

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
PRI BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

POŠKODBE VEGETACIJE (GOZDOV)  
VSLED ONESNAŽENJA ZRAKA

6

OSTALA IMISIJSKA ŽARIŠČA

LJUBLJANA, 1977

0x | .425.1 (497.12)

4

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri  
Biotehniški fakulteti v Ljubljani

POŠKODBE VEGETACIJE (GOZDOV) VSLED  
ONESNAŽENJA ZRAKA

6

OSTALA IMISIJSKA ŽARIŠČA

Nosilec raziskovalne naloge,  
sestavljalec načrta:  
*M. Šolar*  
Marjan ŠOLAR, dipl.ing.



Ljubljana, 1977

Direktor inštituta:

*M. Kuder*  
Milan KUDER, dipl.ing.



E/118-6

OSTALA REGISTRIRANA IN PROUČENA TER DELNO  
PROUČENA ŽARIŠČA POŠKODOVANIH GOZDOV V S R S

1.	ŠOŠTANJ	
	Priloge:	1
	1.) Strokovno mnenje o ekonomsko-tehnični študiji : "Izbira lokacije Termoelektrarne Šoštanj IV. - 320 MW", s stališča poškodb na gozdni vegetaciji vsled povečane emisije SO <sub>2</sub>	
	2.) Obstoječa in potencialno možna obremenjenost gozdov Šaleške doline z žveplovim dvokisom (SO <sub>2</sub> )	
2.	KIDRIČEVO	2
3.	OPEKARNE KRANJ	5
4.	ROGAŠKA SLATINA	7
5.	IDRIJA	8
6.	RUŠE	9
7.	ANHOVO	10
8.	ASFALTNE BAZE	10
9.	TOVARNA CELULOZE IN PAPIRJA	11
10.	ZAKLJUČEK	11

## UVODNO POJASHILO

V tem poglavju smo zbrali vse gradivo proučevanj malo večjega obsega izven naštetih petih velikih imisijskih žarišč. Raziskave so bile narejene v glavnem na pobudo organov, ki so potrebovali določene ekspertize za načrtovanje njihove dejavnosti, ali pa varovanje naravnega okolja ob predvidenih novih obremenitvah ozračja s plini in prahom. Gradivo je razvrščeno po obširnosti raziskav in vrstah onesnaženja.

### 1. Š O Š T A N J

Šoštanjsko okolico smo že na začetku naloge vključili v raziskave, vendar v manjšem obsegu, ker smo na podlagi prvih proučitev ugotovili, da tam ne gre za akutno problematiko dokler bodo emisije ostale na sedanji ravni. Z načrtovanji novega energetskega obrata (IV faze TE Šoštanj) s kapaciteto 320 MW in dodatno obremenitvijo ozračja s 175 tonami  $SO_2$  dnevno pa prav gotovo Šoštanjska okolica predstavlja novo potencialno žarišče plinsko poškodovanih gozdov v Sloveniji. Priložena študija z naslovom "Obremenjenost gozdnega rastišča s žveplovim dvokisom v Šaleški dolini" izdelana za lokacijsko komisijo pri Republiškem sekretarijatu za urbanizem leta 1974 in leta 1975 dopolnjena s številnimi podatki iz raziskovalne naloge, obravnava celotno problematiko obstoječih in potencialno možnih posledic s žveplovim dvokisom onesnaženega zraka v Šaleški dolini.

Za republiški sekretariat za urbanizem je bilo v letu 1973 izdelano strokovno mnenje glede lokacije in izgradnje IV. faze TE Šoštanj. Ker poročilo vsebuje več zanimivih podatkov ga v celoti prilagamo, opozarjamo pa, da so podatki glede porabe premoga in emisije  $SO_2$  nepravilni. Tudi navedba, da  $0,4 \text{ mg } SO_2/m^3$  kot polurno povprečje predstavlja mejo tolerančnosti za srebro, po najnovejših dognanjih ne drži več!

Priloga: 1. Strokovno mnenje iz leta 1973

2. Navedena študija iz leta 1975

Dipl.ing. Marjan Šolar  
 Inštitut za gozdno in lesno-  
 gospodarstvo pri Biotehniški  
 fakulteti - Ljubljana

Strokovno mnenje o ekonomsko-tehnični študiji "Izbira lokacije Termoelektrarne Šoštanj IV. - 320 MW" s stališča poškodb na gozdni vegetaciji vsled povečane emisije  $SO_2$ .

Osnova za predvidevanje možnosti nastopa poškodb po žveplovem dvokisu je emisija  $SO_2$  ter lokalni vremenski, orografski in vegetacijski pogoji.

Grobo izračunana emisija  $SO_2$  na podlagi porabe premoga in vsebnosti gorljivega žvepla v premogu nam da za posamezne faze TE in skupno sledečo osnovo:

Poraba premoga I. in II. faza	960.000 t/l
--- III. faza	1640.000 t/l
--- IV. faza	1880.000 t/l

---

Skupno I. do IV. 4,480.000 t/l

Skupna emisija  $SO_2$  bo po izgradnji IV. faze TE znašala oca 125 t/dnevno, kar je 4.7 krat več kot pred letom 1972.

Odločujoč pomen za razredčevanje dimnih plinov so vremenske situacije, višina dimnika ter temperatura in izstopna hitrost plinov iz ustja dimnika. Po ugotovitvah Hidrometeorološkega zavoda SRS v letu 1972, nastopa prva lokalna inverzijska plast dobrih 100 do 120 m nad dnem doline, kar je zelo ugodno. Nad to lokalno inverzijsko plastjo se s terenskimi meritvami zaznali oca 100 - 150 m višje ležečo, a slabo izraženo inverzijsko plast. Dimnik III. faze sega nad pogosto (100 dni v letu) lokalno višino inverzije. Predvidena višina dimnika IV. faze (180 - 200 m) bo odločno prebijala inverzijo v vsakem primeru.



Zanima nas, kaj se bo dogajalo z emisije ob normalnem brez inverzijskem vremenu in ob inverzijskih situacijah.

V prvem primeru obstoji možnost poškodb na gozdni vegetaciji predvsem nad nadmorsko višino 550 m (vušina dna doline + višina dimnika). Neizključujemo tudi možnosti nastopa poškodb pod to višino, ker je gibanje zračnih mas še premalo proučeno. Ob nastopu nizke lokalne inverzije pa je predel pod njo absolutno zaščiten, vprašanje pa je, kaj se bo dogajalo z emisijo med inverzijo. Če bi prišlo do širjenja emisije v horizontalni smeri, bo le ta dosegla pobočja obrobnega hribovja še močno koncentrirana in kot taka zagotovo poškodovala vsaj občutljive drevesne vrste. Horizontalne razdalje od lokacije TE na višini 550 m niso velike. V smeri proti jugu znašajo oca 2.5 km (pobočja nad Lokovico), proti severu 5.5 km (pobočja nad Sv. Duhom), in v smeri proti severo-vzhodu, ki je ob enem tudi najbolj pogosto smer vetrov, 6 km (Ljubela, Hrastovec).

Ker poznamo v Sloveniji primere, da nastopajo poškodbe na gozdnem drevju tudi v večji oddaljenosti od izvora emisij kot 6 km, tudi ob manjši emisiji kot bo v Šoštanju, ne moremo nastop poškodb na obrobem hribovju obravnavanega področja popolnoma izključiti. Eventuelen nastop druge inverzijske plasti loc do 150 m nad prvo bi situacijo močno poslabšal.

Emisijske vrednosti  $SO_2$  iz okolice Šoštanja v letu 1972 niso visoke. Stremeti se mora za tem, da se po izgradnji IV. faze bistveno ne bi povečale. Zgornja še tolerančna koncentracija  $SO_2$  za občutljive iglavce (smreka, jelka) znaša  $0.4 \text{ mg } SO_2 / \text{m}^3$  zraka. Ta vrednost ne sme biti pogosto in za dalj časa prekoračena. Za vegetacijo so še posebno nevarne kratkotrajne visoke koncentracije. Na Lokovici, ki predstavlja potencialno najbolj ogroženo področje, v sunkih emisijske vrednosti že presegajo vrednosti  $1 \text{ mg } SO_2 / \text{m}^3$  zraka. Izven vegetacijske dobe tudi preko  $2 \text{ mg}$ . Z dodatno emisijo  $SO_2$  po izgradnji IV. faze (oca 55 ton  $SO_2$  dnevno) bodo v gozdnem predelu Lokovica poškodbe na gozdni vegetaciji prav gotovo jasno vidne vsaj na občutljivih drevesnih vrstah. Predvidevamo, da akutnih primerov ne bo, prirastek bo nekoliko zmanj-

šan, delež iglavcev bo padel, gospodarska vrednost gozdov bo manjša.

Drugi manjši problem, ki bo ožje dolinsko vezan pa je nastop žleda pri nizkih temperaturah, ki bo nastal iz vodnih hlapov iz hladilnih stolpov. Žled polomi drevje, kar lokalno lahko povzroči občutno gospodarsko škodo.

Pred letom 1972 smo pri našem rednem opazovanju stanja gozdov v okolici industrijskih obratov in objektov za proizvodnjo energije na termični osnovi opazili za TE Šoštanj oca 80 m nad dnom doline ob poti na Lokovico slabo izražene znake poškodb po žveplovm dvokisu na smreki in rdečem boru. Leta 1972, 14 dni po pričetku obratovanja III. faze smo podrobno pregledali gozdne predele južno od TE z namenom ugotavljanja novih poškodb po  $SO_2$  v naslednjih letih. Stanje je bilo glede na prejšnje opazovanje neizpremenjeno, le na vrhu grebena nad TE je bilo opaziti depozit pepela na vegetaciji in objektih.

#### Zaključki:

1. Glede na povečano emisijo za faktor 2.7 v letu 1972 in dodatno povečanje po izgradnji IV. faze, ki bo emisijo  $SO_2$  skupno s III. fazo povečala za 4.7 krat predvidevamo nastop poškodb na občutljivih drevesnih vrstah gozdnega predela Lokovica.
2. Ne izključujemo tudi možnosti blagih poškodb in s tem povezovanih gospodarskih škod (zmanjšan prirastek) v višje ležečih gozdnih predelih na severnem in predvsem severo-vzhodnem delu doline.
3. Imisijske vrednosti v letu 1972 po izgradnji IV. faze ne smejo biti bistveno presežene.
4. Lokalno bodo z veliko verjetnostjo nastopile škode na gozdu zaradi žleda.
5. Ob pravilnem delovanju elektrofiltrov z učinkom 99 % zadrževanja trdnih delcev iz dima in širokem radiusu raztresanja ni pričakovati onesnaženja okolice.

6. Dokončno prognozo vpliva  $SO_2$  na gozdno vegetacijo po izgradnji IV. faze bo mogoče podati po raziskavah v letu 1973, ko bodo znane posledice skupnega delovanja vseh treh že obstoječih faz. Odločujočega pomena bodo eventuelne razlike zdravstvenega stanja gozdov v obdobju 1971 - 1973.

Marjan Šolar

*Šolar Marjan*

Ljubljana, 1.II.1973.

Zb. gozdarstva in lesarstva, L. 14, št. 2, s. 201 - 220, Ljubljana 1976

UDK 634.0.425.1+634.0.181.2(497.12)

**OBSTOJEČA IN POTENCIALNO MOŽNA OBREMENJENOST GOZDOV ŠALEŠKE  
DOLINE Z ŽVEPLOVIM DVOKISOM (SO<sub>2</sub>)**

Marjan ŠOLAR

**Sinopsis**

Avtor ugotavlja glede na zunanje znake in spremembe v vsebnosti žvepla v smrekovih iglicah, kako vpliva zrak, onesnažen z žveplovim dvokisom (SO<sub>2</sub>) na gozdove v Šaleški dolini.

Ta ugotovitev je temelj napovedi o tem, kako poškodovani bodo gozdovi po izgradnji IV. faze TE Šoštanj, ki bo povečala obstoječo emisijo SO<sub>2</sub> za približno 72%. Narejene so številne primerjave in preskusi značilnosti razlik o vsebnosti žvepla v eno in triletnih smrekovih iglicah iz različnih plinsko vplivanih in nevlivanih gozdnih predelov v Sloveniji.

**EXISTING AND POTENTIAL SULPHUR DIOXIDE (SO<sub>2</sub>) IMPACT ON THE FORESTS  
OF ŠALEŠKA VALLEY**

Marjan ŠOLAR

**Synopsis**

The paper deals with the influence of the air polluted by sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) on the forests of Šaleška valley. The method used in evaluating this impact is based on the exterior signs of damage as well as on the changes in sulphur content in the spruce needles.

The findings are to be used as a basis of the damage forecasts in the forests concerned after the completion of the phase IV of the thermal electric plant Šoštanj which will increase the existing emission by approximately 72 percent.

Numerous comparisons and sulphur content significance tests have been made in one and three years old spruce needles from various forest regions in Slovenia influenced by SO<sub>2</sub> as well as from the ones that have not been influenced.

Prispelo: 2.11.1976

Avtorjev naslov:

Marjan ŠOLAR, dipl. inž. gozd.  
višji raziskovalni sodelavec

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo  
pri Biotehniški fakulteti  
61000 Ljubljana, Večna pot 30

## 1. UVODNA POJASNILA

Raziskave so bile narejene zato, da bi glede na obstoječe emisijsko (v ozračje oddani SO<sub>2</sub>) in imisijsko (poškodbe) stanje izdelali kolikor mogoče natančno napoved imisij po povečanju TE za moč 320 MW.

Obstoječe tri faze TE oddajajo dnevno 243 ton SO<sub>2</sub>. IV. faza bo dodatno oddala v ozračje 175 t SO<sub>2</sub>, kar pomeni 72,5% več.

Vpliv kake emisije na rastlinstvo ugotavljamo ponavadi na štiri načine:

- po značilnih zunanjih znakih ali simptomih,
- po spremembi v kemični sestavi rastlinskih tkiv,
- po metodah zmanjšane asimilacije, kar gozdnogospodarsko istimo z zmanjšanjem prirastka,
- po pojavljanju večjega deleža boleznih in škodljivcev na gozdnem drevju zaradi fiziološke oslabiljenosti, ki so jo povzročili plini.

Pri našem delu smo uporabili prvi, drugi in delno tudi četrti način. Ugotavljanje zmanjšane prirastka je sicer najboljši kazalnik, a dolgotrajno delo, ki ga v tem času ni bilo mogoče opraviti. Pokaže nam, kje je tista stopnja obremenjenosti, ki jo povzročajo plini in ima za posledico gospodarsko škodo - manjšo proizvodnjo lesa in manjše donose gozdov.

## 2. SPLOŠNI NARAVNI POGOJI, POMEMBNI ZA ODNOS EMISIJA - IMISIJA (POŠKODOVANOST)

Na nastanek poškodb pri določeni emisiji odločilno vplivajo naravni pogoji. Na primer vrsta in oblika tal sta odvisni od geološke podlage. Določena vrsta tal je pogoj za razvoj specifičnih gozdnih združb z različno drevesno sestavo. Kot vemo, se drevesne vrste bistveno razlikujejo glede na to, koliko so odporne proti plinom. Iglavci so v primerjavi z listavci občutno manj odporni.

Za nastanek poškodb je odločilna tudi kombinacija reliefnih in vremenskih razmer. V ozkih, globokih dolinah z manjšim premikanjem zračnih mas se plini slabo razredčujejo, pogosto nastopajo temperaturni obrati ali inverzije, emitirani plini se porazdele v majhnem prostoru in zato dosegajo vseuničujoče visoke koncentracije (Zasavje). Nasprotno se v vetrovnih ravninskih predelih brez temperaturnih obratov plini dvigajo ali pa jih veter odnaša in razredčuje. Če so ob vsem tem še drevesne vrste v gozdovih odporne, poškodbe pravzaprav ne morejo nastati.

Šoštanj s svojo okolico leži na sredini med obema skrajnostma. Dolina je ploska, obrobno hribovje oddaljeno, razen Lokovice in grebena tik nad termoelektrarno, gozdovi mešani z dobršnim deležem občutljivih iglavcev. Lokalna inverzijska plast leži zelo nizko od 100 do 120 m pod dnem doline in nekako varuje dolino. Druga slabo izražena inverzijska plast leži od 200 do 250 m nad dnem doline. Predvidena višina novega dimnika IV. faze bo to plast prebila, tako da ne bo bistvene-

ga povečanja koncentracij pod nadm. višino 600 m. Zelo verjetno pa se bodo razmere poslabšale v bolj oddaljenih, nadmorsko višje ležečih gozdnih predelih od zahoda do vzhoda (severno ležeči del kotline). V oddaljenosti pet in več kilometrov imamo gozdne predele, v katerih je več iglavcev - smreke, ki bo prav gotovo nekoliko prizadeta in bo manj priraščala - posledica tega bo gospodarska škoda. Dosedanja proučevanja kažejo, da ni pričakovati poslabšanja posrednih vlog gozda.

### 3. PREGLED REZULTATOV RAZISKAV

#### 3.1 Zunanji znaki poškodb

Pri določeni stopnji vpliva onesnaženega ozračja na rastlinstvo se pokažejo na posameznih rastlinskih vrstah tipični, za vrsto emisije značilni zunanji znaki obolenja ali simptomi. Zunanji znak (odmrlo ali na pol odmrlo tkivo) je vedno posledica že dalj časa trajajočih motenj v fizioloških procesih rastline. Težavnejša je determinacija simptomov. Enake ali vsaj podobne patološke slike rastlinskega tkiva in oblike vzrasti lahko povzročijo popolnoma različni vplivi (suša, pozoba, rastlinske bolezni ali škodljivci, neustrezno rastišče, provenienca semena in sadik ...).

Determinacija poteka po načelu izločanja možnih vzrokov. Že v letih 1971 in 1972 smo pri rednem spremljanju žarišč imisijsko poškodovane gozdne vegetacije v Sloveniji v glavnem pregledali ožjo šoštanjsko okolico (greben za TE) in ugotovili znake lažjega obolenja gozdnega drevja zaradi žveplovega dvokisa na prvem grebenu za TE. Poleg tega smo opazili slabo izraženo zaprašenosť. Po teh ugotovitvah smo Šoštanj registrirali kot imisijsko žarišče, ki ga je treba v prihodnje bolj podrobno raziskati.

Leta 1973 in do sestavljanja tega poročila v letu 1974 smo naredili štiri preglede ožje in širše šoštanjske okolice. Pri tem smo ugotovili tole:

- a) Zunanji znaki ali simptomi so opazni samo na prvem grebenu južno od TE, najbolj na koti 535 m (po karti 1:50.000).
- b) Poškodovani so predvsem iglavci (jelka, smreka in rdeči bor), pri enem opazovanju v letu 1973 (avgust) pa smo opazili poškodbe tudi na bukvi.
- c) Poškodbe so bile od majhnih do srednjih. Rastline imajo od 10-20% poškodovanih iglic ali listov.
- d) Nekaj smrek ima nagnjene vrhove, ki so značilna poškodba, nastala zaradi delovanja plinov. Po tem pojavu približno ocenjujemo plinske poškodbe.
- e) Delež sušic je sicer opazno večji kot v oddaljenih zdravih gozdovih, na katere plin ni vplival, vendar vzroki sušenja niso dovolj proučeni.
- f) Na rastlinah nismo ugotovili prašnatih usedlin, ker so vsa opazovanja potekala po dežju. Na gozdnih tleh, predvsem ob panjih so usedline pepela zelo opazne.

### 3.2 Kemične analize

Najbolj uporabljana metoda določevanja škodljivega delovanja plinov so kemične analize rastlinskih tkiv (asimilacijskih organov) na vsebnost žvepla. Znano je, da imajo asimilacijski organi kake drevesne vrste v enaki starosti, enakem letnem času in položaju v krošnji zelo stalne deleže nekaterih snovi. Skoraj nepomembno vlogo imajo tla, geološka podlaga in drugi ekološki pogoji. V ta namen smo jeseni leta 1973 odvzeli vzorce 26 smrek iz širše okolice Šoštanja (glej tabelo 1). Odvzeli smo enoletne in triletno iglice iz 7. do 10. vretena vej (gledano od vrha navzdol). Pri vzorčenju smo skušali zajeti vse smeri, lege in oddaljenost do teoretično možnega nastopa poškodb na razmeroma oddaljenih pobočjih (do max. 6,55 km).

Žveplo je bilo določeno po metodi Eschka (Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, mag. M. Petovar) kot celotno žveplo v sulfatni obliki ( $SO_4$ ) in nato preračunano na čisto žveplo.

Najnižja določena vrednost S je 0,136%, preračunano na suho snov, najvišja 0,337% za enoletne iglice. Triletno iglice imajo po pravilu daljše izpostavljenosti višje vrednosti, ki se gibljejo v razponu od 0,234% do 0,508% žvepla. Srednja vrednost znaša za enoletne iglice 0,237%, za triletno pa 0,344%.

Če te vrednosti primerjamo z vrednostmi vsebnosti žvepla iz zdravih, čistih gozdnih predelov, ugotovimo že brez statističnih metod precejšnje razlike. Srednja vrednost žvepla iz 12 vzorcev iz Pokljuke in Bohinja znaša za enoletne iglice 0,132% in triletno 0,156% žvepla. Šest vzorcev iz Krima ima to vrednost 0,113% in 0,123%, štirje vzorci iz Karavank nad Jesenicami 0,107% in 0,151%, pet iz Kopitnika v Zasavju 0,149% in 0,214%, štirje iz širše okolice Celja (Ločica, Vinška gora, Svetina) 0,170% in 0,229% S, trije iz zgornje Mežiške doline pa 0,103% in 0,126% žvepla.

Pregledna tabela srednjih vrednosti vsebnosti žvepla v smrekovih iglicah (%)

Področje	$\bar{x}$ (enoletne)	$\bar{x}$ (triletno)	Št. vzorcev
Šoštanj	0,237	0,341	26
Alpe	0,132	0,156	12
Krim	0,113	0,123	6
Karavanke	0,107	0,151	4
Zasavje	0,149	0,214	5
Celje	0,170	0,229	4
Koroška	0,103	0,126	3



3.2.1 Preiskus značilnosti razlik srednjih vrednosti vsebnosti S v smrekovih iglicah z "domnevnega" šoštanjkega plinskega območja in primerjalnih območij

1. Primerjava Šoštanj - Alpe

a<sub>1</sub> - enoletne iglice

$$\begin{array}{lll} n_1 = 26 & \bar{x}_1 = 0,237\% S & S_1 = 0,051 \\ n_2 = 12 & \bar{x}_2 = 0,132\% S & S_2 = 0,019 \\ & \Delta \bar{x} = 0,105\% S^* \text{ (značilno)} & \end{array}$$

$$t(\text{izrač.}) = 9,142;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,098$$

Po kriteriju enoletnih iglic se šoštanjke, do sedaj "domnevno" imisijsko žarišče značilno razlikuje od primerjalnega alpskega območja.

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$\begin{array}{lll} n_1 = 26 & \bar{x}_1 = 0,341\% S & S_1 = 0,067 \\ n_2 = 12 & \bar{x}_2 = 0,156\% S & S_2 = 0,028 \\ & \Delta \bar{x} = 0,185\% S^* \text{ (značilno)} & \end{array}$$

$$t(\text{izrač.}) = 12,007;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,098$$

Značilna razlika, ki jo je pokazala primerjava triletnih iglic, dodatno potrjuje, da je na območju šoštanjke smreka obremenjena z žveplovim dvokisom (SO<sub>2</sub>).

2. Primerjava Šoštanj - Krim

a<sub>1</sub> - enoletne iglice

$$\begin{array}{lll} n_1 = 26 & \bar{x}_1 = 0,237\% S & S_1 = 0,051 \\ n_2 = 6 & \bar{x}_2 = 0,113\% S & S_2 = 0,020 \\ & \Delta \bar{x} = 0,124\% S^* \text{ (značilno)} & \end{array}$$

$$t(\text{izrač.}) = 9,560$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,268$$

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$\begin{array}{lll} n_1 = 26 & \bar{x}_1 = 0,341\% S & S_1 = 0,067 \\ n_2 = 6 & \bar{x}_2 = 0,123\% S & S_2 = 0,021 \\ & \Delta \bar{x} = 0,218\% S \text{ (značilno)} & \end{array}$$

$$t(\text{izrač.}) = 13,930;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,208$$

Značilni razliki v primerjavi enoletnih in triletnih iglic.

### 3. Primerjava Šoštanj - Karavanke

a<sub>1</sub> - enoletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,237\% S \quad S_1 = 0,051$$

$$n_2 = 4 \quad \bar{x}_2 = 0,106\% S \quad S_2 = 0,023$$

$$\Delta \bar{x} = 0,131\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 4,967;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,048$$

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,341\% S \quad S_1 = 0,067$$

$$n_2 = 4 \quad \bar{x}_2 = 0,151\% S \quad S_2 = 0,030$$

$$\Delta \bar{x} = 0,190\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 5,520;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,048$$

V obeh primerih značilni razliki.

### 4. Primerjava Šoštanj - Zasavje (primerjalni)

a<sub>1</sub> - enoletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,237\% S \quad S_1 = 0,051$$

$$n_2 = 5 \quad \bar{x}_2 = 0,149\% S \quad S_2 = 0,029$$

$$\Delta \bar{x} = 0,088\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 3,707;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,045$$

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,341\% S \quad S_1 = 0,067$$

$$n_2 = 5 \quad \bar{x}_2 = 0,214\% S \quad S_2 = 0,058$$

$$\Delta \bar{x} = 0,127\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 3,934;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,045$$

Kljub temu da gre za manjše  $\Delta x$  (razlika srednjih vrednosti) so pri 5-odstotnem tveganju razlike še vedno značilne.

### 5. Primerjava Šoštanj - Celje (primerjalni)

a<sub>1</sub> - enoletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,237\% S \quad S_1 = 0,051$$

$$n_2 = 4 \quad \bar{x}_2 = 0,170\% S \quad S_2 = 0,032$$

$$\Delta \bar{x} = 0,067\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 2,516;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,048$$

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,341\% S \quad S_1 = 0,067$$

$$n_2 = 4 \quad \bar{x}_2 = 0,228\% S \quad S_2 = 0,084$$

$$\Delta \bar{x} = 0,113\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 3,027;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,048$$

Tudi ta primerjava daje značilne razlike med aritmetičnimi sredinami.

### 6. Primerjava Šoštanj - Koroška

a<sub>1</sub> - enoletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,337\% S \quad S_1 = 0,051$$

$$n_2 = 3 \quad \bar{x}_2 = 0,103\% S \quad S_2 = 0,020$$

$$\Delta \bar{x} = 0,234\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 4,460;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,050$$

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$n_1 = 26 \quad \bar{x}_1 = 0,341\% S \quad S_1 = 0,067$$

$$n_2 = 3 \quad \bar{x}_2 = 0,126\% S \quad S_2 = 0,032$$

$$\Delta \bar{x} = 0,215\% S^* \text{ (značilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 5,412;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,050$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,001) = 3,690$$

Značilni razlike tudi ob 0,1% tveganju.

Vseh šest dvojnih primerjav srednjih vrednosti vsebnosti celotnega žvepla v smrekovih iglicah med domnevnim šoštanjskim plinskim območjem in območji, na katere žveplo zanesljivo ni imelo vpliva, jasno kaže, da je bila domneva o manjšem vplivu SO<sub>2</sub> na smreko popolnoma pravilna in v nobenem primeru površinsko pretirana. Iz navedenega sledi, da moramo biti pri dodatnem obremenjevanju gozdov Šaleške doline z žveplovim dvokisom previdni, da škodljivi vpliv ne bi presegel tiste meje, ki ima za posledico zmanjšanje varovalnih in socialnih funkcij gozda.

### 3.2.2 Primerjava in ocene posameznih vrednosti vsebnosti žvepla v enoletnih in triletnih iglicah smreke iz Šoštanja

Če si pogledamo tabelo 1, vidimo, da se vrednosti za enoletne iglice gibljejo v razmaku med najnižjo vrednostjo 0,136% S in najvišjo 0,470% S. Vzorec števil. 11 ni realen, ker je odvzet tik ob železniški progi in ga zato ne smemo upoštevati. Za sodbo o obremenjenosti vegetacije in ozračja je bolje, da analiziramo triletno iglice, katerih vsebnost žvepla daje vpogled v imisijska dogajanja zadnjih treh let. V našem primeru je stanje tako:

- a) najnižja vrednost 0,234 nastopa pri vzorcu iz največje oddaljenosti (vzorec št. 19 v smeri ENE, 460 m nad morjem);
- b) najvišja vrednost 0,470 nastopa pri vzorcu št. 5, ki je bil odvzet pri domačiji na Velikem vrhu, kar potrjuje domnevo o najbolj potencialno ogroženem predelu v smeri Lokovica-Veliki vrh;
- c) več višjih vrednosti imamo na manj oddaljenih mestih. Na primer: vzorec št. 21 (vrednost 0,462), oddaljen 1,65 km, vzorec št. 10 (vrednost 0,416), oddaljen 1,05 km, vzorec št. 15 (vrednost 0,416), oddaljen od vira emisij 3,2 km;
- d) iz sistema izstopajoče vrednosti imajo vzroke v pogojih, ki nimajo z emisijo TE nobene povezave. To velja za vzorec št. 11 odvzet tik ob železniški progi (vrednost  $S = 0,508$ ), vrednost vsebnosti žvepla v vzorcu št. 2 (druga najmanjša oddaljenost in četrta najnižja vrednost) in vzorec št. 17 (4,5 km, 0,166, 0,285);
- e) za ugotavljanje povezave o vsebnosti žvepla v odvisnosti od nebesne smeri in nadmorske višine imamo premalo podatkov. Najvišja vrednost leži južno od TE, druga največja vrednost pa v smeri severozahod. Po nadmorski višini se razlikujeta za 100 m.

V nadaljevanju želimo statistično ugotoviti, katere vrednosti izmed 26 vzorcev enoletnih in 26 vzorcev triletnih iglic z verjetnostjo 95% spadajo v omenjeno populacijo in kakšni so vzroki izpadov v pozitivni in negativni smeri.

$a_1$  - enoletne iglice

$$Z_{5\%} = 1,96 \quad S = 1,96 \times 0,051 = 0,9996 = 10$$

$$\bar{x} = 0,237\% \text{ S}$$

$$\text{zgornja meja: } 0,237 + 1,0 = 0,337\% \text{ S}$$

$$\text{spodnja meja: } 0,237 - 1,0 = 0,137\% \text{ S}$$

Najvišja vrednost iz populacije vzorcev je 0,337% S, leži natančno na zgornji meji intervala, s tem spada v interval.

Tako je tudi z najnižjo vrednostjo 0,136% S. Vse posamezne vrednosti so v omenjenem intervalu.

$a_2$  - triletne iglice

$$Z\ 5\% = 1,96\ S = 1,96 \times 0,067 = 0,131$$

$$\bar{x} = 0,341\% S$$

$$\text{zgornja meja: } 0,341 + 0,131 = 0,472\% S$$

$$\text{spodnja meja: } 0,341 - 0,131 = 0,210\% S$$

Najvišja vrednost med vzorci je 0,508 in gre iz intervala (vzorec leži tik ob železniški progi). Druga najvišja vrednost 0,470 in tudi druge vrednosti so že v omenjenem intervalu.

Najnižja vrednost 0,234 leži znotraj  $x - 1,96 S$ .

Iz obeh primerjav je razvidno, da razen enega obrazloženega primera vsi vzorci po analizirani vrednosti celotnega žvepla ne izkazujejo velike raztresenosti in da so bili odvzeti s pravilno domnevo o razširjenosti onesnaženega zraka v Šaleški dolini. Enako smo ugotavljali že v prejšnjem poglavju.

### 3.2.3 Primerjava vrednosti vsebnosti žvepla v enoletnih in triletnih smrekovih iglicah iz Šoštanja in Celja

Zato, da bi še bolje osvetlili obremenjenosti gozdnega rastlinstva z žveplovim dvokisom v Šaleški dolini, smo naredili tudi primerjavo z vzorci s celjskega plinskega območja. Ker pa imamo iz Celja samo vzorce z mejnega območja, ne pa iz jedra - sredine areala, poškodovanega gozdnega rastlinstva, smo tudi v Šoštanju vzeli za prvo primerjavo samo vzorce, ki so bolj oddaljeni od vira emisije. Ne glede na velikost poškodovanega območja morajo biti v mejnih predelih razmere zelo podobne. Mejno območje v našem primeru označuje prehod med vidnimi in nevidnimi poškodbami, se pravi tam, kjer ponehajo zunanji znaki. V tem pasu smo v Celju odvzeli leta 1971 sedemnajst vzorcev in ugotovili v njih vrednosti  $S$ , kot jih navaja tabela št. 8.

#### Primerjava št. 1 - Šoštanj (večja oddaljenost kot 4 km) - Celje

$a_1$  - enoletne iglice

$$n_1 = 10 \qquad \bar{x}_1 = 0,219\% S \qquad S_1 = 0,056$$

$$n_2 = 17 \qquad \bar{x}_2 = 0,178\% S \qquad S_2 = 0,029$$

$$\Delta \bar{x} = 0,141\% S^{NZ} \text{ (neznačilno)}$$

$$t(\text{izrač.}) = 2,103;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,343$$

Neznačilnost razlik potrjuje domnevo o enakih imisijskih razmerah v mejnih predelih.

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$\begin{array}{lll} n_1 = 10 & \bar{x}_1 = 0,301\% S & S_1 = 0,040 \\ n_2 = 17 & \bar{x}_2 = 0,267\% S & S_2 = 0,039 \\ & \Delta \bar{x} = 0,034\% S^* (\text{značilno}) & \end{array}$$

$$t(\text{izrač.}) = 2,191;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,060$$

Razlika je značilna, vendar sta obe vrednosti skoraj enaki. Značilnost razlik si lahko razlagamo tudi s tem, da v enem ali drugem primeru nismo zajeli celotnega vplivanega območja.

Navedena testa potrjujeta, da je domneva o enakih ali vsaj zelo podobnih imisijskih situacijah v mejnih predelih pravilna.

#### Primerjava št. 2 - Šoštanj (vsi vzorci) - Celje

a<sub>1</sub> - enoletne iglice

$$\begin{array}{lll} n_1 = 26 & \bar{x}_1 = 0,237\% S & S_1 = 0,051 \\ n_2 = 17 & \bar{x}_2 = 0,178\% S & S_2 = 0,029 \\ & \Delta \bar{x} = 0,059\% S^* (\text{značilno}) & \end{array}$$

$$t(\text{izrač.}) = 4,811;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,5) = 2,079$$

a<sub>2</sub> - triletne iglice

$$\begin{array}{lll} n_1 = 26 & \bar{x}_1 = 0,341\% S & S_1 = 0,067 \\ n_2 = 17 & \bar{x}_2 = 0,267\% S & S_2 = 0,039 \\ & \Delta \bar{x} = 0,074\% S^* (\text{značilno}) & \end{array}$$

$$t(\text{izrač.}) = 4,604;$$

$$t(\text{tab. } \alpha = 0,05) = 2,080$$

Značilnost razlik nakazuje značilnost območij. Iz obeh primerjav lahko povzamemo, da se vsebnosti celotnega žvepla v smrekovih iglicah iz robnih predelov med seboj ne razlikujejo značilno, in da se značilno razlikuje poprečna obremenjenost zajetega šoštanjskega imisijskega žarišča od poprečne celjske obrobne. Šoštanjsko imisijsko območje je s tem ponovno dokazano.

#### 4. VREDNOST VSEBNOSTI ŽVEPLA V RASTLINSKIH TKIVIH

Podatek o povečani vsebnosti žvepla v rastlinskih tkivih nam potrjuje vpliv onesneženega ozračja na rastline. Stopnjo vpliva je zelo težko ali pa celo nemogoče določiti s kemičnimi analizami. Starejše teorije so na podlagi vsebnosti določene komponente iz onesnaženega ozračja razvrstile vzorce v več stopenj poškodova-

nosti, na primer: do vrednosti 0,10% S v smrekovih iglicah so vzeli za neškodljivo količino, od 0,10 - 0,25 je bila 1. stopnja poškodovanosti, od 0,25 - 0,40 je bila osnova za srednjo - 2. stopnjo poškodovanosti itd. Teorija se je porušila ob dejstvu, da je v vzorcih iz močnejše poškodovanih predelov vedno več odmrlih ali delno odmrlih iglic (rjavih - nekrotiziranih), ki vsebujejo manj snovi iz onesneženega ozračja. Pojav si razlagamo s tem, da odmrlo ali delno odmrlo tkivo ne vsrkava več snovi, sekundarno pridobljene in akumulirane snovi se iz njega tudi izlužujejo. Tudi pri naših raziskavah smo omenjeni pojav že nekajkrat registrirali v Zasavju in Celju.

Primerjava in razvrstitev vzorcev glede na različno vsebnost žvepla je možna (upravičena) samo v skupini vzorcev, ki so vsi brez odmrlih delov. Vzorci iz Šoštanja so bili vsi primerljivi, zato smo lahko naredili nekaj primerjav. Povedati moramo, da imajo lahko vzorci iz manj poškodovanih območij višje vrednosti žvepla kot tisti iz močnejše poškodovanih območij, zato nas šoštanjske razmere visoke vrednosti ne smejo presenetiti.

Kemične analize nazorno kažejo, da emisija obstaja, zelo malo pa povedo o stopnji vpliva. Važno je, da se pri primerjavah opremo na zanesljive podatke, pravilno določimo vrednost s primerjalnih območij in naredimo statistične preskuse.

Leta 1973 nismo odvzeli primerjalnih vzorcev v čistih predelih blizu Šaleške doline, ker smo imeli iz prejšnjih let vzorce iz predela Črne na Koroškem, celjske okolice (Vinska gora, Svetina, Vransko) in iz Zasavja (Kopitnik). Menili smo, da bi bili prav vzorci iz teh predelov ustrezni za šoštanjske primerjave. Pri primerjavah smo uporabili tudi vzorce iz Karavank, Bohinja, Pokljuke in Krma. Za obrazložitev ponovimo: ugotovljeno je, da je vsebnost žvepla pri določeni drevesni vrsti zelo konstantna od določene starosti (70 let) dalje, če so vzorci odvzeti v istem času, na istem položaju v krošnji drevesa in enako obdelani. Rastišče (tla) ima pri tem podrejeno vlogo. Vsi ti pogoji so bili pri naših raziskavah izpolnjeni.

Če bi hoteli ugotoviti količinski vpliv SO<sub>2</sub> na gozdove v okolici Šoštanja, bi morali hkrati analizirati prirastke. Šele ob primerjavi med vsebnostjo žvepla v iglicah smreke in prirastkom bi zanesljivo lahko določili gospodarsko škodo. Predlagamo razširitev raziskav.

#### POVZETEK

Povečanje emisije za 75% ne pomeni tudi 75 - odstotnega povečanja imisij. Pri majhni obremenjenosti določeno povečanje emisije povzroči ponavadi manjše povečanje imisije, pri močni obremenjenosti pa povzroči enako povečanje precejšnje škode. Na primer: imamo malo poškodovan gozd, ki je nenadoma izpostavljen še enkrat večji koncentraciji plinov. Poškodovanost v tem primeru ne bo še enkrat večja. Če je poškodovanost že močna, pa že manjše povečanje lahko uniči vse.

Upoštevati moramo tudi, da bo dodatna emisija SO<sub>2</sub> v Šoštanju prišla v ozračje na drugem mestu in večji višini. Zelo težko in skorajda nemogoče je, da bi se obe emisiji natovorili in na določenih mestih na terenu ustvarili za 75% slabše imisijske pogoje.

Pri 75-odstotnem povečanju emisije SO<sub>2</sub> TE Šoštanj, ter glede na raziskave v Šaleški dolini in izkušnje z drugih plinskih območij predvidevamo v prihodnosti tole:

1. Enako obremenjenost gozdnega rastlinstva v gozdnih predelih pod višino 600 m (nadmorska višina Šoštanja + višina dimnika IV. faze);
2. povečano obremenjenost nad 600 m, ki na bližnjih predelih lahko povzroči vidne poškodbe na občutljivih iglavcih (tu mislimo smreko);
3. smreka bo v vsem območju, ki smo ga leta 1973 zajeli z vzorci, manj priraščala;
4. pri listavcih ne pričakujemo večjih poškodb in večje gospodarske škode;
5. sam obstoj gospodarsko pomembnih drevesnih vrst ne bo ogrožen. Po dosedanjih izkušnjah tudi ne bo ogrožen grmovni in zeliščni sloj, ki je poglavitni nosilec posrednih gozdnih koristi, zaradi česar ne pričakujemo v bližnji prihodnosti bistvenega poslabšanja varovalnih in socialnih vlog gozda.

Glede na ugotovitve in napovedi predlagamo:

1. Podrobno je treba analizirati prirastek.
2. Gospodarske škode (izpad prirastka, manjša vrednost sortimentov, večje vlaganje v obnovo, nego in varstvo gozdov ter v zasebnem sektorju še izguba na zaslužku pri izdelavi in spravilu) naj se izplačuje kot redna letna odškodnina. Škode na posrednih vlogah gozda, ki lahko nastanejo pri daljši izpostavljenosti delovanja plinov ali povečani intenziteti delovanja, je obravnavati ločeno na podlagi posebne študije.
3. Če se pokaže, da kaka drevesna vrsta v novih razmerah nima več prihodnosti (kljub temu da je to zelo malo verjetno), jo je treba na povzročiteljeve stroške zamenjati z drugo, bolj odporno vrsto. Razliko v morebitni manjši vrednosti lesa ali manjšem prirastku obračunamo kot odškodnino.
4. Ob pogoju, da posredne koristi gozda ne bodo zmanjšane, in da bo odškodnina pravilno določena in pravočasno izplačana, gozdarstvo nima pripomb k izgradnji IV. faze TE Šoštanj.

## EXISTING AND POTENTIAL SULPHUR DIOXIDE (SO<sub>2</sub>) IMPACT ON THE FORESTS OF ŠALEŠKA VALLEY

### SUMMARY

A 75 percent increase in emission does not represent an equal increase in immis-  
sion. At low concentration levels a certain increment in emission usually brings



about a small increase in immission. At high concentration levels, however, the same increase causes a significant damage. For example: in case of a little damaged forest which has been suddenly exposed to a double gas concentration, the damage will not increase by 100 percent. In case of a severely damaged forest, however, even a smaller increase can cause a complete destruction.

It has to be also considered that the additional SO<sub>2</sub> emission in Šoštanj will enter the atmosphere at a greater height and at a different locale. It is very unlikely - virtually impossible - that both emissions would be superimposed, thus creating at certain places immission by 75 percent greater from the existing one.

On the basis of the research conducted in Šaleška valley and of the experience from other gas - endangered forest areas the following effects can be expected if a 75 percent increase in SO<sub>2</sub> emission from the thermal power plant Šoštanj is to take place:

1. The same level of gas-load acting upon forest in places up to 600 meters above sea level (altitude of Šoštanj + the stage height in phase IV)
2. An increased gas-load in altitude above 600 meters, which can cause visible damages to the sensitive conifers (spruce) in the nearby localities
3. The increment growth of spruce will decrease in the entire area covered by sampling in 1973
4. In case of deciduous tree species no significant damages and economic losses are foreseen
5. The very existence of economically important tree species will not be endangered. According to previous experiences the shrub and herb layers will not be endangered either. These two layers are the main carriers of the indirect forest functions, therefore no essential reduction of social and protective functions are to be expected in the near future.

On the basis of these findings and forecasts the following is suggested:

1. A detailed increment growth analysis is to be made
2. Economic damages (loss in increment, lower assortment value, higher investments in regeneration and protection of the forests and in the case of private owners also the loss of earnings in primary conversion and transport) should be paid out as indemnities on a yearly basis. The damages to the indirect forest functions that can occur after a longer exposure to the gas impacts or due to an increase in gas concentration are to be dealt with in separate study
3. In case it shows that a certain tree species has no future under the new conditions (which is not very likely) it has to be replaced by another, more resistant tree species at the expense of the party responsible for such new conditions. In case that the new tree species would have a lower increment and/or its wood would fetch lower prices, the differences are to be calculated and paid out as indemnities

4. There would be no further remarks regarding construction of phase IV of thermal power plant Šoštanj, provided:

- the social and protective functions of the forests will not be reduced,
- the indemnities will be calculated in a correct manner and paid in time.

#### 6. UPORABLJENI VIRI

BERGE, H., IAAG, O.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten 4. del, Berlin 1970.

BLEJEC, M.: Statistične metode v gozdarstvu in lesarstvu, Ljubljana, 1969.

GARBER, K.: Luftverunreinigung und ihre Wirkungen, Berlin 1967.

IUFRO: Gradivo IUFRO kongresov (1966, 1970-1972).

PARADIŽ, B.: Vpliv termoelektrarne Šoštanj na onesnaženje zraka v Šaleški dolini - 1974.

VAN HAUT-STRATMANN: Farbtafel-atlas über Schwefeldioxid - Wirkungen an Pflanzen.

ŠOLAR, M.: Lastno interno objavljeno in manuskripno gradivo (elaborati, poročila, izvedenska mnenja ...).

#### 7. PRILOGE

a) Tabele 1-8

b) Pregledna karta lokacij odvzema vzorcev, M = 1:50.000.

Tabela 1: Rezultati kemičnih analiz o vsebnosti SO<sub>4</sub> in S smrekovih iglic iz Šoštanjске okolice 1973

Štev. vzorca	enoletne		triletne		ocena		odd. v km	smer inter.	nadmor. višina	Splošna značilnost:
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%	1	3				
1	0,686	0,229	0,952	0,318	+	+	3,15	ESE	430	neposredno odprto
2	0,568	0,190	0,838	0,280	+	+	1,18	SE	460	neposredno odprto
3	0,820	0,274	1,060	0,354	+	+	2,10	SSE	540	neposredno odprto
4	0,652	0,218	1,084	0,362	+	+	2,00	S	550	neposredno odprto
5	1,008	0,337*	1,408	0,470*	+	+	2,80	SSW	600	neposredno odprto
6	0,688	0,230	1,188	0,397	+	+	2,25	SW	480	delno ovirano
7	0,708	0,236	0,904	0,302	+	+	1,50	SSW	440	delno ovirano
8	0,608	0,203	0,964	0,322	+	+	1,00	S	400	zaprta dol. lega
9	0,872	0,291	1,032	0,345	+	+	0,48	SE	500	neposredno odprto
10	0,744	0,248	1,264	0,416	+	+	1,05	WNW	500	neposredno odprto
11	0,886	0,296	1,522	0,508	+	+	2,00	WNW	400	popolnoma zaprto (proga)
12	0,586	0,196	0,898	0,300	+	+	3,35	WSW	540	delno ovirano
13	0,596	0,199	0,988	0,330	+	+	3,05	W	560	odprto (drugi greben)
14	0,848	0,283	1,016	0,339	+	+	3,10	WNW	600	neposredno odprto
15	0,910	0,304	1,246	0,416	+	+	3,20	NW	500	dolina delno odprta
16	0,720	0,240	1,016	0,339	+	+	5,25	NNW	500	zaprto
17	0,496	0,166	0,852	0,285	+	+	4,45	ESE	480	odprto
18	0,552	0,184	0,826	0,276	+	+	6,35	ESE	450	gen. odprto
19	0,512	0,171	0,702	0,234 $\Delta$	+	+	6,50	ENE	460	gen. odprto
20	0,408	0,136 $\Delta$	0,782	0,261	-	+	4,50	ENE	480	gen. odprto
21	0,888	0,297	1,382	0,462	+	+	1,65	NE	440	odprto nizko
22	0,752	0,251	0,920	0,307	+	+	4,60	NW	520	dolinski dostop
23	0,814	0,281	1,056	0,353	+	+	6,50	NW	750	odprto daleč
24	0,616	0,206	0,984	0,329	+	+	4,05	N	400	dolinski dostop
25	0,948	0,317	1,044	0,349	+	+	5,10	NW	650	odprto
26	0,668	0,223	0,832	0,283	+	+	6,10	NW	600	odprto

$\bar{x}$  =                    0,237                    0,341

\* najvišji vrednosti

$\Delta$  najnižji vrednosti

Tabela št. 2: Primerjalni vzorci iz alpskega prostora  
(Pokljuka, Bohinj) 1973

Štev. vzorca	enoletne		triletne	
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%
1	0,388	0,113	0,656	0,219*
2	0,342	0,114	0,355	0,118
3	0,476	0,159	0,550	0,184
4	0,480	0,160*	0,527	0,176
5	0,456	0,152	0,466	0,156
6	0,382	0,128	0,452	0,151
7	0,435	0,145	0,458	0,153
8	0,334	0,112	0,383	0,128
9	0,443	0,148	0,450	0,150
10	0,382	0,128	0,440	0,147
11	0,335	0,112	0,480	0,161
12	0,350	0,117	0,368	0,123
$\bar{x}$ =		0,132		0,156

Tabela št. 3: Primerjalni vzorci - Krim 1971

Štev. vzorca	enoletne		triletne	
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%
1	0,28	0,094	0,33	0,110
2	0,30	0,100	0,35	0,117
3	0,40	0,134	0,46	0,154
4	0,40	0,134	0,42	0,140
5	0,27	0,090	0,29	0,097
6	0,37	0,124	0,36	0,120
$\bar{x}$ =		0,113		0,123

Tabela št. 4: Primerjalni vzorci - Karavanke 1971

Štev. vzorca	enoletne		triletne	
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%
1	0,33	0,110	0,39	0,130
2	0,35	0,117	0,58	0,194
3	0,22	0,073	0,40	0,134
4	0,38	0,127	0,43	0,144
$\bar{x}$ =		0,107		0,151

Tabela št. 5: Primerjalni vzorci - Zasavje 1971

Štev. vzorca	enoletne		triletne	
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%
1	0,40	0,134	0,71	0,237
2	0,43	0,144	0,88	0,294
3	0,59	0,197	0,67	0,224
4	0,36	0,120	0,45	0,150
5	0,45	0,150	0,50	0,167
$\bar{x}$ =		0,149		0,214

Tabela št. 6: Primerjalni vzorci - Celje 1971

Štev. vzorca	enoletne		triletne	
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%
1	0,65	0,217	1,06	0,354
2	0,50	0,167	0,57	0,190
3	0,44	0,147	0,58	0,194
4	0,45	0,150	0,53	0,177
$\bar{x}$ =		0,170		0,229

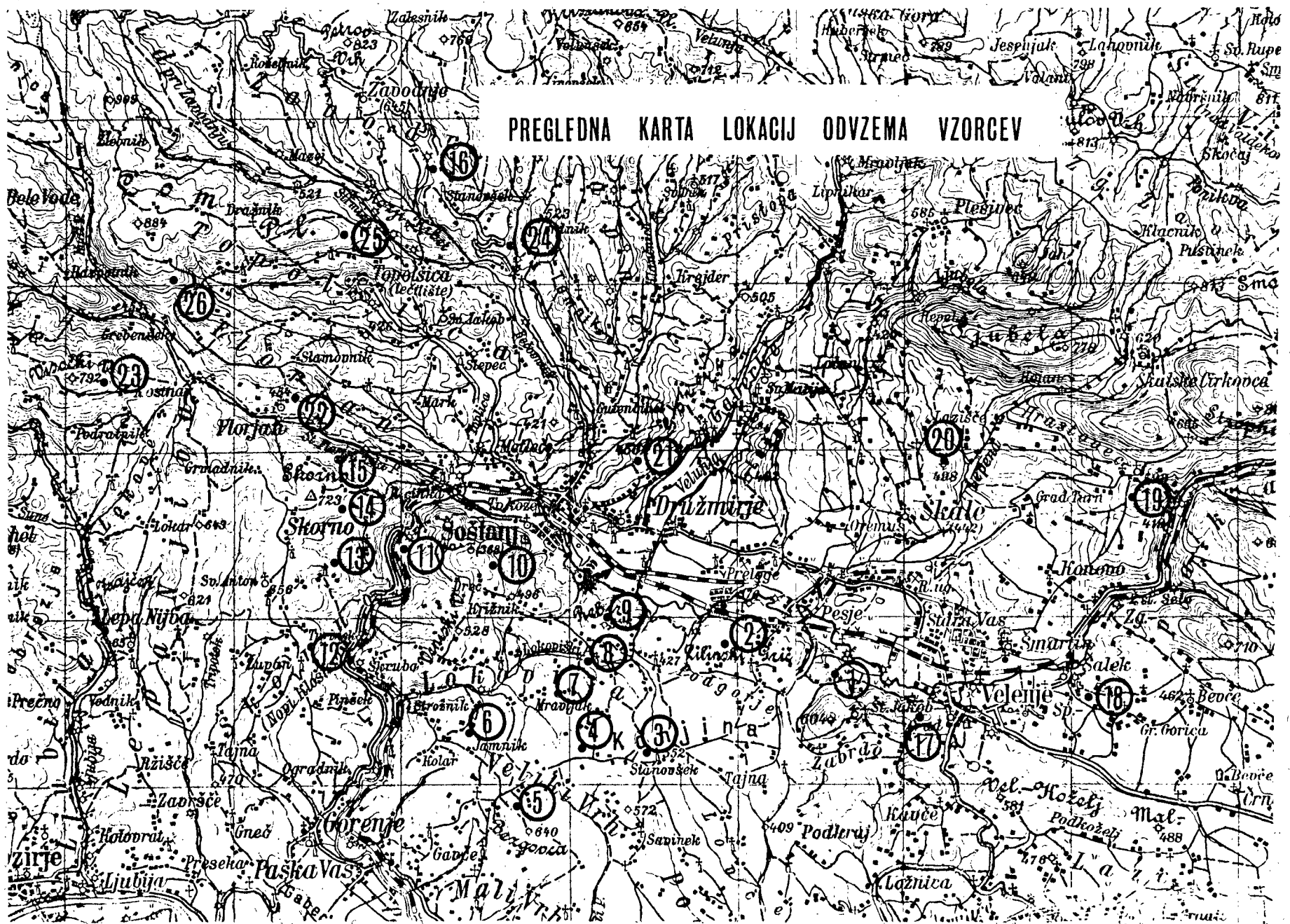
Tabela št. 7: Primerjalni vzorci - Koroška

Štev. vzorca	enoletne		triletne	
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%
1	0,34	0,114	0,48	0,160
2	0,34	0,114	0,36	0,120
3	0,24	0,080	0,29	0,097
$\bar{x}$ =		0,103		0,126

Tabela št. 8:

Štev. vzorca	CELJE				ŠOŠTANJ (rob nad 4 km)		
	enoletne		triletne		Št.v.	enoletne	triletne
	SO <sub>4</sub> %	S%	SO <sub>4</sub> %	S%	Št.	S%	S%
1	0,54	0,180	0,62	0,207	16	0,240	0,339
2	0,65	0,217	0,84	0,281	17	0,166	0,285
3	0,59	0,197	0,89	0,297	18	0,184	0,276
4	0,69	0,230	1,01	0,337	19	0,171	0,234
5	0,46	0,154	0,88	0,294	20	0,136	0,261
6	0,55	0,184	0,96	0,321	22	0,251	0,307
7	0,62	0,207	0,91	0,304	23	0,281	0,353
8	0,57	0,190	0,83	0,277	24	0,206	0,329
9	0,47	0,157	0,74	0,247	25	0,317	0,349
10	0,56	0,187	0,79	0,264	26	0,233	0,283
11	0,46	0,154	0,80	0,267			
12	0,44	0,147	0,64	0,214			
13	0,44	0,147	0,59	0,197			
14	0,47	0,157	0,63	0,277			
15	0,65	0,217	0,79	0,264			
16	0,50	0,167	0,73	0,244			
17	0,57	0,190	0,73	0,244			
$\bar{x}$ =		0,178		0,267	$\bar{x}$ =	0,219	0,301

PREGLEDNA KARTA LOKACIJ ODVZEMA VZORCEV



## 2. K I D R I Č E V O

Tovarna glinice in aluminija "Boris Kidrič" je velik emitent fluoridov, leži v ravnini Dravskega polja, sredi borovih gozdov, ki jih uvrščamo v gozdno združbo acidofilnega borovega gozda. Poglavitni veter je zahodnik in občasno tudi vzhodnik, kar se ujema tudi z generalno sliko plinsko poškodovanih gozdov, katerih površina znaša 700 ha

Podrobne proučitve tega inisijskega žarišča v prven raziskovalnem obdobju nismo naredili, ker smo smatrali, da moramo večjo skrb posvetiti drugim večjim in bolj akutnim inisijskim žariščem. Izdelali smo karto poškodovanih gozdov. Zone poškodovanosti smo določili po prevladujoči drevesni vrsti, po rdečem boru.

Gozdove okolice Kidričevega upravlja odsek za gozdarstvo ptujskega Agrokombinata, majhen delež tvorijo zasebni gozdovi, 192 ha gozdov v neposredni okolici tovarne pa je tovarniških, ki ima zato organizirano svojo gozdarsko službo. Po večkratnih terenskih opažanjih in posredovanju izkušenj tankajšnjih gozdarjev ugotavljamo razmeroma dobro uspevanje iglavcev v mladosti; dokler so pod zastorom, ko pa pridejo izpod te zaščite pa hitro propadajo. Kot najbolj občutljiva drevesna vrsta se je pokazal zeleni bor, ki mu sledi rdeči bor. Obe dva po občutljivosti prekašata celo smreko. Ta pojav drugje nismo opazili, v Kidričevem pa je še premalo proučen. Tem trem drevesnim vrstam sledijo macesen in črni bor ož iglavcev in domači listavci - graden, lipa in beli gaber. Kot zelo odporna vrsta so se pokazale lipa, robinija, javorji, breza in vrbe. Prvo testiranje odpornosti sta dobro prestala tuji pajeson (*Ailantus glandulosa*), rdeči hrast in kanadska čuga (*Thuja canadensis*). Med grmovnimi vrstami dobro uspevajo navadna krhljika in čremsa ter vnešena žuka (*Spartium junceum*).

Navadna krhljika in beli gaber sta se tudi v Kidričevem pokazala kot odlični indikatorski rastlini za fluoride.

Inisijskih vrednosti iz tega področja nimamo, deduktivno pa na podlagi površin poškodovanih gozdov ugotavljamo, da na 80 ha (IV. in III. zona), vladajo za iglavce kritični inisijski pogoji in na nadaljnjih 620 ha preostri za normalno rast lokal-



nih gospodarsko posebnih drevesnih vrst.

V letu 1976 smo z namenom ugotovitve obremenjenosti gozdov s vodikovim fluoridom analizirali 30 vzorcev eno in dvoletnih borovih iglic. Dodatno smo določili tudi celokupno žveplo. Iz rezultatov (glej priloženo tabelo) je razvidno, da je imisijsko žarišče tipično fluoridno. Žveplove spojine na gozdno vegetacijo ne morejo imeti škodljivega vpliva. Kirjenje onesnaženega zraka je pretežno v smeri proti vzhodu (Hajdinji). Emisija žvepla gre pretežno skozi visoki dimnik, emisija fluoridov pa vstopa v ozračje čisto pri tleh (elektropsči).

Statističnih izračunov nismo naredili. Če groba primerjava rezultatov in srednjih vrednosti nam daje sledeče ugotovitve:

1. Na lokaciji 1 (tovarniški vrt) smo določili izredno visoke vrednosti vsebnosti fluoridov, ki so do 48 krat nad normalnimi (10 ppm) vrednostmi. Žveplo na tej lokaciji pa je povsem v mejah normalnih vrednosti (pod 0,150 %).

2. Na drugi 5 km oddaljeno lokaciji so fluoridi in žveplo pod ničelnimi vrednostmi.

3. Tretja 3,5 km oddaljena vmesna lokacija nam izkazuje po kemičnih analizah rahlo obremenjenost s fluoridi in tudi žveplom, vendar v mejah, ki za kakršnokoli sodbo potrebujejo dodatnih raziskav. Zaučkrat predela še ne uvrščamo v dejansko poškodovano področje.

Ugodni vremenski pogoji v ravninskem svetu kljub domnevno izredno veliki emisiji povzročajo razmeroma majhno površino poškodovanih gozdov, ki jo pa v nobenem primeru v bodoče ne smemo zanemariti. Površina poškodovanih gozdov bi bila večja, če bi v smeri glavnega vetra bili gozdovi, tako da ima emisija zagotovo škodljivi vpliv tudi na kmetijske kulture, predvsem v smeri proti vzhodu.

V naslednjem raziskovalnem obdobju bo potrebno v prvi vrsti urediti odškodninsko problematiko, ki v Kidričevem sploh še ni bila nikoli obravnavana. Ob razgovorih z gozdarji Agrokombinata Ptuj, pa je bila podana zelo pomembna pobuda, da bi se v okviru tovarniških gozdov in gozdarske službe ter Inšti-

tuta za gozdno in lesno gospodarstvo začelo vzgajati plinsko (HP) odporno drevje in grmičevje za ozelenjevalne potrebe Kidričevega in drugih industrijskih pa tudi mestnih inisijsko vplivanih površin.

PREGLJEDNA TABELA REZULTATOV KEMIČNIH ANALIZ  
eno in dvoletnih iglic rdečega bora  
KIDRIČEVO 1976

St.	S S		ppm F		O p o m b e
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	
1	0,107	0,119	230	324	Borov sestoj v tovarniškem vrtu (pri izobraževalnem centru)
2	0,130	0,153	168	230	
3	0,087	0,109	230	480	
4	0,116	0,106	140	196	
5	0,085	0,078	108	196	
6	0,091	0,097	6,0	7,2	Oddenek 1 K.O. Pleterje 5 km od tovarne, izven smeri vetrov
7	0,107	0,199	2,0	9,2	
8	0,081	0,127	2,0	3,2	
9	0,119	0,123	3,2	4,2	
10	0,170	0,090	2,0	2,0	
11	0,170	0,130	10,0	11,2	Oddenek 12/b K.O. Župečja vas 3,25 km izven smeri vetrov
12	0,160	0,160	13,8	15,2	
13	0,140	0,130	14,0	15,2	
14	0,160	0,170	15,2	22,0	
15	0,150	0,180	13,6	15,2	
$\bar{y}$	0,105	0,113	175,2	285,2	Srednja vrednost vzorcev 1-5
$\bar{y}$	0,114	0,127	3,04	5,16	" " " 6-10
$\bar{y}$	0,156	0,157	13,32	15,76	" " " 10-15

### 3. OPEKARNE KRAJ

Pod tem skupnim naslovom smo obdelali problematiko opekarn na kranjskem gozdnogospodarskem območju. Gre za podobne spremembe kot smo jih podrobneje obdelali na primeru opekarn, odnosno tovarne keramičnih izdelkov v Ljubečni pri Celju. Nova tehnologija, druga nič dosti manj čista goriva in zelo verjetno surovina (glina) z večjim deležem fluoridov, je v okolici opekarn naenkrat povzročilo prav akutne poškodbe na rastlinstvu. Opozorjeni s strani gozdnega gospodarstva smo ocenjene opekarn z namenom rešitve problema odškodnin pregledali, najhujši primer Opekarno Češnjevke pa vključili v naše študijske objekte kjer ugotavljamo sledeče:

1. Po simptomatiki gre za poškodbe po fluorovodik in žveplovem dvokisu. Prevladujejo poškodbe po fluoru.
2. Smreka v najo\_hji okolici opekarn je propadla v treh letih, rdeči bor je v odvisnosti od rastišča, makroskopsko vidno poškodovan v radiusu do 500 m
3. Vrstni red stopnje poškodovanosti listavcev je: beli gaber, pravi kostanj, lipa, hrast in tudi bukev.
4. Poškodovanost se po površini in stopnji vpliva večja, tako da zajema vplivana površina najmanj 60 ha, od tega je 3. in 4. stopnje (skupina A) okoli 10 hektarjev, to je površina, kjer so iglavci eksistenčno ogroženi.

#### Kemične analize:

V letu 1975 smo odvzeli v močno poškodovanih sestojih rdečega bora in smreke v Češnjevku 20 vzorcev za kemične analize. V naslednjem prikazujemo rezultate analiziranih desetih vzorcev smrekovih iglic. Pripomniti moramo, da je bil to prvi poskus določevanja fluora v rastlinskih tkivih na gozdarskem inštitutu in da je bilo ob tem delu veliko preizkušanja raznih metod, ter sodelovanja z drugimi institucijami (Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, BIF in Metalurški inštitut).

1.)

Št.	F <sub>ppm</sub> (1)	F <sub>ppm</sub> (3)
1	30	66
2	80	100
3	76	280
4	102	290
5	80	210

2.)

Št.	F <sub>ppm</sub> (1)	F <sub>ppm</sub> (3)
1	16	23
2	10	12
3	11	20

V tabeli 1.) so podani vzorci iz poškodovanega področja v drugi pa trije primerjalni vzorci iz predela pod vasjo Češnjevk (1,5 km zračne črte od Opekarne). Velika razlika med vsebnostmi fluora je vidna že brez statističnih preskusov, kljub temu, da so primerjalne vrednosti še vedno nad vrednostmi, ki jih literatura navaja kot ničelne vrednosti. Sna- tra se, da imajo rastlinska tkiva (asimilacijski organi) normalno pod 10 ppm fluora.

Značilnost razlik med srednjimi vrednostmi smo preizku- sili s T-testom predvsem zaradi malega števila vzorcev in velikih razlik (rasponi 30-102 in celo 66-290) med posameznimi vrednostmi.

Enoletne iglice

$$n_1 = 5 ; \quad \bar{y}_1 = 73.60 \text{ ppm F} \quad S_1 = 26,43$$

$$n_2 = 3 ; \quad \bar{y}_2 = 12.33 \text{ ppm F} \quad S_2 = 3,21$$

$$\Delta \bar{y} = 61,27 \text{ ppm F}$$

$$T(\text{izrač}) = 5,12 \quad T(\text{tab } \alpha = 0,05)$$

Triletne iglice

$$n_1 = 5 ; \quad \bar{y}_1 = 189.20 \text{ ppm F} \quad S_1 = 102.44$$

$$n_2 = 3 ; \quad \bar{y}_2 = 18.33 \text{ ppm F} \quad S_2 = 5.69$$

$$\Delta y = 170.87$$

$$T(\text{izrač}) = 3.72 \quad T(\text{tab } \alpha = 0,05)$$

V prvi fazi je šlo predvsem za dokaz plinskega vpliva, čeprav je bilo popolnoma nedvoumno, da gre za vpliv emisij opekarne Češnjevk. Že brez tega dokaza so Opekarne Kranj v

letu 1976 pristale na povračilo škode za najbolj ogroženo področje. Gozdne okolice kranjskih opekarn proučujemo dalje.

Podobno, a ne toliko akutno stanje poškodb smo ugotovili tudi v borovih sestojih v okolici opekarne Stražišče pri Kranju.

#### 4. K O G A Š K A S L A T I N A

V tehnoloških postopkih v steklarnah se sproščajo plinasti vodikovi fluoridi, ki so kot je znano močno toksični. Okolico steklarne v Kogaški Slatini smo si ogledali predvsem s stališča tipičnih poškodb na vegetaciji, kjer gre samo za vpliv steklarne, drugi možni vzroki poškodovanosti so tu praktično popolnoma izključeni. Pri podrobnem pregledu dne 18.7.1973 ugotavljamo sledeče:

Gre za malopovršinsko močno vplivano področje, ki lahko služi kot odličen študijski objekt za proučevanje vpliva vodikovega fluorida na gozdno vegetacijo. Jasne in izrazite poškodbe so v pobočju za steklarno predvsem v SW delu. Neja vizuelno jasno določljivih ožigov poteka po grebenu, močno poškodovano je tudi drevje, ki je za grebenom, krošnje pa gledajo čez greben. V NE smeri se simptomi tipične HF poškodovanosti porazgubijo dobrih 200 m od obrata. Hudo na udaru plinov je tudi novo naselje za omenjenim močno poškodovanim hrastovim sestojem, v katerem leži neka poskusna ploskev (oštevilčena drevesa), vendar nisem mogel ugotoviti od koga in v kakšne namene je postavljena.

Pobočje za steklarno (*Quercus-Carpinetum*) poraščata graden in beli gaber oba sta močno (III. stopnja) poškodovana, prav tako tudi podstojne drevesne in grmovne vrste (češnja, javor, krljika). Posamezni iglavci so relativni manj poškodovani, verjetno pa gre za preostale rezistentne fenotipe. Tega dne registriramo poškodovano površina meri cca 10 ha, od tega je cca 2 ha močno do zelo močno poškodovanih gozdov (III. in IV. stopnja).

Kogaška Slatina je s tem registrirano vzorčno žarišče po steklarniških HF emisijah poškodovane gozdne vegetacije in

in predvideno za eventualno nadaljne specialne raziskave.

## 5. I D R I J A

Pri idrijskem imisijskem žarišču moramo ločiti troje vzrokov poškodovanosti gozdne vegetacije. Glavni vzrok ni v živosrebrih exhalatih, temveč v žveplovem dvokisu in prahu iz separacije. Problem je enak problemu v Berjavu na Koroškem, kjer se prav tako Pb prahu pripisuje glavno vlogo pri poškodovanosti gozdov. Tako Hg kot Pb sta pri posledicah na ljudeh in živalih glavna povzročitelja akutnih zastrupitev, na poškodbe vegetacije pa po naših dosedanjih izkušnjah nimata odločilnega pomena.

Splošno o živem srebru - za vegetacijo so škodljive pare živega srebra, ki se sproščajo pri proženju živosrebrnih rud. Zaradi velike specifične teže je območje možnega škodljivega vpliva zelo majhno. Simptomi poškodovanosti se po razporeditvi na asimilacijskih organih zelo podobni simptomom po  $SO_2$ , vendar so za razliko od njih temnejši (črni). Stopnja poškodovanosti rastlin, odnosno njihovih organov je v primeru Hg še bolj kot pri drugih polutantih odvisna od vlege, temperature in razvojnega štadija vegetacijskega organa.

Pri pregledu idrijske okolice smo poskušali razlikovati simptome Hg par in  $SO_2$ , vendar smo potem okvirno vplivano površino skupnih idrijskih imisij določili po  $SO_2$  simptomatično. Po naši oceni morda samo na cca 15 ha gozda pride do interakcije vseh polucij, izven te površine pa je vzrok poškodovanosti žveplov dvokis in eventualno še prah.

Studija Metalurškega inštituta, ki nam je tudi vir podatkov, navaja, da se sprosti iz rud, mazuta in premoga letno 1,354 t žveplovega dvokisa, kar da dnevno količino 3,7 tone, kar je več kot na Ravnah na Koroškem (samo iz goriv). Nerazumljivo je, da bi tako močna emisija imela za posledico tako malo poškodovanih gozdov kot jih beleži Idrija. Maksimalne imisijske vrednosti za  $SO_2$  (kot jih navaja študija) so 0,127 in na drugem meritvenem mestu 0,168  $mg/m^3$  zraka. Ti vrednosti se skladata s poškodovanostjo gozdov, ne pa z emisijo  $SO_2$ . Letno

povprečje je  $0,106 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$  zraka in  $0,029 \text{ mg}$  trdih delcev (prahu), prav tako  $\text{na m}^3$  zraka.

Prve okvirne ugotovitve nam dajejo napotek za raziskave predvsem specialno Hg poškodb na gozdnem drevju. Kot potencialno vplivno področje smatrano gozdove na relaciji med Idrijo in Mokraško vasjo z glavnim delom na desnem bregu Idrije. V letu 1977 preneha obratovati topilnica, zato pričakujemo regeneracijo poškodovane gozdne vegetacije. Omenjeno stanje se nanaša na stanje koncem leta 1975.

## 6. R U Š E

Splošni podatki iz študije Metalurškega inštituta in razgovorov z gozdarji gozdnega obrata Ruše. Osnovna značilnost Ruške tovarne dušika - poleg tega izdelujejo še celo vrsto izdelkov na bazi predelave surovin ali kemične pretvorbe, je v veliki emisiji netoksičnega prahu. Glavne komponente prahu so  $\text{CaCO}_3$  in  $\text{SiO}_2$ , ki je količinsko podrejen. Koncentracije prašnih delcev v ozračju so do 10-krat večje kot na Jesenicah ali na Ravnah, prekrivalni faktorji pa manjši. Iz tega sledi zaključek, da prah nese lahko zelo daleč, da pa prašne usedline niso močno izražene. Poznavalci Dravske doline trdijo, da včasih dimna zavesa iz Ruš doseže obrobje Slovenskih Goric (prof. Mirko Šoštarič) in da bistveno vpliva na dodatno zaneženost Maribora. Meritve koncentracije  $\text{SO}_2$  kažejo zelo nizke vrednosti, maksimalna izmerjena koncentracija je bila  $0,168 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$  zraka, povprečno pa lahko računamo na koncentracijo  $0,03 \text{ mg}$ , kar je 10 krat pod z ~~zakonom~~ določeno vrednostjo ( $0,3 \text{ mg}$  kot  $\text{Mik}_p$ ). Letno povprečje izračunamo na podlagi dveh meritvenih postaj v 4-kratnem enotedenskem meritvenem času daje  $0,035 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$  zraka. Povprečna letna koncentracija prahu pa je izredno visoka -  $0,776 \text{ mg/m}^3$ , maksimalna vrednost pa  $1,100 \text{ mg}$ .

Podroben pregled ruške okolice nam daje sledečo sliko: ob prvem pregledu julija 1969 smo samo v neposredni bližini dela tovarne determinirali tipične  $\text{SO}_2$  ožige na konicah smrekovih iglic. V širši okolici pa vsedlina prahu, ki so v nepo-

sredni odvisnosti od padavin.

Področje vidnega vsedanja prahu na gozdove je cca 300 - 350 ha veliko in zajema dele katastrskih občin Ruše, Bistrica pri Rušah, Bistrica pri Limbušu, Limbuš in Lesnica. Po mnenju gozdarjev obrata Ruše, lahko pride celo do pozitivnega vpliva  $\text{CaCO}_3$  - prahu na mestoma ekstremno kislja rastišča teras ob Dravi (Pineto-Vaccinetum). Naša opazovanja v letih 1969, 1972, 1974 in pa vsakodnevna opažanja domačih gozdarjev daje ugotovitev, da je glavna smer gibanja s prahom onesnaženega zraka v E in ENE v smeri Bistrice - Limbuša. Največ prahu se vseda po terasah na desnem bregu Drave. Nekaj ga dobe tudi pohorska pobočja, gre pa tudi preko Drave (Selnica).

Po navedenih pregledih smatramo, da Ruše sicer predstavljajo področje z onesnaženim zrakom, da pa problematika negativnih posledic na gozd ni aktualna, vendar obstoji. Ob dejstvu, da gre pretežno za emisijo prahu je sanacija izvorov rešljiv problem.

## 7. A N H O V O

Cementarna svetovno velikega merila po proizvodni cementa in cementnih izdelkih, presalo pa imamo podatkov, če so tudi s filterskimi napravami na danes možni višini. Naredili smo en sam terenski ogled, registrirali ob tem površino izrazitih prašnih oblog, ki bi lahko imele poseben negativen vpliv na asimilacijo gozdnega drevja. V Anhovem gre za področje listavcev, ki so lahko v primeru emisij prahu celo bolj prizadeti kot iglavci. Registrirano inisijsko žarišče moramo v drugem raziskovalnem obdobju podrobneje obdelati, cenimo ga na 500 ha.

## 8. A S F A L T N E B A Z E

Zaradi izpopolnitve kompleksa raznovrstnih emisij smo okvirno analizirali tudi asfaltne baze, ki so značilne po emisijah prahu in hlapov bitumna. Ogledali smo si asfaltno bazo v Naklem, Črnučah in Otiškem vrhu, povsod ugotavljamo



prav gotovo za vegetacijo škodljive količine vsedenega prahu, nastanek lokalnih meglenih zaves in močno vizuelno osnaženost. Tipičnih simptomov obolenje kot so srebrnkasta povrhnjica in navzgor zavihani robovi listov, medžilne nekroze, izbokline in grbe nismo registrirali. Ti znaki po literaturi nastopijo res samo v neposrednem kontaktu s katranskimi hlapi in hlapi bitumna. Med pomembne ugotovitve moramo prišteti registrirano dejstvo, da so prav one drevesne vrste, ki so napram drugim polucijam relativno odporne za tovrstne hlapce relativno zelo občutljive (graden, topoli).

## 9. TOVARNE CELULOZE IN PAPIRJA

Čeznan raznovrstnih izvorov emisij v slovenskem prostoru ne bi bil popoln, če bi izpustili tovarne celuloze in papirja. Pregledali smo gozdne okolice Tovarne papirja v Sladkem Vrhu in Radečah ter Celuloze v Medvodah in Krški, pri tem ugotavljamo, da so kot v večini kemičnih tovarn emisije dveh vrst in sicer iz organskih goriv ( $SO_2$ ) in tehnologije.

Simptomatološki pregledi so dali v Sladkem vrhu in Radečah popolnoma negativne rezultate, v Krški in Medvodah pa smo determinirali na iglavcih tipične ožige po žveploven dvokisu.

Medvodški "smrad" izgleda da ni toksičen, izvira pa iz sulfidne lužnice iz Tovarne celuloze in iz tehnološki procesov v tovarni Donit.

## 10. ZAKLJUČEK

Sistematično in ob vsaki službeni pa tudi zasebni poti smo izpopolnjevali register inisijskih žarišč v SRS neglede na velikost. Glavno zanimanje je veljalo tipičnosti emisije in inisij. Kljub temu so nam ostale za prihodnje raziskovalno obdobje raziskave o vplivu amonijaka (živinske farno) fenolnih smol (lesna predelovalna industrija) in verjetno še marsikaj drugega. Na tem mestu moramo povedati, da posledic

mestno onesnaženega zraka (promet, individualna kurišča ...) na gozdno rastlinstvo nismo vzeli v program naloge in tudi v bodoče ne bomo, ker to predstavlja posebno zelo obširno problematiko.

Z vedno boljšim poznanjem problematike, se nam iz dneva v dan odkrivajo novi možni izvori polucij, ki inajo za posledico lahke poškodbe na gozdnem rastlinstvu, kot so požari na smetiščih, ter vsi posredni vplivi preko tal in talne vode. Vse to je pri nas še neproučeno.

Detajlna karta idrijskega  
imisijskega območja po sta-  
nju leta 1975

M 1: 10 000

I. - IV. Zone poškodovanosti

