

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
PRI BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

POŠKODBE VEGETACIJE (GOZDOV)  
VSLED ONESNAŽENJA ZRAKA

5

JESENICE

LJUBLJANA, 1977

0x7.425.1 (497.12 exercise)

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri  
Biotehniški fakulteti v Ljubljani

POŠKODBE VEGETACIJE (GOZDOV) VSLED  
ONESNAŽENJA ZRAKA

5

J E S E N I C E

Nosilec raziskovalne naloge,  
sestavljalec načrta:

*M. Šolar*

Marjan ŠOLAR, dipl.ing.



Direktor inštituta:

*Milan Kuder*

Milan KUDER, dipl.ing.

Ljubljana, 1977

## V S E B I N A

Stran :

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | UVODNO POJASNILO   | 1  |
| 2. | EMISIJSKI POGOJI   | 1  |
| 3. | TRANSMISIJSKI POGOJI   | 3  |
| 4. | ZA NASTOP POŠKODOVANOSTI POMEMBNI ČINITELJI<br>IZ KOMPLEKSA PRIRODNIH POGOJEV                      | 5  |
| 5. | IMISIJSKI POGOJI   | 6  |
| 6. | LOKALNA DELOVNA METODOLOŠKA PROBLEMATIKA   | 9  |
| 7. | REZULTATI RAZISKAV   | 10 |
|    | a) Kemične analize   | 11 |
|    | b) Povzetek opažanj na opazovalnih<br>objektih   | 13 |
| 8. | ZAKLJUČKI  | 15 |
|    | DODATNI DEL S PRILOGAMI  |    |
|    | 1. Vpliv mineralne volne na talno favno  |    |
|    | 2. Problematika posledic onesnaženega zraka<br>na gozdove Blejskega gozdnogospodarskega<br>območja |    |

## 1. Uvodno pojasnilo

V posebnem delu elaborata, ki obravnava jeseniško imisijsko območje, bomo obdelali vpliv emisij Železarne Jesenice (tu so logično mišljeni tudi obrati na Javorniku in Belskem polju) na okoliške gozdove. Menimo, da nam ni potrebno podrobno opisovati celotne ekologije področja, temveč samo v toliko, kolikor je iz tega kompleksa pomembnih činiteljev za prenos ali transmisijo emisij (premiki zračnih mas), nastop, izraženost in parameter imisij (drevesno sestavo gozdnih združb), ter možnosti za akutnost eventuelnih posrednih škod, to je škod zaradi okrnitve ali uničenja varovalne in socialne vloge gozda. Tako smo pred nalogo, da iz podatkov, ki so zbrani po številnih gozdnogospodarskih načrtih in ekoloških študijah izluščimo za razlago določenih pojavov ali procesov iz tega strokovnega področja pomembna dejstva. Pri pregledu tega obširnega gradiva smo ugotovili, da imamo na razpolago zelo skope podatke o vetru, ki je ob podatku emisije v specifičnih orografskih pogojih najvažnejši faktor za razširjenost in stopnjo poškodovanosti gozdov. Zaradi manjšanega dejstva, se bomo tudi v tem primeru morali bolj posluževati deduktivne metode, da bomo na podlagi opredelitve in predvsem prostorske razporeditve poškodb (na Jesenicah gre v prvi vrsti za depozite prahu) skleпали o transmisiji z železarniškimi emisijami onesnaženega zraka na Jesenicah. V veliko pomoč pri tem delu so nam bili podatki gozdarjev iz gozdnega obrata Jesenice in pa elaborat: "Ugotavljanje škodljivih emisij v metalurški industriji Slovenije".

## 2. Emisijski pogoji

Gre za emisije, ki so tipične za obrate črne metalurgije. Celotno emisijo delimo z ozirom na agregatno stanje na plinasto, tekočo in trdno emisijo. Iz elaborata "Ugotavljanje škodljivih emisij v metalurški industriji Slovenije" povze-

nano sledeče termine, podatke in iz njih izpeljane prikaze. Nanašajo se na stanje do leta 1972. Novejših podatkov ni moč dobiti, smatramo pa, da je registrirano stanje poškodovanosti gozdov v okolici Jesenic prav posledica emisij do leta 1973.

Navedeni elaborat razvršča železarniške emisije vmslednje tri skupine: 1. emisije trdnih delcev (prašnih)

2. emisije škodljivih plinov ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ )

3. ostale emisije (kislinski hlapi, fluorove spojine, škodljivi kovinski oksidi).

Glavna in predvsem za vegetacijo najbolj toksična komponenta iz kompleksa emisij je žveplov dvokis. študija navaja za leto 1961 letno količino 8650 ton in samo še 2700 ton v letu 1971 ali cca 24 ton in 7.5 tone dnevno. Torej je bila emisija v tem desetletju zmanjšana za 3 krat, kar je predvsem posledica uporabe boljših goriv, odnosno odpravljanje glavnih izvorov žveplovega dvokisa (gen.plin). Nasprotno pa z večanjem proizvodnje porašča emisija prahu, predvsem rdečega prahu ( $\text{FeO}$ ) iz aglomeracije in Martinarne (žilavljenje rud s kisikom). Dimni plini so poleg  $\text{SO}_2$  sestavljeni še iz  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$  in  $\text{N}_2$ . Prah pa ima naslednjo sestavo:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in  $\text{ZnO}$ . Omenjane okside uvrščamo med netoksične prašne emisije.

Tabela 66 navedene študije navaja za leto 1971, 3884 ton  $\text{SO}_2$  letno samo iz goriv, kar da dnevno količino nad 10 ton, nadalje navaja, da polovica tega pride iz mazuta. Individualna kurišča emitirajo letno 1700 ton  $\text{SO}_2$  (vezano na zimske mesece).

Fovprečno lahko računamo, da Zelezarna Jesenice z vsemi svojimi obrati emitira dnevno do 6 ton  $\text{SO}_2$ , do 15 ton prahu in do 6 ton kov. oksidov, poleg tega pa še nezgorljive ostanke goriv, to je saje (1971 leto).

Od prej omenjane letne količine 2700 ton  $\text{SO}_2$  odpade na goriva cca 2000 ton in 700 ton na tehnološke procese.

Iz vseh naštetih včasih nasprotujočih si podatkov lahko naredimo zaključek, da nekdanje plinsko-prašno imisijsko ob-



močje, dobiva vedno bolj značaj območja s poudarkom na visoki emisiji in imisijah prahu. Naše gozdarsko spremljanje stanja vpliva industrijskih emisij na gozdove na Jesenicah nam omenjeno dejstvo v popolnosti potrjuje. Beležimo večjo vplivano površino, a ne splošno manjšo (plinsko) poškodovanost.

### 3. Transmisijski pogoji

Proces med mestom izstopa emisije v ozračje, do mesta učinkovanja na proučevani medij imenujemo transmisijo. Ta v ožjem pomenu besede pomeni samo prenos, transport. Ker pa v času in prostoru, kjer se ta prenos vrši, doživi emisija niz kemičnih predvsem pa fizikalnih sprememb, gre pravzaprav za določen proces, ki je v odvisnosti od klimatskih, vremenskih in reliefnih pogojev za vsako emisijo precej zapleten in ga ni moč vedno računsko povsem točno predstaviti.

Na razpolago so nam zelo skopi številčni podatki o premikih onesnaženega zraka na Jesenicah. Podatkov o jakosti, pogostosti in smeri vetrov praktično ni, razen meritev kratkega obdobja v času raziskav leta 1971. Podatke okoliških postaj (Lésce, Radovljica) pa zaradi povsem drugačnih reliefnih pogojev ne moremo uporabljati.

Iz omenjenega meritvenega obdobja imamo podatke o vetru s povprečno jakostjo 2 Bofora, po smereh pa je situacija takšna: W 554 %, E 374 %, NW 43 %, SE 18 %, zatišne situacije pa je samo 10 %. Te podatke moramo vzeti zaradi kratkega (10 dnevne) meritvenega obdobja z veliko rezervo, vendar je pogostost smeri vetrov dober okvirni ključ transporta onesnaženega zraka na Jesenicah in se dokaj dobro sklada s poškodovanostjo gozdov.

Številna opažanja poškodovanosti gozdov in depositov prahu na rastlinah in objektih v širši jeseniški okolici v obdobju 1969 - 1977 službeno in pa ob vsaki drugi priliki dopolnjujejo (sicer ne številčno) podatke o gibanju onesnaženega zraka (glej pregledno karto v merilu 1 : 50 000) v tem prostoru.

Ozka in razmeroma ravna dolina v osnovi ne more imeti bistveno drugačne vetrne rože kot jo pogojuje lega doline. Vsakdo ve, da na Jesenicah vleče veter po dolini navzdol in navzgor, da je smer vetra dober vremenski pokazatelj in da "umazanost", zaprašenost sklada z omenjenimi dejstvi. Kljub temu pa opažamo in na podlagi depozitov prahu in saj po - trjujemo več notranjih lokalnih zračnih tokov, ki imajo pomembno vlogo pri transportu jeseniških emisij predvsem s stališča lokacije izvora. Tako ob vzhodniku vrže dimne pline iz valjarne na Javorniku in Belskem polju v Krmanjo, torej v severno-zapadno smer. Isti veter pa značilen rdeči jeseniški prah najpreje obrne proti Mežaklji, višje po dolini navzgor pa ga del obrne na karavanško stran v smer proti rovtam (košenicam) na Dovških Ravnah. Zapadnik zelo redko z emisijami onesnažen zrak obratov na Jesenicah potisne v pobočje Mežaklje, kot je primer pri vzhodniku. Običajno zelo naravnost po dolini navzdol odteče preko dobravskega polja in vasi Breg v smeri Golfa pri Bledu. V takšni vetrovni situaciji se tej onesnaženi zračni gmoti v spodnjem delu pod Javornikom pridružijo še javorniške in belske emisije, vse skupaj pride v razširjeni prostor na liniji Noste - Breg, kjer se običajno razcepijo, en krak je že omenjeni v smeri proti Golfu (Lipcam), drugi pa teče vzdolž rebri v smeri proti Begunjam. Na omenjenih relacijah smo naredili številna opažanja in odvzeli vzorce za kemične analize, oboje nam potrjuje pravilno oceno gibanja onesnaženega zraka v širšem spodnjem delu jeseniškega emisijskega območja.

V posebni, za ta predel zelo tipični vremenski situaciji (nočna inverzija in zgodnje dopoldanski kombinirani vetrovno termični razkroj inverzije) pa smo registrirali več smeri gibanja onesnaženega zraka (rdeči prah je odličen indikator onesnaženosti), tako po dolini Radovne do zaselka Srednja Radovna, občasno vrže rdeči prah preko Homa do Zasipa. Nekajkrat predvsem pozimi sem rdečo meglo registriral v dolini Vrat (do Feričnika). Levi krak rdeče dimne zavese parkrat letno v predelu okoli Begunj obrne proti Radovljici, Lanco-



vem in ga potegne vzdolž Jelovice do Tolstega vrha. Gibanje rdeče megle v smeri proti Martuljku ni redek pojav.

Že na tem mestu pa moram povedati, da v teh situacijah ne more priti do kakršnega koli škodljivega vpliva na gozdno rastlinstvo niti na kaj drugega. Zavore v vrsti gozdnega drevja nastopijo šele takrat, ko so depoziti prahu na vegetacijskih organih tako močno izraženi, da preprečujejo asimilacijo in disimilacijo, ali pa da je s prahom pogojeni nastop megle tako pogost, da predstavlja večjo redukcijo svetlobe, ki je pogoj za fotosintezo. Ta dva slučaja v potencialnem jeseniškem imisijskem območju še ne nastopata, sploh pa ne izven tega območja.

#### 4. Za nastop poškodovanosti pomembni činitelji iz kompleksa prirodnih pogojev

Stopnja in obseg (površina) poškodovanosti gozdov določenega območja pri danih imisijskih in imisijskih pogojih, je v neposredni odvisnosti od drevesne sestave gozdov in relativni odpornosti nastopajočih drevesnih vrst napram onesnaženemu zraku. Ob podatku, da so iglavci občutljive vrste in da znaša delež iglavcev v jeseniški okolici preko 50 %, moramo jeseniško imisijsko območje označiti kot območje skupine gozdov relativno občutljivih iglavcev (glej študijo št. 4 skupnega splošnega dela).

Mislím, da na tem mestu ni potrebno posebej poudarjati, da je drevesna sestava gozdno vegetacijskih tipov vzročno povezana z ekologijo področja in vplivom človeka na gozd. Na podlagi ugotovitev, da jeseniško imisijsko območje dobiva iz dneva v dan vedno bolj značaj območja s prašnimi emisijami, pa je za poškodbe na gozdovih velikega pomena, količina in časovna razporeditev padavin, predvsem razporeditev v dobi rasti. Jesenice imajo letno cca 1500 mm padavin, ki so dokaj enakomerno porazdeljene preko celega leta. Zaradi omenjenega dejstva ne prihaja do akutnejših posledic zaradi oblog prahu na asimilacijskih organih rastlin.

Velik delež iglavcev pogojuje večjo poškodovanost gozdov, "ugodni" vremenski pogoji (veter, dosti padavin) pa vplivajo na izpiranje prahu odnosno njegovo transmisijo v širši prostor, kar ima za posledico razmeroma veliko površino malo prizadetih gozdov. Torej gre za dva nasproti si delujoča činitelja, ki držita jeseniško gozdarsko imisijsko problematiko na dokaj znosni ravni, a vseeno taki, da zahteva ukrepe za sanacijo.

## 5. Imisijski podatki

Poskus obrazložitve poškodovanosti gozdov jeseniškega imisijskega žarišča na podlagi skopih, predvsem pa kratko - dobnih podatkov iz že omenjene študije, moramo jemati z veliko rezervo. V poštev pridejo samo imisijske vrednosti za žveplov dvokis ( $SO_2$ ). Podatki za prašne delce izvirajo samo iz teritorija železarne, odnosno obratov na Javorniku in Belskem polju, zato so za naša gozdarska razmotrivanja manj uporabljivi.

Žveplov dvokis v zunanji atmosferi so merili na štirih mestih in sicer:

1. Koroška Bela - Ul. Viktorja Svetine 14 - oznaka postaje E-1 (701)
2. Jesenice - južni del, Prešernova 30 - W-2 (702)
3. Jesenice - zahodni del, Cirila Tavčarja 2 - W-3(703)
4. Jesenice - zahodni del - Splošna bolnica - W-4(704)

Meritvena mesta predstavljajo križ v vzdolžni in prečni smeri čez Jesenice. Meritve se nanašajo na štiri enotedenska obdobja. Julij 71, oktober 71, januar 72 in julij 72.

Vrednosti so podane v  $Mg\ NH_3$  (mikrogrami na normni kubni meter) ter so sledeče:

| Postaja | min.  | datum   | maksim. | datum   | sred.vred. | št.mer. |
|---------|-------|---------|---------|---------|------------|---------|
| 701     | 22.14 | 25.7.71 | 213.80  | 19.1.72 | 82.98      | 35      |
| 702     | 22.34 | 18.7.71 | 283.80  | 19.1.72 | 83.95      | 36      |
| 703     | 30,74 | "       | 314.00  | "       | 88.73      | 34      |
| 704     | 22.03 | "       | 232.00  | 20.1.72 | 81.14      | 35      |

Iz prve tabele je razvidno, da nastopajo maksimumi v zimskem obdobju in najnižje vrednosti poleti, vzroki zato so v vremenskih in emisijskih pogojih. Že na tem mestu pa lahko rečemo, da se navedene povprečne vrednosti že približujejo vrednostim, ki kot letna povprečja lahko ogrožajo obstoj občutljivih iglavcev. Literatura navaja, da že pri vrednostih 0,08 do 0,10 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> zraka kot letno povprečje smreka začne občutno propadati. Iz navedenega sledi, da je smreka v predelu med meritvenimi mesti eksistenčno ogrožena. Če bi navedeni imisijski pogoji vladali v gozdovih smreke, bi to vodilo v njihov propad. V grobem pa če smo jeseniško območje poškodovanosti opredeljevali po smreki, se naše ugotovitve dokaj dobro ujemajo z meritvenimi podatki, sploh pa še, če sumiramo oba vzroka poškodovanosti to je pline in prah. Ne smemo pa pri tem pozabiti, da so bili podatki o koncentraciji SO<sub>2</sub> dobljeni v kratkem meritvenem obdobju in je zato navedeno skladnost med podatki in poškodovanostjo jemati z že v uvodu poudarjeno rezervo.

Kljub temu, da je gozdnogospodarsko posledično koncentracije prahu v ozračju izredno zahtevno obravnavati, navajamo nekaj vrednosti. V istem meritvenem obdobju kot za SO<sub>2</sub> je bila določena najnižja vrednost 0,002 mg/m<sup>3</sup> zraka in najvišja 0,209, povprečno letno pa je ozračje nad Jesenicami onesnaženo z cca 0,062 mg prahu na m<sup>3</sup> zraka. Omenjeni podatki veljajo za področje same tovarne, ni pa izključeno, da ne pride do podobnih prašno imisijskih vrednosti tudi izven tovarne. Po depozitu prahu na gozdni vegetaciji v večjih oddaljenostih od Jesenic in primerjavi z ožjim jeseniškim imisijskim območjem sklepamo, da imajo tudi oddaljeni predeli dokaj visoke količine prahu pa najsibo to kot koncentracija na kubni meter ali depozit, ki se izraža s prekrivalnim faktorjem v % (% pokrite površine).

Zaradi preglednosti in točnega kronološkega prikaza meritev prilagamo na koncu tega poglavja celotno tabelo št.74, ki nosi naslov: Pregled tedenskih in skupnih povprečij koncentracij za žveplov dvokis, trdne delce in kovine za območje Železarne Jesenice.

Pregled tedenskih in skupnih povprečij koncentracije za  
žveplov dvokis, trdne delce in kovine za območje Železarne Jesenice

| Datum od - do                  | Postaja | SO <sub>2</sub><br>/ug/m <sup>3</sup> | TD<br>/ug/m <sup>3</sup> | Bestava trdnih delcev /ug/m <sup>3</sup> |     |     |      |     |     | V   |
|--------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------|--|-----|-----|------|-----|-----|-----|
|                                |         |                                       |                          | Pb                                       | Zn  | Si  | Mn   | Fe  | Mg  |     |
| 16.VII-23.VII.71               | E-1     | 29                                    | 13                       | 0,33                                     | 0,9 | 1,2 | 0,41 | 1,5 | 0,3 | 0,2 |
|                                | W-2     | 40                                    | 40                       | 0,42                                     | 0,8 | 1,3 | 0,20 | 1,3 | 0,2 | 0,2 |
|                                | W-3     | 45                                    | 14                       | 0,37                                     | 0,8 | 2,7 | 0,27 | 3,9 | 0,4 | 0,2 |
|                                | W-4     | 29                                    | 17                       | 0,73                                     | 3,2 | 4,2 | 0,69 | 5,8 | 0,9 | 0,8 |
| Tedensko povprečje E1,W2,W3,W4 |         | 34,4                                  | 21                       | 0,46                                     | 1,4 | 2,3 | 0,42 | 3,2 | 0,4 | 0,4 |
| 9.X.-19.X.71                   | E-1     | 54                                    | 26                       | 0,40                                     | 1,0 | 1,1 | 0,74 | 1,7 | 0,2 | 0,2 |
|                                | W-2     | 86                                    | 91                       | 0,44                                     | 0,8 | 1,0 | 0,14 | 1,5 | 0,3 | 0,2 |
|                                | W-3     | 50                                    | 23                       | 0,95                                     | 1,3 | 1,5 | 0,20 | 1,1 | 0,2 | 0,2 |
|                                | W-4     | 35                                    | 59                       | 0,85                                     | 4,8 | 4,1 | 0,29 | 4,2 | 0,8 | 0,8 |
| Tedensko povprečje E1,W2,W3,W4 |         | 56,5                                  | 51                       | 0,67                                     | 1,9 | 1,9 | 0,34 | 2,1 | 0,3 | 0,3 |
| 14.I.-24.I.72                  | E-1     | 165                                   | 77                       | 0,27                                     | 0,1 | 1,3 | 0,16 | 1,2 | 1,2 | 0,1 |
|                                | W-2     | 195                                   | 93                       | 0,43                                     | 0,1 | 1,4 | 1,10 | 2,8 | 0,3 | 0,1 |
|                                | W-3     | 202                                   | 139                      | 0,27                                     | 0,2 | 1,6 | 0,83 | 4,2 | 0,6 | 0,1 |
|                                | W-4     | 192                                   | 116                      | 0,17                                     | 0,7 | 0,8 | 0,20 | 2,0 | 0,2 | 0,2 |
| Tedensko povprečje E1,W2,W3,W4 |         | 179,7                                 | 106                      | 0,27                                     | 0,2 | 1,2 | 0,54 | 2,4 | 0,3 | 0,2 |
| 14.VII.-24.VII.72              | E-1     | 93                                    | 4                        | 0,13                                     | 0   | 1,2 | 0,02 | 1,2 | 0,2 | 0,2 |
|                                | W-2     | 33                                    |                          |  |     |     |      |     |     |     |
|                                | W-3     | 66                                    | 46                       | 0,27                                     | 0   | 1,4 | 0,05 | 1,6 | 0,2 | 0,2 |
|                                | W-4     | 77                                    | 10                       | 0,36                                     | 0   | 4,7 | 0,20 | 7,4 | 0,8 | 0,8 |
| Tedensko povprečje E1,W2,W3,W4 |         | 65,4                                  | 21                       | 0,26                                     | 0   | 2,6 | 0,09 | 3,6 | 0,4 | 0,4 |
| Letno povprečje                | E-1     | 82,9                                  | 31                       | 0,30                                     | 0,5 | 1,2 | 0,34 | 1,4 | 0,2 | 0,2 |
|                                | W-2     | 83,9                                  | 75                       | 0,43                                     | 0,5 | 1,1 | 0,49 | 1,8 | 0,3 | 0,2 |
|                                | W-3     | 88,7                                  | 60                       | 0,47                                     | 0,5 | 1,7 | 0,32 | 4,5 | 0,3 | 0,2 |
|                                | W-4     | 81,7                                  | 52                       | 0,51                                     | 2,1 | 3,4 | 0,33 | 4,8 | 0,6 | 0,6 |
| E1,W2,W3,W4                    |         | 84,3                                  | 54                       | 0,42                                     | 1,0 | 2,0 | 0,36 | 3,8 | 0,4 | 0,3 |

## 6. Lokalna delovna metodološka problematika.

Pristop k terenskemu delu - opredeljevanju stopnje in obsega poškodovanosti gozdov vsled onesnaženega zraka, zahteva obširna predhodna raziskovanja predvsem gozdno ekološkega in emisijskega značaja. Samo tak način omogoča izbor najboljše metode dela po načinu in časovno krajevni razporeditvi.

Pred pristopom k terenskemu delu v letu 1969 smo zbrali in pregledali vse do takrat dosegljivo gradivo in iz njega povzeli za izbor delovne metode sledeča pomembna dejstva:

1. Jeseniško okolico poraščajo gozdne združbe z več kot 50% deležem iglavcev, ki so občutljive drevesne vrste.
2. V kompleksu emisij Železarne Jesenice je močna zastopana prašna komponenta
3. Meteorološko-vremenski podatki in poznanje situacije govore v prid razmeroma hitremu transportu onesnaženega zraka v smeri glavnih smeri vetrov, ki so v skladu z lego in obliko doline
4. Meteorološko, reliefno in emisijske situacije (delež prahu) kot je na Jesenicah pogojuje nastanek velike površine poškodovanih gozdov a manjše stopnje poškodovanosti (velik delež I. in II. zone).

V veliko pomoč pri postavitvi teritorija v katerem lahko z veliko verjetnostjo pričakujemo poškodovanost gozdov so nam bili podatki gozdarjev takratnega gozdnega obrata Jesenice. Odločili smo se, da kot potencialno območje vzamemo predel med Mostami, Bregom in Homom na spodnjem delu doline in Mojstrano nazgornjem. V prečni smeri pa bo verjetno nujno slediti možne vplive do nadmorske višine najmanj 1000 metrov.

Z ozirom na drevesno sestavo smo se odločili, da izdelamo imisijsko-patološko situacijo gozdov na podlagi proučevanja smreke. Z ozirom na velik delež prahu pa smo morali plinsko simptomatsko metodo kombinirati z depozitom prahu. Oba kriterija sta nam dala prvo grobo predstavo o stopnji in razširjenosti imisijsko vplivanih gozdov v jeseniškem ind. bazenu. Te podatke smo dopolnili s kemičnimi analizami in že

omenjenimi imisijskimi vrednostmi.

Za spremljanje simptomov obolenja smo iz nasadov iglavcev na predlog gozdnega obrata Jesenice izločili sedem objektov, na katerih smo vsako leto vršili opazovanja, na teh lokacijah smo tudi redno spremljali simptome na izbranih gozdno zeliščnih indikatorskih rastlinah (šmarnice, črni teloh, šentjanževka in salamonov pečat).

## 7. Rezultati raziskav - (obrazložitev grafičnih izdelkov)

Simptomatsko-depozitne ugotovitve, dokumentirane z kemičnimi analizami so prikazane na karti v merilu 1 : 25 000. Vplivana površina je po naši domači metodologiji razdeljena na štiri zone, od katerih vsaka pomeni posebno imisijsko, gozdno-gospodarsko in naravovarstveno območje. V prvi in drugi zoni je opredelitev narejena pretežno po depozitu prahu, v tretji in četrti pa pretežno po simptomatiki. Na karti so mesta ocenjevanja smreke označena s konvencionalnim znakom za smreko  $\dagger$ . Lokacije odvzema vzorcev za kemične analize so označene s krogcem in številom 3. Opazovalni objekti so vrisani v približni velikosti.

Površina poškodovanih gozdov je bila določena planimetrično po topografski karti m = 1 : 25000 in je ločena po zonah sledeča:

|      |         |
|------|---------|
| I.   | 1347 ha |
| II.  | 549 ha  |
| III. | 121 ha  |
| IV.  | 22 ha   |

Distribucije površin nam potrjuje že pred delom postavljeno predpostavko o velikem deležu zone I. in II., ki jo je v tem predelu 93%.

Kartografski prikaz je osnova za izdelavo različnih tematskih kart kot so : lastniška struktura, delitev gozdov po funkcijah (varovalne, socialne ...). Žal zaradi preobremenjenosti tega nismo uspeli narediti.

Za boljšo predstavbo smo izdelali tudi pregledno karto v merilu 1 : 50 000, ki prikazuje troje ločenih imisijskih področij in pogoste, manj pogoste in občasne poti onesnaženega

zraka v širši jeseniški okolici.

Kemične analize

Osnovni namen kemičnih analiz smrekovih iglic na povečano vsebnost žvepla je potrditev simptomatskih ugotovitev. V ta namen so odvzeli 20 vzorcev in to iz nadstojnih ali direktno plinom izpostavljenih smrek iz sedmega vretena vej od vrha navzdol. Po metodi Escka smo določili žveplo v eno in triletnih iglicah ter dobili naslednje rezultate:

Pregledna tabela rezultatov kemičnih analiz

a - enoletne smrekove iglice

b - triletna smr. iglice

| Št.       | a     | b     | a     | b     | L o k a c i j e      |
|-----------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| 1         | 0,169 | 0,207 |       |       | Čuvajnica Belo polje |
| 2         | 0,127 | 0,154 |       |       | Hrusica              |
| 3         |       |       | 0,110 | 0,130 | Kopavnik             |
| 6         |       |       |       |       | Sav. jame            |
| 6 A       | 0,174 | 0,217 |       |       | Ukova                |
| 7         |       |       | 0,117 | 0,194 | Pri rezervoarju      |
| 8         | 0,144 | 0,194 |       |       | Pod Pristavo         |
| 9         | 0,137 | 0,327 |       |       | Hrastnik             |
| 10        | 0,147 | 0,140 |       |       | Dobrava              |
| 11        |       |       | 0,073 | 0,134 | Valvazor             |
| 12        | 0,341 | 0,277 |       |       | Moste                |
| 13        | 0,197 | 0,170 |       |       | Doslovče             |
| 14        | 0,304 | 0,194 |       |       | Rodine-Poljče        |
| 16        | 0,150 | 0,261 |       |       | Čuvajnica - Vrba     |
| 17        | 0,154 | 0,267 |       |       | Breg                 |
| 18        | 0,134 | 0,264 |       |       | Hom                  |
| 19        |       |       | 0,127 | 0,144 | Bled                 |
| 20        | 0,200 | 0,240 |       |       | Poljane              |
| 21        | 0,144 | 0,200 |       |       | Ob "lajtengi"        |
| 23        | 0,144 | 0,220 |       |       | Mežaklja 900 m       |
| 24        | 0,154 | 0,227 |       |       | Mlake                |
| $\bar{y}$ | 0,174 | 0,224 | 0,107 | 0,151 |                      |



Vzorci štev. 6,7,11,19 so odvzeti daleč od izvorov emisij in jih bomo uporabili kot področne primerjalne vzorce.

Primerjava značilnosti razlik med srednjimi vrednostmi vsebnosti žvepla v eno (a) in triletnih (b) smrekovih iglicah iz mejnih predelov simptomatsko določenega vplivnega področja Železarne in primerjalnega področja. (T-test) je naslednji:

Enoletne iglice:

$$n_1 = 17 \quad \bar{y}_1 = 0,174\%S \quad S_1 = 0,060$$

$$n_2 = 4 \quad \bar{y}_2 = 0,107\%S \quad S_2 = 0,024$$

$$\Delta y = 0,067 \%S$$

$$T(\text{izrač}) = 2,180$$

$$T(\text{tab } \alpha = 0,05) = 2,093$$

Razlika je značilna pri 5% tveganju

Triletne iglice:

$$n_1 = 17 \quad \bar{y}_1 = 0,224 \%S \quad S_1 = 0,048$$

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

$$\Delta \bar{y} = 0,073 \%S$$

$$T(\text{izrač}) = 2,905$$

$$T(\text{tab } \alpha = 0,05) = 2,093$$

-"-

$$T(\text{tab } \alpha = 0,01) = 2,861$$

Razlika je značilna za 5 in 1% -no tveganje

Za oceno vzorcev je pomembna tudi Z-transformacija, ki nam daje oceno kateri vzorci ležijo odnosno so v populaciji. V populaciji ležijo vse vrednosti večje ali manjše od

$$\bar{y} \pm 1.96 S = 0,174 + 0,118 = 0,291$$

$$= 0,174 - 0,118 = 0,056$$

Pogled v tabelo nam pove, da vsi vzorci ležijo nad vrednostjo 0,056 (0,174 - 0,118); vzorca št. 12 in 14 pa sta nad vrednostjo 0,292 (0,174+0,118), vendar to ni pomembno, ker so važne samo vrednosti okoli spodnje meje. Če določene vrednosti presegajo zgornjo mejo to samo še bolj potrjuje pravilnost odvzema v plinskem področju. Toliko za enoletne iglice.

Triletne iglice:

$$\bar{y} + 1.96 S = 0,224 - 0,094 = 0,130$$

$$\bar{y} + 1.96 S = 0,224 + 0,094 = 0,318$$

V tej primerjavi samo ena vrednost na zgornji meji presega vrednost 0,318 % S. Zgornja meja pa ni v vprašanju.

Groba ocena vrednosti vsebnosti žvepla nam daje napotke za poglobitev raziskav na določenih mestih, odnosno vpeljava drugih načinov raziskav. Najvišja vrednost (0,327 % S) v W pobočju Hrastnika ne preseneča, niti druga najvišja (0,277 % S) v Mostah ne. Nerazumljivo visoka je vrednost (0,304 % S) za enoletne na lokaciji med Rodinami in Poljčami, tudi za triletno bi bila vrednost nerazumljiva. Obstoji možnost nekega dodatnega vira? Morda bi morali analizirati oprane iglice? Kolikšen je delež žvepla v sajah, prahu in podobno. To so naloge sledečih raziskav v jeseniškem in tudi drugih industrijskih, predvsem pa železarskih okolica.

Iz navedenega izhaja, da smo s kemičnimi analizami dobro potrdili vse naše simptomatske ugotovitve in da jeseniško imisijsko območje nismo zajeli v prevelikem obsegu, temveč morda ravno nasprotno.

#### Povzetek opažanj na poskusnih - opazovalnih objektih

Zaradi fizioloških procesov in pa zaradi zaščitenosti so mlada drevesa vedno manj poškodovana po prekomerno onesnaženem zraku kot drevje izpostavljenih sestojev ali posameznih dreves. Zelo težko nam je delati simptomatske raziskave na odraslem drevju. V ta namen smo izločili v neposredni okolici Jesenic - na Karavanški strani sedem nasadov iglavcev in jih imenovali "opazovalni objekti". Glej karto v merilu 1 : 25 000 in na koncu tega poglavja priloženi seznam, opis in oceno nasadov. Na njih spremljamo simptomatiko, ocenjujemo poškodovanost na že preje omenjenih indikatorskih rastlinah, površine so predvidene tudi za lokacije odvzema vzorcev za kemične analize.

Iz obdobja med letom 1971 in 1976 smo na omenjenih opazovalnih objektih registrirali sledeče stanje:

Objekt št. 1 - Simptomov obolenja po žveplozem dvokisu nismo nikoli opazili. Leta 1974 je bila registrirana zelo močna sajavost (sive obloge). Indikatorske rastline ob robu nasada imajo vsako leto tipične ožige. Vsa okolica, posebno zgornji rob starega smrekovega sestoja, je izredno močno sajasta. Analiza iglic na povečano vsebnost žvepla (enoletne 0,127 in triletne 0,154 % S) iz sestoja nad nasadom je med vsemi vzorci iz plinskega območja dala najnižji rezultat, ki pa še vedno po Z transformaciji spada v populacijo (0,056 in 0,130). Nasad leži v I. zoni.

Objekt št. 2 - Opazovanje zaprašnosti je v popolni odvisnosti od vremenske situacije. Zaradi tega moramo v določenem času registrirane prašne obloge posplošiti tudi na druga obdobja in leta. Na tem objektu smo leta 1973 določili tipične nekroze na konicah smrekovih iglic letnika 1972 in 1971. Sajavost je zelo močna, vendar bi bilo potrebno narediti frakcionirano kvalitativno analizo oblog (bližino zelo prometne ceste, železnice in naselja. Ne glede na izvor polucije je predel močno izpostavljen, vegetacija je poškodovana. Razvrstitev zrelih sestojev in dreves (iglavcev) v drugo stopnjo poškodovanosti je utemeljena. Indikatorske rastline to tudi potrebujejo.

Objekt št. 3 - je bil zaradi lege tik ob objektu 2 in podobne sestave, pregledan v letu 1971, vendar izločen iz opazovalnih objektov.

Objekt št. 4 . Gre samo za izpopolnitev z macesnom. Zaradi praktično enake lege in sestave z nasadom števil. 5 smo tega izločili po prvem pregledu leta 1971

Objekt št. 5 . V vsem opazovalnem obdobju nismo registrirali ožigov na macesnu. Indikatorske rastline in rdeči borovci na bližnjem grebenu pa imajo jasno izražene ožige po žveplozem dvokisu. Predelni sajast ali prašen. Razvrstitev starih smrek v 2.-3. stopnjo je utemeljen že samo z jasnimi simptomi na za razred bolj odpornem rdečem boru.

Objekt št. 6 - Čeprav blizu Krmanje, vendar za drugo terensko oviro (Grebenom) nobenih simptomov na sadikah, edino na indikatorski rastlini šentjanževki so bili v letu 1973 registrirani zelo nejasno izraženi ožigi na konicah listov. Smreka v I. drevesnem sloju je razvrščena v II.-III. stopnjo leta 1971, kasneje pa se je močno opomogla. Predel potrebuje zaradi spremenjene emisivnosti novo podrobno proučitev.

Objekt št. 7 - Več podrobnih pregledov je dalo v vseh kriterijih ugotovitve rezultate. Gre za zaščiteno lego, ne sme nas motiti, da nasad leži v III. zoni. Uvodoma smo obrazložili, da je zona povprečna poškodovanost določenega gozdnega predela, ki v odvisnosti od položaja (odprto, zaprto) in starosti drevesnih vrst zajema različne stopnje poškodovanosti. Objekt je v celoti leta 1975 uničil požar.

#### Zaključki

Jeseniško imisijsko žarišče razvrščamo po površini poškodovanih gozdov na peto mesto v Sloveniji. Po akutnosti poškodb pa celo na šesto mesto za Zasavjem, Celjem, Zgornjo Mežiško dolino, Spodnjo Mežiško dolino in v primeru okrutnosti tudi za Kidričevem. Kot smo že omenili, gre za velik delež malo in srednje vplivanih gozdov in za plinsko področje kjer nastopajo predvsem gospodarske škode. Posredne gozdne koristi so zaradi močne zaprašnosti okrnjene v svoji socialni vlogi, varovalna vloga po dosedanjem poznanju ni nikjer poslabšana. Ob dejstvu, da dobivajo Jesenice vedno bolj značaj področja z emisijami prahu in manj s plini, je jeseniška situacija lahko rešljiva. Odprava prahu danes v svetu sploh ni več problem. Odpraševanje z 97 - 99%-nim uspehom je tehnično popolnoma izvedljivo. Zaradi omenjenih dejstev je prav na Jesenicah sanacija izvorov emisij popolnoma izvedljiva, vezana seveda na nove nemajhne investicije.

Ne smejo nas zapeljati ugotovitve, da posledice prekomerno onesnaženega zraka na gozdno rastlinstvo niso akutne. Prav v tem primeru nam vsako prizadevanje za sanacijo izvorov predvsem prahu zagotavlja praktično rešitev gozdarskega imisijske-

ga problema. Tehnično možna 90% odprava prahu, bi površino poškodovanih gozdov skrčila na polovico. Tudi nas ne smejo premotiti dejstva, da industrijske Jesenice ležijo v alpskem prostoru, ki nudi široke možnosti vsakovrstne rekreacije ter ob tem zanemariti umazanost neposredne mestne okolice, sploh pa ne ob dejstvu, da obstojijo možnosti izboljšanja.

Bodoča naloga gozdarstva je v podrobnem izračunu neposrednih škod, kar pa spričo velikega, a malo poškodovanega prostora ne bo lahka naloga. Pričakujemo depresije v prirastku vendar za celotno I.zono lahko rečemo, da se bodo gibale na meji značilnih razlik z nevplivanimi področji. Ugotovljeni zneski morajo biti izplačani kot odškodnina zasebnemu in družbenemu sektorju gozdarstva, odnosno za dominiti se je, če to pustimo kot prispevek za reševanje problematike posledic prekomerno onesnaženega zraka. Mar nismo že vsa ta leta z nezahtevanjem odškodnin sami od sebe prispevali sredstva, ki se lahko smatrajo kot prispevek za aktivno varstvo gozdnega in celotnega okolja.

Kartografski prikaz poškodovanih ali zaradi male akutnosti boljše rečeno vplivanih gozdov, lahko služi za rojanizacijo prostora z enakimi imisijskimi obremenitvami. Je tudi osnova za določanje posebnega statusa gozdov z ozirom na spremenjene pogoje okolja.

D O D A T N I D E L

V dodatnem delu so priložena dela, študije ali poročila, ki smo jih s sredstvi naloge naredili že predhodno za publikacije, predavanja ali samostojne sestavke za gozdnogospodarske načrte, poročila in podobno.

### 1. Vpliv mineralne volne na talno favno

Izvršeno kot referat na IUPRO Kongresu v okviru skupine 2.09, ki obravnava gozdarsko imisijsko problematiko. Marianške Lazne ČSSR, oktober 1975. Prvo strokovno obravnavanje zanimivega novega imisijskega problema, ki je popolnoma lokalnega, verjetno pa tudi samo začasnega značaja.

### 2. Problematika posledic onesnaženega ozračja na gozdove Blejskega gozdnogospodarskega območja

Prispevek napisan za območni načrt v letu 1976 predstavlja povzetek celotne Jeseniške emisijske in imisijske gozdno-vegetacijsko posledične problematike.



## VPLIV MINERALNE VOLNE NA TALNO FAVNO

## S i n o p s i s

Prispevek obravnava možnost škodljivega vpliva prahu mineralne volne na talno favno in uporabljivost tega ostrega izolacijskega materiala za zaščito korenin pred objedanjem po voluharju.

V poskusu smo registrirali manjšo dejavnost ali popoln izpad talne megafavne in slabši razkroj organskih snovi. Analizirani skakači (Collembola) so po vrstah in številu pokazali določene spremembe. Številčno so močnejše zastopani, vrst pa je manj, omenjeni pojav je posledica prilagodljivosti določene vrste, izpad medvrstne konkurence, obstoji tudi možnost ugodnih pogojev vlage. (Spremembe registrirane v poskusu, v katerem smo vzpostavili 10-krat ostrejšje pogoje, v naravi ne morejo nastopiti v takšnem obsegu, da bi imele omenbe vredne škodljive posledice na gozdove). Mineralna volna ne predstavlja oviro za podiranje korenin in jo je zato s pridom uporabljati za zaščito korenin pri sadnji sadik.

## 1. UVODNO POJASNILO

V odgovor na postavljeno vprašanje, če lahko prah mineralne volne povzroči določene zavore pri uspevanju gozdnega drevja, smo naredili poskus, ki nam po dveh letih daje predhodno (poskus še traja) nekaj zanimivih podatkov, ki jih na koncu tega prispevka navajamo. Ker je šlo v tem poskusu za popolnoma novo, nikjer do sedaj opisano problematiko, se moramo malo dlje zadržati pri postavitvi problema, načinu in shemi poskusa ter uporabljenem materialu.

Menim, da sem dolžan na tem mestu povedati, kako je do vprašanja sploh prišlo. Ob nekem razgovoru z ing. Polakom v Železarni Jesenice, mi je le-ta omenil, da so gozdni posestniki pod Mežakljo mnenja, da zaradi prahu, predvsem pa prahu mineralne volne iz obrata Izolirke, pride do poslabšanja talnih lastnosti, kopičenja surovega humusa in s tem povezane slabše rasti gozdnega drevja. Preprosto mu je nekdo povedal, da prah zamaši talne pore, tla ne morejo normalno dihati in

stelja se slabše razkraja. Po temeljitem premisleku, da omenjena ljudska razlaga gotovo temelji na neki izkustveni ugotovitvi, sem se odločil narediti poskus s sledečo predpostavko:

obstoji možnost, da prah mineralne volne bodisi po kemičnih bodisi po fizikalnih (mehaničnih) lastnostih predstavlja oviro za normalne življenjske pogoje in razmnoževanje talne favne, in da je zaradi tega razkroj in porazdelitev organske snovi v tleh moten ali celo preprečen. Torej gre lahko za indirektnen škodljiv vpliv prahu mineralne volne (preko talne favne in slabšega razkroja organske snovi) na priraščanje gozdnega drevja.

## 2. Postavitev problema

Želimo ugotoviti, če, katere in v kakšnem obsegu so lahko prizadete posamezne vrste talne favne in če ima stopnja prizadetosti lahko za posledico poslabšan razkroj organske snovi in slabšo rast gozdnega drevja. Dodatno želimo ugotoviti uspešnost zaščite korenin z mineralno volno pred objedanjem po glodalcih.

## 3. V poskusu uporabljen material

Uporabili smo odpadno mineralno volno in prah iz Izolirkinega obrata na Jesenicah. Tehnično komercialni naziv volne je "Fenoterm vlakna", proizvaja se iz žlindre in je odlično izolacijsko sredstvo. Po podatkih tovarne ima sledečo kemično sestavo: 35-38%  $\text{SiO}_2$ , 13-15%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 40-43%  $\text{CaO}$ , 1-3%  $\text{MgO}$ , cca 1% S in 0,5% raznih olj. Vlakna so do 10 cm dolga in 6-10 mikronov debela. V vodi so slabo topna, so krhka in bodeča, lahko pri občutljivih osebah povzročajo vnetja.

## 4. Lokacija poskusa

Izbrali smo srednje globoka, humozna, biološko aktivna rjava gozdna tla pod rastlinsko združbo bukovega gozda z de-

veterolistno mlajo (*Enneaphyllo-Pagetum*) na nadmorski višini 950 m pod Kumom v Zasavju. Predel leži izven zasavskega plinskega območja. Poskusni objekt je zaščiten od ljudi, a lahko dostopen. V bližini imamo druge poskusne objekte.

## 5. Opis poskusa

Poskus smo naredili v treh različnih variantah:

a) Na ploskev velikosti 3 x 3 m smo posuli 2,5 kg mineralne volne in jo dobro premešali s steljo. Doza-300 g prahu volne/m<sup>2</sup>. Na enako veliki primerjalni ploskvi smo steljo premešali, tako da smo vzpostavili enake pogoje.

b) Zemlji - prsti iz petih jam velikosti 40 x 40 smo prinešali 1 kg prahu mineralne volne in zasuli jame nazaj s tem mešanim materialom. Doza - 15 g prahu na kg zemlje. Za primerjavo in vzpostavitev podobnih pogojev smo zemljo iz jam samo premežali.

c) Izkopali smo jame kot zgoraj in jih nato z mineralno volno z vseh šestih strani popolnoma izolirali. Primerjalne jame so skupne s predhodno opisanimi.

d) Za ugotavljanje prehoda - prodiranja korenin skozi mineralno volno in zaščite pred objedanjem po talnih globalcih smo korenine večjega števila sadnih drevesc pred sadnjo na debelo ovili z mineralno volno. Drevesca smo posadili na vrtove, kjer preje zaradi voluharja ni uspelo ničesar.

S stališča doz prahu ali volne smo v vseh poskusnih oblikah vzpostavili najmanj 10 x ostrejšje pogoje od onih, ki v naravi sploh teoretično lahko nastopijo.

## PREDVIDENE RAZISKAVE PRVE FAZE POSKUSA IN METODIKE DELA

1.) Detajlen večkratni terenski pregled prisotnosti velike talne favne (miši, krtov, voluharjev in drugih rovcev), ekskrementov in sledov delovanja.

2.) Zasledovanje populacije in delovanja velikih dežev-

nikov (Lumbricidae)

3.) Laboratorijska kvalitativna in semi kvantitativna analiza skakačev (Collembolae)

4.) Proučevanje koreninjenja

Iz številnih populacij talne favne smo se za skakače odločili zaradi tega, ker so v različnih talnih horizontih številčno močno zastopani. Zaradi semimakroskopskih dimenzij so lažje določljivi. Nakazujejo ugodne pogoje vlage v tleh. Hranijo se z razpadajočo organsko snovjo in igrajo s tem važno vlogo pri razkroju organske snovi. Važno je tudi dejstvo, da imajo mehko kožo in smo predpostavljali, da bodo občutljivi na bodeča mineralna vlakna in prah.

PREDHODNI REZULTATI (po dveh letih trajanja poskusa)

Poskusna oblika a - nobenih sledov in primerkov velike talne favne in deževnikov. Analiza skakačev nam je dala sledečo sliko: 16 vrst, 1301 primerki in povprečno 260 na vzorec (5 vzorcev). Zaradi popolne odsotnosti velike talne favne in deževnikov, površina poskusne ploskve ni prerita, stelja leži na površini in je slabše razkrojena.

Primerjalna ploskev je prerita, prerahljana, nerazkrojene stelje praktično ni. Megofavna je aktivno prisotna. Skakači so zastopani s 1037 primerki, ki pripadajo 19 vrstam ali povprečno 207 na analiziran vzorec.

Poskusna oblika b - velika talna favna in deževniki tudi tu v celoti manjkajo. Tudi sledov delovanja ali izločin nismo našli. Nadvse zanimiva pa je ugotovitev, da so korenine in koreninice prav v kosničnih mineralne volne močnejše razvite in da volna sploh ni ovira za korenine. Omenjeni pojav si razlagamo na več načinov, med drugim z ugodnejšimi pogoji vlage, delnim hemitropizmom in sredino, ki ne odgovarja organizmom, ki se hranijo s koreninicami.

Ekstrakcija skakačev nam je dala 205 primerkov pripadajočih šestim vrstam in povprečno 51 na vzorec.

Poskusna oblika c - izolirane jame kažejo enako situacijo, velike favne in deževnikov ni, korenine so odločno gostejše v volni in prehajajo skozi. Določili smo skupno 170 skakačev iz petih vrst in povprečno število 21 na analizirani vzorec.

V primerjalnih jamah ugotavljamo normalno koreninjenje, našli smo sledove deževnikov, skakačev, pa vsega 136 iz 9 vrst in 24 povprečno na vzorec.

(Glej priloženi tabeli 1 in 2)

Poskusna oblika d - razen enega primerka so vsa sadna drevesca ostala pri življenju, poleg tega pa opazamo boljšo rast, ki gre po mojem mnenju na račun retencijske sposobnosti mineralne volne za vlago.

## ZAKLJUČKI

Iz ugotovitev je razviden negativen vpliv prahu mineralne volne in vlaken volne na v tleh živeče male sesalce in velike deževnike. Odsotnost in zmanjšana populacija omenjenih živali ima za posledico slabši razkroj in slabše porazdelitve organske snovi v tleh, kar slabša splošne lastnosti tal. Zanimive pa so ugotovitve pri skakačih. Ugotavljamo večjo skupno število primerkov na pregledani vzorec in manjše število vrst v primerjavi s primerjalnimi ploskvami ali jamami. Pojav si skušamo razložiti bodisi z ugodnejšimi pogoji vlage bodisi z izpadom inter in intravrstne konkurence. Skozi cel poskus sledimo boljšo in bolj intenzivno koreninjenje v in v bližini mineralne volne.

Kritična presoja ugotovitev ugodnih in neugodnih posledic nas prepričuje, da v naravi pri najmanj 10 x manj ostrih pogojih ne more priti do omembe vrednega negativnega vpliva na tla in s tem posredno na rast gozdnega drevja.

Ugotovljene pozitivne lastnosti (zaščito pred objedanjem in zadrževanjem vlage) je s pridom izkoriščati pri osnavljanju raznovrstnih nasadov v gozdarstvu in drugih panogah.

P.S. Analizo skakačev je naredil doc. dr. Stanko Červek in njegovi sodelavci na biološkem oddelku Biotehnične fakultete v Ljubljani.

TABELA 1 ( poskusna oblika a )

| Tek. št.  | COLLEMBOLA<br>Vrsta (species) | Vzorci iz tretirane ploskve |                |                |                |                | Vzorci iz primerjalne ploskve |                |                |                |                |
|-----------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|           |                               | A <sub>1</sub>              | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>4</sub> | A <sub>5</sub> | a <sub>1</sub>                | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> | a <sub>4</sub> | a <sub>5</sub> |
| 1         | HYPOGRASTRURA SP.             | -                           | 5              | 3              | 2              | 2              | 2                             | 6              | 1              | 1              | 14             |
| 2         | " DENTICULATA                 | -                           | 1              | -              | -              | -              | -                             | -              | -              | -              |                |
| 3         | " LEUTOSPINA                  | -                           | -              | -              | -              | -              | -                             | 3              | -              | -              |                |
| 4         | BRACHYSTOMELLA PARVULA        | 6                           | -              | -              | 2              | -              | -                             | -              | -              | -              |                |
| 5         | NEANURA SP.                   | -                           | -              | -              | -              | 1              | -                             | 1              | -              | 1              |                |
| 6         | " VILLOSA                     | -                           | -              | -              | -              | -              | -                             | 1              | -              | -              |                |
| 7         | " SINISTRA                    | -                           | -              | -              | -              | -              | -                             | -              | -              | 2              |                |
| 8         | " DEXTRA                      | -                           | -              | -              | -              | -              | -                             | -              | 2              | 3              |                |
| 9         | ONYCHIURUS SP.                | 141                         | 196            | 143            | 89             | 106            | 133                           | 96             | 120            | 65             | 89             |
| 10        | " BURMEISTERI                 | -                           | -              | -              | -              | -              | 2                             | 1              | -              | -              |                |
| 11        | FOLSOMIA SENSIBILIS           | -                           | -              | 1              | -              | -              | -                             | -              | 1              | 1              |                |
| 12        | " MULTISETA                   | -                           | -              | 4              | -              | 3              | -                             | 2              | 15             | 3              | 1              |
| 13        | " QUADRIOCULATA               | 44                          | 38             | 15             | 20             | 11             | 3                             | 3              | 4              | 1              | 1              |
| 14        | ISOTOMIELLA MINOR             | 28                          | 34             | 23             | 11             | 25             | 64                            | 21             | 39             | 37             | 18             |
| 15        | ISOTOMA NOTABILIS             | 6                           | 10             | 5              | 8              | 9              | 27                            | 12             | 16             | 15             | 2              |
| 16        | LEPYDOCIRTUS CYANEUS          | 14                          | 14             | 19             | 38             | 30             | 25                            | 14             | 26             | 28             | 12             |
| 17        | " LANUGINOSUS                 | 12                          | 21             | 19             | 50             | 13             | 9                             | 8              | 3              | 2              | 3              |
| 18        | " CURVICOLLIS                 | -                           | -              | -              | -              | 5              | 4                             | 2              | 1              | 4              | 2              |
| 19        | TOMOCERUS BAUDOTI             | 22                          | -              | 22             | 7              | 22             | 4                             | 12             | 25             | 9              | 8              |
| 20        | " MINOR                       | 1                           | 8              | 1              | -              | -              | 2                             | -              | 1              | 5              | -              |
| 21        | " FLAVESCENS                  | -                           | -              | -              | -              | -              | -                             | -              | 2              | -              | -              |
| 22        | NEELUS MURINUS                | -                           | -              | 1              | -              | -              | -                             | -              | -              | -              | -              |
| V S O T A |                               | 274                         | 327            | 246            | 227            | 227            | 275                           | 179            | 256            | 177            | 150            |
| Št. vrst  |                               | 9                           | 9              | 12             | 9              | 11             | 11                            | 14             | 14             | 15             | 10             |

Skup.število -  $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = 1301$

Število določenih vrst - 16

Povprečno na vzorec - 260 primerkov in 10 vrst

a) Skup.število -  $a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 = 1037$

Število določenih vrst - 19

Povprečno na vzorec - 207 primerkov in 12.8 vrst





PROBLEMATIKA POSLEDIC ONESNAŽENEGA ZRAKA NA GOZDOVE  
BLEJSKEGA GOZDNOGOSPODARSKEGA OBMOČJA

Na blejskem gozdnogospodarskem območju leži imisijsko žarišče Železarne Jesenice. Po velikosti vplivane površine gozdov spadajo Jesenice na peto mesto v Sloveniji, po stopnjah poškodovanosti in akutnosti poškodb pa na šesto mesto, za Zasavjem, Celjem, Žerjavom, Ravnami in Kidričevam.

Onesnaženje zraka izvira iz Železarne na Jesenicah in njenih obratov na Javorniku in Koroški beli. Gre za škodljive snovi trdnega (prah in saje), tekočega (kislinski hlapi, pare) in plinskega agregatnega stanja ( $\text{SO}_2$ , HF, Cl, As), ki se sproščajo v tehnoloških procesih ali pri pridobivanju energije iz raznovrstnih goriv. Vse te snovi so z ozirom na njihovo kemično sestavo za vegetacijo različno toksične pa tudi inertne. Imajo različne mejne vrednosti. Pod mejno vrednostjo pa razumemo tisto vrednost, pri kateri se začnejo v rastlini motnje v fizioloških procesih.

Emisija kot pravimo v zrak oddanim odpadnim snovem na njihovem izvoru, se do mesta učinkovanja, v fazi prenosa ali transmisije razredčujejo. Tem razredčenim emisijam na mestu učinkovanja v stroki pravimo imisije, koncentracijam pa imisijske vrednosti. Tudi preje omenjena mejna vrednost je imisijska vrednost.

Na Jesenicah prihaja zaradi (v tem primeru) ugodnih vremenskih razmer (prevetrena dolina in dosti padavin), kljub velikim emisijam do razmeroma nizkih imisijskih vrednosti in manj akutno izraženih poškodb na gozdovih. Mejne vrednosti pa so kljub temu dostikrat presežene. Za srebro ta vrednost 0,75 mg  $\text{SO}_2$  na kubični meter zraka kot polurno povprečje, ali 0,4 mg  $\text{SO}_2$  na kubični meter zraka kot dnevno povprečje.

Jeseniško imisijsko žarišče lahko za razliko od drugih žarišč v Sloveniji označimo kot veliko področje vsedanja prahu (rdeči železov oksid, ki prihaja iz pražarne na Jesenicah

ter ostali prah in saje). V sredini tega področja pa je manjše močnejše poškodovano plinsko jedro v Krmanji.

Celotna površina na kateri opazamo tako močno izraženo vsedanje prahu, kar bi lahko imelo za posledico motnje v fizioloških procesih cenimo po podatkih iz leta 1973 na cca 2000 hektarjev. Od te skupne površine odpade na površine brez sestoja, goličave, 20 ha, močno vplivani gozdovi zavzemajo površino 120 ha, srednje močan imisijski vpliv se pozna na 550 ha gozda, malo vplivanih pa je 1350 hektarjev obrobnih gozdov. Omenjeni podatki so dokumentirani s številnimi terenskimi opažanji in laboratorijskimi kemičnimi analizami.

Po letu 1973 smo ugotovili nekaj sprememb lokalnega značaja, kar pa skupne površine poškodovanih gozdov in notranje distribucije stopenj poškodovanosti bistveno ne spreminja. Te spremembe se nanašajo na razširitev področja vsedanja prahu v jugovzhodni smeri, v smeri proti Golfu in predvsem v področje naselja Breg. Manjši vpliv pa opazamo v predelu za Koroško belo. Če v grobem omejimo jeseniško imisijsko področje potem se to v vzdolžni smeri rasteza od nekdanjega prehoda čez železniško progo malo pred Mojstrano do vključno naselja Breg. V prečni smeri se dviga v pobočje Mežaklje do nadmorske višine cca 1000 m. Višinska meja v odvisnosti od oblike terena in lokalnih zračnih tokov močno variira. Podobno je na karavanški strani.

Občasna močnejša prašenja opazamo tudi izven navedenega področja, vendar nikoli v takšni jakosti in pogostosti, da bi imelo kakršne koli posledice na gozdno rastlinstvo. Posebno značilna je rdeča megla (na rdečih prašnih delcih kondenzirana voda), ki se potegne vzdolž Karavank in pogosto doseže Dobrčo. Drugič gre čez Hom in Sv. Katarino in se razblihni v predelu med Zasipom in Bledom. Tudi prehod skozi Vintgar in doseg Srednje Radovne je bil že registriran. Okolica Mojstrane in Dovjega (predvsem predel Dovške ravne) je poznana po z rdečim prahom tipično obarvanih strehah kozolcev in senikov.

V obrazložitev naj navedemo, da so iz te gozdarske specialnosti poznane študije, ko so ugotovili statistično zagotovljen zmanjšan prirastek gozdnega drevja tudi tam, kjer se ni na zunaj poznalo ničesar. Redukcija prirastka je izvirala iz redukcije svetlobe zaradi zaprašnosti ozračja.

V ožjem imisijskem žarišču v Krmanji prihaja sekundarno zaradi zatravljenosti in zapljeveljenosti do skoro rednih vsakoletnih požarov in se vegetacija tudi zaradi tega ne more obnoviti.

Če ocenimo jeseniško imisijsko žarišče s stališča lesno proizvodnih, varovalnih in socialnih vlog gozda je stanje sledeče: lesno proizvodna vloga gozda je močneje okrnjena na 140 hektarjih, 550 hektarjev ima srednje zmanjšan prirastek, natančne raziskave pa bi tudi na preostalih 1350 hektarjih, ki jih vključujemo v poškodovano ali boljše rečeno vplivano področje, pokazale razlike v priraščanju v primerjavi z popolnoma nevplivanimi gozdovi. Varovalna vloga gozda praktično gledano ni nikjer porušena. S stališča socialnih vlog pa lahko rečemo, da močno zaprašena okolica večjega industrijskega centra ni najbolj primeren vsakodnevni in konectedenski rekreacijski prostor. Humidna klima in široko gorsko zaledje tudi v tem primeru preprečujeta akutno stanje.

Sanacija jeseniške emisijejske problematike je spričo dejstva, da gre za pretežno prašne emisije enostavna. Danes poznamo postopke odpraševanja z uspehom do 99%. Izpolnjevanje zakonskih določil, ki jih industriji nalagajo tovrstni zakoni in predpisi ter uspešno delovanje področnih samoupravnih interesnih skupnosti za varstvo zraka pred onesnaženjem, so nam upajno zanesljiva garancija za zmanjšanje škodljivega vpliva železarne Jesenice na okoliške gozdove in mesto samo.

Na blejskem gozdnogospodarskem območju je še nekaj manjših onesnaževalcev zraka, ki jih na tem nestu spričo njihne pomembnosti ne bi obravnavali. V večjih strnjjenih naseljih prihaja pozimi do močno z žveplovim dvokisom in sajami onesnaženega zraka, ker pa je to izven vegetacijske dobe, škode na rastlinstvu praktično ne more biti.

Omeniti moramo še, da v zadnjih letih opažamo vsled delovanja izpušnih plinov in močnega soljenja cest škodljive posledice na gozdnem drevju ob glavnih zelo prometnih cestah. Škodljivi vpliv je posebno opazen na iglavcih.

Vsi navedeni podatki so vzeti iz raziskovalne naloge: "Poškodbe vegetacije vsled onesnaženja zraka", za katero pri Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo BTF v Ljubljani skrbi ing. Marjan Šolar. Nalogo financira Raziskovalna skupnost SRS in gozdna gospodarstva, med njimi tudi Gozdno gospodarstvo Bled.