mestih, da nanju ne vpliva zrak, onesnažen z odpadnimi plini termoelektrarne. Zato je tudi povprečni relativni razred vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic za to območje nižji, kot naj bi bil glede na razmere v območju.

Podatke o vsebnostnih razredih žvepla zbiramo že šest let. Zato lahko ocenjujemo tudi trende razmer onesnaženosti zraka z žveplom v Sloveniji v zadnjih letih.

Če primerjamo med seboj povprečne skupne razrede vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic za posamezna leta v Sloveniji (preglednica 6), opazimo, da je

Preglednica 6: Povprečni skupni razredi vsebnosti žvepla enoletnih in dvoletnih iglic po posameznih gozdnogospodarskih območjih v letih 1985–1990

Gozdnogospodarsko območje	Povprečni skupni vsebnostni razred žvepla					
	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1. Tolmin	(1,8)*	1,6	1,6	2,3	2,0	(2,1)
2. Bled	2,0	2,0	1,8	2,2	2,4	2,6
3. Kranj	2,0	2,0	1,7	2,3	2,0	2,3
4. Ljubljana	–	2,4	2,4	2,4	2,9	2,9
5. Postojna	–	2,0	2,0	2,3	2,0	–
6. Kočevje	(1,7)	1,8	1,8	2,0	1,5	1,8
7. Novo mesto	1,9	1,7	1,7	1,9	1,9	2,1
8. Brežice	2,2	1,7	1,7	2,2	2,7	–
9. Celje	2,2	2,2	2,2	2,8	2,8	–
10. Nazarje	2,0	2,0	1,5	2,5	2,5	2,5
11. Slovenj Gradec	2,8	2,5	2,2	3,2	2,5	3,0
12. Maribor	2,2	1,9	2,0	2,4	2,8	2,8
13. Murska Sobota	–	2,0	2,0	2,8	3,0	3,0
14. Kraško – Sežana	–	1,4	1,4	–	2,1	2,0
Skupaj	(2,1)	1,9	1,9	(2,4)	2,4	(2,5)

* V oklepaju navedene vrednosti so povprečje nepopolnega števila bioindikacijskih točk na posameznem gozdnogospodarskem območju

bila po letu 1985, ko smo v Sloveniji začeli uporabljati metodo bioindikacije žvepla za ocenjevanje onesneženosti zraka z žveplovim dioksidom (povprečni vsebnostni razred žvepla 2,1), prvi dve leti imisija žvepla nekoliko manjša (vsebnostni razred 1,9), od leta 1988 pa spet višja (vsebnostni razred 2,4). Leta 1990 beležimo največjo imisijo s povprečnim vsebnostnim razredom žvepla 2,5. Pri tem pa moramo upoštevati, da podatek ni povsem primerljiv z vrednostmi drugih let, ker za leto 1990 nimamo analiznih izvidov za vse bioindikacijske točke (manjkajo izvidi za bioindikacijske točke, ki ležijo v gozdnogospodarskih območjih Brežice, Celje in Postojna, kjer niso bili nabrani vzorci za analizo).

Enake trende, kot smo jih navedli za Slovenijo, lahko opazujemo tudi po gozdnogospodarskih območjih, le na območjih Kočevje, Kranj, Novo mesto in Postojna je bila imisija žvepla vsa leta približno enaka. Na mariborskem območju, posebno pa še na murskosoboškem, je povečana imisija žvepla v zadnjih letih najbolj izrazita. Večje povečanje imisije žvepla smo leta 1989 opazili tudi na območjih Brežice in Celje, za kateri pa, žal, nimamo zadnjih podatkov. Večje onesnaženje zraka z žveplovim dioksidom se v zadnjih letih širi predvsem v nižinskih delih vzhodne Slovenije.

SKLEPNE UGOTOVITVE

Po šestletnem spremljanju izvidov vsebnosti žvepla v iglicah bioindikacijskih dreves na točkah osnovne bioindikacijske mreže 16×16 km smo ugotovili, da je raziskovalna metoda bioindikacije žvepla dovolj zanesljiva za ocenjevanje obremenjenosti gozdov z žveplom. Z njo lahko spremljamo vsakoletno povprečno imisijo žvepla v gozdovih na območju Slovenije. Razmeroma skromno število bioindikacijskih točk, ki so sicer enakomerno razporejene po Sloveniji, dovoljuje tudi grobo oceno razmer onesneženosti zraka z žveplovim dioksidom v posameznih delih Slovenije.

Takšne ocene lahko pripravimo le v primeru, da so vzorci za analizo žvepla vsako leto nabrani na vseh točkah osnovne bioindikacijske mreže 16×16 km, česar v preteklosti ni bilo mogoče zagotoviti vsako leto.

Zato bo treba pri vzpostavljanju nove organiziranosti gozdarstva na območju Slovenije predvideti tudi izpolnjevanje obveznosti nabiranja vzorcev iglic za analizo, da bomo lahko redno in zanesljivo izpolnjevali naše obveznosti pri reševanju problemov propadanja gozdnega drevja in gozdov ne le doma, ampak tudi pri mednarodnih institucijah.

POVZETEK

Poškodbe gozdnega drevja v Sloveniji so po obsegu med največjimi v Evropi. Vzroki poškodb so raznovrstni. Mednje prištevamo tudi onesnažen zrak. Žveplov dioksid je v zraku verjetno najbolj raširjena pa tudi učinkovita škodljiva snov.

Emisije žveplovega dioksida so zelo velike. Leta 1980 smo na zemeljski obli proizvedli 110 milijonov ton SO₂. V Sloveniji so bile največje emisije SO₂ leta 1983, ko so dosegle skoraj 270 tisoč ton. Emisijski viri SO₂ so neenakomerno razporejeni po Sloveniji.

Od leta 1985 dalje v Sloveniji redno spremljamo onesnaženost zraka z SO₂ z metodo bioindikacije na točkah 16×16 km bioindikacijske mreže. Kot tkivo za analizo vsebnosti žvepla uporabljamo enoletne in dvoletne iglice smreke (*Picea abies* (L.) Karst), na območjih, kjer smreka ne raste, nabiramo iglice črnega (*Pinus nigra* Arnold) ali pa rdečega bora (*Pinus silvestris* L.).

Analize izvide ovrednotimo s klasifikacijo, ki jo uporabljamo v Avstriji, le mejne vrednosti za njo smo priredili analiznim izvidom, ki jih dobivamo pri analizi z napravo SULMHOMAT 12-ADG, ki jo uporabljamo na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo.

Leta 1990 nismo izvedli popolne analize, ker vzorci iglic niso bili nabrani na gozdnogospodarskih območjih Brežice, Celje in Postojna ter na bioindikacijski točki pod Mangartom.

Enoletne iglice so vsebovale 0,091–0,178 % S, povprečno 0,125 % S, dvoletne iglice pa 0,092 do 0,200 % S, povprečno 0,132 % S. Polovica točk (36 točk ali 50,7%) je v tretjem oziroma četrtem vsebnostnem razredu žvepla v enoletnih in dvoletnih iglicah. Mejni vrednosti za enoletne oziroma dvoletne iglice, po katerih razvrščamo bioindikacijske točke v tretji vsebnostni razred, označujejo prag, nad katerim se lahko pojavljajo poškodbe na gozdnem drevju zaradi škodljivega delovanja žvepla.

Tolminska, Goriška, Notranjska, Kočevska in Dolenjska so z žveplom najmanj obremenjena območja Slovenije, kar ugotavljamo vsa leta, odkar raziskujemo na bioindikacijski mreži 16×16 km. Z žveplom najbolj onesnažena pa sta notranjost in severovzhodni del Slovenije.

Ob pregledu analiznih izvidov za obdobje 1985–1990 lahko ugotovimo, da je bila leta 1986 in 1987 nekoliko manjša imisija žvepla kot leta 1985, od leta 1988 dalje pa se iz leta v leto veča. Imisija žvepla se veča v nižinskih predelih vzhodne Slovenije, posebno v Prekmurju.

Zagotovili bomo morali sistem rednega nabiranja vzorcev za bioidikacijo žvepla. Kajti le s podatki za vseh 86 točk osnovne bioidikacijske mreže lahko objektivno ocenjujemo imisijske razmere za žveplo v Sloveniji in izpolnjujemo naše obveznosti do tistih institucij doma in v inozemstvu, ki spremljajo in rešujejo probleme propadanja gozdnega drevja.

SULPHUR IMISSION IN 1990 IN THE POINTS OF A 16x16 KM BIOINDICATION NETWORK OF SLOVENIA

Summary

The damage extent of forest trees in Slovenia is among the greatest in Europe. Damage causes are diverse. One of them being also air pollution. Sulphur dioxide is probably one of the most frequent and also active toxic substance in the air. The quantity of sulphur emissions is enormous. In 1980 110 mil. tons of SO₂ were produced in the world. The greatest emissions of SO₂ in Slovenia could be established in 1983 when they nearly reached 270 thousand tons. Emission sources are irregularly spread all over Slovenia.

Since 1985, air pollution due to sulphur dioxide has become the subject of regular monitoring by means of the bioindication method in the points of a 16x16 km bioindication net. The tissue used for the analysis of sulphur content is one- and two-year old Norway spruce needles (*Picea abies* (L.) Karst) in regions where the Norway spruce does not occur, the needles of *Pinus nigra* Arnold or those of *Pinus silvestris* L. are collected.

Analyses results are estimated by means of the classification which is also used in Austria, only limit values have been adapted to the results of analyses obtained in the device SULMHOMAT 12-ADG which is used at the Institute for Forest and wood Economy.

In 1990 an entire analyses was not carried out because needle samples were not collected in the forest enterprises of Brežice, Celje and Postojna and in the bioindication point under the Mangart.

The content of sulphur in one-year needles was 0,091–0,178 %, the average value being 0,125 % and in two-year needles 0,092–0,200 %, with the average of 0,132 %. A half of the points (36 points or 50,7 %) are to be found in the third or fourth sulphur content class of one- and two-year needles. The limit values for one- and two-year needles according to which bioindication points are classified into the third content class indicate the limit above which damage on forest trees due to detrimental influence of sulphur may occur.

The Tolmin, the Gorizia region, Inner Carniola, the Kočevje region and Lower Carniola are the least exposed to harmful influence of sulphur in Slovenia. This has been a well known fact throughout the years since the research has been started in the 16x16 km bioindication network. Central region and the north-eastern part of Slovenia are those which are exposed to sulphur influence to the most.

Based on the analysis results for the period from 1985–1990, it can be established that sulphur emission in 1986 and 1987 was a little lower than it was in 1985, since 1988 it has been constantly increasing. The increase of sulphur imission can be established in lowland regions of eastern Slovenia, especially in Prekmurje.

A system of regular collecting of samples for sulphur bioindication will have to be secured because only on the basis of the data of all 86 bioindication points of the basic bioindication net an objective estimation of imission situation in Slovenia as regards sulphur can be made and the duties towards those institutions in Slovenia and abroad can be performed which pay attention to and try to solve the problems of the dying back of forests.

VIRI

1. Batič, F., 1991. Bioidikacija onesnaženosti zraka z epifitskimi lišaji (v tisku).
2. BGBl., 1982. Erste Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Wien, 196. Stück, Nr. 494.
3. BGBl., 1984. Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Wien, 89. Stück, Nr. 199.
4. IGLG, 1991. Novinarska konferenca. Predstavitve podatkov o poškodovanosti gozdov v Sloveniji in Avstriji leta 1990. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.
5. Kalan, J., 1989. Obremenjenost slovenskih gozdov z žveplom. Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 34, s. 99–120.
6. Kalan, J., 1990. Korelacija analitičnih izvidov vsebnosti žvepla, določenih z napravama SULMHOMAT 12-ADG in LECO SC-132. Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 35, s. 107–119.
7. Seljak, J., Rode, B., 1990. SO₂ v Sloveniji. Revija za razvoj. Ljubljana, 10, s. 57–60.
8. Stefan, K., 1985. Bioidikatornetz Kärnten 1985. Ergebnisse der Schwefelanalysen. Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien (tipkopis).