

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
INŠTITUT ZA GOZDARSTVO IN LJUBLJANA

POUČILNICE MECHANIZACIJE (GOZDOV)  
POSLED. OBRISNA VEŠNJA TRAKA

1

SKUPNI UVODNI IN ZAKLJUČNI DEL

LJUBLJANA, 1977

Ox. 425.1 (497.12)

e-118/1

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri  
Biotehniški fakulteti v Ljubljani

POŠKODBE VEGETACIJE (GOZDOV) VSLED  
ONESNAŽENJA ZRAKA

1

SKUPNI UVODNI IN ZAKLJUČNI DEL

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



Ljubljana, 1977

Direktor inštituta:

*Milan Kuder*  
Milan KUDER, dipl.ing.

... ..

... ..

... ..



E/ 118/1

... ..

SKUPNI UVODNI DEL



BILO SEM MOČNO IN ZDRAVO DREVO. DAJALO SEM TI LES ZA GRADNJO BIVALIŠČ IN ZA OGENJ OB KATEREM SI SE GREL. V MOJEM IN MOJIH TOVARIŠEV OKRILJU SI NAŠEL ZATOČIŠČE IN POGOSTO ČLOVEKU TAKO POTREBNI DUŠEVNI MIR. BLAZILO SEM TI NEURJA, DAJALO VODO IN S KORENINAMI VEZALO ZEMLJO...

MOJA PLJUČA SO UNIČENA, LUBJE RAZPOKANO, KORENINE SPRHNELE OBNEMOGLO SEM...

KDAJ MI BOŠ, ČLOVEK, POVRNIL ČISTO OZRAČJE, DA SI OPOMOREM, DA SE MI POVRNEJO MOČI, DA TI BOM LAHKO SPET SLUŽILO...

Ideja o nujnosti raziskovanj gozdarske imisijske problematike v Sloveniji se je na sugestijo gozdnih gospodarstev porodila pokojnemu dipl.ing. gozdarstva Jožetu Miklavžiču v letu 1966. Iz arhiva, ki sem ga dobil leta 1969 ko sem nastopil delovno mesto raziskovalca na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti je razvidno, da je tov. Miklavžič leta 1966 navezal stike z Gozdnim gospodarstvom Slovenj Gradec, Rudnikom svinca in topilnico v Mežici ter priznanimi strokovnjaki dr. K.F. Wentzlom iz ZRN, dr. Janom Materno iz ČSSR in dr. E. Pelzom iz DDR, ter imel namen postaviti raziskave na sodobne znanstvene osnove. Žal to zaradi bolezni in smrti ni uspel uresničiti. Delo je bilo za leto in pol prekinjeno. Raziskovalni kader inštituta ter takratni direktor dipl.ing. Milan Ciglar so bili že leta 1968 mnenja, da je to dejavnost treba obnoviti ter pritegniti nove finanserje naloge. Tako je naloga oživela v letu 1969, leta 1972 pa je z vključitvijo v projekt "Varstvo okolja" pri takratnem Skladu Borisa Kidriča dobila pravi obseg. Vsem, ki so pri nalogi sodelovali in še sodelujejo velja na tem mestu iskrena hvala.

Avtor elaborata

## S i n o p s i s:

Elaborat z naslovom "Poškodbe vegetacije (gozdov) vsled onesnaženja zraka", obravnava celotno problematiko imisijsko poškodovanega gozda v slovenskem prostoru. Ker je prvo večje tovrstno delo pri nas, vsebuje malo več uvodnih pojasnil in razlag terminov iz tega strokovnega področja. Z vključitvijo vseh pomembnejših predhodno s podatki naloge izdelanih poročil, ekspertiz, predavanj in člankov za objavo, prikazuje naš domač razvoj proučevanja gozdarske imisijske problematike. Delo ima v osnovi širok naravovarstveni značaj. Vsi konkretni tekstni, grafični, številčni in slikovni prikazi so v gozdarski stroki direktno uporabljivi, njihov glavni namen pa je v stvarnem prikazu ogroženosti gozdov - gozdnega okolja v Sloveniji.

Vsa večja imisijska območja obravnava ločeno, tako da celotno delo zajema brez kartografskega in slikovnega gradiva 6 zvezkov, ki so razen skupnega uvodnega in zaključnega dela, samostojni sestavki.



# K A Z A L O

Stran:

1. UVODNA POJASNILA	1
2. POTEK DELA IN RAZISKAV	6
3. SPLOŠNA EMISIJSKA PROBLEMATIKA	7
4. GOZDARSKA IMISIJSKA PROBLEMATIKA	9
5. POSTAVITEV CILJEV	10
6. METODE DE LA IN NAČIN RAZISKAV	11
7. ŠKODE	18
8. SANACIJA POŠKODOVANIH GOZDOV	20
9. NORMATIVI	21

Skupni dodatni del s prilogami

- 1) Gozd in onesnaženo ozračje v Sloveniji
- 2) Zakonitosti širjenja onesnaženega zraka v treh specifičnih vremenskih in reliefnih pogojih
- 3) Gozd in onesnaženo ozračje - s posebnim ozirom na neposredne in posredne škode
- 4) Gozdne združbe kot osnova za določanje kritičnih vrednosti koncentracije žveplovega dvoki - sa ( $SO_2$ ) v ozračju
- 5) Gozd in gozdarstvo v kompleksu varstva okolja
- 6) Prispevek k pravilnemu pojmovanju onesnaženosti okolja

Skupni zaključni del

- 1) Površine poškodovanih gozdov
- 2) Razvrstitev imisijskih območij po različnih kriterijih

Seznam uporabljenih virov

## 1. UVODNA POJASNILA

Pričujoče delo naj da podroben vpogled v imisijsko dogajanje v slovenskem gozdu. Želimo prikazati kaj se v slovenskem prostoru dogaja na relaciji onesnažen zrak - degradacije gozda in njegovih treh funkcij. Že v prvih mislih naj nakažem, da je jedro elaborata v analizi posledic ter manj v kvantitativnem prikazu vzrokov. Zadnja dognanja tega strokovnega področja nam potrjujejo domnevo, da zelo malo ali včasih nič ne pomeni določena imisijska vrednost (konc. na mestu učinkovanja) zaradi pestrosti pogojev, ki sovplivajo na prizadetost ali stopnjo prizadetosti gozdnega rastlinstva. Za nas ostane glavno in neizpodbitno dejstvo poškodovanost, prizadetost funkcij individuov gozda in gozda kot naravne tvorbe v celoti. Zaradi tega in pa zaradi včasih težje dostopnosti podatkov bom v načrtu predvsem kakovostno obdelal emisije po posameznih področjih, dodal imisijske podatke v kolikor mi bodo dostopni in dani na razpolago. Imisijske vrednosti ostanejo samo dober okvir za poskuse razlage določenih regresij na rastlinstvu in pa okvirna osnova za načrtovanje gospodarjenja z zelenimi rastlinami v področjih z onesnaženim zrakom. Absolutno pa so samo specifično uporabljive. Vse naše delo je na začetku raziskav bilo induktivno, pozneje šele, ko so nam bili dostopni nekateri uporabljivi meritveni podatki smo začeli delati vzročne povezave med njimi in poškodovanostjo. Osnovno dejstvo že na začetku raziskav je bila poškodovanost ene ali vseh treh funkcij gozda kar ob izključitvi drugih vzrokov popolnoma potrjuje ugotovitve, da v prostoru, kjer se poškodovanost pojavlja vladajo preostri imisijski pogoji. Kakšni so kvalitativni, kvantitativni in časovno zaporedni je pravzaprav posebna tehnična negozdarska študija.

Neredko smo priča razgovorom, češ, povejte nam kakšne so tiste še tolerantne koncentracije, da bo očuvan gozd v celoti, in vedno smo morali pojasnevati, da določena imisijska vrednost dobi pravi pomen šele, ko vemo v kakšnem specifičnem prirodnem okolju se bo pojavila, v katerem letnem in dnevnem času v odvis-

nosti od vremenskih situacij in podobno. Zaradi omenjenega dejstva je pri splošnih zakonskih določilih nujno vrednosti postaviti čim nižje, vendar smo tu takoj pred dilemo ali smo vzpostavili sploh izvedljive pogoje. Zato je v današnji situaciji bistvenega pomena in pohvale vredno vsako tehnično in tehnološko prizadevanje za zmanjševanje emisij, kar ima v vsakem primeru za posledico manjše imisije. Nekje v tem procesu sanacije pa je čas za naša gozdarska biotehnična sanacijska dela. Kje se časovno ta vstop že pojavlja bo govora pri vpisu posameznih imisijskih žarišč.

Naj v uvodu tudi povem, da smo na začetku tovrstnih raziskav na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo pri BTF v Ljubljani že v letu 1969 in deloma tudi prej stali pred vprašanjem kakšne raziskave, kje in kako naj naredimo najprej. Do takrat praktično nismo imeli prav nobenih domačih izkušenj, pa tudi tuje so v naših specifičnih emisijskih, imisijskih, gospodarskih in politično-upravnih pogojih marsikje odpovedale. Že takrat smo bili prepričani, da bo nujno prebroditi marsikatero težavo, narediti našim pogojem najbolj ustrezno raziskovalno pot, ki ne bo lahka, sploh pa ne v takratni okoljevarstveno praktično neosveščeni družbi. Danes je to povsem drugače, za tovrstne raziskave je razumevanje, denar, za one, ki pa samoiniciativno ekološko še niso prebujeni, pa tudi zakonska določila. Ne sme biti na tem mestu odveč pripomba, da je govorjenja o varstvu okolja danes toliko, in je pogosto tako nestrokovno, da vnaša v prizadevanja za varovanje okolja zmedo in pri marsikomu tudi odpor. Nihče naj ne jemlje kot lastno hvalo sledeče. Gozdarji so bili prav gotovo prvi, ki so opozarjali na škodljive posledice onesnaženega zraka na gozdove, bili so pač v stalnem neposrednem stiku z gozdom, njihova poklicna dolžnost in pa tudi velika mera osebnega prizadevanja jim je dala spoznanje, da gozd in prekomerno onesnažen zrak ne gresta skupaj. Take zrele in pravilne ugotovitve segajo nazaj že v prva povojna leta. Toda takrat tega skoro nihče ni znal, hotel ali upal razumeti in upoštevati, kaj šele da bi takšno stališče zagovarjal. Po službeni dolžnosti, ki jo dopolnjuje osebno zanimanje za stvar, je pred menoj sestavljanje prvega večjega

elaborata o gozdarski imisijski problematiki v slovenskem prostoru in ne bi bilo pošteno in prav, če ne bi na tem mestu omenili vseh predhodnih prizadevanj gozdarjev operativcev iz Celja, Mežiška doline, Zasavja, Jesenic in še od drugod, ki so pred leti zaorali ledino gozdarske imisijske problematike pri nas in s tem opozorili javnost na to kar smo doživeli v preteklih zadnjih petnajstih letih.

Da se povrnemo k izboru raziskovalne poti. Nihali smo, ali naj pričnemo z raziskovanjem določenega sicer aktualnega specifičnega problema (kot primer lahko navedem vpliv svinčevega prahu na rast in uspevanje ene izmed gospodarsko pomembnih drevesnih vrst), ali pa naj naredimo kolikor mogoče popolno inventarizacijo slovenskega prostora s stališča poškodb po onesnaženem zraku, da bomo vedeli, kje smo, kaj se pri nas dogaja in kaj moramo ukreniti. Te raziskave, zbir podatkov, naj nam bi služil za prikaz stanja na odgovarjajočih forumih v smislu uspešnega reševanja problematike po eni strani in pravilno usmerjanje poglobljenih raziskav že v tem, predvsem pa v naslednjem raziskovalnem obdobju. Po posvetovanju s sodelavci inštituta in priznanimi tujimi strokovnjaki smo se odločili za slednjo pot in upam, da tudi pravilno.

Osnove, po sodobnih metodah narejene raziskave o obsegu škodljivega vpliva prekomerno onesnaženega zraka na gozdove v Sloveniji smo v okviru možnosti popestrili z večjim številom specialnih raziskav, ki so se spontano pojavljale pri delu samem, ali pa so bile narekovane s strani gozdnih gospodarstev. Bili so to aktualni problemi, ki jih je bilo potrebno ažurno rešiti v korist gozdnih gospodarstev in zasebnih kmečkih posestnikov (odškodnine). Drugič so take raziskave pripomogle k pravilnemu pojmovanju določenega problema in to kakovostno, količinsko in posledično vzročno.

Velik del raziskav je imelo splošni družbeni pomen brez strogo ekonomsko gozdnogospodarskega. Torej ni šlo samo za rešitev "kubika", kot se nam je včasih pripisovalo. Te manjše specialne raziskave so bile prav ona neposredna vez raziskovalne naloge s sofinanserji gozdnimi gospodarstvi Ljubljana, Celje, Slovenj Gradec in Bled. Naloga naj ima tudi v bodoče v osnovi

takšen značaj, ki bo ob stalnem spremljanju gozdarske imisij-ske problematike v našem prostoru, redno tekoče in strokovne reševala tudi pereča območna gozdarska imisijska vprašanja.

Ob posredovanju izsledkov naloge in razgovori s prizna-nimi tujimi strokovnjaki smo program naloge nenehno spopolnje-vali in prilagajali načinom raziskovanj v smislu enotnosti in primerljivosti rezultatov, kar je ena izmed osnovnih nalog IUFRO grupe 2,09, ki obravnava kompleksno gozdarsko imisijsko problematiko. V tej skupini sodelujemo od leta 1970. Ob prika-zu našega dela in iz razgovorov smo razbrali, da imamo v pri-merjavi z drugimi tovrstno razvitimi državami odločno premalo specialnih raziskav, da pa imamo zelo popolno predstavo doku-mentirano s kartami in podatki, kaj, kje, kako, zaradi česa in od koga se posamezna gozdarska imisijska problematika pojavlja. Osnove so torej dane. Prvo petletno raziskovalno obdobje za-ključujemo s spoznanjem obširnosti problema pa tudi spoznanjem številnih nujnih bodočih raziskav.

V obrazložitev razumevanja elaborata moram na tem mestu razložiti njegovo zgradbo. V petletnem raziskovalnem obdobju se je nabralo večje število splošnih in področno specifičnih ekspertiz, poročil, člankov, strokovnih mnenj, izvedenskih poročil in podobno. Tega gradiva je preko 200 tipkanih strani. Nastajalo je iz naloge, v glavnem s sredstvi naloge in je prav-zaprav harmonični prikaz nastajanja naloge po obsegu in vsebi-ni, zato v nalogo tudi spada. Ker pa so se določene stvari med tem časom spremenile, jih je treba dopolniti in spremeniti. Preobširno in časovno zelo zamudno bi bilo vsa ta dela pre-delati, zato sem se odločil, da jih vključim v elaborat v ce-loti, ter zanje naredim redakcijo v smislu nujnih popravkov. V prvotni obliki pa predstavljajo takratno gledanje na problem in takrat uporabljene raziskovalne metode. Menim, da bom prav s tem najbolje prikazal naš domač razvoj te stroke v luči splošnih načel stroke. Vrednost načrta s tem ne bo nič zmanj-šana, čeprav bodo naročniki naloge določene sestavke dobili ponovno, a skupno zbrane.

Celotni elaborat je razdelje na sledeče dele:

- 3
- 1) Skupni uvodni del in zaključni del
  - 2) Zasavsko imisijsko žarišče
  - 3) Celjsko imisijsko žarišče
  - 4) Imisijska žarišča Mežiške doline (Ravne, Žerjav)
  - 5) Jeseniško imisijsko žarišče
  - 6) Ostala registrirana in proučena ter delno proučena žarišča poškodovanih gozdov v SR Sloveniji

Zaradi lažje izvedljivosti smo se odločili, da glavni finansier naloge Raziskovalna skupnost Slovenije dobi celotno gradivo, prav tako tudi Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij, Gozdno gospodarstvo Ljubljana, Celje, Slovenj Gradec in Bled pa samo skupni uvodni in zaključni del ter posebni del svojega območja.

G l a v n i n a m e n r a z i s k a v p r v e g a p e t l e t n e g a o b d o b j a p a j e p o m o j e m m n e n j u s l e d e č :

gozdarski, predvsem pa splošni javnosti naj da pravilno predstavo o ogroženosti gozdnega okolja v Sloveniji. Vsa večja žarišča poškodovanega gozdnega rastlinstva naj razvrsti po kriterijih kot so: velikost - površina, stopnja poškodovanosti, trajanje vpliva, posredne in neposredne škode, prizadevanja za sanacijo virov onesnaženja in posledic, upoštevanje naravovarstvene problematike in sploh osveščenosti ljudi vseh profilov za tovrstno problematiko. Med gozdarji naj se še posebej ostro izoblikuje poznanje domače in pa tudi splošne gozdarske imisijske problematike in še posebno odločnost zastopanja interesov družbe in gozdarstva vedno kjer se pojavi zato prilika in potreba. Vsi v načrtu navedeni tekstni, številčni, grafični in slikovni dokazi so pravzaprav samo sredstvo, pripomoček za pravilno naravovarstveno osveščenost gozdarja, ki mora svoje znanje prenašati na vsakogar ter s tem prispevati, da bo družba v celoti imela pravilen odnos do varovanja naravnega gozdnega okolja.

## 2, POTEK DELA IN RAZISKAV

V prvi fazi dela smo registrirali vsa slovenska imisijska žarišča z ozirom na vrsto in deloma tudi količino emisije. Registracijo smo izdelali na podlagi lastnega poznanja situacije in odgovora na anketo razposlano vsem gozdnogospodarskim organizacijam spomladi leta 1969. Po ogledu dejanskega stanja na terenu in obisku emitentov smo določili prioriteto del in intenzivnost raziskovanj. Glavna usmeritev je veljala našim petim največjim industrijskim bazenom, to je Zasavju, Celju, Zgornji in Spodnji Mežiški dolini in Jesenicam. Nekoliko manj podrobno smo obdelali okolico Kidričevega, Ruš, Idrije in Anhovega. Vse naštete industrijske bazene smo tudi skartirali in določili površine poškodovanih gozdov. Manjša žarišča pa smo samo registrirali. Kljub petletnem intenzivnemu delunismo uspeli obdelati in si na licu mesta ogledati vseh imisijskih žarišč, to pa predvsem zaradi osredotočenja dela na večja žarišča. Vsebinsko in kronološko pa so dela in raziskave potekale sledeče: vsako leto smo najmanj trikrat šli skozi našteta imisijska žarišča in to za opazovanja in opredeljevanja poškodovanosti v najprimernejših obdobjih. Spomladi v času največje občutljivosti vegetacijskih organov za škodljive vplive onesnaženega zraka, poleti ko se iz množice detajlov poškodb izoblikuje tipično imisijsko patološka slika drevja in sestojev, ter tik pred nastopom jesenskih fenomenov, ko je poškodovanost enega leta maksimalno izražena. Med omenjenimi termini smo delali opazovanja, če se je pokazala potreba ali če smo bili po zunanjih sodelavcih iz gozdnih gospodarstev opozorjeni na določene pojave, kot so akutni ožigi in podobno. Kljub predhodno določeni prioriteti del, smo morali pogosto zaradi akutne problematike menjati vnaprej postavljena določila tako po vsebini kakor tudi po obsegu, kar osnovnega koncepta nalože ni menjalo, pač pa ravno nasprotno, raziskovali smo tisti kar je bilo najbolj pereče. Osnovna raziskava, spremljanje obsega in intenzitete imisijskega vpliva na gozdove zajema celotno problematiko diagnostike, preizkusa upo-

rabljivosti tujih metod v naših specifičnih prirodnih pogojih.

Te osnovne raziskave so bile ves čas prepletene s številnimi specialnimi raziskavami, ki jih splošnemu in posebnemu delu elaborata prilagam v obliki kot so bila narejena takrat. Datum izdelka jih kronološko razvršča po posameznih obdobjih naloge. Dolžan sem na tem mestu povedati, da gre v nekaj primerih tudi za vključitev raziskav, ki so bile naročene s strani ustanov, ali upravnih organov, vendar bi jih bilo nemogoče narediti v takem obsegu, če ne bi imeli osnov iz te naloge. Včasih pa je tudi del sredstev šel iz sredstev naloge za povečanje in poglobitev raziskav tega posebnega naročila. V elaborat so vključene tudi vse raziskave in ugotovitve pred letom 1972, to je iz obdobja, ko je nalogo financiralo samo Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij.

### 3, SPLOŠNA EMISIJSKA PROBLEMATIKA

Glavne vrste in oblika škodljivih emisij ter njih izvori

#### Plini in pare

a) Žveplov <sup>dioksid</sup> dvokis ( $\text{SO}_2$ ) je plin ostrega duha in močno kisle reakcije. Sprošča se povsod, kjer se kot gorivo ali v tehnoloških procesih uporabljajo organska goriva. Nadalje pri praženju sulfidnih rud, pri procesih proizvodnje umetnih gnojil, celuloze, žveplove kisline in v rafinerijah.

b) Vodikov fluorid (HF), brezbarven, oster, jedek plin, močno toksičen že pri minimalnih koncentracijah. V atmosferi hitro preide v flurovodikovo kislino ( $\text{H}_2\text{F}_2$ ). Običajen v okolici kemičnih tovarn, tovarn aluminija in težkih kovin, steklarn, tovarn emajlirane posode, opekarn in tovarn porcelana.

c) Spojine dušika - dušikovi plini najpogosteje nastopajo v obliki dušikovega oksida (NO) in dioksida ( $\text{NO}_2$ ). V ozračje prihajajo v tovarnah umetnih gnojil največ pa iz motorjev z notranjim izgorevanjem in ob razstreljevanju z eksplozivi.



d) Klor ( $\text{Cl}_2$ ) - rumenozelen ostro jedek plin, ki se sprošča pri tehnoloških procesih v tovarnah umetnih gnojil, emajlirane posode, umetnih vlaken in mas, cinkarnah, topilnicah kovin in kemičnih tovarnah.

e) Hlapi katrana in bitumna - močno specifično toksični za rastlinstvo, nastopajo povsod kjer se ti dve snovi proizvajata, predelujeta in uporabljata. To so okolice osfatnih baz, tovarne izolacijskega materiala in podobno.

f) Hlapi živega srebra - se sproščajo pri praženju in topljenju rud iz katerih pridobivajo živo srebro. Zaradi visoke specifične teže pa je poškodovano področje okoli emitentov zelo majhno.

### Trdne emisije

Pod trdnimi emisijami razumemo prah in pepel, z tako majhnimi delci, da se gibljejo po principu Bráwnovega gibanja. Danes se vse bolj uporablja izraz poletina. Poleg tega pa imamo še trdne emisije z večjimi delci, ki pa se nedaleč od vira emisije vsedajo na tla. Po kemični sestavi in načinu učinkovanja se obe obliki trdnih emisij med seboj ne ločita.

Prah je anorganski in organski, pepel pa je anorganski ostanek gorenja organskih substanc.

a) Cementni prah - ( $\text{CaO}$  in  $\text{SiO}_2$ ) pri proizvodnji cementa predvsem Portland cementa.

b) Kovinski prah - sem spadajo prašni delci železa, svınca, bakra, cinka, kositra, mangana in niklja, ki se sproščajo ob tehnoloških procesih v metalurgiji. Vsi naštetih so zelo malo škodljivi, kemično neposredno sploh ne. Edini vpliv nastopa zaradi oblog na asimilacijskih organih in posredno zaradi spremembe talnih lastnosti

c) Pepel ima z ozirom na surovino ki izgoreva, in način kurjenja ter gorenja različno kemično sestavo. Neposredne poškodbe so ob majhnih količinah pepela zelo redke. Pepel škoduje rastlinstvu le v obliki debelih oblog in eventuelno preko tal.

Na koncu bi želeli pojasniti še nekaj pojmov iz tega strokovnega področja. Dim je neke vrste koloidni sistem tekočih in trdnih delcev porazdeljenih v zraku. Trdni delci imajo dimen-

zijo od  $10^{-6}$  navzgor. Če pa so delci manjši od  $10^{-6}$  (milijoninke milimetra) govorimo o aerosolih. Megla je sestavljena iz kapljic premera 0.01 do 0.04 mm. Smog pa je mešanica dima in megle, ki mora iti skozi proces fitokemičnih sprememb. Poudariti moramo še, da našteje emisije zelo redko prihajajo v ozračje v čistih oblikah, temveč kot mešanice. Tako imamo na primer v "dimu", to je tistem kar vidimo na izstopu iz dimnika, trdne tekoče in plinaste delce najrazličnejših dimenzij in kemične sestave.

#### 4, GOZDARSKA IMISIJSKA PROBLEMATIKA

Onesnaženo ozračje spreminja in ruši prirodno uravnotežene ekološke sisteme, ki pogojujejo uspevanje določenih gozdnih združb, ki se med seboj razlikujejo po drevesnih vrstah, deležu drevesnih vrst, stabilnosti in številnih prirodnih ter gospodarskih činiteljev. Gozd kot naravna tvorba gospodarskega in splošno družbenega pomena doživi ob stiku z onesnaženim ozračjem porušitve ene, večih in na koncu vseh njegovih funkcij. Govorimo o različno obolelem, poškodovanem gozdu. Na stopnjo poškodovanosti določene drevesne vrste ali sestoja vpliva niz medsebojno povezanih činiteljev, tako da jo lahko izrazimo kot funkcijo vrste, količine in časa delovanja imisije, relativne odpornosti drevesne vrste, starosti rastišča in sestojne oblike, specifičnih klimatskih prilik in dnevnega ter letnega časa. Omenjena dejstva so vzrok za pestrost stopenj poškodovanosti drevesnih vrst in sestojev v plinskih področjih.

Vpliv določene plinaste (plini) trdne (prah in saje) in tekoče emisije (oksidirane plinske molekule) na rastlino je dvojen in sicer neposreden iz zraka - naravnost na vegetacijske organe ter tkiva, in posreden - preko tal in korenin. Oba načina, ki sta običajno povezana imata za posledico motnje v fizioloških procesih in delni ali popolni propad tkiv. Plini običajno vstopajo v rastlino skozi listne reže, pogosto pa tudi skozi povrhnjico. Prašnati delci naredijo obloge na asimila-

cijskih organih in preprečujejo normalno dihanje rastline. V primeru toksičnega prahu pa pride do poškodbe povrhnjice in tudi pod njim ležečega tkiva - palisadnega parenhima. Podoben učinek imajo tudi kislinske kapljice. V plinskih področjih prihaja tudi do zmanjšane asimilacije vsled redukcije svetlobe.

Škodljiv vpliv onesnaženega ozračja se na rastlinah navzven kaže v obliki kloroz (delno odmrlo tkivo) in nekroz (odmrlo tkivo), kar imenujemo vidne poškodbe ali simptome obolenja. V slučaju manjše intenzitete delovanja plinov prihaja do navzven neopaznih poškodb, ki jim v stroki pravimo nevidne poškodbe, v tem primeru gre za motnje<sup>v</sup> fizioloških procesih brez zunanjih vidnih znakov. Gospodarsko-ekonomski odraz poškodovanih gozdov pa so neposredne in posredne škode. Procesi, ki nastopijo v rastlini vsled delovanja različno in raznovrstno onesnaženega zraka so silno zapleteni in posegajo v vse organe in procese rastline. Preobširno bi se bilo na tem mestu spuščati v take fiziološke specialnosti, po eni strani to ni namen naloge, po drugi strani pa je to popolnoma specialno področje, ki se praktično uporablja pri diagnostičnih metodah. Vloga gozdarja je v razumevanju teh študij predvsem s stališča uporabnosti pri reševanju gozdarske imisijske problematike.

## 5, POSTAVITEV CILJEV

Po sodobnih metodah želimo izdelati podrobno inventarizacijo slovenskega gozda s stališča poškodovanosti po prekomerno onesnaženem ozračju. Ugotoviti želimo vzroke poškodb in pro - dreti čim globje v razlage pestrega in zapletenega procesa med emisijami in imisijami. Ta osnovna usmeritev raziskav, zajame celotno problematiko uporabljivosti in primernosti drugje uporabljanih diagnostičnih metod v naših pogojih. Končni izdelek naj poleg prikaza površin različno poškodovanih gozdov, vsebuje tudi vse možne podatke, ki bodo v pomoč pri razlagi obstoječega stanja, predvidevanju škodljivih posledic gozdnogospodarskega in družbeno pomembnega naravovarstvenega značaja. Posebno

pozornost je posvečati dinamiki širjenja imisij in relativni odpornosti drevesnih vrst na splošno in v odvisnosti od rastišča, starosti in sestojne oblike. Izdelek naj da realne osnove za izračun neposrednih, to je gospodarskih škod, in za prikaz posrednih škod. V prvem petletnem raziskovalnem obdobju je našteje glavne raziskave popestriti s specialnimi raziskavami, katerih potreba se bo pojavila pri delu samem, ali pa na iniciativo upravljalcev gozdov, sofinancerjev naloge.

Za dosego postavljenih ciljev je potrebno okrepiti sodelovanje z gozdnimi gospodarstvi, ki to problematiko imajo, organizirati tim opazovalcev, postaviti mrežo opazovalnih objektov, poskusnih ploskev in nasadov, ter v lastni hiši krepiti vse vzporedne za dosego ciljev neobhodne dejavnosti in opremljenost. Med pglavitne namene naloge lahko štejejo tudi navezavo aktivnih stikov z domačimi in tujimi strokovnjaki ter institucijami in ne nazadnje z amiteni, kajti le tako bo možno uspešno reševati marsikje zelo akutno stanje.

## 6, METODE DE LA IN NAČIN RAZISKAV

Ob ugotovitvi, da obstoji določen vir emisije in jasno vidne poškodbe na gozdnem drevju v okolici tega vira smo pristopili k določanju površine poškodovanih gozdov po metodi specifičnih, zunanje vidnih znakov ali simptomov obolenja. Metoda temelji na karakterističnih znakih (klorozah in nekrozah) na asimilacijskih organih, njihovi pogostosti in izraženosti. Nadalje na gostoti in barvi iglic pri iglavcih. Važen opredelilveni kriteriji vpliva so pri iglavcih tudi predčasni odpad starejših letnikov iglic, suhi in značilno nagnjeni vrhovi, veje s suhimi vršnimi poganjki in podobno. Odrezanim vejam obolelega drevja iglice preje odpadejo kot zdravim. Simptom obolenja se na listih listavcev glede na vrsto polucije značilno razlikujejo. Ista polucija povzroča na različnih rastlinskih vrstah različno simptomatiko. Sušenje vej od vrha navzdol in predčasni odpad listov so nadaljni kriteriji določanja plinskega vpliva.

Po številčni zastopanosti in izraženosti naštetih znakov pristopimo k opredelitvi poškodovanosti posameznega primerka - drevesa. Sinteza posamičnih stopenj poškodovanosti dreves je stopnja poškodovanosti sestojev. Stopnje poškodovanosti združujemo v zone, ki predstavljajo povprečno stopnjo poškodovanosti skupine sestojev ali določenega gozdnega predela.

Znano je dejstvo, da je mlado drevje bolj odporno napram imisijam, temu je lahko vzrok tudi manjša izpostavljenost, zato pri ocenjevanju stopnje poškodovanosti ocenjujemo le drevje določene starosti in višine. Pogosto opredeljujemo le gospodarsko najpomembnejšo vrsto. Običajno je to smreka. Tudi v področjih, kjer je smreka podrejena, lahko na podlagi opredelitve stopnje poškodovanosti smreke in poznanju relativnega odpornostnega vrstnega reda drevesnih vrst sklepamo na poškodovanost ostalih drevesnih vrst. Metoda ocenjevanja smreke se nam je zdela najprimernejša iz več vidikov. Prvič je sistematika poškodb najbolj izdelana (Nemčija, Avstrija, Češka, Poljska). Drugič velja smreka za najobčutljivejšo drevesno vrsto. Tretjič je gospodarsko najpomembnejša. Z ocenjevanjem poškodovanosti smreke ob podatku, da je najbolj občutljiva, zajamemo res največje možne areale poškodovanih gozdov. Na primer, če smreka tvori samo 10% delež v bukovem sestoju in je malo poškodovana, ne moremo smatrati sestoj kot nepoškodovan, čeprav je bukev kot relativno bolj odporna nepoškodovana.

Ta način dela nam da zanesljive podatke o področjih z enakimi ali vsaj približno enakimi imisijskimi pogoji. V primeru ocenjevanja po številčno najbolj zastopani drevesni vrsti dobimo skupine sestojev z enako stopnjo poškodovanosti. Površino teh pa ne predstavlja površine z enakimi plinskimi pogoji. Na primer v isto skupino po stopnji poškodovanosti spada neki bukov in neki smrekov sestoj. Ker je smreka bolj občutljiva kot bukev je logično, da na površini smrekovega sestoja vladajo blažji imisijski pogoji. Z drugimi besedami za dosego enake stopnje poškodovanosti smreke in bukve mora na bukev delovati močnejši imisijski vpliv. Za tolmačenje kart moramo osvetliti nekaj pojmov, izrazov in kriterijev. Ločimo štiri stopnje poškodovanosti in jih označujemo z arabskimi številkami od 1 - 4.

Prva stopnja (1) pomeni malo poškodovano drevo ali sestoj. Drevje makroskopsko normalnega izgleda, pri podrobnem pregledu pa se pojavljajo prvi znaki poškodb v obliki kloroz in nekroz na konicah iglic, pogosto manjkajo najstarejši možni letniki iglic. Pri listavcih se prav tako pojavijo predvsem robne nekroze ali na konicah listov, delež nekrotiziranega tkiva je v intervalu od 5 - 15%.

Druga stopnja (2) predstavlja srednje poškodovano drevo ali sestoj. Že makroskopsko opazno hiranje. Klorotičen izgled celotnega primerka predvsem pa dela krošnje na prehodu iz prve v drugo tretjino od vrha navzdol (iglavci). Delež nekroz stalno presega 15%, v povprečju pa jih je  $1/3$ . Ta stopnja tvori prehod med jasno izraženimi poškodbami 3. in 4. stopnje in nejasnimi prve stopnje.

Tretja stopnja (3) makroskopsko jasno vidne poškodbe in pri iglavcih močne spremembe v habitusu. Nagnjeni vrhovi, številne suhe veje, povečano število sušic, prisotnost le dveh do treh letnikov iglic. Tudi listavci imajo suhe veje in vrhove. Nastanek prvih vrzeli v sestoju. Delež ožganih listnih delov je med 40 in 75%.

Četrta stopnja (4) - sem spadajo že nastale goličave in sestoji, ki jim v najkrajšem času preti propad. Delež ožigov je večji od 75%.

Pri iskanju načinov določanja stopnje poškodovanosti sestojev se je pokazalo, da delež poškodovanega drevja zelo dobro reprezentira poškodovanost sestoja. Na primer, če smo na standardno veliki ploskvi določili 10% poškodovanih dreves zgornjega sloja, so bila ta poškodovana drevesa povprečno malo poškodovana, večino osebkov je vedno ležalo v intervalu z 5-15% poškodovanega asimilacijskega tkiva. Navzgor v smeri večjega deleža, višjih stopenj poškodovanosti pa je število osebkov upadalo. Ali če smo določili 60% osebkov z poškodbami, jih je večina bila močno poškodovanih (delež nekroz med 40 in 75%), navzdol pa je število hitro upadalo. Kasneje smo te ugotovitve primerjali z redukcijo prirastka in pri tem ugotovili, da se le-ta zelo dobro ujema z zmanjšanjem asimilacijskega aparata.

Če se povrnemo na že navedeni primer, da smo določili 60 % drevja, ki ima poškodbe in da imajo poškodovana drevesa v povprečju tudi 60 % uničenega asimilacijskega tkiva, to sestojno (na ploskvi) pomeni: celotno asimilacijsko tkivo je 100%, 60% drevja ima 60% poškodb kar v celoti predstavlja 36% poškodb na ploskvi sestoja, 60% poškodovanega drevja pade po lestvici v močno poškodovan sestoj, v takih primerih smo ugotavljali do 40% zmanjšan prirastek. Zaradi dobre skladnosti smo metodo tudi sprejeli in po njej opredeljevali stopnje poškodovanosti listnatih gozdov.

Če ponovimo, posamezno drevo smo z ozirom na delež poškodovanega listnega tkiva opredelili - razvrstili v stopnjo poškodovanosti po sledeči lestvici:

- 5 - 15% - malo poškodovano drevo
- 15 - 40% - srednje poškodovano drevo
- 40 - 75% - močno poškodovano drevo
- 7 - 75% - zelo močno poškodovano drevo

Poškodovanost pod 5% smo zanemarili, ker smatramo, da lahko 5% nekroz nastopi zaradi drugih biotskih (bolezni, škodljivci) ali abiotskih vzrokov (suša, pozeba).

Isti princip je osvojen pri določevanju stopnje poškodovanosti sestojev.

Zona je povprečna poškodovanost skupine sestojev - določenega predela. Zaradi poenostavitve označevanja smo označevanje nekoliko poenostavili. V svetu imajo vsega tri zone, ki jih označujejo v obratnem vrstnem redu kot stopnje poškodovanosti. Označujejo jih z rimskimi številkami. I. pomeni najbolj poškodovan predel, III. pa najmanj. Po tem sistemu sta 3. in 4. stopnja združeni v I. zono, 2. stopnja predstavlja II. zono, 1. stopnja pa III. zono. Ker prihaja pri tem sistemu do pomot zaradi obrnjenega vrstnega reda in združevanja, smo v našem prikazu vpeljali vrstni red in število zon kot pri stopnjah. Tako ločimo I. zono - predel malo poškodovanih gozdov, II. zono - predel srednje poškodovanih gozdov, III. zono - predel močno poškodovanih gozdov in IV. zono - predel goličav in gozdov tik pred propadom. Na ta način so izdelani vsi pregledi in karte v nadaljevanju tega dela.

Zaradi lažjega prikaza plinsko vplivanih gozdov smo omenjene štiri zone združili v dve skupini in sicer skupina:

A (zona III in IV.) - ožje imisijsko območje - ali eksistenčno ogrožen gozd

B (zona I. in II.) - širše imisijsko območje - ali območje, kjer nastopajo samo gospodarske škode

Za prikaz površin na katerih obstoji možnost nastopa poškodb smo vpeljali termin potencialno imisijsko območje in ga označili s C.

Po simptomatski opredelitvi stopnje poškodovanosti je povsod ustaljen način dela kemično analitska potrditev simptomatskih ugotovitev. Ta način dela smo osvojili tudi mi.

Znano je, da rastline v svojih tkivih akumulirajo določen del škodljivih snovi iz onesnaženega ozračja, s tem je normalna kemična sestava tkiv spremenjena. Ugotovljeno je, da imajo rastlinska tkiva rastlin iz zdravega okolja zelo konstantno kemično sestavo. Na primer zdrave smrekove iglice imajo po podatkih okoli 0,10% celokupnega žvepla. Ob nasičenosti ali samo prisotnosti žveplovega <sup>dioksida</sup> dvokisa v ozračju se količina žvepla v rastlini poveča, kar nam služi kot dokaz, da gre za vplivno področje  $SO_2$ . Vzorce za kemične analize moramo jemati tako, da so med seboj primerljivi. Pogoji zato so: ista drevesna vrsta, ista starost, višina in položaj v sestoju, enako ali vsaj podobno rastišče, položaj veje za odvzem vzorcev v krošnji, izpostavljenost proti izvoru plinov in letni čas.

Po tem načinu smo v jeseni 1971 prvič odvzeli v Zasavju, Celju, Mežiški dolini in na Jesenicah skupno 277 vzorcev smrekovih iglic iz dreves višine nad 25 m in to iz vej sedmega vretena od vrha navzdol. Drevje za vzorce smo izbirali v glavnem na simptomatsko določeni zunanji meji poškodovanih gozdov. Z rezultati kemičnih analiz želimo potrditi prisotnost plinov na mestih odvzema vzorcev. V slučaju pozitivnih rezultatov, bo potrebno v nadaljnem delu raziskovati naprej, do kam sega vpliv plinov, in če povzroča škodljive posledice. Kemična analiza nam registrira že tako majhna povečanja žvepla v tkivih, ki še ne povzroča motenj in omembe vrednih poškodb na rastlinah.



Tretja metoda določanja poškodovanih gozdov pa je ugotavljanje zmanjšanega prirastka. Absolutno točen podatek nam da samo kombinacija vseh treh metod. S simptomatsko določimo najmanjšo površino, kjer je vpliv nedvoumen in ima zagotovo za posledico gospodarske škode (redukcija asimilacijskega aparata). Kemično analitska metoda daje največji obseg vpliva, v vprašanju pa je škodljivo dejstvo. Če gremo sedaj z prirastovnimi metodami raziskovat zunanji pas med omenjenima mejama, dobimo mejo tistega vpliva, ki povzroča škodljive posledice v obliki gospodarske škode in to je eden izmed naših bodočih ciljev. Za pravilno tolmačenje in razumevanje kemično analitske problematike moram na tem mestu obrazložiti več stvari. Celotno delo v grobem temelji na določitvi vsebnosti na primer celokupnega (organsko in anorgansko vezanega) žvepla določenega organa določene drevesne vrste iz zdravega okolja. Te vrednosti vzamemo kot izhodiščne vrednosti, ničelne vrednosti ali primerjalne vrednosti. Z njimi primerjamo vrednosti o vsebnosti žvepla iz domnevnega ali z drugimi diagnostičnimi metodami določenega imisijskega območja. Če gre za statistično zagotovljene razlike potem lahko rečemo: "na mestu vzorčenja gre za dokazani vpliv delovanja z žveplovim <sup>dioksidom</sup> dvokisom onesnaženega zraka". Do tu je stvar v redu. Starejše teorije so nato rastlinstvo po količini žvepla razvrščale v različne stopnje poškodovanosti. Novejša dognanja in tudi naše domače izkušnje pa so te teorije v glavnem ovrgele. Logično je, da imajo tkiva tik pred odmetjem lahko največ snovi, ki so jih akumulirale iz onesnaženega zraka. Čim pa je tkivo mrtvo - neaktivno pa nastopi obratni proces, to je proces izluževanja snovi in ima za posledico nižje vsebnosti snovi, ki jo v diagnostične namene sledimo v rastlinah. Iz tega lahko naredimo zaključek, da je kemično analitska metoda predvsem kvalitativno diagnostična metoda in da jo kvantitativno pogojno lahko uporabljamo samo med vzorci, ki so še vedno zeleni.

Pri kemičnih analizah nastopa še dosti problemov, ki jih najbolje odpravljamo s stalno enakim načinom vzorčenja, pripravo vzorcev za laboratorijske analize in analitskim postopkom. Tu imamo v mislih predvsem analizo opranih ali neopranih iglic,

nadalje načini pridobivanja iglic iz vejic, ali jih pustimo da odpadejo, ali jih porežemo, ali pa potrgamo. Nadalje kje in kako jih sušimo in podobno. Naj na tem mestu povemo, da smo v našem primeru vedno vzorec sušili na zraku, pustili da so iglice odpadle in analizirali neoprane, po istem kemično analitskem postopku, zato so dobljeni rezultati med seboj primerljivi, so pa v primerjavi s podatki iz drugih držav nekoliko višji, vendar v pravilnem razmerju. Zaradi preobširnosti in pa tudi dogovora, da celotno ekonomsko plat naloge realiziramo skupno s prizadetimi gozdnimi gospodarstvi, ali morda kasneje, ko bi zato v lastni hiši imeli strokovnjaka, nismo v prvem petletnem raziskovalnem obdobju, razen dveh primerov, razvijali naprej analizo zmanjšane prirastka, ki je istočasno najpopolnejša kvantitativna diagnostična metoda.

V letu 1975 smo imisijsko diagnostične namene začeli uvažati infracolor aerofotografijo. Po morda malce obojestransko (naročnik in izvajalec snemanja) začetniških težavah smo prešli obdobje, iz katerega imamo nekaj vzpodbudnih rezultatov, predvsem pa izkušenj za nadaljno razvijanje uporabnosti infracolorposnetkov v tej specialnosti.

Vzporedno s temi glavnimi diagnostičnimi metodami smo, sicer ne toliko sistematično, uporabljali in preizkušali tudi druge kriterije za določevanje prisotnosti delovanja onesnaženega zraka. Opazovali smo pogostost in prisotnost lišajev, ki so znani kot najboljši koindikatorji onesnaženja zraka, sledili predčasnim nastopom jesenskih fenomenov, merili hitrost odpadanja iglic iglavcev na odrezanih vejicah, naredili prva mikroskopiiranja poškodovanih tkiv, analizirali nastop in pogostost škodljivcev in bolezni in podobno. Na Ravnah na Koroškem smo razvijali kot metodo spremljanje poškodovanosti, izpod<sup>a</sup> števila drevja na večjem številu pet-arskih krožnih ploskvah.

Vse specialne raziskave prvega petletnega raziskovalnega obdobja so pravzaprav poglobitev splošnih raziskav. Na koncu tega poglavja bi razložil težave, ki smo nanje naleteli pri določevanju stopnje poškodovanosti po simptomatski metodi. V stroki je izdelana metodika ocenjevanja določanja poškodovanosti smrekovih sestojev in še to na primeru srednjeevropskih

monokultur. Pri nas smo v izredno pestrem pretežno raznodobnem mešanem gozdu morali metode prilagajati od primera do primera, tako da smo pravzaprav izdelali kombinirano metodo določanja stopenj poškodovanosti v kateri se prepletajo detajlno simptomatski fenomeni (kloroze in nekroze, depozit prahu na asimilacijskih organih), habitualno izgledne manifestacije (suhi, nagnjeni vrhovi, suhe veje listavcev, redke, klorotične krošnje zaradi izpadov starejših letnikov iglic) in sestojne spremembe (vrzeli, sušice, izpači pomladka). Če po teh kriterijih ocenimo naše kartografske izdelke lahko rečemo, da smo 1. stopnjo poškodovanosti določili v večini primerov po prvem kriteriju, 4. stopnjo po tretjem kriteriju, 2. in 3. stopnjo pa kombinirano.

Pri ocenjevanju poškodovanosti v poskusnih nasadih smo metodo sproti določili in je v izdelkih, ki so sestavni deli tega načrta tudi opisana. V večini primerov gre za delež nekroz na listih listavcev in za delež poškodovanih iglic iglavcev, vse izraženo v procentih.

## 7, ŠKODE

Čeprav bo o tem dosti govora v sestavnih delih v nadaljevanju splošnega in posebnega dela tega načrta, bi na kratko smiselno, spektralno posledično in gospodarsko razčlenili poj<sup>e</sup>m škod.

Ločimo neposredne gospodarske škode in pa posredne škode, to je tiste, ki lahko nastanejo po propadu varovalnih in socialnih vlog gozda. Prve so vsakomur jasne, lahko določljive in se dajo številčno izraziti. Dolga leta so žal služile kot edini prikaz škodljivega delovanja onesnaženega zraka na gozdove, zato se škodljivi vpliv ni pravilno ocenjeval. Neštetokrat smo bili postavljeni pred dejstvo izračuna neposrednih škod (izguba na lesni masi, prirastku, razvrednotenje sortimentov, več vlaganja v obnovo in varstvo gozdov in v primeru zasebnih gozdov tudi izguba na zaslužku izdelave), zneski, ki so bili

izračunani so bili smešno nizki (glej v nadaljevanju sestavka s to problematiko).

Zadnja leta pa so v splošnem naravovarstvenem gibanju dobila, odnosno dobivajo posredno gozdne koristi vse večji pomen in strogo varovalno vlogo. Gozdarji smo tudi tu že pred današnjo osveščenostjo opozarjali na splošno družbeno pomembnost posrednih gozdnih koristi in neprecenljive škode na okolju, ki vsled tega lahko nastanejo. Posledice propada ali redukcije posrednih gozdnih koristi se številčno dajo zelo težko predstaviti, ilustrativno pa lahko, na primer: "Zemeljski plaz, ki je nastal zaradi propada varovalne vloge gozda zasuje dvotirno železniško progo pri Hrastniku za 24 ur, ves promet je ustavljen ali preusmerjen" ali " .. depresivnost, ki lahko nastopi vsled degradirane krajine ima n.pr. v več desetisočglavem mestu prav gotovo velike negativne posledice na vsestranski produktivnosti, ustvarjalnosti in odnosih med ljudmi".

Izračun bi dal prav gotovo ogromne zneske. Tudi ljudje, ki se v stroki ukvarjamo s to problematiko nimamo še prave predstave o celotnem kvalitativnem in kvantitativnem obsegu posledic kot so: erozijski pojavi, spremembe v vodnem režimu, klimi in vremenu, degradirani kulturni krajini in podobno.

Po principu posrednih in neposrednih škod združujemo stopnje in zone poškodovanosti v dve skupini in sicer IV. in III. zona predstavljata eksistenčno ogrožen gozd s propadom gospodarske, varovalne in socialne vloge. To je z drugimi besedami površina, kjer nastopajo posredne in neposredne škode. II. in I. zona pa predstavljata površino, kjer nastopajo načeloma samo gospodarske škode. Omenjena okvirna delitev na skupine mora biti dopolnjena s podatkom o delitvi gozdov na gospodarske in varovalne gozdove ter gozdove s posebnim namenom. Šele s prekrivanjem teh dveh podatkov dobimo pravo predstavo problematike gozdov v območjih delovanja prekomerno onesnaženega zraka.

## 8, SANACIJA POŠKODOVANIH GOZDOV

Načelno je nujno razčleniti kaj sploh predstavlja sanacijo gozdov poškodovanih po industrijskem dimu. Ločimo zopet dvoje željenih ciljev. Prvič v manj prizadetih gozdovih ponovno vzpostaviti normalno količinsko in kakovostno proizvodnjo. Na površini močno poškodovanih gozdov pa očitati ali ponovno vzpostaviti nek krajinsko usklajen gozd ali vsaj grmišče, ki bosta dajala posredne koristi gozdnega rastlinstva. Ob tem se postavlja v prvi vrsti vprašanje plačnika. Če gre za vzpostavljanje posrednih gozdnih koristi potem bi morala biti sanacijska dela financirana s strani družbe. Površine pa izločene iz gospodarskih gozdov s statusom gozda s posebnim namenom. Gozdarski strokovnjaki bi na teh površinah vršili le strokovno službo in izvajali sanacijske ukrepe.

Pred vsemi deli in ukrepi pa je nujno, da gozdarji seznamimo in dokažemo javnosti predvsem pa emitentom, da so vsa melioracijska dela ob tako močni emisivnosti nesmiselna. S strani emitentov obstoji prepričanje, da gozdarstvo razpolaga z drevesnimi vrstami, ki so sposobne prenašati delovanje plinov v takšnih koncentracijah kot pri nas dejansko nastopajo. Na podlagi proučevanja stanja smo ugotovili, da imamo v Sloveniji cca 3000 ha gozdne površine s tako ostrimi plinskimi pogoji, da si ne upamo na njih vzpostaviti ponovnega zelenila. Četudi bi morda našli nekaj drevesnih in grmovnih vrst, ki bi prenesle, absolutno gledano, obstoječe visoke koncentracije je sanacijski ukrep zaradi činiteljev kot so rastišče, presaditveni šok, škodljivci in bolezni neizvedljiv. Na primer črna jelša je izredno odporna vrsta. Kljub njeni zahtevi po vlažnih, mokrih ogljenih tleh jo pogosto srečamo tudi na bolj suhih rastiščih. Znano pa je dejstvo, da so rastline najbolj odporne napram onesnaženemu ozračju, če imajo optimalne pogoje rasti.

Predpogoj za biološka sanacijska dela je zmanjšanje emisij. Včasih bi bilo možno marsikaj narediti že pri nespremenjenem stanju, emisije pa se do danes razen nekaj primerov stalno večajo. Poskusi v Celju in Zasavju pričeti v letu 1971 so nam po-

kazali, da je ozelenitvena problematika silno zahtevno delo, vezano na visoke stroške.

Omenjena problematika je na široko opisana v več samostojnih sestavkih načrta.

## 9. NORMATIVI

Menim, da ni bila prav nobena stvar iz tega strokovnega področja toliko obravnavana kot različne dopustne, maksimalne, povprečne, mejne, kritične in ne vem kakšne še imisijske vrednosti. Tudi ne poznam problema, ki bi v tej stroki bil podvržen tolikim spremembam, kritikam, dopolnilom in različnim interpretacijam. Praktično ni strokovnega izdelka, ki ne bi prinašal določenih novosti, tako da je to problematiko zelo težko spremljati in pravilno ocenjevati, sploh pa če nimamo dovolj domačih izkušenj. Kaj vse se je spremenilo v času poteka naloge; če sem to hotel kronološko prikazati z vključitvijo vseh del v nalogo, še vedno nisem zajel vsega. Prav med sestavljanjem teh strani sem prejel celo serijo separatorov, ki ponovno prinašajo celo vrsto novih revolucionarnih pogledov na vegetacijske mejne vrednosti, ki naj bi služile kot osnova za zakonska določila. Zaradi omenjenih dejstev se moram povrniti na stališča, ki sem jih zastopal na prvih straneh uvodnih pojasnil, to je na deduktivno metodo, da na podlagi poškodovanosti sklepamo, kakšni so imisijski pogoji, znosni, preostri, kritični in tudi popolnoma nevzdržni.

Zakon o varovanju zraka pred onesnaženjem določuje maksimalne povprečne dnevne in polurne koncentracije za različne vrste polucij, ter tudi kritične vrednosti. Te vrednosti naj bi zagotavljale, kolikor toliko nemoteno žitje in bitje vsega živega in ohranitev nežive narave. Zaradi pomanjkanja domačih izkušenj so normativi prirejani po tovrstni tuji zakonodaji. Kje smo? Po določilih - vrednostih nekje med zakoni z ostrimi pogoji in blagimi pogoji. Prav omenjena zadnja dognanja o še dopustnih maksimalnih koncentracijah (kratkotrajnih, povprečno dnevni in letno povprečnih) izvirajo iz držav z blago zakono -

dajo. Zastopamo mnenje, da več pomeni bolj blaga norma, ki se jo da doseči, in se to tudi poskuša, kot pa oster, v prvi fazi sanacije izvorov emisij nemogoč režim.

Vsa pestrost te problematike v gozdarstvu je podana že z različno relativno odpornostjo drevesnih vrst v specifičnih rastiščnih, vremenskih in dnevno ter letno časovnih obdobjih. Med drugim pa je prav to zadnje trenutno postavljeno popolnoma na glavo.

Obširni seznam literature, ki je prav gotovo tudi eden izmed ciljev naloge, nas seznanja z resnično pestrostjo in časovno spremenljivostjo tega problema.

SKUPNI DODATNI DEL



## SKUPNI DODATNI DEL

V skupnem dodatnem delu so zraba vsa dela, študija in članki, ki niso vezani na določeno imisijsko žarišče, ampak obravnavajo tematiko, ki se nanaša na celoten obravnavani prostor, odnosno prinaša teoretske razlage in obrazložitve pojmov za lažje razumevanje izvajanj v delih. Razvrščena so kronološko, in so nastajala v letih od 1971 do 1977. Pri vseh sestavkih dodatnega dela nas ne sme motiti dejstvo, da se v glavnem vse splošne stvari (uvodna pojasnila, pojmi) iz članka do članka ponavljajo.

1. Gozd in onesnaženo ozračje v Sloveniji. (Obrazložitev uporabljenih terminov in stanje v Sloveniji).- Članek v G.V.1972-str.201-204.

Na tem mestu smo dolžni dati pojasnilo, da citirani in priloženi članek podaja rezultate del in raziskav iz obdobja ko nalogo še ni sofinansirala Raziskovalna skupnost SRS, menim, da zaradi obširno obrazloženih pojmov in prikaza površin ter razvrstitvi večjih imisijskih žarišč s stališča posrednih in neposrednih škod po stanju 1971, predstavlja pomemben del elaborata. Članek je korigiran samo v primeru napačno uporabljenih terminov. Prilagam ga v celoti.

2. Zakonitosti širjenja onesnaženega zraka in s tem povezane poškodovanosti vegetacije v treh specifičnih vremenskih in reliefnih pogojih.- (pripravljeno za objavo v G.V.)

Prispevek prinaša troje tipičnih načinov transmisije onesnaženega ozračja in s tem povezane razporeditve stopenj poškodovanosti gozdov. Primeri so povzeti iz naravnih pogojev (Ravne na Koroškem, Celje) vendar nekoliko idealizirani.

3. Gozd in onesnaženo ozračje - s posebnim ozirom na neposredne in posredne škode.

Delo narejeno za Republiški sekretariat za urbanizem v letu 1970, predstavlja začetna razglabljanja in poskus izračuna neposrednih škod na zelo enostaven in hiter način.

Zneski so izračunani grobo na podlagi površin, lesnih zalog redukcije prirastka in takratnih cen lesa. Kljub temu pa predstavlja prvo oceno neposrednih gospodarskih škod na gozdovih vsled prekomerno onesnaženega zraka v SRS. Skupno z opisom imisijskih žarišč in drugimi preglednicami, daje vpogled v takratni razvoj naloge in stališč. Razlike so prav v površinah in posrednih škodah. V tem prispevku zadnjič omenjamo Celjsko kotlino kot največje imisijsko žarišče. Bilo je bolj proučeno od Zasavja po eni strani, po drugi pa je do katastrofalnega stanja poškodovanosti v Zasavju prišlo po letu 1969.

4. Gozdne združbe kot osnova za določanje kritičnih vrednosti koncentracije žveplovega dvokisa (SO<sub>2</sub>) v ozračju.

Članek v G.V. 1976, str. 93-103.

Predstavlja uporabnost izsledkov raziskav naloge pri določanju kritičnih vrednosti koncentracije SO<sub>2</sub>. Na osnovi drevesne sestave gozdno-vegetacijskih tipov, rajonizira SRS na pet različnih občutljivostnih območij, ki morajo zaradi varovanja naravnega okolja imeti posebna določila. Glede maksimalnih še dopustnih koncentracij - imisijskih vrednosti.

Kljub temu, da gre za v letu 1975 izdelano študijo, v kateri so zastopana do danes veljavna stališča glede razlik med vplivom onesnaženega zraka na gozdno rastlinstvo v dobi rasti in mirovanja ločeno za iglavce in listavce, so prav zadnje študije iz Švice prinesle to novost, da je razlike med vplivi različnih letnih obdobj minimalna in to ne samo pri iglavcih, temveč tudi pri listavcih.

5. Gozd in gozdarstvo v kompleksu varstva okolja.- Članek v 2.št. revije "Naše okolje" in v G.V. št. 10, decembra 1976.

Članek poskuša načeti diskusijo o problematiki varovanja naravnega gozdnega okolja ne zaradi gozda samega, temveč zaradi splošno družbeno pomembnih vlog gozda in vplivov gozda na celotni prostor.

6. Prispevek k pravilnemu pojmovanju onesnaženosti okolja.

- Poljuden prispevek za "Aktualno temo" RTV marec 1976.

Osnovni namen je bila želja postoriti določena dejstva iz problematike na pravo mesto, ter vključiti v kompleks onesnaženja tudi včasih okoljno trajno destruktivne pojave. Ker je prispevek doživel nekaj hudih novinarsko redakcijskih "spodrseljajev" sem čutil dolžnost, da ga v pravi obliki priobčim na tem mestu.

Priloge: navedeni prispevki od 1 - 6.

## GOZD IN ONESNAŽENO OZRAČJE V SLOVENIJI

## 1. Uvodna pojasnila in obrazložitev strokovnih pojmov

Pri industrijskih tehnoloških procesih in proizvodnji energije se sproščajo plinaste, tekoče in trdne odpadne snovi, ki prihajajo v ozračje, tla in vodo. Opraviti imamo z onesnaženim okoljem. Vsaka negativna sprememba v kompleksu ekoloških pogojev škodljivo vpliva na živo naravo. Tudi gozd potrebuje za svoj obstoj svojske življenske pogoje. Onesnaženo ozračje pomeni zato v ekološkem kompleksu tisti zaviralni faktor, ki v odvisnosti od stopnje onesnaženosti spremeni življenske pogoje do tolikšne mere, da je uspevanje gozda moteno, otežkočeno, skrajno težko ali celo nemogoče. Posledica tega so malo, srednje, močno poškodovani gozdovi in goličave, kar izražamo s stopnjami poškodovanosti. Poseben pojem so c o n e poškodovanih gozdov, ki združujejo enako poškodovane sestoje.

V strokovni literaturi ter v vsakdanjem govoru in tisku uporabljamo izraze emisija in imisija. S pojmom emisija razumemo v zrak ali nasploh v okolico oddane snovi v plinastem, tekočem ali trdnem stanju. Imisija pa je učinek emisije na živo in neživo naravo, posledica česar so poškodbe (biološki pojmi) in škode (gospodarski pojmi). Tako govorimo npr. o imisijskih poškodbah ali o gozdovih prizadetih po imisijah.

Da nastopijo vidne (ožganost, kloroza idr.) ali nevidne poškodbe (motnje v fizioloških procesih), morajo na posamezne drevesne vrste učinkovati škodljive snovi v ustreznih koncentracijah in v ustrezno dolgem času. Iz koncentracije in časa ugotovimo lahko količino škodljive snovi, ki je učinkovala na gozd ali na posamezno drevesno vrsto. Iste količine škodljivih snovi povzročajo pri različnih drevesnih vrstah različne poškodbe, zato govorimo o različni odpornosti drevesnih vrst. Pa tudi pri isti drevesni vrsti enake količine

škodljivih snovi ne povzročajo enakih poškodb. Vzrok je v individualni fenotipski odpornosti. Na odpornost vplivajo še starost drevja ali sestoja, oblika sestoja, rastiščni pogoji, zlasti klima. Stopnja poškodovanosti je torej funkcija drevesne vrste, starosti in oblike sestoja, rastišča in količine škodljive snovi. Dodamo naj še, da nastopajo pri visokih koncentracijah in krajšem učinkovanju škodljivih snovi težje akutne poškodbe, pri nižjih koncentracijah in daljših časih pa kronične poškodbe.

## 2. Vrste škodljivih snovi in njih učinek na rastlinstvo

Že v uvodu smo navedli, da ločimo trdne, tekoče in plinaste emisije. Med slednjimi je najpomembnejši žveplov dvokis ( $\text{SO}_2$ ), poleg tega pa še fluorovodik (HF), klorovodik (HCl) in razni dušični plini. Zelo toksične so kisline oziroma kislinski hlapi ter hlapi raznih organskih spojin. V prahu, ki je lahko toksičen ali pa tudi ni, so zastopane predvsem kovine oziroma njihovi oksidi. Najbolj pogost je prah svinca, cinka, bakra, mangana in železa. Posebno pogost, a manj nevaren je prah, ki prihaja iz cementarn in asfaltnih baz. Vrsta emisije pa je odvisna seveda še od tehnoloških postopkov in načinov pridobivanja energije.

Plini prihajajo v rastlino skozi listne reže pa tudi skozi povrhnico. Nastopijo spremembe in motnje fizioloških procesov, ki v končni fazi povzročijo tudi propad tkiva. Najpogosteje sta uničeni celici zapiralki pri listnih režah, zaradi česar rastlina ne more več uravnati transpiracije. Toksičen prah in kislinske kapljice povzročajo ožige na površini asimilacijskih organov in propad palisadnega parenhima. Obloge prahu na asimilacijskih organih zavirajo dihanje rastline. Navedeni vzroki povzročajo že na zunaj spoznavne simptome obolenja.

### 3. Raziskovanje gozdarske imisijske problematike v Sloveniji

Z naglim razvojem industrije postaja problem poškodovanih gozdov tudi v Sloveniji bolj in bolj pereč. Na predlog gozdnogospodarskih organizacij se je Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo začel baviti s tem vprašanjem leta 1967. Že v tem letu je bila sistematsko zastavljena posebna raziskovalna naloga, ki je z intenzivnejšimi raziskavami po letu 1969 že do sedaj dala nekatere zelo koristne rezultate, zlasti glede vrste in obsega poškodovanosti. V nadaljnjem naj bi proučevali odpornost posameznih drevesnih vrst v naših specifičnih emisijskih in naravnih pogojih. Vse ugotovitve takšnih raziskav naj bi v prvi vrsti služile iskanju možnosti za biološke sanacijske načrte in za izračun neposrednih ter posrednih škod. Po zgledu drugih držav in na nasvet priznanih strokovnjakov so bile raziskave v prvem obdobju omejene na opredeljevanje stopenj poškodovanosti, in sicer po metodi na zunanji spoznavnih znakov (simptomov) obolenosti. Stopnje poškodovanosti in meje posameznih con so bile ugotovljene na podlagi opazovanj na smreki, ki spada med najbolj občutljive drevesne vrste. Tako so bili postavljeni ustrezni parametri za uporabo pri simptomatskih metodah. Vse ugotovitve simptomatskih metod pa morajo biti seveda potrjene s kemičnimi analizami. Kar najbolj objektivno stanje lahko ugotovimo le s kombinacijo simptomatskih, kemično analitskih in prirastoslovnih metod. Tvrstna dela so v okviru inštitutovih raziskav že v teku.

Osemdeset odstotkov naših poškodovanih gozdov leži v petih industrijskih okoliših: v Zasavju, pri Celju, v Zgornji Mežiški dolini (Žerjav), v Spodnji Mežiški dolini (Ravne) in na Jesenicah. Nadaljnih deset odstotkov je okoli srednje velikih emitentov v Kidričevem, Anhovem, Rušah, Krškem in Idriji. Preostalih deset odstotkov pa se razprostira neposredno ob manjših tovarnah, asfaltnih bazah, opekarnah ipd. Površine po posameznih predelih so prikazane v tabeli, kjer spadajo v I. cono malo poškodovani, v II. srednje poškodovani, v III.

močno poškodovani in v IV. uničeni gozdovi.

Poškodovani gozdovi v Sloveniji (v ha)

Imisijska žarišča	Cone poškodovanosti				Skupaj
	I	II	III	IV	
<u>Glavni emitenti:</u>					
Zasavje	2100	1500	1000	400	5000
Celje	2000	1200	500	300	4000
Žerjav	1250	650	370	280	2550
Ravne	1230	850	250	20	2350
Jesenice	1330	600	140	30	2100
<b>S k u p a j</b>	<b>7910</b>	<b>4800</b>	<b>2260</b>	<b>1030</b>	<b>16000</b>
<u>Srednji emitenti:</u>					
Kidričevo					700
Ruše					500
Anhovo					500
Idrija					250
<b>S k u p a j</b>					<b>1950</b>
<u>Manjši emitenti:</u>					
Krško, Slov. Bistrica, Rogaška Slatina, Ilir. Bistrica, neposredna okolica mest, asfaltnih baz, opekarn, kemičnih tovarn idr.					2000
<b>S k u p n o</b>					<b>19950</b>

Iz tabele je razvidno, da imamo v Sloveniji okoli 20.0000 ha gozdov, ki so poškodovani zaradi onesnaženega ozračja, torej 2% vseh naših gozdov. Zaradi dima in prahu je od tega že propadlo 1030 ha (IV. cona), v akutnem propadanju je 2260ha (III. cona). V kritičnem stanju je torej skupaj 3290ha gozdov. V primerjavi z vsemi gozdovi v Sloveniji to sicer ni velika površina, njen pomen pa zraste, če upoštevamo, da ležijo ti gozdovi v neposredni okolici večjih naselij, kjer prihajajo do

izraza predvsem posredne koristi gozdov. Stanje je zato nadvse zaskrbljujoče.

#### 4. Škode

Ločiti moramo neposredne in posredne škode. Prve nastanejo zaradi izgube na lesu, zaradi manjše vrednosti sortimentov, zaradi nujnih višjih stroškov pri gojenju in obnovi gozdov in še zaradi drugih vzrokov. Posredne škode pa nastopijo predvsem zaradi prenehanja zaščitnih nalog gozdov. Sem štejemo v prvi vrsti erozijo, spremembo vodnega režima, patudi klimatske spremembe in propad kulturne krajine. Številčno prikazovanje škod je pri tem zelo težavno, obširno in strokovno delo. Še posebno težko je izračunati posredne škode, ki sicer predstavljajo v skupnem seštevku poglavitni delež. Do sedaj smo v Sloveniji obravnavali mestoma le neposredne škode, vprašanja posrednih škod pa se ni z gospodarske plati do danes še nihče lotil. Za primer naj navedemo le nevarnost v Zasavju, ki je tako rekoč nenehno pred vrati: kolikšna gospodarska škoda bi nastala, če bi erozijski material za štiriindvajset ur zatrpal zasavsko železniško progo.

Na podlagi analize naših največjih imisijskih žarišč je njihov vrstni red glede na neposredne in posredne škode naslednji:

a) Neposredne škode: 1. Zgornja Mežiška dolina (Žerjav), 2. Celje, 3. Spodnja Mežiška dolina (Ravne), 4. Zasavje, 5. Jesenice.

b) Posredne škode: 1. Zasavje, 2. Zgornja Mežiška dolina, 3. Spodnja Mežiška dolina, 4. Celje, 5. Jesenice.

#### 5. Zaključek

Pričujoči prispevek naj bi služil širši strokovni javnosti za boljše razumevanje imisijskih pojavov in stanja poškodovanih gozdov v Sloveniji. Ob začetku sistematičnega dela leta 1969 je bila postavljena glede izbire raziskovalne poti dilema: ali specialne raziskave posameznih pojavov in problemov



ali spoznavanje stanja v Sloveniji in inventarizacija gozdov glede na poškodbe zaradi industrijskega dima. Izbrana je bila slednja pot, tako da imamo danes dokaj točen pregled nad vsemi imisijskimi pojavi v Sloveniji, kar nam šele lahko omogoči smotrno usmerjanje specialnih raziskav tja, kjer je to potrebno.

V nadaljnem bo težišče raziskav v iskanju možnosti za biološko sanacijo poškodovanih gozdov glede na možnosti posameznih rastiščnih potencialov. To bo po eni strani osnova za izračun neposrednih škod, po drugi pa osnova za premeno sestojev. Pomembno je bilo za prvo obdobje raziskav, da smo lahko le tako prikazali širši javnosti dimenzije in intenziteto imisijskih poškodb v gozdovih Slovenije. Le tako bodo mogli o problemih onesnaženega ozračja resneje razpravljati na vseh strokovnih in političnih upravnih institucijah ter sprejemati ustrezne predpise in sankcije.

ZAKONITOSTI ŠIRJENJA ONESNAŽENEGA ZRAKA IN S TEM POVEZANE  
POŠKODOVANOSTI VEGETACIJE V TREH SPECIFIČNIH VREMENSKIH IN  
RELIEFNIH POGOJIH

- a) V smeri vetra
- b) Ob inverzijah
- c) Ob razkroju inverzije

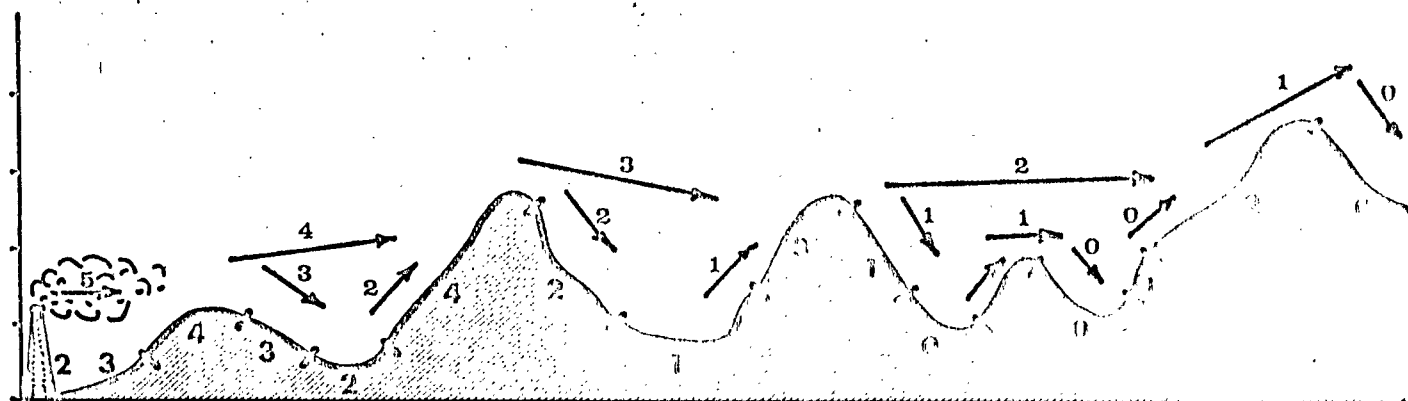
(Članek pripravljen za G.V.)

U v o d n a   p o j a s n i l a

V imisijskih področjih s specifičnimi vremenskimi in reliefnimi pogoji, srečujemo pestro sliko poškodovanosti sestojev že ob pogoju, da ni prevelike razlike v rastiščih in sestavi drevesnih vrst. Za boljše razumevanje problema, imam namen prikazati troje nekoliko idealiziranih načinov zaplinjanja in s tem vzročno povezanih poškodb na gozdovih.

1. Naletno imisijsko območje: (prerez v smeri naleta plinov-privetrje)

Primer Celje - smer Šentjur (idealizirano)



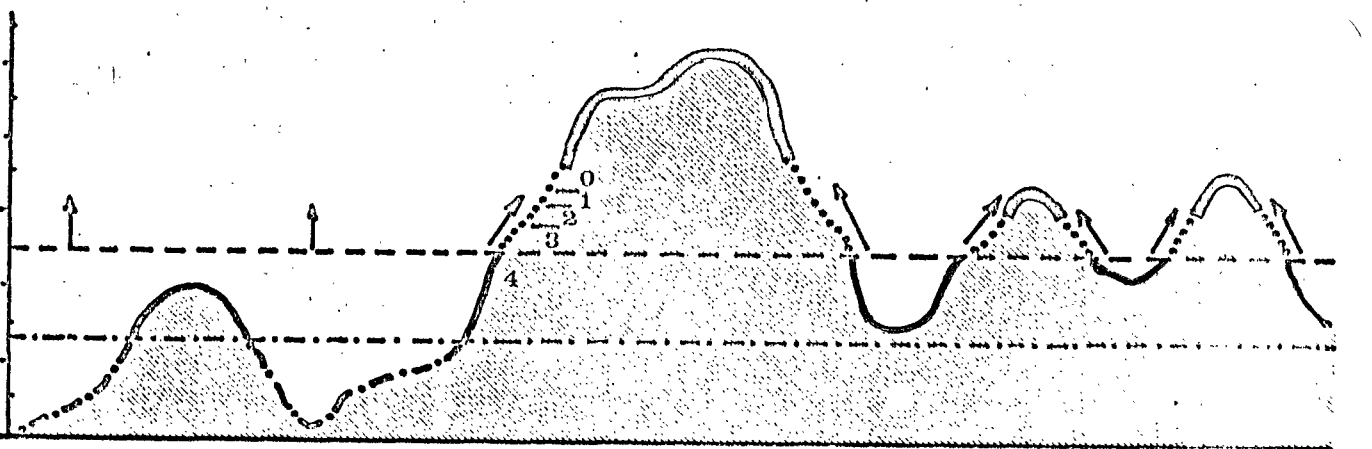
5	} koncentracija imisijska vrednost	}	4	uničeni gozdovi
4			3	močno poškodovani gozdovi
3			2	srednje poškodovani gozdovi
2			0	zdravi gozdovi
1			1	malo poškodovani gozdovi
0	} stopnje poškodovanosti	}	→	smeri širjenja onesnaženega zraka








Obrazložitev: Takoj pod virom nastopi mrtvi kot. Plini dosežejo maksimalno koncentracijo po določeni razdalji (da se računsko določiti). Glavna smer zadeva ob vrhove, ki so pod najmočnejšimi vplivi. Del onesnažene zračne mase pade v zračno luknjo prečnih <sup>dolnu</sup> poti. Na poti v dolino se zrak čisti, dobi manjšo koncentracijo plinov, zato so kontaktne površine manj poškodovane. V samo dolino pride že močno do neškodljivo razredčen plin, ki povzroča manjšo stopnjo poškodovanosti. Dodatno vpliva na manjšo stopnjo poškodovanosti tudi boljše rastišče.

## 2. Inverzijsko imisijsko območje:

Vzdolžni presek terena

Teoretični prikaz poškodovanosti gozdov ob inverzijskem načinu zaplinjanja.

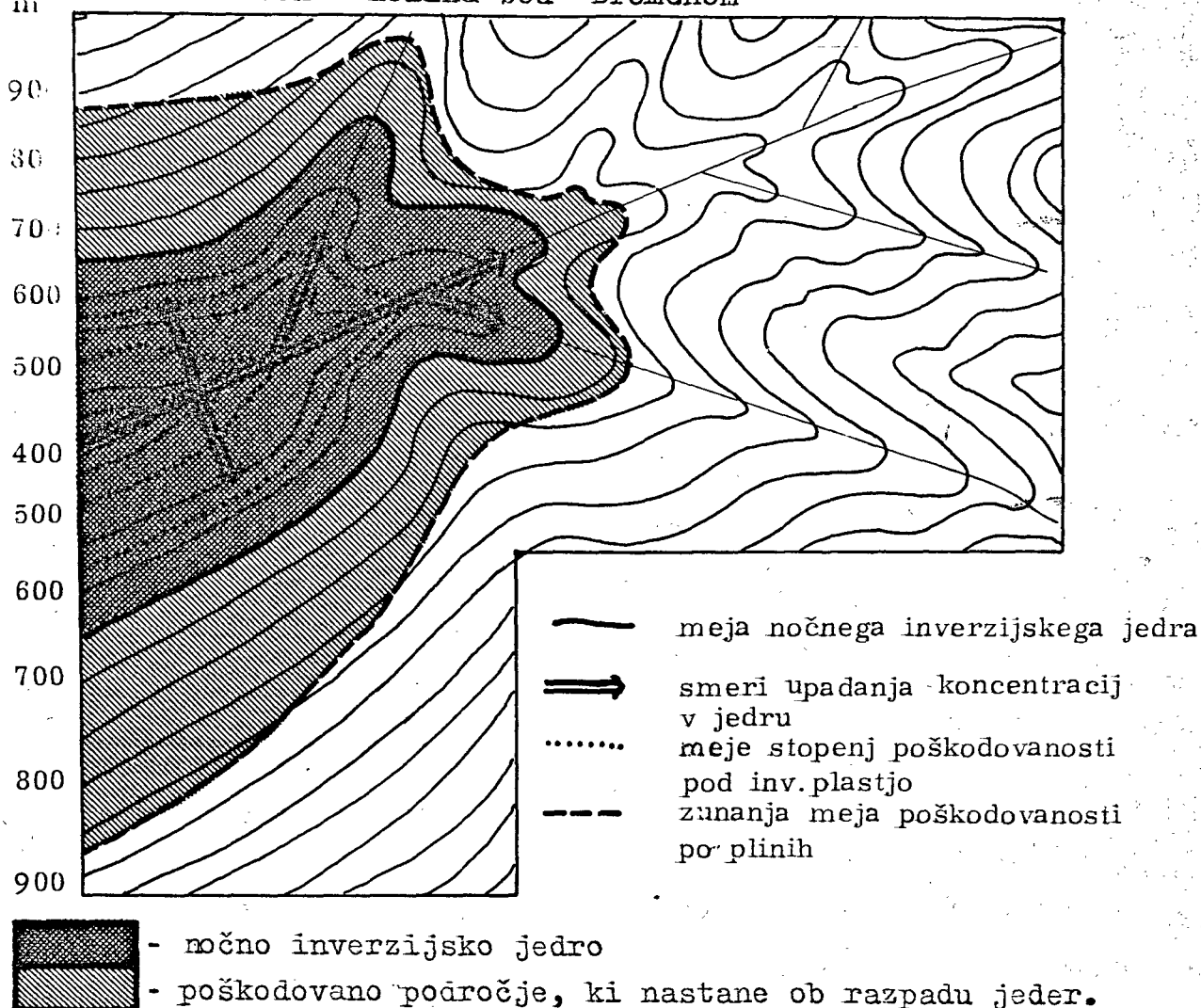


	smeri dviganja onesaženega zraka ob razpadu inverzij		višina plinske plasti ob inverziji
4 - 1	stopnja poškodovanosti		površina močno poškodovanih gozdov pod inv. mejo
			površina zdravih gozdov
			poškodovani gozdovi, ki nastanejo ob razpadu inverzij
			pov. manj poškodovanih gozdov v nižjih legah
			zg. meja inverzijsko ne-vplivanega območja

Obrazložitev: V predelih v zavetrju in pogostih inverzijah, dosežejo plini določeno višino. Dolgo predvsem zgodnje dopoldansko zadrževanje plinov v taki obliki povzroča zelo enakomerno poškodovanost do določene višine. Vrhovi so izven plinov in zato nepoškodovani. Prehod med inverzijsko poškodovanimi gozdovi in zdravimi gozdovi tvorijo poškodovani gozdovi, ki nastanejo ob razpadu inverzijskih jeder. V dnu dolin nastopa nekak mrtvi kot, predel z blažjimi imisijskimi pogoji in manj poškodovanimi gozdovi.

### 3. Razpad nočnih inverzijskih jeder:

Primer iz Raven - dolina pod Bromanom



Po dvigu plinov po pobočjih se koncentracija manjša. Bližje sredini jedra z večjo koncentracijo plinov morajo plini narediti daljšo pot, da se razredčijo do neškodljive koncentracije, zato poškodovanost vegetacije sega višje v pobočje. Na koncu doline, kjer so koncentracije že preje nižje pa je pot do neškodljive konc. krajša. Višinska meja poškodb je nižje.

Plini z zračnimi tokovi pridejo v dolino in jo zapolnijo do določene višine. Koncentracija tudi pod inver. plastjo pada z oddaljenostjo. Ob dvigu po pobočjih se plini redčijo. Pot redčenja je premosorazmerna s koncentracijo plinov. Meja poškodovanega področja pada z oddaljenostjo od smeri izvorov plina.

## Z a k l j u č e k

Navedeni in obrazloženi trije primeri transmisije onesnaženega zraka, so najbolj tipična in pogosta oblika prenosa plinov ali prahu in model za specifične patološke slike gozdov v okolici industrijskih obratov. Služijo naj za lažje razumevanje imisij določenega prostora.

Ne smemo pa iti mimo dejstva, da sicer z veliko manjšo verjetnostjo nastopajo lahko tudi povsem drugačni načini transmisije, ki se jih ne da vkalupiti v opisane modele, niti računsko določiti. Tu mislimo prenose v obliki zračnih curkov, plasti ali stabilnih gmot, ki nerazredčene lahko dosežejo velike daljave.

## GOZD IN ONESNAŽENO OZRAČJE - S POSEBNIM OZIROM NA NEPOSREDNE IN POSREDNE ŠKODE

Poškodbe gozdne vegetacije in s tem vezane gospodarske škode zaradi škodljivega delovanja onesnaženega ozračja, se v Sloveniji v večjem obsegu pojavljajo v Celjski kotlini, zgornji Mežiški dolini, na Ravnah na Koroškem, v Zasavju, Kidričevem in na Jesenicah. Imisijsko poškodovane gozdove smo določili tudi v Anhovem, Idriji Rušah in Krškem, vendar gre v tem primeru za manjšo stopnjo poškodovanosti ali za manjše površine poškodovanih gozdov. Poleg naštetih večjih in srednje velikih imisijskih žarišč smo leta 1969 ob pregledu celotnega slovenskega prostora zasledili poškodovano gozdno vegetacijo tudi v okolici številnih manjših industrijskih obratov. Skoraj vsi industrijski obrati, predvsem pa kemične tovarne, opekarne, asfaltne baze in obrati, ki uporabljajo premog kvarno vplivajo na rastlinstvo v svoji okolici.

Inventarizacija slovenskega prostora s stališča imisijsko poškodovane gozdne vegetacije leta 1969 nam je posredovala podatek, da je v Sloveniji 20.000 ha gozdov pod imisijskim vplivom. Notranje smo imisijsko vplivano gozdno površino razdelili na štiri stopnje poškodovanosti. Od celotne površine 20.000 ha odpade približno 1/4 (25 %) na močno poškodovane in že uničene gozdove. Z drugimi besedami, že pri sedanjem stanju in velikosti onesnaženega ozračja preti 5000 hektarjem gozda popoln propad.

Pri opredeljevanju imisijsko poškodovanih gozdov smo se omejili samo na jasne in nedvoumne makroskopsko določljive znake na gozdnem drevju. Znano je, da v rastlinah nastopajo motnje v fizioloških pro-

cesih še predno se pojavijo zunanji vidni znaki poškodb. Iz tega sledi, da imamo imisijsko poškodovanih gozdov več kot smo jih določili leta 1969.

V okviru tega poročila bomo razčlenili neposredne in posredne škode v naših največjih industrijskih bazenih. Za manjša žarišča nam manjka podatkov, tudi so po stopnji poškodovanosti in površini podrejena. Na manjša in srednja žarišča v Sloveniji odpade cca 10 % površine poškodovanih gozdov.

Predno začnemo z obravnavanjem posameznih ogroženih področij, se dotaknimo kompleksnega in ne vedno enako tolmačenega vprašanja škod. Na splošno ločimo neposredne in posredne škode gozdov. Pod neposrednimi škodami v ožjem smislu razumemo izgubo na prirastku in lesni zalogi, manjšo vrednost sortimentov in večja vlaganja v obnovo gozdov. Posredne škode pa zajemajo vse posledice nastale zaradi propada posrednih koristi gozda, ki se odražajo v erozijskih pojavih, spremembi klime, vodnega režima in krajine.

Težava pri skupnem številčnem prikazu neposrednih in posrednih škod obstoji v tem, da so posredne številčno težko določljive. Obstoje študije, ki navajajo, da predstavljajo neposredne škode le 1/10 vseh škod, vendar so prirodni pogoji med posameznimi primeri tako različni, da nekega obrazca ne moremo uporabljati za vse primere. V ilustracijo bi navedel dvoje skrajnih primerov: Propad gospodarsko visoko vrednega gozda v ravnini in propad varovalnega gozda na erodibilnih tleh strmih leg nad objekti. V prvem primeru je povdarek na neposrednih škodah, v drugem pa absolutni povdarek na posrednih škodah.

Gledano s tega vidika se poškodovane gozdne površine v Sloveniji med seboj močno razlikujejo.



Kratek opis večjih žarišč poškodovane gozdne vegetacije

1. Celje : Največje in najbolj ogroženo področje. Največja površina uničenih in močno poškodovanih gozdov. Površje je valovito do srednje razgibano, tla erodibilna. Srednja vrednost gozdov, zaradi visokega deleža listavcev. Manjša nevarnost erozijskih pojavov.
2. Ravne : Mlado imisijsko področje. Velika površina močno in srednje poškodovanih gozdov. Visoka vrednost gozdov. Srednje do močno razgibano površje. Tla delno erodibilna. Potencialna nevarnost erozijskih pojavov.
3. Zgornja Mežiška dolina : Skrajno akutno področje zaradi velike površine uničenih in močno poškodovanih gozdov. Razgibano in mestoma skrajno strmo površje z erodibilnimi tlemi. Vrednost gozdov srednja do visoka. Velika nevarnost erozijskih pojavov.
4. Zasavje : Manjša vrednost gozdov z ozirom na proizvodnjo lesa, a izredni pomen posrednih koristi gozda. Skrajno strmo in erodibilno površje. Katastrofalna nevarnost erozijskih pojavov.
5. Jesenice: Osnovna značilnost jeseniškega imisijskega področja je v veliki površini srednje poškodovanih gozdov z visokim deležem iglavcev. Z drugimi besedami, velika izguba na prirastku. Erozijsko zaenkrat manj pomembno področje. Povdarek je na neposrednih škodah,

Če primerjamo neposredne in posredne škode v naštetih industrijskih okoliših lahko naredimo naslednji vrstni red velikosti škod :

a) S stališča neposrednih škod

1. Zgornja Mežiška dolina
2. Celje
3. Ravne
4. Zasavje
5. Jesenice

b) S stališča posrednih škod

1. Zasavje
2. Zgornja Mežiška dolina
3. Ravne
4. Celje
5. Jesenice

Neposredne škode na gozdovih

V naslednjem poglavju bomo skušali prikazati dinarsko vrednost neposrednih imisijskih škod na gozdovih v Sloveniji. Že na začetku moramo povedati, da bodo vrednosti bolj orientacijskega značaja in ne bodo v celoti prikazovale vseh neposrednih škod. Pri izračunu bomo upoštevali le najbolj oprijemljive kriterije to je, izgubo na prirastku, več vlaganju v obnovo gozdov in manjšo vrednost sortimentov. V pomoč pri izračunu so nam služili starejši izračuni škod, izračuni za dele poškodovanih gozdov, odškodninski zahtevki za povračilo škod v privatnih gozdovih in podobno. Za Celjsko, Zasavsko in Jeseniško področje, pa smo skupno z gozdnimi gospodarstvi izračunali okvirne zneske neposrednih škod za leto 1970. Našteto gradivo je v končnem izdelku ali konceptu pri Gozdarskem inštitutu v Ljubljani.

V okviru tega poročila bi naredili samo izvleček iz omenjenega gradiva v zaokroženih zneskih :

1. Zgornja Mežiška dolina	900,000.00	ND
2. Celje	446,000.00	ND
3. Ravne	420,000.00	ND
4. Zasavje	280,000.00	ND
5. Jesenice	220,000.00	ND
	<hr/>	
	2266,000.00	ND
	*****	

V znesku je zajetih 16.000 ha (80 %) poškodovanih gozdov. V Sloveniji pa imamo 20.000 ha poškodovanih gozdov, zato moramo prikazani znesek povečati za ustrezno vsoto. Izračun nam da podatek, da nastane na vsakem hektarju poškodovanih gozdov 140.00 ND neposrednih škod.

Skupno neposrednih škod v Sloveniji :

20.000 ha x 140.00 ND ..... 2800.000.00 ND  
\*\*\*\*\*

V obrazložitev navedenega zneska bi povedali, da znesek ne predstavlja v celoti vseh komponent neposrednih škod, temveč samo najvažnejše in najlažje izračunljive. Morda je primerno, če navedeni znesek, ki bi se morda nekemu zdel visok, prikažemo na drug način. Izračun neposrednih škod preračunan na celotno površino 20.000 ha in tržnovredno vrednost lesa nam da podatek, da na vsakem hektarju gozdov v povprečju izgubimo letno 1.5 m<sup>3</sup> lesa.

Ponovno povdarjamo, da v izračunu niso zajete vse komponente neposrednih škod in da prikazani znesek ne predstavlja dejanskih neposrednih škod.

V poštev bi morali jemati tudi dejstvo, da se imajo iz dneva v dan večajo zaradi česar je vsak izračun, ko je narejen že zastarel in ne predstavlja dejanskega stanja.

### Posredne škode

Široki spekter posledic propada gozdne vegetacijske odeje, razumevamo pod posrednimi škodami. Številčno jih je težko prikazati. Tudi določeni faktorji z ozirom na neposredne škode mestoma popolnoma odpovedo. Zamislimo si samo, da na primer erozijski material za kratek čas zasuje železniško progo v Zassavju. Škode bi dosegle milijonske zneske.

Najvažnejše posredne koristi gozda so čuvanje tal pred erozijo, regulacija vodnega režima in klime ter oblikovanje estetske krajine. Menimo, da je vsakomur jasno, da pri smotrnem urejanju in vzdrževanju določenega prostora, moramo ohraniti in ohranjati posredne koristi gozda.

Ljubljana, 6. 6. 1970.

ing. Šolar Marjan

Isračun inisijskih škod na gozdovih v Zaccvju (G.G. Ljubljana; za leto 1970 )

A - Isguba na prirastku

Stopnja poškodo- vanosti	Pov. ha	Lesna zaloga (neto)		Prirastek (neto)		Zmanj. prirastka		Zmanjšan prir.		Od tega:			Cena tehnika drva 10.00
		igl.	list.	igl.	list.	igl.	list.	igl.	list.	iglavci teh.les	listavci teh.les	drva 60%	
IV.	310	4000	44000	99	840	100	80	99	670	99	400	270	10.00
III.	700	9100	99000	225	1900	50	40	114	760	114	460	300	
II.	1380	18000	196000	440	3750	25	10	110	375	110	225	150	
I.	1750	23000	250000	570	4750	10	-	57	-	57	-	-	
	4140			1334	11240	-	-	381	1805	380	1085	720	

Skupaj 1465 m3 tehnike a 80.00 ND = 117,200.00

" 720 m3 drv a 10.00 ND = 7.200.00

Skupaj izguba na prirastku v ND = 124,400.00

B - Povečani stroški obnove v IV.in III.pošk. stopnji

Redna letna pogozdovanja 10 ha, zaradi plinov polovičen uspeh

pogozditve; 5 ha dopolnitev oz. pncovitev; 5 ha a 12.000 ND .....

60,000.00

C - Škoda zaradi zmanjšane vrednosti sortimentov

Zrna	Etat igl.	Etat list.	% zmanjšane vrednosti	Zrna	iglav- ci	listavci teh.les	teh.les
IV.	99	840	100	IV+III	324	1650	1974
III.	225	1900	100	II.	150	900	1950
II.	310	3000	50	I.	40	200	240
I.	400	3800	10		514	2750	3264
	1034	9540					

Na 3264 m3 tehnič-  
nega lesa so zmanj-

ša vrednost sorti-  
mentov za 30,00 ND

po m3

3264 . 30.00 ..... 97,920.00

Skupaj A+B+C ..... 282,320.00 ND

Izračun imisijskih škod na gozdovih v Celju (G.G. Celje); za leto 1970 \*

A - Izguba na prirastku

Stopnje poškodov- anosti	Pov. ha	Lesna zaloga (neto)		Prirastek (neto)		Zmanjšan prir. %		Zmanjšan prir. m3		Od tega:			Cena tehnike 100.00 drva 15.00
		igl.	list.	igl.	list.	igl.	list.	igl.	list.	tehn.les	listavci teh.les drva 40 %	drva	
IV.	300	24600	27900	600	750	100	80	600	600	600	240	360	
III.	500	41000	46000	1000	1250	50	40	500	500	500	200	300	
II.	1200	98000	111600	2400	3000	25	10	600	300	600	240	360	
I.	2000	164000	186000	4000	5000	10	-	400	-	400	-	-	
	4000	327600	371500	8000	10000	-	-	2100	1400	2100	680	1020	

Skupaj tehnike 2780 m3 @ 100.00 MD = 278,000.00

" drv 1020 m3 15,300.00

Skupaj izguba na prirastku 293,300.00

B - Povečani stroški obnove:

Redno letna pogozdovanja 15 ha s 50 % uspehom, sato 1/2 pnovitev  
in izpopelnitev. Cena po ha 12.000 MD

7.5 ha @ 12.000 MD .....

90,000.00

C - Škoda zaradi zmanjšane vrednosti sortimentov:

Zena	Etat igl.	Etat list.	% smanj. vrednosti
IV.	-	-	-
III.	550	650	100
II.	1320	1560	50
I.	2200	2600	10
	4070	4810	

Zena	iglav. tehnika list.	tehnika
III.	550	260
II.	660	312
I.	220	104
	1430	676

Na 2106 m3 teh-  
ničnega lesa se  
zmanjša vrednost  
sortimentov za  
30.00 MD po  
enoti (m3)  
2106 . 30.00

63,180.00

Skupaj A+B+C 446,480.00

Izračun inisijskih škod na gozdevih na Jesenicah (O.G. Blod); za leto 1970

A - Izguba na prirastku

Stopnja poškodo- vanosti	Pov. ha	Lesna zaloga (neto)		Prirastek (neto)		Zmanjšan prir.		Zmanjšan prir.		Od tega:			Cena tehnika 80.00 drva 10.00
		v m <sup>3</sup>		v m <sup>3</sup>		v %		v m <sup>3</sup>		iglavci	listavci		
		igl.	list	igl.	list.	igl.	list	igl.	list.	teh.les	teh.les	drva	
IV.	32	6400	2560	115	46	100	80	115	37	115	10	27	10.00
III.	140	28000	11200	504	202	50	40	252	81	252	21	60	
II.	630	126000	50400	2268	907	25	10	567	90	567	23	67	
I.	1380	276000	110400	4968	1987	10	-	496	-	496	-	-	
	2182	436400	174560	7855	3142	-	-	1430	208	1430	54	154	

Skupaj tehnike 1484 m<sup>3</sup> à 80.00 HD = 118,720.00

" drv 154 m<sup>3</sup> à 10.00 HD = 1,540.00

Skupaj izguba na prirastku v HD = 120,260.00

B - Povečani stroški obnove

Redna letna pogozdovanja 10 ha s 50 % uspehom, zato 1/2 ponovitev

in izpopolnitev. Cena po ha 12.000 HD

5 ha po 12.000 HD = .....

60,000.00

C - Škode zaradi zmanjšane vrednosti sortimentov (Etat 70 % zmanj. prirastka)

Zena	Etat igl.	Etat list.	% zmanj. vrednosti	Zena	iglav. tehnika	teh.les	list.
IV.	-	-	-	III.	176	21	197
III.	176	84	100	II.	595	72	667
II.	1190	572	50	I.	313	35	348
I.	3132	1390	10		1084	128	1212
	4498	2046	-				

Na 1212 m<sup>3</sup> tehničnega  
lesa se zmanjša vred-  
nost sortimentov za  
30.00 HD po m<sup>3</sup>

1212 . 30.00 ..... 36,360.00

Skupaj A+B+C ..... 216,620.00

GOZDNE ZDRUŽBE KOT OSNOVA ZA DOLOČANJE KRITIČNIH VREDNOSTI  
KONCENTRACIJE ŽVEPLOVEGA DVOKISA (SO<sub>2</sub>) V OZRAČJU

Š o l a r, M.: Gozdne združbe kot osnova za določanje kritičnih vrednosti koncentracije žveplovega dvokisa (SO<sub>2</sub>) v ozračju. Gozdarski vestnik 34, 1976, 3, str. 93-103. V slovenščini, povzetek v nemščini.

Na podlagi relativne odpornosti drevesnih vrst in gozdnih združb z dominanco določene drevesne vrste nasproti onesnaženemu ozračju, smo razdelili Slovenijo na pet občutljivih območij. Za vsako območje smo določili kritične vrednosti koncentracije žveplovega dvokisa (SO<sub>2</sub>) ločeno po treh letnih občutljivostnih obdobjih. Prispevek nam omogoča načrtovanje industrije in energetske objekta ter predpisovanje režima o varovanju okolja v določenem predelu. Prispevek prikazuje eno izmed uporabnosti fitocenologije pri varovanju naravnega okolja.

Š o l a r, M.: Forest vegetation types a startingpoint to determine critical values of SO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere. Gozdarski vestnik 34, 1976, 3, p. 93-103. In Slovene, summary in German.

Based on the relative capability of resistance to polluted air of tree species and forests composed of those species as dominants, the territory of Slovenia was divided into five susceptibility regions. Inside of every region the critical values of the SO<sub>2</sub> concentration were established during three separate susceptibility periods of the year. The paper published contributes to the possibility of planning industrial and energetic plants as well as to the fixation of an environmental protection regime in a given area. At the same time the applicability of phytocenological data to the protection of the natural environment is presented.

- 1.0 Uvodna pojasnila
- 2.0 Izhodišča
  - 2.1 Relativni vrstni red drevesnih vrst glede na odpornost
  - 2.2 Razdelitev leta po obdobjih glede na občutljivost
  - 2.3 Izhodišča zakona o varovanju zraka pred onesnaženjem
  - 2.4 Grupacije gozdov glede na drevesno sestavo in relativno občutljivost do onesnaženega ozračja



- 3.0 Določitev faktorjev in izračun kritičnih vrednosti za posamezno skupino gozdov po letnih obdobjih
  - 3.1 Pregledna tabela
  - 3.2 Obrazložitev tabele in možnost uporabe vrednosti tudi za druge komponente onesnaženega ozračja
- 4.0 Rajonizacija Slovenije glede na občutljivost do onesnaženega ozračja
  - 4.1 Kartografska predstavitev
  - 4.2 Uporabnost prispevka (karte)
- 5.0 Zaključek
- 6.0 Priloge
  - 6.1 Pregledna karta v merilu 1 : 750 000

#### 1.0 Uvodna pojasnila

Pri določevanju kritičnih vrednosti koncentracij plinov v ozračju smo za izhodišče vzeli gozdno rastlinstvo, to je tisti del trajno eksponiranega živega sveta, ki je dokaj dobro proučen in hkrati zelo dober registrator širokega spektra posledic onesnaženega ozračja na okolje.

Spričo pestrosti vegetacijske odeje, različne odpornosti rastlinskih vrst in specifičnosti obdobj v teku leta je jasno, da ne more veljati ena sama kritična vrednost za vso Slovenijo. Deljena mora biti po predelih, ki naj se izločijo z ozirom na občutljivost drevesnih vrst, dodatno pa še po letnih obdobjih.

Takšno razdelitev Slovenije je možno izdelati na osnovi sestojnih kart in karte gozdnih združb. Na osnovi sestojnih kart izdelana rajonizacija bi bila groba, nepopolna in predvsem ekološko nedifinirana. Boljšo razdelitev je možno izdelati na podlagi poznavanja razširjenosti gozdnih združb, njihove celotne vegetacijske sestave in stabilnosti ekološkega kompleksa.

## 2.0 Izhodišča

### 2.1 Relativni odpornostni vrstni red drevesnih vrst

Drevesne vrste z ozirom na njihovo odpornost proti onesnaženemu ozračju ( $\text{SO}_2$ ) razvrščamo takole:

- a) zelo občutljivi iglavci (smreka, jelka)
- b) občutljivi iglavci (rdeči bor, macesen)
- c) občutljivi listavci (bukev)
- d) relativno odporni listavci in iglavci (hrasti, plemeniti listavci in črni bor)
- e) odporne drevesne vrste (topoli, vrbe, jelše)

### 2.2 Razdelitev leta po obdobjih glede na občutljivost

Znano je dejstvo, da so rastline v vegetacijski dobi bolj občutljive kot pozimi. Poleg tega je še posebno izpostavljeno zgodnje obdobje rasti, ko so vegetacijski organi nežni in v intenzivni asimilaciji. Z ozirom na razlike v začetku vegetacijske dobe po posameznih fitogeografskih regijah smo začetek vegetacijske dobe postavili na zgodnji datum 15. marec, kar v poprečju ustreza tudi za rane pričetke vegetacijske dobe.

Izločili smo naslednja obdobja:

- A za nastop poškodb zelo nevarno obdobje od 15.3. do 15.7.
- B za nastop poškodb manj nevarno obdobje od 15.7. do 15.10.
- C za nastop poškodb pogojno nevarno obdobje od 15.10. do 15.3.

### 2.3 Izločeni zakona o varovanju zraka pred onesnaženjem

Zakon določa maksimalno poprečno 24-urno vrednost koncentracije  $\text{SO}_2$  ( $\text{Mik}_D$ )  $0,3 \text{ mg/m}^3$  zraka in maksimalno trenutno polurno vrednost ( $\text{Mik}_T$ )  $0,75 \text{ mg/m}^3$  zraka; slednja ne sme biti dosežena več kot enkrat v dveh urah. Poleg tega predvideva zakon tudi tisto kritično vrednost, pri kateri je nujno potrebno ukrepanje (ustavitev obratovanja, prehod na boljše gorivo ...). Predlog za kritične vrednosti je 3,5 x povečana  $\text{Mik}_D$  ali  $\text{Mik}_T$  vrednost.

Gozdarji smo predlagali, naj bi te kritične vrednosti bile določene s faktorjem na  $Mik_D$  in  $Mik_T$  ali kot direktne vrednosti v  $mg/m^3$  zraka, ločeno po združbah in obdobjih v letnem času.

Pri eni sami kritični vrednosti obstajajo naslednji pomisleki: če bi vzeli za izhodišče najobčutljivejšo drevesno vrsto, oziroma gozdno združbo z dominanco te vrste, bi za vse ostale odpornejše drevesne vrste naredili prestrog, težko izvedljiv režim. Tudi v nasprotnem primeru, če bi vzeli najodpornejšo drevesno vrsto in glede na to določili kritično vrednost, ne bi ravnali prav, ker bi tako izhodišče vodilo v propad vseh občutljivih drevesnih vrst. Metoda določitve po srednji občutljivi vrsti je prav tako neprimerna, ker ne bi vedeli, kje ta vrsta tvori areale in kakšen delež predstavlja v našem prostoru. Za gozdove v okolici virov onesnaženja bi po naštetih primerih zelo redko določili pravilne kritične vrednosti: bile bi prenizke ali previsoke. V prvem primeru bi prehitro ukrepali, kar bi imelo za posledico gospodarsko škodo, v drugem pa bi povzročili škodo na rastlinstvu.

Najboljšo osnovo za določitev lokalno najprimernejših kritičnih vrednosti imamo v vegetacijski karti.

#### 2.4 Grupacija gozdov ( v nadaljevanju gozdnih združb) glede na relativno občutljivost za $SO_2$ v onesnaženem ozračju

Grupacija je narejena po dominanci drevesnih vrst v posameznih gozdnih združbah ter njihove relativne odpornosti proti žveplovemu dvokisu:

a) gozdovi (združbe z dominanco) z e l o o b č u t l j i v i h iglavcev (smreka, jelka)

b) gozdovi (združbe z dominanco) o b č u t l j i v i h iglavcev (rdeči bor in macesen); ta skupina zajema tudi alpski bukov gozd zaradi primesi iglavcev.

c) gozdovi (združbe z dominanco) o b č u t l j i v i h listavcev bukev.

Skupino delimo na:

- c 1) bukove gozdove z izrazito kislo podlago
- c 2) ostale bukove gozdove
- d) Gozdovi (združbe z dominanco) r e l a t i v n o o d p o r n i h listavcev (hrasti in plemeniti listavci)
- e) gozdovi (združbe z dominanco) o d p o r n i h drevesnih vrst (topoli, vrbe in jelše).

Posamezne skupine zajemajo naslednje gozdne združbe:

#### S k u p i n a a

Dinarski gorski gozd jelke in bukve

Abieti-Fagetum dinaricum, Tregubov (1952)1957

Predalpski gozd jelke in bukve

Abieti-Fagetum praealpinum, Robič 1964 mscr.

Alpski smrekov gozd

Adenostylo glabrae-Piceetum, Wraber 1958, 1966 p.p.,  
Zukriegel 1973

Dinarski gozd jelke v skalovju

Neckero complanatae-Abietetum (dinaricum), Tregubov 1961 s.lat.

Dinarski mraziščni smrekov gozd

(Calamagrostido) Villosae-Piceetum subalpinum inverzionum,  
Tomažič 1958 mscr.

Predalpski gozd smreke v skalovju

Asplenio viridae-Piceetum, Kouch 1953,  
var. Bazzania trilobata, Košir 1957

Predalpski gozd smreke na moreni

Carici albae-Piceetum, Moor 1947  
var. Ostrya carpinifolia, Košir 1954 mscr.

Jelov gozd s praprotmi

Dryopterido-Abietetum, Košir 1965 mscr.

Gozd jelke in smreke z viličastim mahom

Bazzanio trilobatae-Abietetum, Wraber (1953)1958

Jelov gozd z belkasto bekico

Luzulo albidae-Abietetum, Oberdorfer 1975 s.lat.

Smrekov gozd z viličastim mahom

Bazzanio trilobatae-Piceetum, Br.-Bl. et Siss. 1939 s.lat.

S k u p i n a b

Dinarsko rušje

Pinetum mughi (croaticum), Horvat 1950

Alpsko rušje

Rhodothamnio-Rhododendretum hirsuti, Tregubov 1957  
(non.Br.-Bl.et Siss.1939)

Primorski borovi gozdovi

Orno-Pinetum nigrae, Martini 1961

Ilirski bazofilni borov gozd

Genisto triangularis-Pinetum sylvestris-nigrae, Tomažič  
(1940)1971

Predalpski bazofilni borov gozd

Pinetum subillyricum, Schmidt 1936

Acidofilni borov gozd

Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum sylvestris, Tomažič (1942)  
1971 s.lat.

Alpski bukov gozd

Anemone trifoliae-Fagetum, Tregubov 1957

S k u p i n a c

c l

Primorski visokogorski bukov gozd

Luzulo niveae-Fagetum, Tomažič 1959 mscr.

Primorski bukov gozd z belkasto bekico

Luzulo albidae-Fagetum, Lohn, et Tx. 1954  
submediteraneum, Košir 1974 n.n.

Predalpski bukov gozd z belkasto bekico

Luzulo albidae-Fagetum, Lohn, et. Tx. 1954

Ilirski bukov gozd z belkasto bekico

Luzulo albidae-Fagetum, Lohn, et. Tx. 1954  
Illyricum, Košir 1971 n. prov.

Predpanonski bukov gozd z gorsko bilnico

Festuco drymeae-Fagetum, Magic 1968

Acidofilni bukov gozd z rebrenjačo

Blechno-Fagetum, Horvat 1950 mscr., Marinček 1970

Acidofilni bukov gozd z vijugasto masnico

Deschampsio flexuosae-Fagetum, Soo 1962

c 2

Primorski bukov gozd

Seslerio autumnalis-Fagetum, Horvatič, Horvat 1950

Primorski gorski bukov gozd

(Lamio) Orvalae-Fagetum, Tomažič 1958 mscr.

Dinarski predgorski bukov gozd

Hacquetio-Fagetum var. Geranium nodosum, Košir (1968)1971

Dinarski visokogorski bukov gozd

Adenostylo glabrae-Fagetum prealpino dinaricum, Tregubov 1962

Subalpsko bukovje

Fagetum subalpinum, Horvat 1933, Tregubov 1957 s.lat.

Predalpski predgorski bukov gozd

Hacquetio-Fagetum, Košir 1962

Var. Anemone trifolia, Košir 1968(1971)

Predalpski gorski bukov gozd

(Dentario)Enneaphylli-Fagetum var. Anemone trifolia, Košir  
(1968)1971

Predalpski visokogorski bukov gozd

Adenostylo glabrae-Fagetum prealpinum, Smole 1971 mscr.

Preddinarski predgorski bukov gozd

Hacquetio-Fagetum var. Ruscus hypoglossum, Košir (1956)1961

Preddinarski bukov gozd

(Dentario)Enneaphylli-Fagetum, Košir (1956)1961

Preddinarski visokogorski bukov gozd

(Dentario trifolie-Cardamino)Savensi-Fagetum, Košir(1962)1971

Termofilni bukov gozd

Ostryo-Fagetum, Wraber 1954 mscr., p.p.

Predalpski termofilni bukov gozd

Carici albae-Fagetum, Moor 1952

var. Anemone trifolia, Robič 1964 mscr.

Bukov gozd s šašulico

Calamagrostido variae-Fagetum, Tomažič 1961 mscr.

Bukov gozd s kresničevjem

Arunco-Fagetum, Košir(1961), 1971 s. lat.

Dinarski gozd javorja in bukve

Aceri pseudoplatani-Fagetum dinaricum, Wraber (1960 mscr.)  
Zupančič 1967

Preddinarski bukov gozd z javorjem in polžarko

*Isopyro-Fagetum*, Košir (1961) 1971

Bukov gozd z gradnom

*Quercu petraeae-Fagetum*, Košir (1961) 1971

### S k u p i n a d

Obmorski grmičav gozd kraškega gabra

*Carpinetum orientalis (croaticum)*, Horvatič 1939

Primorski nižinski gozd gradna in belega gabra

*Hacquetio-Carpinetum* var. *Ruscus aculeatus*, Košir 1974 n.n.

Primorski gozd gradna, puhastega hrasta in kraškega jesena

*Orno-Quercetum petraeae-pubescentis*, Košir 1974 asoc. prov.  
stadij: *Sesleria autumnalis-Ostrya carpinifolia*

Dinarski nižinski gozd gradna in belega gabra

*Hacquetio-Carpinetum* var. *Geranium nodosum*, Košir 1974 n.n.

Predalpski nižinski gozd gradna in belega gabra

*Hacquetio-Carpinetum* var. *Anemone trifolia*, Košir 1974 n.n.

Preddinarski nižinski gozd gradna in belega gabra z vimčkom

*Hacquetio-Carpinetum*, Košir 1974 n.n. Zorn 1968 mscr.  
var. *Empimedium alpinum*

Predpanonski nižinski gozd gradna in belega gabra

*Hacquetio-Carpinetum* var. *Carex pilosa*, Košir 1974 n.n.

Termofilna združba gabrovca in omelike

*Cytinsantho radiati-Ostryetum*, Wraber 1960

Dinarski bazofilni gozd puhastega hrasta z gabrovcem in je-  
sensko vilovino

*Cytiso purpurei-Quercetum pubescentis*  
var. *Sesleria autumnalis*, Tomažič (1947) 1971 n. prov.

Predalpski grmičav gozd gabrovca in kraškega jesena

*Ostryo-Ornetum*, Aichinger 1933 mscr.

Preddinarski bazofilni gozd puhastega hrasta in gabrovca

*Quercu pubescenti-Ostryetum*, Horvat 1938

Preddinarski bazofilni gradnov gozd

*Lathyro nigri-Quercetum petraeae*, Horvat (1938) 1958

Visokogorska šotna barja

*Oxyccoco-Sphagnetea*

- Gozd doba, belega gabra (in ozkolistnega jesena)  
(*Quercus*) *Robori-Carpinetum*, Wraber 1968  
in *Stellario bulbosae-Carpinetum*, Tomažič (1929) 1960 mscr.
- Gozd lipovca in ostrolistnega javorja  
*Tilio cordatae-Aceretum platanoidi*, Košir 1954 s.lat.
- Ilirski gozd gorskega javorja in bresta  
(*Lamio*) *Orvalae-Aceretum pseudoplatani*, Tomažič 1959 mscr.
- Gozd gorskega javorja in velikega jesena  
*Aceri pseudoplatani-Fraxinetum*, T/exen 1937

### S k u p i n a e

#### Vrbovje

*Salicetae purpureae*, Moor 1958

#### Logi sive jelše

*Alnion glutinoso-incanae*, Oberdorfer 1953

#### Logi črne jelše

*Alnetea glutinosae*, Br.-Bl. et Tx 1943

3.0 Določitev faktorjev in izračun kritičnih vrednosti koncentracij  $SO_2$  za posamezno skupino gozdov (združb), ločeno po telnih občutljivostnih obdobjih

Za osnovo pri določitvi faktorjev in za izračun kritičnih koncentracij smo vzeli podatke iz literature in lastne raziskave. Na podlagi meritvenih podatkov (koncentracij  $SO_2$ ) in poškodb v znanih pogojih, smo ob poznavanju relativnega odpornostnega vrstnega reda drevesnih vrst izračunali naslednje kritične vrednosti:



### 3.1 Pregledna tabela

Tip gozda - skupina gozd. združb	Letno obdobje	Faktor	Kritična konc. SO <sub>2</sub> v mg/m <sup>3</sup> zraka		O p o m b e
			MIK <sub>T</sub>	MIK <sub>D</sub>	
Gozdovi zelo občut. iglavcev	A	1,00	0,75	0,30	osnovni izhodiščni iglavci, obč. tudi pozimi
	B	1,33	1,00	0,40	
	C	2,00	1,50	0,60	
Gozdovi obču- iglavcev	A	1,33	1,00	0,40	macesen
	B	2,00	1,50	0,60	
	C	4,00	3,00	1,20	
Gozdovi obč. listavcev	A	2,00	1,50	0,60	neomejeno
	B	2,70	2,00	0,80	
	C	8,00	6,00	2,40	
Gozdovi odpornih dreves.vrst	A	2,70	2,00	0,80	neomejeno
	B	4,00	3,00	1,20	
	C	8,00	6,00	2,40	

### 3.2 Obrazložitev tabele in možnost uporabe podatkov

Koncentraciji 0,75 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> zraka in 0,30 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> zraka, določeni kot najvišji dopustni MIK<sub>T</sub> in MIK<sub>D</sub> vrednosti, sta vzeti kot osnova. Ti vrednosti v združbah zelo občutljivih iglavcev v prvi dobi rasti ne smeta biti preseženi (faktor 1).

Iglavci razen macesna tudi pozimi delno lahko sprejemajo snovi iz onesnaženega ozračja, zato morajo tudi v tem letnem obdobju koncentracije ostati razmeroma nizke (MIK<sub>T</sub> 1,5 mg in MIK<sub>D</sub> 0,60 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> zraka). Popolnoma drugačna slika je pri listavcih. Skupina c (bukev) ima v obdobjih A in B nizke vrednosti (je zelo občutljiva). V obdobju C (obdobje zunaj dobe rasti) pa so koncentracije praktično neomejene. Odporni listavci so najmanj še enkrat bolj odporni kot bukev, zato so tudi vrednosti še enkrat višje.

### 4.0 Rajonizacija Slovenije glede na občutljivost gozdov za SO<sub>2</sub> v onesnaženem ozračju

#### 4.1 Kartografska predstavitev

Združene ugotovitve, prenesene na karto manjšega merila,

nam dajo grob, a uporaben pregled, kje v Sloveniji vladajo za dopustne in kritične koncentracije blažji in kje strožji pogoji. Takšna karta je prispevku tudi priložena v merilu 1 : 750 000. Na njej je prikazanih vseh pet skupin gozdnih združb. Pri skupini C (bukovi gozdovi) so ločeno prikazani gozdovi bukve na izrazito kisli podlagi. Tla pod temi gozdnimi združbami so bolj labilna, zato morajo imeti areali teh združb nekoliko strožji režim. Posebne kritične vrednosti pa za to podskupino nismo določali. Zaradi majhnega merila je karta poenostavljena, manjše enote so priključene večjim; merilo združevanja je bila občutljivost drevesnih vrst.

Karta gozdnih združb večjema merila ( 1 : 10 000) nam omogoča točno lokalno rajonizacijo določenega predela z ozirom na občutljivost gozdov glede na onesnaženo ozračje.

#### 4.2 Uporabnost prispevka (karte)

Uporabnost pri nas prvič prikazanih ugotovitev je dvojna. Na podlagi izdelanih predlogov in rajonizacije lahko bolj načrtno pristopimo k sanaciji akutnih žarišč plinsko poškodovane gozdne vegetacije v Sloveniji.

Osvojitvev in upoštevanje predlaganih kritičnih vrednosti bi zagotovilo znosne plinske pogoje, prirodno regeneracijo vegetacije oziroma uspeh pri sanacijskih ukrepih.

Pri načrtovanju gospodarskih dejavnosti, ki ne morejo biti brez škodljivih stranskih učinkov, nam izdelana rajonizacija v manjšem merilu omogoča smotrno načrtovanje gospodarske dejavnosti v določeni regiji.

Izdelana rajonizacija v manjšem merilu nam omogoča pravilno načrtovanje gospodarskih dejavnosti določenega prostora. Ob neizbežni graditvi industrijskih objektov ali objektov za proizvodnjo energije (termoelektrarne) na določenem kraju pa imamo izdelane norme o kritičnih koncentracijah, ki zagotavljajo ohranitev posrednih koristi gozdov. Karta večjega merila vsa omenjena dejstva samo še bolj točno opredeljuje.

## 5.0 Zaključek

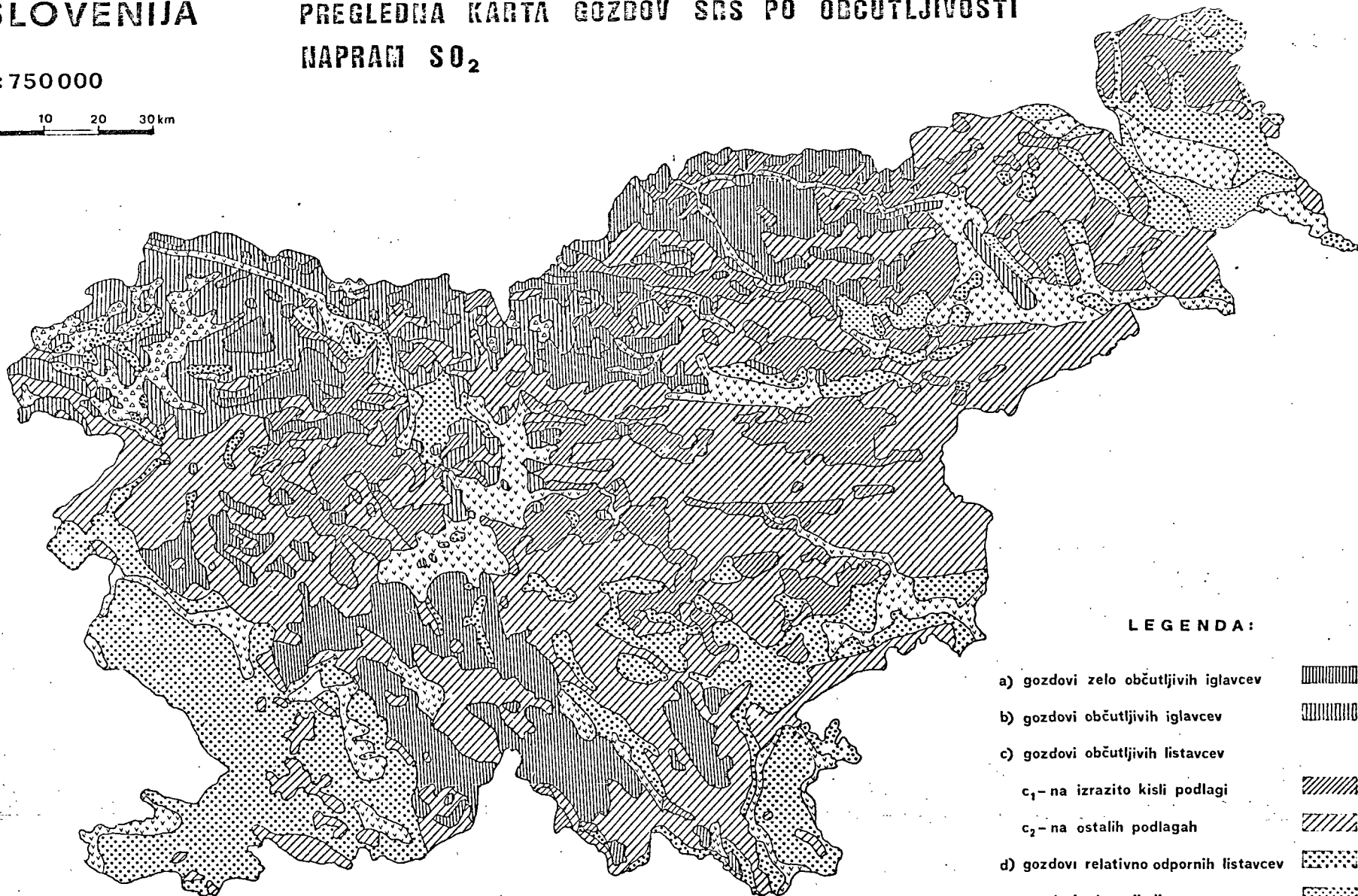
V prispevku sem skušal prikazati eno izmed možnosti uporabe fitocenologije pri danes zelo pomembnem vprašanju varstva okolja. Prav nepoznavanje ekologije, biogeocenoz in stabilnosti določenih ekosistemov je marsikje povzročilo katastrofalne nepopravljive posledice. Živimo v času osveščanja, da so nematerialne dobrine, ki nam jih nudi narava, silno iskane prav tam, kjer jih najbolj primanjkuje, to je v okolici industrijskih središč in večjih mest. Poznavanje tolerančnih mej v specifičnih ekoloških kompleksih nam bo omogočilo obnovitev vsaj posrednih koristi gozdov. Aktivno vključevanje prirodoslovnih ved pri tehničnem urejanju in načrtovanju je nujnost, ki ne sme nikjer izostati.

Izdelana rajonizacija bi bila še popolnejša, če bi postavljene vegetacijske plinsko občutljivostne kategorije (a, b, c, d, e) še nadalje razdelili po kriterijih erodibilnosti, kapacitete tal za vodo, nevarnosti nastopa vnetljivih degradacijskih stadijev in podobno.









Upam, da bosta izdelana rajo nizacija in določitev kritičnih vrednosti resnično upoštevani pri reševanju perečih vprašanj v zvezi z varovanjem naravnega okolja.

1:750000

10 5 0 10 20 30 km



## LEGENDA:

- |  |   |
|--|---|
| a) gozdovi zelo občutljivih iglavcev       |    |
| b) gozdovi občutljivih iglavcev            |    |
| c) gozdovi občutljivih listavcev           |   |
| c <sub>1</sub> - na izrazito kisli podlagi |  |
| c <sub>2</sub> - na ostalih podlagah       |  |
| d) gozdovi relativno odpornih listavcev    |  |
| e) gozdovi odpornih listavcev              |  |
| f) večja strnjena negozdna področja        |  |
| g) neploden svet nad gozdno mejo           |  |

## GOZD IN GOZDARSTVO V KOMPLEKSU VARSTVA OKOLJA

Okolje je prostor v katerem lahko sočasno deluje ali se medsebojno izključuje cela vrsta naravnih, gospodarskih, tehničnih, demografskih, socialnih in družbeno-političnih procesov. Zdi se mi, da nimamo pred očmi dovolj jasne predstave o tem, kaj mislimo s pojmom varstvo okolja. Ali gre za varovanje naravnega okolja, urbanega okolja ali za varovanje vsake vrste okolja sploh. Kaj pa če to okolje ni takšno kot si ga želimo?

V glavnem imamo dve vrsti okolja: naravno in pa okolje, v katerem je človek s svojimi vplivi ravnotežje naravnih procesov načel ali porušil. Ker je gozd - gozdno okolje v Sloveniji najbolj tipičen predstavnik naravnega okolja, bi v sledečem nanizal nekaj misli o njegovem varovanju.

Samo nedotaknjeni naravni gozd, to je pragozd, je v pravem pomenu besede pristno naravno okolje. Takih površin pa je v srednjeevropskem prostoru zelo malo in so zaščitene kot naravovarstveni ali študijski objekti. Varovanje teh kompleksov se popolnoma razlikuje od ostalega varovanja gozda kot ekološke celote. Na tem mestu se podrobneje ne bi spuščal v to strogo naravovarstveno problematiko.

Udejstvovanje človeka v gozdnem prostoru je imelo v preteklosti in ima še danes marsikje škodljive posledice. Govorimo o degradaciji gozda. Degradiran še vedno predstavlja gozdno okolje, vendar ne takšno kot bi bilo zaželeno. Samo gozd, ki zadovoljivo vrši vse v okviru rastiščnih pogojev možne lesno-proizvodne, varovalne in socialne vloge, je naše željeno, družbi potrebno, gozdno okolje.

Želel sem poudariti, da pojem varstvo okolja uporabljamo preveč nasplošno, da bi bilo potrebno kvalitativno in kvantitativno iz vrednotiti zaključene enote ali sisteme v skupku varstva okolja, med katerimi bi gozd predstavljal eno izmed prvobitnih naravi najbližjih in najbolj ohranjenih enot s

širokim spektrom delovanja tudi na prostor izven gozda.

Cilji gospodarjenja z gozdom morajo biti takšni, da bodo ostale neokrnjene in po možnosti tudi povečane vse tri vloge gozda. Zaradi degradacije gozdnih ekosistemov, bo marsikje potrebno vložiti dodatna sredstva, predvsem s stališča ohranitve posrednih gozdnih koristi v interesu družbe. Ob tem se postavlja vprašanje financiranja.

Gledanje, da je gozd tovarna lesa, da raste gozdno drevje več ali manj samo od sebe, da so škode na gozdovih zgolj gospodarske narave izražene kot izguba na lesni masi, prirastku, manjši vrednosti sortimentov in eventualnih večjih vlaganjih v obnovo in varstvo gozdov žal še ni povsem izumrlo. Pozabljamo na posredne gozdne koristi. Za pravilno predstavo pomena teh koristi nam manjka njihovo izvrednotenje.

Če gozd poleg proizvodnje lesa s svojo raznolikostjo v zgradbi, sestavi in dinamiki bioloških procesov vrši še niz varovalnih in socialnih funkcij kot so, varovanje tal pred erozijo, regulacija vodnih, klimatskih in vremenskih razmer, blaži hrup, ugodno vpliva na zmanjšanje imisij, daje delovnemu človeku nujno potreben rekreacijski prostor in je v pretežni večini v Sloveniji najpomembnejši nosilec tipičnih krajinskih oblik, je prikaz pomena gozdov samo po njihovi lesno-proizvodni vlogi močno pomanjkljiv.

V naglem industrijskem razvoju zadnjih let smo mestoma popolnoma pozabili na varovanje naravnega okolja. V tem kompleksu je za posledicami prekomerno onesnaženega ozračja do leta 1975 propadlo preko 1000 ha gozdov, nadaljnih 2500 ha je tako močno poškodovanih, da so propadle vse tri vloge gozda. Izpad celotne ali dela lesno-proizvodne vloge beležimo na nadaljnih 20.000 ha imisijsko vplivanega gozda. Večina poškodovanih in uničenih gozdov je bila takšne narave, da so bile daleč v ospredju prav posredne gozdne koristi. Pomen varovalnih vlog v Zasavju in Mežiški dolini ni treba posebej poudarjati. V celjski okolici je zaradi večjega mesta posebno pomembna prav socialna vloga gozda. Smo vse to

kdaj, razen v zadnjem obdobju z besedami skušali pravilno iz vrednotiti? Če bi, potem bi gledanje na širši pomen gozdov v določenem prostoru, moralo že preje sprožiti temeljito akcijo za varovanje naravnega gozdnega okolja in to z dogovori, ukrepi, zakonodajo in vzgojo ljudi v pravilnem odnosu do naravnega okolja, do gozda.

Gozdarji smo že zelo zgodaj pričeli opozarjati na mesta akutno degradacijo gozdov v okolici večjih industrijskih središč. Toda kdo se je pred dobrimi desetimi leti skušal, odnosno znal poglobiti v pomen posrednih vlog gozda? Neštetokrat je bilo povedano, da katerakoli vloga gozda prenese samo določene obremenitve in da če hočemo ohraniti vsestranski pomen gozdov, moramo dobro poznati njihove dopustne obremenitve.

Še danes, ko govorimo o gozdu kot večetažni zaključeni celoti, ki prečiščuje onesnaženo ozračje in preprečuje širjenje onesnaženja pozabljam, da ima določena gozdna združba v določeni razvojni fazi, letnem in dnevnem času ter vremenu omejeno prečiščevalno sposobnost. Pozabljam, da je čiščenje ozračja s pomočjo vegetacije pravzaprav konzumacija in nevtralizacija polucije, da se organizmi gozda ob tem izčrpavajo in tudi propadajo. Zgovorna priča temu so preje navedene številke o poškodovanih in uničenih gozdnih kompleksih.

Velik obseg degradiranega naravnega okolja nam mora biti opozorilo, da moramo k stvari pristopiti drugače. Že samo v vprašanju posledic onesnaženega zraka na gozdno rastlinstvo, se pred nas postavlja cela vrsta vprašanj, ki jih bom skušal nakazati in jih na tem mestu dati v razmislek, kritično presojo iz katere naj se izoblikuje pravilna politika reševanja perečih vprašanj s področja varstva naravnega gozdnega okolja.

Gozdovi so dodeljeni v upravljanje gozdnogospodarskim organizacijam, v manjši meri pa tudi kmetijskim kombinatom in zadrugam. Le neznaten del gozdov upravljajo po splošnih principih gospodarjenja z gozdovi tudi industrijski obrati. Gozdarstvo kot gospodarska panoga mora v smislu zakona o gozdovih gospodariti z gozdovi po načelu trajnosti. Krepiti mora pro-

dukcijsko sposobnost gozdov. Že ta enostavni ciklus je v okviru panoge pogosto ekonomsko močno labilen. Z današnjim gledanjem na gozd kot naravno tvorbo, ki ima poleg lesno-proizvodne vloge tudi vse bolj pomembne varovalne in socialne vloge pa vsaka ekonomika povsem odpove. Z drugimi besedami, če družba vse bolj potrebuje posredne gozdne koristi jih mora krepiti, mestoma vzpostaviti nazaj, mora za to prispevati svoj delež. Zmotno in nevzdržno je stališče, da mora gozdarstvo v celoti skrbeti za varovanje gozdnega okolja, neglede na negativne vplive, ki izvirajo iz drugih dejavnosti. Po svoji strokovni usposobljenosti smo to dolžni in sposobni izvrševati, vendar to daleč presega finančne možnosti upravljalcev gozdov.

Drugo večkrat obravnavano vprašanje pa je vprašanje dopustnih obremenitev gozda v smislu varovanja vseh vlog gozda. Prekomerne obremenitve skoraj vedno povzročijo redukcijo ali celo propad funkcij gozda. Kaj smemo, kaj lahko v tem primeru žrtvujemo? Na primer, tudi z naj sodobnejšo tehnologijo danes še nismo v stanju popolnoma preprečiti onesnaževanje okolice industrije in energetskih obratov. Če se bomo postavili na stališče, da hočemo imeti tik ob industrijskih obratih gozdove z neokrnjenimi vsemi tremi funkcijami, ne bomo prišli daleč. Postaviti se moramo na stališče, da bomo z vsemi tehničnimi ukrepi s strani emitentov, biološkimi s strani biotehnikov in pravnimi normativi upravnih organov in odgovornih služb poskušali obvarovati čimveč funkcij gozda. Če to ni izvedljivo, potem je stvar dogovora ali smemo dopustiti, da propade lesnoproizvodna vloga gozda. Poseg v varovalne in socialne vloge je v vsakem primeru nedopusten. Če bomo morali v korist neke druge gospodarske dejavnosti žrtvovati lesnoproizvodno funkcijo gozda, v splošno družbeno korist pa vzdrževati, tudi s povečanim vlaganjem, posredne vloge gozda, je potem naloga družbe, da ta dodatna sredstva tudi zagotovi. Delež gozdarstva pri oblikovanju teh sredstev je pravzaprav skrit že v odpovedi donosov iz teh površin. Ako panoga gozdarstvo pristopi na te površine s svojimi strokovnimi uslugami, je to



pravzaprav že drugi prispevek gozdarstva pri varovanju ogroženih gozdnih ekosistemov.

Pogosto smo priča razgovorom, da morajo za varstvo gozdnega okolja prispevati prav vsi, v največji meri pa gozdarstvo samo. Takšno stališče je pravilno samo v primeru, če gre za varstvene ukrepe, ki izvirajo iz gozdnogospodarske dejavnosti same ali manjših elementarnih nesreč. Popolnoma nesprejemljivo pa je v vseh primerih, ko gre za varovanje gozdnega okolja, ogroženega po drugih vzrokih kot je npr. onesnaženo ozračje.

S tem prispevkom želim, da bi se gozd v kompleksu varovanja naravnega okolja postavil na pravo mesto, da bi v polnosti odpravil zastarelo pojmovanje, da je gozd gozdarjev, da prenese v smislu varovanja posrednih gozdnih koristi vsakršno obremenitev in da je gozdarstvo odgovorno za vse nepravilnosti, motnje in degradacije, ki se ne glede na vzroke v gozdnem okolju pojavljajo.

Gozd je kljub mestoma močni obremenitvi in posledicah tega ena našij največjih naravnih bogastev in prav gotovo daleč najbolj ohranjena naravna tvorba z vsestranskim varovalni, socialnim in proizvodnim pomenom. Kot tak pa mora gozd glede na dejansko in vplivno površino dobiti v kompleksu varstva naravnega okolja in okolja nasploh prioriteto vlogo. Ni pretirano če zaključimo, da so vplivi neposrednih gozdnih koristi prisotni na slehernem kvadratnem metru naše domovine. Gozdno okolje varujemo ne zaradi gozda samega temveč predvsem zaradi izrednega pomena gozda za celotni življenski utrip določenega prostora.

## PRISPEVEK K PRAVILNEMU POJMOVANJU ONESNAŽENOSTI OKOLJA

Varstvo okolja, onesnaženost okolja in podobne pojme v zadnjem času slišimo od vseh strani. Zdi se mi, da široka javnost vse premalo pozna posamezne vrste onesnaževanja, njihovo dejansko direktno in indirektno škodljivost, možen obseg ali parameter vpliva in trajnost tega vpliva.

V grobih besedah bom skušal na preprost ilustrativni način prikazati pravilno pojmovanje onesnaženosti okolja in naštetiti tudi primere onesnaženja, ki po splošnem pojmovanju ne sodijo v skupek onesnaženosti.

Ločimo kemično in mehanično onesnaževanje okolja. Prvo ima ponavadi dolgotrajne težje popravljive posledice. Mehanično onesnaževanje pa je bolj onesnaženje estetskega izgleda, z manj dolgotrajnimi in lažje popravljivimi posledicami, ki bistveno ne vplivajo na prostor izven področja v katerem se pojavljajo. Kadar govorimo o onesnaženju imamo vedno pred očmi onesnaženje za človekovo eksistenco nujno potrebnih medijev kot so zrak, voda in zemlja ter vse kar zemlja človeku daje.

Začnimo pri zraku. Iz številnih raznovrstnih kurišč, tehnoloških procesov, prometa in podobno, prihaja v ozračje cela vrsta snovi najrazličnejše kemične sestave, vseh treh agregatnih stanj, pestrih barv in dimenzij. Kaj ljudje pojmujejo kot najhujše strupeno in najbolj nevarno? Po preprosti človekovi logiki pač tisti, kar zglada najbolj temno obarvano, najbolj gosto in kar najbolj zaudarja. V bistvu pa je stvar pogosto drugačna. Običajno so tisti "dimi", ki imajo omenjene lastnosti prav najmanj nevarni. Vsebujejo le prah saje in vodne pare. Tako pogosto zanemarjamo svetle, prozorne modrikaste ali drugače obarvane pline, ki se nekako potuhnjeno vijejo iz dimnikov v ozračje. V tem primeru gre pogosto za zelo strupene

pline kot so žveplov dvokis, vodikov flourid, klor, ogljikov monoksid, dušični oksidi in podobno, ki imajo uničujoče posledice na živo in neživo naravo.

Iz lastne prakse naj navedem primer, da se še vedno kljub pisanju in opozorilom smatra, da je prah v določenih naših industrijskih bazenih glavni vzrok za škode na gozdovih in ne plini. Pač pa je prah bolj viden na izstopu iz dimnika in na mestu vsedanja, zato se mu laično pripisuje večje škodljivo delovanje, vpliv pa je v primerjavi s plinskim vplivom neprimerno manjši, čeprav ga ne smemo zanemarjati.

Na tem mestu moram omeniti še eno pogosto nastopajočo zmotno pojmovanje. Ljudje so prepričani, da je enako lahko očistiti iz dimnih plinov prah in pline. Postopki za eno in drugo so danes znani, praktično pa so postopki za odstranjevanje prahu z elektrofiltre in drugimi odpraševalnimi napravami mnogo cenejši in uspešnejši. Prah danes ne bi smel biti več problem. Tisti, ki s prahom onesnažuje okolje je upravičeno deležen vse kritike.

Nič drugače ljudje ne pojmujejo onesnaženo vodo. Črna in gosta mehanično onesnažena voda je upravičeno deležna graje, toda še bolj bi morali biti pozorni in skušali vplivati na preprečevanje kemično, očem nevidno onesnažene vode, v kateri je skoro vedno manj življenja kot v oni prvi.

Da ne bi kdo morda napačno razumel teh izvajanj in smatral določena onesnaženja za manj pomembna ali celo nepomembna. Z napisanimi dejstvi želim le postaviti stvari na pravo mesto, kar naj bo osnova za določitev vrstnega reda pri sanacijskih ukrepih. Le na tak način bomo v najkrajšem času uspešni rešiti marsikje že prav katastrofalno onesnaženje naravnega okolja.

Pod parametrom vpliva razumemo prostor ali oddaljenost do kamor sega škodljiv vpliv. Vsakomur bi moralo biti jasno, da veljajo za zrak popolnoma drugačni pogoji kot za vodo. Razmeroma lahko je določiti parametre vpliva onesnaženega zraka. To je v bistvu pot na kateri se onesnažena zračna gnota razredči do neškodljive koncentracije. Te zračne poti se da do-

bro predvideti - izračunati s podatki o smeri in pogostosti vetrov, zračni vlagi in obliki terena v katerem se premiki zračnih mas vršijo. Pri vodi pa je stvar drugačna. Zelo malo vemo o premikih in tokovih podtalnice, tako da se škodljivi vpliv lahko pojavi na popolnoma nepredvidenem zelo oddaljenem mestu.

Posebno mesto in obravnavo pri onesnaženosti okolja zavzema t.im. onesnaženje estetskega izgleda. To je tisto onesnaženje, ki je očem najbolj opazno, najbolj razširjeno in na splošno zelo moti skladnost vsakega naravnega pa tudi urbane okolja. Je pa to tisto onesnaženje, ki ima najmanj dalekosežne posledice in se da najlažje odstraniti. Vzgoja ljudi pa bo upajmo kmalu takšna, da bo tovrstno onesnaženje močno zmanjšano, če ne bo sploh odpravljeno. Za tisti del prebivalstva, ki pa na vzgojne ukrepe ne reagira, pa bodo morale biti stroge zakonske sankcije.

Zelo veliko ljudi žal še danes ne loči, da je celoten prostor v katerem živimo naše okolje, ki ga moramo varovati prav tako kot znamo varovati lastni vrt. Pogosto prav ljudje, ki imajo doma najbolj urejene vrtove, sploh nimajo občutka za varovanje širše okolice. Tudi zelo razpasena nedeljska pikniško-badmintonška rekreacija na livadah, travnikih in gorskih košenicah ne glede na lastništvo, zahteva takojšnje in ostro ukrepanje. Nespoštovanje prizadevanj kmečkega prebivalstva za vzdrževanje in intenziviranje kmetijske proizvodnje, kar je ob enem tudi vzdrževanje kulturne krajine, lahko smatramo za onesnaženje naše kulturne tradicije.

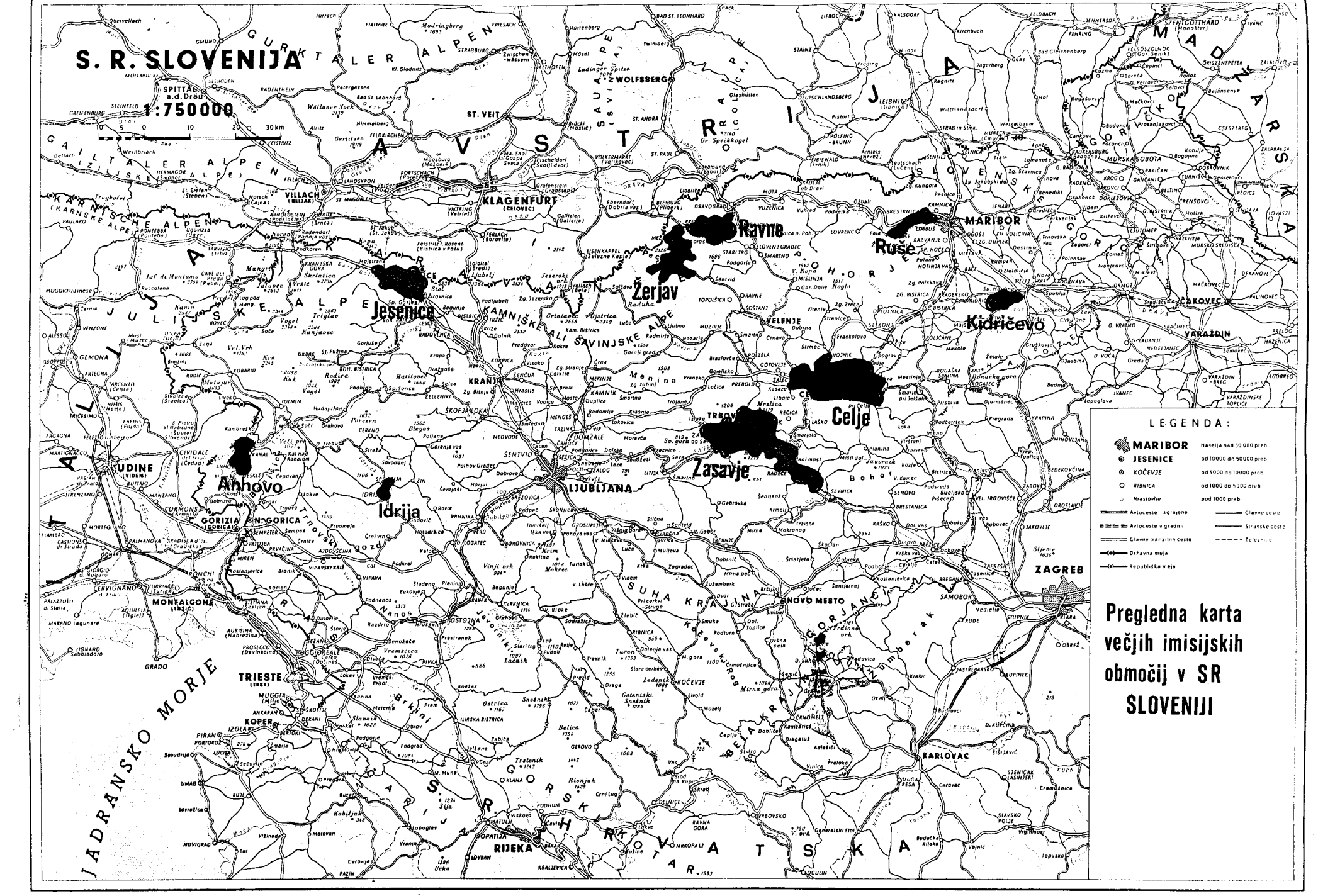
Naj na koncu omenim še eno "onesnaženje", ki se praktično ne da sanirati in bo naše življensko okolje motilo še dolgo potem, ko bo človeku uspelo preprečiti in sanirati vsa druga onesnaženja, to je onesnaženje krajine z nesmotrno zazidavo v smislu lokacij in neupoštevanja področno tipične krajinsko usklajene arhitekture.

Poskušal sem nanizati nekaj misli okoli problematike varstva okolja. Upam, da ne bo kdo določenega tolmačenja vzelnarobe in glede na prikazani vrstni red in težo posameznih

onesnaženj kaj zanemari, podcenjeval ali celo izpustil. Vedeti moramo za pravo škodljivost različnih onesnaženj, za prave parametre možnega škodljivega vpliva. Vsi ti podatki naj služijo ideji: "Čisto, zdravo in očem prijetno gospodarsko in rekreativno človekovo okolje po najkrajši in najbolj učinkoviti poti". Kakor povsod pa velja tudi tukaj: "Bolje preprečevati, kakor zdraviti".

# S. R. SLOVENIJA

1:750000



### LEGENDA:

- MARIBOR** Naselja nad 50 000 preb.
- JESENICE** od 10 000 do 50 000 preb.
- KOČEVJE** od 5 000 do 10 000 preb.
- RIBNICA** od 1 000 do 5 000 preb.
- Hrastovlje pod 1 000 preb.
- Avtoceste zgrajene
- Glavne ceste
- Glavne tranzitne ceste
- Zelenice
- Državna meja
- Republiška meja

Pregledna karta  
večjih imisijskih  
območij v SR  
SLOVENIJI

SKUPNI ZAKLJUČNI DEL

V skupnem zaključnem delu povzemamo parcialne zaključke posameznih imisijskih območij v SR Sloveniji. Na podlagi rezultatov raziskav, želimo slovenski gozdni prostor opredeliti glede na delež, izraženost in vzrok poškodovanosti. Nadalje nas zanima akutnost degradacije gozdnih funkcij in možnosti za odpravo nastalih posledic. S celotnim prispevkom nameravamo gozdarsko imisijsko problematiko prikazati v pravi podobi, z namenom uspešnega reševanja mestoma naravnost katastrofalnih posledic.

### 1. Površine poškodovanih gozdov

Stanje 31.12.1976

Območja:	Zasavje	Celje	Žerjav	Ravne	Jesen.	Kidrič.	SKUPAJ
I.zona	3188	2498	1400	1230	1347	420	10083
II.zona	1363	1131	650	850	549	200	4743
III.zona	1332	398	370	250	121	40	2511
IV.zona	534	232	280	20	22	40	1128
SKUPAJ	6417	4259	2700	2350	2039	700	18465
A(III+IV)	1866	630	650	270	143	80	3639
B(I+II)	4551	3629	2050	2080	1896	620	14826

A = eksistenčno ogrožene gozdne površine ali površine kjer vladajo za gozdno vegetacijo kritični imisijski pogoji, ki vodijo v propad vseh treh vlog gozda. To je tudi površina kjer biološka sanacija gozdov pred sanacijo izvorov emisij ni mogoča.

B = skupina samo gozdno gospodarsko prizadetih gozdov.

Poleg navedenih večjih žarišč plinsko poškodovane gozdne vegetacije smo poškodbe manjše površine ali manjše stopnje prizadetosti registrirali še v Anhovem, Rušah, Idriji in v okolici številnih manjših industrijskih obratov kot so ope-



karne, kemične tovarnem asfaltne baze in podobno. To površino cenimo na najmanj 2000 hektarjev. Skupno z v letu 1977 povečano površino poškodovanih gozdov v Zgornji Mežiški dolini z zanesljivostjo trdimo, da imamo v Sloveniji 22.000 hektarjev plinsko poškodovanega gozda in da je nad 2,2 % slovenske gozdne površine ozračje prekomerno onesnaženo. Še bolj nazorno predstavo pa nam posreduje podatek, da je nad cca 4000 ha (uničen in eksistenčno ogrožen gozd) ozračje onesnaženo preko kritične točke.

Na tem mestu moramo tudi povedati, da površina v Zgornji Mežiški dolini še vedno narašča, na Ravnah smo (edini primer v Sloveniji) tik pred zmanjšanjem površine poškodovanih gozdov. Ostala plinska območja pa je danes zelo težko opredeliti. V Zasavju se površina poškodovanih gozdov ne bo zmanjšala, pričakujemo samo manj akutno stanje. V Celju nekdanje akutno stanje postopoma dobiva kroničen značaj. S pojavljanjem primerov kot je Ljubečna pri Celju, pa ne moremo govoriti, da se površina poškodovanih gozdov manjša, temveč ravno nasprotno. Na Jesenicah beležimo manjšo notranjo poškodovanost in nespremenjen, do celo nekoliko povečan obseg zaprašenih gozdov.

## 2. Razvrstititev imisijskih območij po kriterijih:

- a) Površina
- b) Intenziteta (delež skupine A)
- c) Posredne škode
- d) Neposredne škode
- e) Perspektive
- f) Možnosti za biološke sanacijske ukrepe
- g) Dejanska prizadevanja emitentov za sanacijo izvorov
- h) Doseženo stanje

### a) Po površini poškodovanih gozdov

1. Zasavje	6417 ha
2. Celje	4259 ha
3. Žerjav	2700 ha + 500 ha v letu 1977
4. Ravne	2350 ha
5. Jesenice	2039 ha

b) Po akutnosti poškodb

1. Žerjav - že upoštevano novo stanje iz leta 1977
2. Zasavje - ne glede na nov dimnik še vedno akutno
3. Celje - vel.pov. (630 ha) skupine A
4. Ravne - na tem mestu zaradi stagnacije poškodb
5. Jesenice - nikoli ni bilo zelo akutno

c) Po posrednih škodah (varovalna in socialne vloge gozdov)

1. Žerjav - strma erodibilna pobočja (dolomit, kristalinka)
2. Zasavje - strma do zelo strma mestoma erodibil.pob.
3. Celje - velik pomen socialne vloge gozda
4. Ravne - manj skupine A
5. Jesenice - zelo malo skupine A

d) Po neposrednih škodah (reducirana gosp.vloga gozda)

1. Žerjav - visoko vredni sestoji iglavcev
2. Zasavje - ogromna površina poškodovanih gozdov
3. Celje - vel.pov.poškodovanih gozdov
4. Ravne - vel.delež I. zone (manjše škode)
5. Jesenice - vel. delež malo poškodovanih gozdov, zona I.določena po depozitu prahu

e) Perspektive - z ozirom na dejansko stanje in prizadevanja za sanacijo izvorov

1. Ravne - gozd v svoji varovalni in socialni vlogi ne bo bistveno prizadet
2. Jesenice - z odpravo prahu v glavnem rešen problem
3. Zasavje - zmanjšanje gozdov A skupine
4. Žerjav - uspeh bi bil že samo zmanjšan tempo poškodovanosti napredovanja
5. Celje - zelo počasna in dolgotrajna obnova, ki bo možna šele po močnem zmanjšanju emisij.

f) Možnost za biološko sanacijo nastalih posledic

1. Jesenice - razen požarov za obnovo goličav in ovir
2. Ravne - nastop časa za sanacijo je tu

3. Zasavje - zaradi krajše dobe int.zaplinjanja  
lažje kot v Celju
4. Celje - že samo zaradi kontaminacije tal zelo težko
5. Žerjav - trenutno brezizgledno

g) Dejanska prizadevanja emitentov za sanacijo izvorov

1. Ravne - zamenjava goriv in tehnologije
2. Zasavje - zgraditev novega 360 m visokega dimnika
3. Jesenice - postopna zamenjava goriv
4. Žerjav - od aprila 77 občasne prekinitve obratovanja
5. Celje - prizadevanj, odnosno dejanj ni

h) Doseženo stanje do decembra 1976

1. Ravne - SO<sub>2</sub> zmanjšan za dve tretini
2. Jesenice - močno zmanjšana emisija SO<sub>2</sub>
3. Zasavje - zgrajen nov dimnik
4. Celje - brez izboljšanja
5. Žerjav - brez izboljšanja

Čeprav smo pri opisu imisijskih območij povsod navedli glavni vzrok (polucijo) poškodovanosti, nam določene stvari okoli tega problema niso jasne. Nerazumljivo nam je, da je prišlo v Zgornji Mežiški dolini v letih 1976 in 1977 do naravnost katastrofalnih ožigov in to ob zagotovilih emitenta, da v ozračje niso izpustili ničesar novega, pa tudi stare emisije, da se niso povečale? V Zasavju smo v prejšnjih letih nekoliko podcenjevali delež škodljivega delovanja vodikovega fluorida na gozdno rastlinstvo, ali pa se je emisija HF v zadnjem času močno povečala? Vsi novi obrati v Celju so deklarirani kot okolju neškodljivi, vendar poškodbe ne izostajajo.

Kljub vsemu pa dozoreva čas, ko bo naša družba uspela rešiti postavljene naloge v problematiki varstva naravnega okolja, katerega glavni sestavni del je gozdno okolje. Če smo gozdarji z vsemi raziskavami v tej in tudi izven te naloge, ter nenehnim prikazovanjem perečega stanja poškodovanosti gozdov vsled prekomerno onesnaženega zraka, pripomogli k hitrejšemu in uspešnejšemu reševanju okoljevarstvene pro-

blematike, nam je to v zadoščanje in obenem napotek za nadaljevanje tovrstnih raziskav.

Na številnih sestankih, razpravah in posvetovanjih smo morali biti odločni in nepopustljivi, da so se naše ugotovitve začele upoštevati. Sprva smo se v kompleksu strokovnjakov na raznih razpravah čutili nekako manjvredne, tako se nas je tudi obravnavalo. "Vsakdo je vedel o gozdu več in bolje kot mi sami", trda in dolga je bila pot, da smo dopovedali družbi, da upravljamo 1/2 površine Slovenije, in da v polni meri za vsa dogajanja v gozdu in z gozdov tudi odgovarjamo. Prav tako dolga je bila tudi pot, da smo se prenehali zadovoljevati samo z ugotovitvijo, da pač mi ekologijo gozda dobro razumemo, nismo pa tega v zadostni meri posredovali drugim strokam, ki pač takšne vzgoje ni bila deležna. Prav mučne so bile včasih razne razlage procesov na relaciji med izvorom emisije in imisijo - poškodbo v okviru že omenjenih sestankov. Prav v tem se skriva ena najtežjih nalog raziskovalne naloge, koliko študija, iskanja metod za naše specifične prilike je bilo potrebno za uspešno zastopanje določene gozdnogospodarskega in naravovarstvenega stališča, je težko povedati. In če smo nazadnje s tem delom pripomogli k še večji naravovarstveni osveščenosti gozdarjev v specialnosti poškodovanost gozda vsled prekomerno onesnaženega zraka, smo upam da po naših skromnih močeh in znanju zadostili vsem postavljenim ciljem naloge.

SEZNAM UPORABLJENE IN PREŠTUDIRANE LITERATURE

- BAULE H.,FRICKER C.: Die Düngung von Waldbäumen.  
BLV München 1967
- BERGE H.,Iaag O.:Handbuch der Pflanzkrankheiten.  
Band I/4, Paul Parey 1970
- BERGE H.: Immissionsempfindlichkeit der Laub -und Nadel-  
hölzter in Abhängigkeit von Standortfaktoren.  
Allg.Forstz. 24,6,1969
- BORTITZ S.: Physiologische und biochemische Beiträge zur  
Rauchschandenforschung.  
Analysen einiger Nadelinhaltsstoffe an Fichten  
unterschiedlicher individueller Rauchhärte.  
Arch.Forstw. 18,2,1969
- BORTITZ S.,Vogl M.: Zur transpiration von Koniferen-Nadeln bei  
unteschidlicher SO<sub>2</sub> Einwirkung.  
Archiv.Forstw.16,679 1967
- BLEJEC M.: Statistične metode v gozdarstvu in lesarstvu.  
Ljubljana, 1969
- BOHNE H.: Klärung eines Rauchsadenfalles bei Kiefern-  
beständen im Ruhrgebiet.  
VII.Rauchshadenstagung Essen 1970
- BOHNE H.: Zur Problematik des Nachweises der Einwirkungen  
Gasformiger chlorhaltiger Immissionen auf  
Pflanzen.  
Staub Reinhalt. Luft 29, 1969
- BRAUN G.: Immissionen-Der Wald als Indikator und Schutz-  
vegetation. Forstw.Cbl.(1974)
- BUCHER-WALLIN I.: Zur Beeinflussung des physiologischen Blattalters  
von Waldbäumen durch Fluor-Immissionen.  
Mitt.eidg.Anst.forstl.Vers'wes.52(2),1976
- CAPUDER A.: Regresija gozdne vegetacije pod vplivom industrij-  
skih imisij žveplovega dioksida in primer  
Zgornje Mežiške doline.  
Diplomsko delo, Ljubljana 1964
- DEXHEIMER W.: Erfahrung bei der Einführung forstlicher Orto-  
phorokarten in Rheinhessen - Pfalz.  
Allgemeine Forstzeitschrift  
Ig.30 H,1/2 , 1975

- DÄSSLER H.G.: Der Fluorgehalt von Pflanzten in Immissionsbeeinflusten und immissionsfreien Gebieten.  
Flora, Abt.,A.,159,1969
- DOCHINGER L.S.: The Symptoms of Air Pollution Injuries to Broadleaf Forest Trees.  
Mitteilungen der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien 1971
- DUNGLER,W.: Tiere im Boden. A.Ziensen Verlag Wittenberg Lütherstadt (1964)
- FABRITZIUS K.: Die Begrünung der August-Thyssen-Hütte in Duisburg-Hamborn.  
Separat-Kongres Essen 1970
- FRANZ H.: Bodenzologie als Grundlage der Bodenpflege.  
Akademie Verlag Berlin 1950
- GARBER K.: Luftverunreinigung und ihre Wirkungen an Pflanzten.  
Berlin 1967, Paul Parey Verlag
- GARBER K.: "Luftverunreinigung durch Schwermetallige Stäube-Wirkungen auf Pflanzten".  
Stand und Leistung agrokulturchemischer und agrarbiologischer Forschung XVIII, 1970
- GARBER K.: Luftverunreinigung durch Schwermetallhaltige Stäube.Wirkungen auf Pflanzten. Landw.Forschung 25,1,1970
- GARBER K.: Über den Fluorgehalt der Pflanzten.  
Fluor-Wirkungen,Forschungsbericht 14,Deutsche Forschungsgemeinschaft. 42/48, 1968
- GARBER K.: Die Luftverunreinigung im Hamburger Industriegebiet und ihre Auswirkung auf die Vegetation.  
Angewandte Botanik Hamburg 83/84.Jahrg.1965/66
- GUDERIAN R.,Stratmann H.: Freilandversuche zur Ermittlung von Schwefeldioxidwirkungen auf die Vegetation.  
III.Teil: Grenzwerte schädlicher SO<sub>2</sub>. Immissionen für Obst und Forstkulturen , sowie für landschaftliche und gärtnerische Pflanztenarten.  
Forschungsber.des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr.1920,1-114, 1968
- GUDERRIAN R.: Untersuchungen über quantitative Beziehungen zwischen dem Schwefelgehalt von Pflanzten und dem Schwefelgehalt von der Luft.  
Z.Pfl.Krankh.PflSchutz 77,4/7,1970

- GUDERIAN R.: Einfluss der Nährstoffversorgung auf die Aufnahme von Schwefeldioxid aus der Luft und auf die Pflanzentätigkeit.  
Schriftreihe Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz. Essen, H.23, 1971
- GUDERIAN R., Van Haut H.: Nachweis von Schwefeldioxidwirkungen an Pflanzen. Staub Reinhaltung der Luft 30/1970/1
- GUDERIAN R.: Zur Methodik der Ermittlung von SO<sub>2</sub> Toleranzgrenzen für Landforstwirtschaftliche Kulturen im Freilandversuch Biersdorf (Sieg). Staub-Reinhaltung Luft 1960
- HALBWACHS G.: Zur Frage von Schädigungen der Vegetation durch Teerdämpfe. Phytopath.Z. 60, 1967
- HALBWACHS G.: Luftverunreinigung und Vegetation. Sonderdruck aus: "Umweltprobleme" Universität für Bodenkultur, Wien, 1976
- HALBWACHS G.: Einige pflanzenphysiologische Aspekte bei der Interpretation und dem Nachweis von Immissionsschädigungen an der Vegetation. Allg. Forstztg. Jg. 86; 1975
- HALB-WACHS G.: Der Wasserhaushalt rauchgaschädigter Holzgewächse. Allg. Forstz. Wien Nr. 9, 1967
- HALBWACHS G.: Vergleichende Untersuchungen über die Wasserbewegung in gesunden und fluorgeschiedigten Holzgewächsen. Zentbl. ges. Forstw. 87, 1. 1970
- HALBWACHS G.: Die Symptomatologie forstlicher Rauchschäden bei Konifern. Mitt. Forstl. Bundesforschungsanst. Wien H 92, 33-56, 1971
- HALBWACHS G., Kisser J.: Durch Rauchimmissionen bedingter Zwergwuchs bei Fichte und Birke. Zentbl. ges. Forstw. Wien 84, 1967
- HÄRTEL O.: Über die Möglichkeiten der Trennung mehrerer gleichzeitig einwirkender Rauchschattenquellen. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn, H. 73, 1965



- HILDEBRANDT G., Kenneweg H.: Einige Anwendungsmöglichkeiten der Falschfarbenphotographie im forstlichen Luftbildwesen.  
Allgemeine Forst.-U. Jagdzeitung  
Jg. 139, 205-213
- KELLER Th.: Der Einfluss von Schwefeldioxid als Luftverunreinigung auf die Assimilation der Fichte.  
In: Beiheft zu d.Z. Schweiz. Forstverein 57  
Berichte EAFV 161, 1976
- KELLER Th.: Beiträge zur Erfassung der durch schweflige Säure herforderufenen Rauchschäden an Nadelhölzern.  
Forstwissenschaftliche Forschungen H 10/1958
- KELLER Th.: Auswirkungen niedriger  $SO_2$ -Konzentrationen auf junge Fichten. Schweiz.Z. Forstwes. 127 (4)  
Berichte EAFV 157: 1976
- KELLER Th.: Bucher, I.: Zur  $SO_2$  - Empfindlichkeit der Laubbaumarten. Schweiz.Z. Forstwes. 127(7) Berichte EAFV 165, 1976
- KELLER, Heidi: Histologische und physiologische Untersuchungen an Forstpflanzen in einem Fluorschadensgebiet.  
Berichte EAFV 154, 82, 1976
- KELLER Th, Schwager H.: Der Nachweis unsichtbarer Fluor-Immissions-schädigungen an Waldbäumen durch eine einfache kolorimetrische Bestimmung der Peroxidase-Aktivitet.  
J. Forest Pathol. 1, 1971
- KELLER Th., Schwager H., Yee-Meiler, Dorothea: Der Nachweis winterlicher  $SO_2$ - Immissionen an jungen Fichten.  
Ein Vergleich dreier Methoden.  
Eur. J. For. Path. 6 (4), 1976
- KENNEWEG H.: Luftbilder für die Gewinnung von Informationen über Vegetationsbestände in Ballungsräumen.  
Allgemeine Forstz. Jg. 30, 1975
- KENNEWEG H.: Zur Frage der Erkennung und Abgrenzung von Rauchschäden aus Luftbildern.  
Referat IUFRO 2.09 Essen, 1970
- KERIN D.: Vpliv industrijskih plinov na iglavce gozdarskega obrata Ravne na Koroškem.  
Ekspertiza, Maribor 1969

- HILDEBRANDT G.: Zur Frage des Bildmasstabes und der Filmwahl bei Luftbildaufnahmen für forstliche Zwecke. Archiv für Forstwesen 6 Band H.4 , 1957
- HOLOBRADY K., Toth J.: Beitrag zu den Einwirkungen von festen aus Zementfabriken emittierten Partikeln auf die Vegetation. VI.Internat.Arbeitstagung Katowice 1968
- JURHAR F.: Dim in plini - nevarnost za gozd. Varstvo narave II/III, 63/64
- KEITH D, Mc KEVAN E.: Soil Zoology. Butherworths scientific Publication London 1955
- KELLER Th.: Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die Vegetation. In: Schutz unseres Lebensraumes, BLV-Verlag München, 160-170, 1971
- KELLER Th.: Auswirkungen der Luftverunreinigung auf die Vegetation. Stadtehygiene 22,(6), 1971
- KELLER Th.: Die Bedeutung des Waldes für den Umweltschutz. Z.Forstwes, 122,12, 1971
- KELLER Th.: Zur Fluor-Translokation bei Waldbaumen. Mitt.eidg.Anstalt forstl.Versuchswesen 51, 1976
- KELLER Th.: Zur Phytotoxizität von Fluorimmissionen für Holtzarten. Mitt.eidg.Anst.forstl.Versuchswess. 51 (2) , 1976
- KELLER Th.: Über die Überwachung der Immissionen von Kehrriech-  
tunverbrennungsanstalten mit Hilfe von Nadelana-  
lysen. Mitt.Forstl.Bundes-Vers.Anst.Wien 97(1),  
1972
- KELLER Th.: Über die schädigende Wirkung des Fluors. Schweiz.Z.Forstwes. 124(9), 1975
- KELLER Th.: "Beiträge zur Erfassung der durch schweflige  
Säure herfergerufenen Rauchsäden an Nadel-  
hölzern"  
Forstwissenschaftliche Forschungen, 1958
- KERIN D.: Waldrauchsäden der Blei-und Stahlindustrie im  
Voralpengebiet Jugoslawiens.  
VII.Forstliche Rauchsädenstagung Essen 1970

- KERIN D.: Kemijsko-toksikološke raziskave o industrijskih ekshalacijah topilnice svinca v Mežici. Ekspertiza 1963, 1964-65
- KERIN D.: Ekspertiza 1963, 1964-65 in 1976
- KISSER J.: Forstliche Rauchschäden aus der Sicht des Biologen. Mitteilungen der Forstl. Bundes-Versuchsanstalt Wien 1965
- KISSER J., Halabwachs G.: Schwefeloxide in der Atmosphäre, Luftqualitätskriterien  $SO_2$ . Österreichische Akademie der Wissenschaften "Kommission Reinhaltung der Luft" Herausgeber: Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz 1975
- KISSER J.: Physiologische Probleme der Einwirkung von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Referate VI. Inter. Arbeitstg. Forstl. Rauchschaden-Sachverst., Katowice, 9-14.9.1968 1968
- KNABE W.: Natürliche Abnahme des aus Immissionen aufgenommenen Fluors in Fichtennadeln. Staub, Reinhalt. Luft. 30,9, 1970
- KNABE W.: Kifernwaldverbreitung und Schwefeldioxid-Immissionen im Ruhrgebiet. Staub, Reinhaltung der Luft, 30,1., 1970
- KNABE W.: Rauchschadenforschung dient dem Umweltschutz. VII. Inter. Arbeitstg. Forstl. Rauchschaden-Sachverst., Essen, 7.-11. September 1970. Forstarchiv 42,5, 99-103.
- KNABE W.: Haldenbegrün<sup>un</sup>g im Ruhrgebiet. Schriftenreihe Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk Essen, 1968
- KNABE W.: Methoden der Auslese und Züchtung immissionsresistenter Gehölze. Vort. XIV. IUFRO-Kongress München
- KNABE W., Mellinghoff F.; Meyer F., Schmidt-Lorenz R.: Haldenbegrünung im Ruhrgebiet. Schriftenreihe Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk Essen 1968

- KRISTAN B.: Remote sensing in razvoj tematske kartografije. Seminar - kartografija u prostornom planiranju Ljubljana 1973
- KRONBERGER W., Halbwachs G.: Über eine einfache Methode zur Bestimmung des Fluorgehaltes von Pflanzten mittels ionenspezifischer Elektrode. Referat- IUFRO Kongres Marianske Lazne Oktober 1974
- KRONENBERGER W.: Die Wirkung der Dämpfe von Erdbitumen auf Pflanzen. For.Path.Hamburg Bd.5 (1975)
- LAMPADIUS F.: Die Geschichte einer Rauchscha-denabwehr mit waldbaulichen Mitteln. Kurzbericht von einer wal-d-geschichtlichen Untersuchung. Manuskript, 2-13 rf. VI. Intern. Arb-reitstg. Forstl. Rauchscha-den-Sachverst., Katowice, 1968
- LAMPADIUS F.: Untersuchung über die filternde Wirkung des Waldes gegenüber Luftverunreinigungen durch feste und gasförmige Stoffe. Sozialist. Forstwirstchs. 15, 9, 1965
- LAMPADIUS F., Pelz E., Pohl E.: Beitrag zum Problem der Beurteilung und des Nachweises der Resistenz von Wald-bäumen gegenüber Immissionen. Biol.Zbl. 89, 1970
- LAMPADIUS F.: Die Bedeutung der SO<sub>2</sub> - Filterung des Waldes im Blickfeld der förstlichen Rauchscha-detherapie. Wiss.Z.T.U.Dresden, 17,2, 1968
- MATERNA J.: Zusammenhang zwischen den SO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Aussenluft und den Schädligungen von Wald-bäumen im Slavkov-Wald (Böhmen). Arbeiten d.Forschungsinst.f.Forstwirstschaft, Prag-Zbraslav, 43 (1974)
- MATERNA J.,: Auswertung von Düngungsversuchen in Rauchgeschädigten Fichtenbeständen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität, Dresden, 1962
- MATERNA J.: Wissenschaftliche Zeitschrift - Dresden 11/3 "Einführung in die Rauchscha-demp-probleme im Erzgebirgsteil der CSSR," 1962
- MATERNA J.: Einwirkung niedriger Schwefeldioxidkonzentrationen auf die Fichte. Vortr.VII.Intern.Arbeitstagung Forstl.Rauchscha-den-Sachverst., Essen 1970

- ÖLSCHLAGER W., Wöhlbier W.: Bestimmung von Fluor in pflanzlichen, tierischen und anorganischen Substanzen, sowie in Wässern und Luft. Fluor Wirkungen, Forschungsbericht 14, Deutsche Forschungsgemeinschaft 6-27, 1968
- PALUCH I., Karweta S.: Die Luftverunreinigung durch Blei und Zink im Bereich eines metallurgischen kombi- nates und ihr Einfluss auf Vegetation und Boden. Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt- Universität zu Berlin, Math., Nat. R. XIX, 1970
- PARADIŽ B.: Izvedeniško mnenje za okrožno sodišče v Maribo- ru, Ljubljana 1972
- PARADIŽ, B.: Vpliv termoelektrarne Šoštanj na onesnaženje zraka v Saleški dolini, 1974
- PELZ E.: Die Bestimmung des Grades der Rauchschädigung in Fichtenbeständen. Sozialist. Forstwirtschaft. Berlin, 16, 8, 1966
- PELZ E.: Schadzone und Schadstufe als Klassifizierungsbegriffe in rauchgeschädigten Waldgebieten. Die sozialistische Forstwirtschaft 8/68-1966
- PELZ E, Materna J.: Archiv für Forstwesen 13/2 Beiträge zum Problem der individuellen Rauch- härte von Fichte, 1964
- PERMAN I., PERMAN E., VERHOVNIK S.: Onečiščenje atmosfere v Mežiški dolini. Ekspertiza iz leta 1970
- PERMAN I.: Poročilo o količini in virih škodljivih plinov in depozitov na območju Železarne Ravne. Int. publikacija Ravne 1971
- PERMAN J.: Slovenske železarne v zrcalu varstva okolja. Slovenija paralele št. 48, leto 1976
- POLLANSCH<sup>Ü</sup>/TZ I.: Erste Ergebnisse über die Verwendung eines Infra- rot-Farbfilmes in Österreich für die Zwecke der Rauchschadensfeststellung. Centralblatt für das gesamte Forstwesen H.2, 1968
- RANFT H.: Zur Bewirtschaftung rauchgeschädigter Fichten- jungbestände. Sozialist. Forstwirtschaft. 18, 10, 1968
- ROHMEDER E., Schönborn von A.: Untersuchungen an phänotypisch flu- orresistenten Waldbäumen. Fluor-Wirkungen, Fors- chungsbericht 14, Deutsche Forschungsgemein- schaft 49-67, 1968

- SKOČIR J.: Gozdarski vestnik - XIV/9-10  
Škodljivi plini v celjski okolici in obnova  
prizadetih gozdov, 1956
- STEFAN K.: Über den natürlichen Schwefelgehalt von Fichten-  
nadeln und seine Bedeutung für die Rauchscha-  
diagnostik.  
Referate VI.Arbeitstg.Forstlicher Rauchscha-  
den-Sachverständlicher, Katovice 9, 1968
- STEFAN K.: Chemische Nadelanalyse. Schadstoffbestimmung.  
Mitt.Forstl.Bundes-Versuchsanst.Wien, H.  
92, 1971
- STEFAN K.: Die Schwefel- und Fluorbestimmung in Nadeln als  
Diagnosemethode bei Rauchscha-  
denuntersuchungen.  
Allg.Forstzeitg.86, 1975
- STEBING L.: Immissionskataster als Bestandteil des Land -  
schaftskatasters.Natur und Landschaft 48,Jg.1973
- SCHÖNBECK H.: Untersuchungen zur Eignung von Flechten als In-  
dikatoren für Luftverunreinigungen.  
Vortr.V.Intern., Arbeitstg. Forstl. Rauchscha-  
den-Sachverst., Janske Lahnê, 14.-10,1966
- SCHÖNBECK H.: Eine Methode zur Erfassung der biologischen Wir-  
kung von Luftverunreinigungen durch transplanti-  
erte Flechten.  
Staub, Reinhalt, Luft.29, 1, 1969
- SCHÖNBECK H., Buck M., Van Haut H., Scholl G.:  
Biologische Messverfahren für Luftverunreinigungen.  
VDI-Berichte Nr. 149, 1970
- SCHWAGER H., Keller Th.: Zur Mikrobestimmung des Gesamtschwefels  
in Pflanzengewebe. Internat.J.Environ.Anal.  
Chem.4, 1976
- TARMAN K.: Živi svet prsti  
Cankarjeva založba Ljubljana, 1965
- TESAR V.: Einfluss der Immissionen auf die Forstwirtschaft.  
V.Intern.Arbeitstg.Forstl. Rauchscha-  
den-Sachverst.?  
Janske Lazne 11.-14.10.1966
- TESAR V., Tremmlová B.: Die Benadelung des Baumes als Kriterium  
für die Beurteilung des Standes von Fichtenbeständen  
im Immissionsgebiet.  
(Tschechisch mit russischer, englischer, deutscher,  
französischer Zusammenfassung).Lesnictvi 17,11,  
1971

- VAN HAUT-STRATMANN: Farbtafel-atlas über Schwefeldioxid-  
Wirkungen an Pflanzen, 1970
- ULBRICHT R.: Untersuchungen über die Anwendung der Infrarot-  
Fotografie zur Erkennung von Rauchscha-  
den. Archiv für Forstwesen, Band, 15, 1966, Heft 5/6
- WENTZEL K.F.: Empfindlichkeit und Resistenzunterschiede der  
Pflanzen gegenüber Luftverunreinigung.  
Forstarchiv 39, 9, 1968
- WENTZEL K.F.: Macht Waldluft wirklich krank.  
Holz-Zentbl., Nr. 43, 1970
- WENTZEL K.F.: Gibt es immisionsfeste oder rauchharte Bäume.  
Forstarchiv 35, Nr. 3, 1964
- WENTZEL K.F.: Sonderdruck aus "Allgemeine Forstzeitschrift 18,  
1963  
"Waldbauliche Messnamen gegen Immissionen"
- WENTZEL K.F.: Vorschläge zur Klassifikation der Immissionser-  
krankungen.  
Forstarchiv, 38, 1967
- WENTZEL, K.F.: Ist eine fraktionierte Schwefelbestimmung im Pflan-  
zenmaterial zur Diagnose von Immissionserkran-  
kungen Zweckmässig?  
Angew. Botanik 49, 1975
- WENTZEL K.F.: Habitus-Aenderung der Waldbäume durch Luft-  
verunreinigung.  
Forstarchiv 42, 8/9, 1971
- WENTZEL K.F.: Beweissicherung von Immissionsschäden an Pflanz-  
en. Gartenwelt, 75, Nr. 10, 1975
- WENTZEL K., F. Forstliche  
Forstliche Immissionsforschung in der Bundesre-  
publick Deutschland. Allgem. Forstzeitschrift,  
50, 1976
- WOLF G.: Luftbilder als diagnostische Hilfsmittel für  
operative Arbeiten beim Forstschutz (Rauchscha-  
den) und bei der Bestandesdüngung.  
Die Sozialistische Forstwirtschaft 1966
- x American Society of Photogrammetrie  
Manual of Photographic Interpretation  
The George Banta Company, inc.  
Menasha, Wisconsin 1960

- x            Fotointerpretacije - uporaba aeroposnetkov pri  
             prostorskih raziskavah  
             Prostorski informacijski sistem - zasnova  
             L.2, št. 3, 1975
  
- x            Prirodoslovno društvo Slovenije - Zelena knjiga  
             o ogroženosti okolja v Sloveniji,  
             Ljubljana 1972
  
- x            Rep.sekretariat za urbanizem -  
             Informacija o problemih onesnaženega zraka v  
             SR Sloveniji- Ljubljana 1970
  
- x            Trees for polluted air - US Dep. of Agriculture-  
             Forest Service Miscellaneo  
             Publication No.1230
  
- x            Uradni list SRS št. 13 - 13.V.1975
  
- x            Ureditveni načrti gospodarskih enot: Zagorje,  
             Trbovlje , Hrastnik
  
- x            Vegetacijska karta Slovenije 1 : 100 000  
             Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana
  
- x            World Health Organization -  
             Die Verunreinigung der Luft.  
             Verlag Chemia Weinheim 1961
  
- x            Zavod za zdravstveno varstvo Maribor in  
             Celje - 1969  
             Poročilo o raziskavah meritev onesnaženega ozračja  
             v Celju.
  
- x            Gradivo IUFRO kongresov in kongresov, ki so  
             obravnavali gozdarsko imisijska problematiko.
  
- x            Lastno manuskriptno gradivo po raziskovalni na-  
             logi: "Poškodbe vegetacije vsled onesnaženja  
             zraka."