

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
PRIBIOTIČNIŠČE PAKULETH V LJUBLJANI

POŠKODBE VEGETACIJE (GOZDOV)
VSLED ONESNAŽENJA ZRAKA

2

ZASAVJE

LJUBLJANA, 1977

Oxf. 425.1 (497.12 Zanaic)

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri
Biotehniški fakulteti v Ljubljani

POŠKODBE VEGETACIJE (GOZDOV) VSLED
ONESNAŽENJA ZRAKA

2

Z A S A V J E

Nosilec raziskovalne naloge,
sestavljalec načrta:

M. Šolar

Marjan ŠOLAR, dipl.ing.



Direktor inštituta:

Milan Kuder

Milan KUDER, dipl.ing.

Ljubljana, 1977



E/118-2

V S E B I N A

	Stran :
1. UVODNO POJASNILO	1
2. EMISIJSKI POGOJI	2
Priloga: Tabelaričen prikaz potrošnje goriv in v zrak spuščениh količin SO ₂ v obdobju 1946-1970	
3. TRANSMISIJSKI IN IMISIJSKI POGOJI	4
4. ZA POJAV, OBSEG IN STOPNJO POŠKODOVANOSTI GOZDOV ODLOČILNI POGOJI IZ KOMPLEKSA PRIRODNIH POGOJEV	4
5. LOKALNA DELOVNO METODOLOŠKA PROBLEMATIKA	5
6. REZULTATI - IZDELKI	6
a) karte - površine	6
b) kemične analize	8
7. ZAKLJUČKI	18
Priloga k poglavju 3: Ugotovitve o onesnaženosti zraka v Zasavju, vzrokih in posledicah	
Dodatni del s prilogami:	
1. Poročilo o razširjenosti in intenziteti vpliva industrijskih imisij na gozdove v Zasavju	
2. Ugotovitve o posledicah prekomerno onesnažene- ga zraka na gozdove v Zasavju	
3. Izračun potencialno možnih škod na gozdovih v Zasavju z ozirom na predvideno višino novega dimnika TE Trbovlje (360 m)	
4. Izvedensko mnenje v pravdni zadevi GG Ljubljana- Zasavski emitenti	
5. Sušenje smreke zaradi emisije plinov v Zasavju.	

1. Uvodno pojasnilo

Zasavje je po površini in deloma tudi akutnosti poškodb naše največje žarišče poškodovane gozdne vegetacije. Osnovna značilnost področja je v silno dinamičnem in pestrem spreminjanju emisijskih in imisijskih parametrov. To dejstvo nam je pri delu delalo velike težave. Čim smo se dokopali do določene ugotovitve, je bila le-ta kmalu postavljena na glavo. Naravnost ubijajoče je bilo spremljanje površine poškodovanih gozdov in stopenj poškodovanosti. Metode dela smo morali sproti prilagajati trenutnim situacijam. Sprva silno skopi emisijski in imisijski podatki so med trajanjem naloge narasli, tako da nam bo težko izluščiti za razlago nastalih negativnih posledic na gozdove ilustrativno najpomembnejše.

Kadar govorimo o Zasavju imamo pred očmi ozko dolino s številnimi dimniki iz katerih se noč in dan valijo ogromne količine prahu in saj, da je cela dolina močno ožgana, črna in da tod ne bi radi živeli. Pa vendar morajo za dobrobit celotne družbe prenašati te tegobe ljudje, živali in rastline.

Pestre zasavske emisije, med katerimi je daleč na prvem mestu žveplov dvokis iz Termoelektrarne (tega emitirajo tudi drugi industrijski obrati) vodikovi fluoridi, cementni prah, clor in druge emisije so kronično že dolgo časa, akutno pa v zadnjem desetletju, uničevale gozdove, kar je pripeljalo do današnjega skrajno akutnega stanja predvsem s stališča uničenja posrednih gozdnih vlog. Brez da bi preštudirali emisijske in koncentracijske podatke bi deduktivno lahko naredili zaključek, da morajo tod nastopati in se zadrževati ekstremno visoke koncentracije plinov. Akuten propad listnatih gozdov je v svetu komaj kje poznan. V Zasavju je v desetletju od 1967 do 1977 propadlo preko 500 ha gozdov do nepopravljivih posledic. Kakšna pa je celotna površina poškodovanih gozdov pa bomo videli v nadaljevanju tega poročila.

Preobširno in pravzaprav brez pomena bi bilo opisovati celotno ekologijo področja, zato bomo v tem in ostalih področnih posebnih delih nanizali samo tiste faktorje, ki so poleg izredno velikih emisij sovplivali na degradacijo gozdov Zasavja.

2. Emisijski pogoji

Glavni zasavski emitenti so kompleks Termoelektrarne Trbovlje, Cementarna Trbovlje, Tovarna kemičnih izdelkov Hrastnik, Steklarna Hrastnik. V manjši meri povzročita lokalno onesnaženje tudi Apnenica v Zagorju in Zidanem mostu. Brez dvoma doprinašajo precejšen delež onesnaženja v zimskem času tudi individualna kurišča, kar pa v primeru poškodovanosti pretežno listnatih gozdov nima omembe vrednega pomena, čeprav se je na ta del emisije hotelo pogosto prevaliti vzrok poškodovanosti gozdov.

Emisije TE Trbovlje so žveplov dvokis, prah in saje. V praktično nepomembni količini tudi druge gorljive sestavine premoga. Za ilustracijo na tem mestu navajam podatek, da lahko ob maksimalnem obratovanju TE Trbovlje porabi dnevno 4000 ton rjavega zasavskega premoga, ki vsebuje lahko do 3,5 % gorljivega žvepla, da ta količina tvori s kisikom do 200 ton SO_2 dnevno in to v ozkem prostoru s pogostimi inverzijami. Vsak nadaljni komentar je mislim odveč. Iz priloge "Tabelarični prikaz potrošnje goriv in v zrak spuščениh količin SO_2 v obdobju 1946 - 1970", vidimo, da je dosegla v letu 1970 povprečna dnevna količina SO_2 že okoli 100 ton. Če upoštevamo, da TE zaradi rednih remontov in pogostih okvar nekaj mesecev na leto ne obratuje, potem lahko rečemo, da v času obratovanja dnevno oddaja v ozračje povprečno 115 - 120 ton SO_2 . Iz istega vira je tudi razvidno, da 34.107 ton SO_2 letno predstavlja 94.08 % vsega v Zasavju industrijsko emitiranega žveplovega dvokisa. Prah in saje iz TE so samo dodatno posredni vzroki za poškodovanost gozdov (tvorba megle, redukcija svetlobe, obloge na asimilacijskih organih).

Drugo mesto med Zasavskimi emitenti ne glede na razširitev v zadnjem času predstavlja Cementarna Trbovlje. Po količini v zrak oddanega žveplovega dvokisa je v letu 1970 bila izenačena s Steklarno Hrastnik, oba obrata sta tega leta v zasavski prostor oddala 813 odnosno 829 ton SO_2 ali vsak po cca 2,25 t dnevno. Cementarna Trbovlje emitira ogromne količine cementnega prahu, ki za vegetacijo direktno ni toksičen temveč samo posredno, kot je omenjeno v prej. odstavku. Podatkov o količini

emisije nisem uspel dobiti, niti imisijskih vrednosti (konc. v ozračju , depozit na tleh). Po podrobnem poznanju slovenskega prostora je ožja okolica Cementarne najbolj zaprašen del Slovenije, tako da obloge prahu kljub pogostim in izdatnim padavinam predstavljajo resno oviro v rasti drevesnih in grmovnih vrst paroklimatogenih gozdnih združb v neposredni okolici Cementarne. Določene negativne posledice na gozdno vegetacijo izvirajo tudi zaradi po prahu povzročene redukcije svetlobe, v primeru varovalnih gozdov je to sekundarnega pomena. Ob tem ponovno želim poudariti, da prav najbolj vidno zaznavna emisija običajno ni najbolj škodljiva, sploh pa ne za rastlinstvo. Cementni prah je in ostane dodatni vzrok za zavore v rasti rastlin, vendar ni odločilnega pomena.

Med pomembne zasavske emitente moramo po specifičnosti in toksičnosti emisij uvrstiti še obe tovarni v Hrastniku, Steklarno in Tovarno kemičnih izdelkov. Poleg žveplovega dvokisa emitirata še vodikove fluorida (steklarna) in Clor ter druge elemente izvirajoče iz tehnologije. Poudarek je na kislinskih hlapih, ki skupno s klorom zaradi večje specifične teže uničujejo vse živo v neposredni okolici tovarn.

Lokalno onesnaženje s CaO prahom smo registrirali v okolici obratov za proizvodnjo apna v Zagorju in Zidanem mostu. Omenjena emitenta v vsoti z dominantnim zasavskim plinskim vplivom povzročata manjša neakutna žarišča poškodovane gozdne vegetacije.

Priloga: Tabela prikazuje potrošnje goriv in v zrak spuščenih količin SO_2 v obdobju 1946 - 1970 z dvema grafikonom (građivo iz izvedenskega poročila v pravdni zadevi P 921/70, ki smo ga timsko izdelali BTF in Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo).

PODATKI O PORABI GORIV IN EMISIJI SO₂
IZ PRAVNE ZADEVE P 921/70 (Podkraj)

TABELARIČNI PRIKAZ POTROŠNJE GORIV IN V ZRAK SPUŠČENIH
KOLIČIN SO₂ V OBDOBJU 1946 - 1970

Leto	Industr.	Potroš. goriva t/leto	Žveplo t/leto	SO ₂ t/leto	SO ₂ /m ³ nprm./leto	a ^x	b ^x	c ^x
1946	TE I Trb.	102.046	1.530,70	3.061,4	1,071.490	77,80	1	
	Cem.Trb.	56.033	280,15	560,3	196.120	14,23	1	1
	TKI Hras.	3.500	122,5	245	85.750	6,24	1	
	Stek.Hr.	2.270	34,05	68,1	23.840	1,73	1	
		163.849	1.967,4	3.934,8	1,377.200	100,0		
1947	TE I Trb.	120.955	1.814,3	3.628,6	1,290.000	79,83	1,18	1,15
	Cem.Trb.	58.814	294,1	588,2	205.850	12,94	1,04	
	TKI Hr.	3.500	122,50	145,0	85.750	5,40	1	
	Stek.Hr.	2.789	41,80	83,6	29.290	1,83	1,22	
		186.058	2.272,70	4.545,4	1,610.890	100,0		
1948	TE I Trb.	140.639	2.109,6	4.219,2	1,476.710	81,90	1,38	1,31
	Cem.Trb.	59.793	299	598	209.280	11,60	1,08	
	TKI Hr.	3.500	122,50	245	85.750	4,75	1	
	Stek.Hr.	2.991	44,8	89,6	31.410	1,74	1,31	
		206.923	2.575,9	5.151,8	1,803.150	100,0		
1949	TE I Trb.	212.760	3.191,4	6.382,8	2,233.980	88,00	2,08	
	Cem.Trb.	56.908	284,60	569,2	199.180	7,85	1,01	1,84
	TKI Hras.	3.500	122,50	245	85.750	3,37	1	
	Stek.Hr.	1.871	28,07	56,1	19.649	0,78	0,82	
		275.039	3.626,57	7.253,1	2,538.559	100,0		

leto	Industr.	Potroš. goriva /t/leto/	Žveplo /t/leto/	SO ₂ /t/leto/	SO ₂ /m ³ / /norm./leto/	a ^{II}	b ^{II}	c ^{II}
1950	TE I Trb.	194.900	2.237,1	4.474,2	1,565.990	83,57	1,46	
	Cem.Trb.	57.002	285	570	199.510	10,64	1,01	1,71
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	3,63	1	
	Stek.Hr.	1.950	29,25	58,5	20.480	8,6	0,85	
		260.200	3.374,5	6.749	2,362.160	100,0		
1951	TE I Trb.	149.142	2.237,1	4.474,2	1,565.990	83,57	1,46	
	Cem.Trb.	57.002	285	570	199.510	10,64	1,01	1,36
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	4,58	1	
	Stek.Hr.	2.156	32,35	64,7	22.640	1,21	0,95	
		211.800	2.676,95	5.353,9	1,873.890	100,0		
1952	TE I Trb.	179.550	2.693,3	5.386,6	1,885.280	85,57	1,75	
	Cem.Trb.	60.470	302,4	604,8	211.650	9,60	1,07	1,60
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	3,90	1	
	Stek.Hr.	1.969	29,5	59	20.680	0,93	0,86	
		245.489	3.147,7	6.295,4	2,203.360	100,0		
1953	TE I Trb.	229.285	3.439,3	6.878,6	2,407.500	87,73	2,24	
	Cem.Trb.	65.164	325,8	651,6	228.080	8,30	1,16	1,99
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	3,12	1	
	Stek.Hr.	2.167	32,5	65	22.760	0,82	0,95	
		300.116	3.920,1	7.840,2	2,744.090	100,0		
1954	TE I Trb.	117.467	1.762	3.524	1,233.400	77,46	1,15	
	Cem.Trb.	68.730	343,7	687,4	240.560	15,11	1,22	1,15
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	5,39	1	
	Stek.Hr.	3.110	46,6	93,2	32.660	2,05	1,36	
		192.807	2.274,8	4.549,6	1,592.370	100,0		
1955	TE I Trb.	248.278	3.724,2	7.448,4	2,606.920	87,54	2,43	
	Cem.Trb.	70.242	351,2	702,4	245.850	8,26	1,25	2,16
	TKI Trb.	3.500	122,5	245	85.750	2,88	1	
	Stek.Hr.	3.767	56,5	113	39.560	1,32	1,65	
		325.787	4.254,4	8.508,8	2,978.080	100,0		

Loto	Industr.	Petroš. goriva /t/leto/	Žveplo /t/leto/	SO ₂ /t/leto/	SO ₂ /m ³ / /norm./leto/	a ^{II}	b ^{II}	c ^{II}
1956	TE I Trb.	344.633	5.169,5	10.339	3.618,650	90,97	3,37	
	Cem.Trb.	64.646	323,2	646,4	226.270	5,69	1,15	2,08
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	2,16	1	
	Stek.Hr.	4.496	67,4	134,8	47.200	1,10	1,97	
		417.275	5.682,6	11.365,2	3.977.870	100,0		
1957	TE I Trb.	352.680	5.290,2	10.580,4	3.703.140	91,0	3,45	
	Cem.Trb.	66.804	334	668	233.820	5,74	1,19	2,95
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	2,11	1	
	Stek.Hr.	4.473	67,1	134,2	46.970	1,15	1,97	
		427.457	5.813,8	11.627,6	4.069.680	100,0		
1958	TE I Trb.	336.655	5.799,8	11.599,6	4.059.860	90,97	3,70	
	Cem.Trb.	66.762	333,8	667,6	233.670	5,69	1,19	3,21
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	2,15	1	
	Stekl.Hr.	4.223	63,4	126,8	44.340	1,19	1,66	
		461.140	6.319,5	12.639	4.423.620	100,0		
1959	TE I Trb.	394.610	5.919,2	11.838,4	4.143.400	92,38	3,66	
	Cem.Trb.	59.651	298,3	596,6	208.760	4,66	1,06	3,25
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	1,91	1	
	Stekl.Hr.	4.595	67,6	135,2	47.310	1,05	1,98	
		462.266	6.407,6	12.815,2	4.485.240	100,0		
1960	TE I Trb.	298.585	6.568,9	13.137,8	4.598.200	94,63	4,29	
	Cem.Trb.	37.279	186,4	372,8	130.480	2,68	0,66	3,52
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	1,76	1	
	Stek.Hr.	4.279	64,2	128,4	44.930	0,95	1,83	
		343.643	6.942	13.824	4.859.360	100,0		
1961	TE I Trb.	391.145	7.822,9	15.645,8	5.476.000	95,56	5,11	
	Cem.Trb.	36.808	184	368	128.830	2,25	0,65	4,16
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	1,50	1	
	Stek.Hr.	3.749	56,3	112,6	39.370	0,69	1,65	
		435.202	8.185,7	16.371,4	5.731.950	100,0		

Leto	Industr.	Potroš. goriva /t/leto/	Žveplo /t/leto/	SO ₂ /t/leto/	SO ₂ /m ³ / /norm./leto/	a ²	b ²	c ²
1962	TE I Trb.	363.794	6.730,2	13.460,4	4.711.149	92,91	4,34	
	Cem.Trb.	67.545	337,8	675,6	236.410	4,66	1,20	4,16
	TKI Hr.	3.500	122,5	245	85.750	1,70	1	
	Stek.Hr.	3.538	53,1	106,2	37.150	0,73	1,55	
		438.377	7.243,6	14.487,2	5.070.459	100,0		
1963	TE I Trb.	420.586	7.545,6	15.091,2	5.281.470	91,47	4,92	
	Cem.Trb.	83.503	417,5	835	292.260	5,06	1,49	4,19
	TKI Hr.	9.800	217	434	151.900	2,64	1,77	
	Stek.Hr.	3.487	69	138	46.330	0,83	2,02	
		517.374	8.241,1	16.498,2	5.773.960	100,0		
1964	TE I Trb.	471.318	8.228,8	16.457,6	5.760.160	91,57	5,37	
	Cem.Trb.	91.863	459,4	918,8	321.520	5,12	1,63	4,56
	TKI Hr.	9.800	217	434	151.900	2,41	1,77	
	Stek.Hr.	4.248	80,7	161,4	56.500	0,90	2,37	
		577.229	8.985,9	17.971,8	6.290.080	100,0		
1965	TE I Trb.	393.410	6.845,7	13.691,4	4.791.900	89,82	4,47	
	Cem.Trb.	94.337	471,7	943,4	330.180	6,19	1,68	3,07
	TKI Hr.	9.800	217	434	151.900	2,65	1,77	
	Stek.Hr.	4.849	86,90	173,8	60.950	1,14	2,55	
		502.396	7.621,3	15.242,6	5.335.010	100,0		
1966	TE I Trb.	382.631	7.098,8	14.197,6	4.979.460	88,67	4,63	
	Cem.Trb.	98.584	493,0	986	345.050	6,16	1,75	4,07
	TKI Hr.	9.800	217	434	151.900	2,91	1,77	
	Stek.Hr.	9.829	197,3	394,6	138.290	2,46	5,79	
		500.844	8.006,1	16.012,2	5.614.700	100,0		
1967	TE I Trb.	447.296	9.242,5	18.485	6.469.720	89,95	6,03	
	Cem.Trb.	94.781	473,9	947,8	331.740	4,61	1,69	5,22
	TKI Hr.	9.800	217	434	151.900	2,12	1,77	
	Stek.Hr.	17.104	342	684	239.456	3,32	10,04	
		568.981	10.275,4	20.550,8	7.192.816	100,0		

Leto	Industrija	Petrolni	Izocelo	SO ₂	SO ₂ /m ³ /	a ^{III}	b ^{III}	c ^{III}
		goriva						
		/t/leto/	/t/leto/	/t/leto/	/m ³ /leto/			
1968	SI I,II	498.844	9.998,0	10.998,6	6.987.999	93,84	6,92	
	Gen.Emb.	75.017	375,1	750,2	262.989	3,41	1,33	2,71
	EMI Hr.	12.100	251,9	503,9	176.099	2,29	0,69	
	Stat.Hr.	19.934	398,6	797,2	366.499	3,66	11,17	
		564.992	10.998	21.990	7.692.999	100,0		
1969	SI I,II	722.354	16.190	32.396	11.530.640	94,88	10,50	
	Gen.Emb.	77.470	387,4	774,8	271.199	2,29	1,33	0,73
	EMI Hr.	12.100	251,9	503	176.099	1,46	2,29	
	Stat.Hr.	19.018	380,4	760,8	366.999	2,21	11,17	
		830.942	17.217,3	34.434,6	12.092.100	100,0		
1971	SI I,II	786.410	17.998,6	34.107,2	11.997.499	94,16	11,14	
	Gen.Emb.	61.567	406,9	813,8	384.799	2,29	1,46	0,71
	EMI Hr.	12.100	251,9	503	176.099	1,33	0,69	
	Stat.Hr.	20.794	414,9	829,8	332.999	2,29	10,10	
		880.669	18.126,9	36.293,8	12.699,799	100,0		

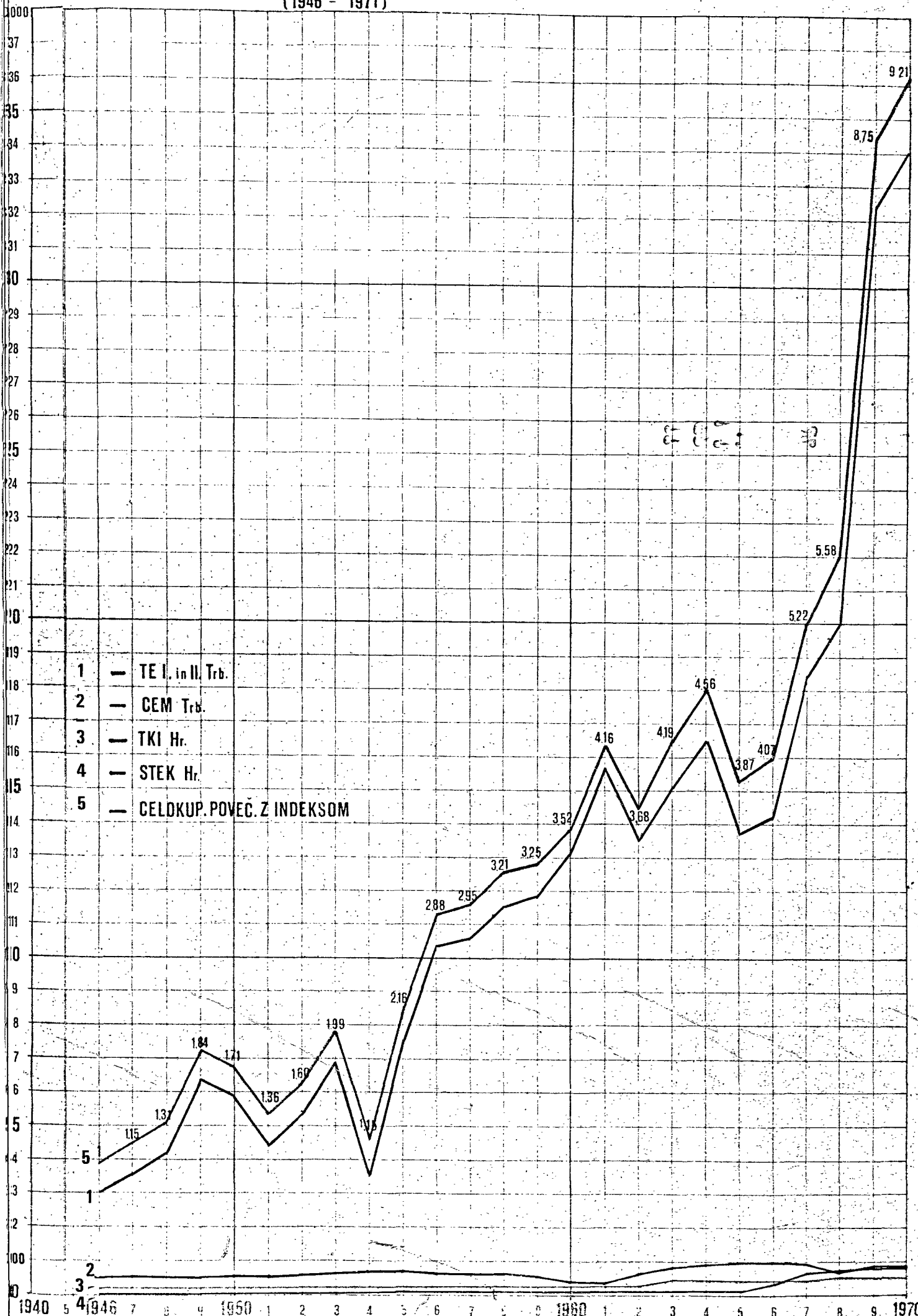
a^{III} ... odstotki SO₂, ki so ga spustila v vrak: posamezna industrijska podjetja

b^{III} ... indeks povečanja spuščenja SO₂ v vrak na posamezna industrijska podjetja (1946 indeks = 1)

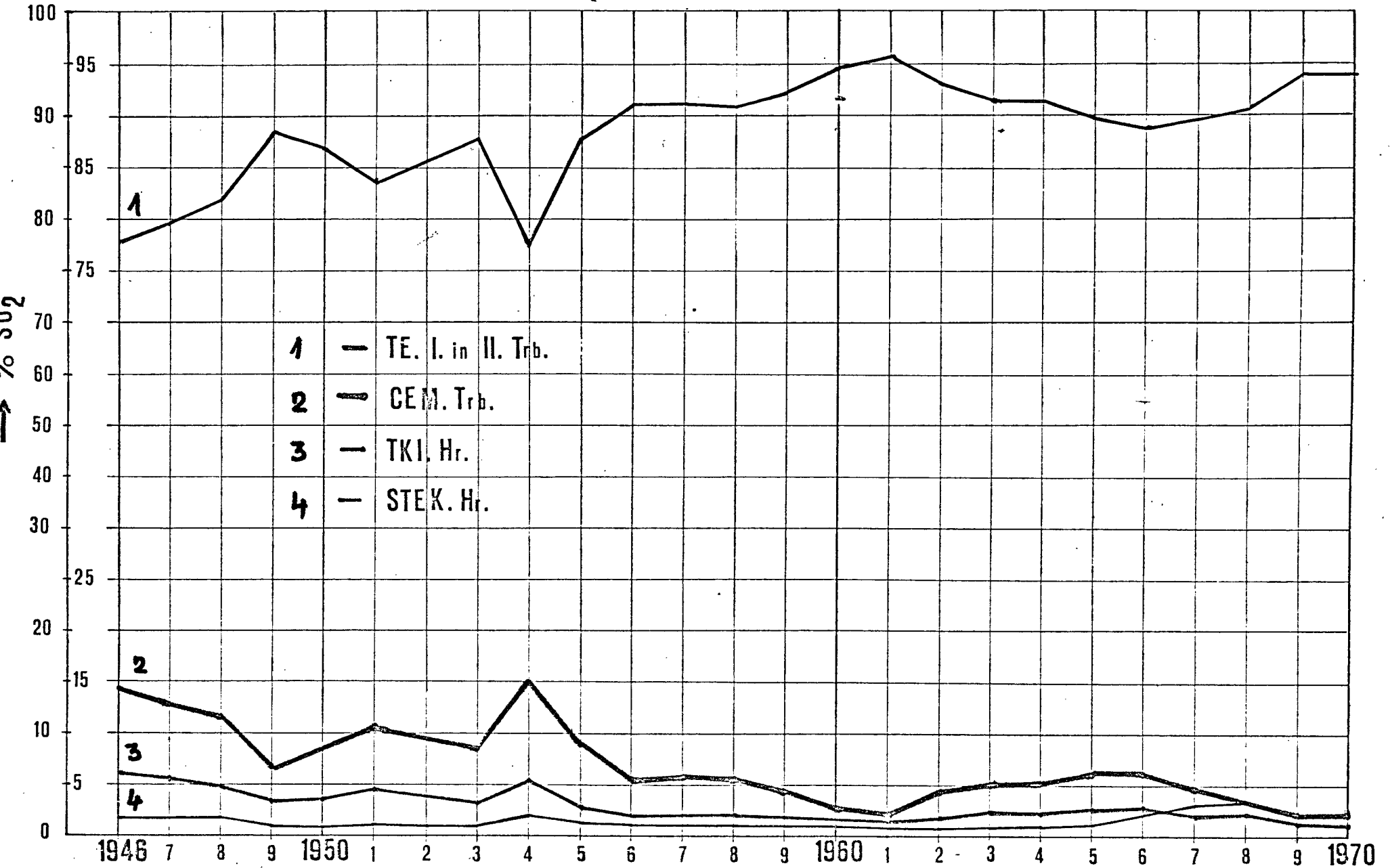
c^{III} ... indeks celokupnega povečanja spuščenja SO₂ v vrak.

KOLICINE SO₂ V t/leto EMIT. PO POSAM. IND.
(1946 - 1971)

Diagram števil.



PROCENT. PRIKAZ DOPRINOSA SO₂ V OZRAČJE PO POSAM. INDUSTRIJAH



3. Transmisijski in imisijski pogoji

Slaba prevetrenost doline in pogoste večplastne inverzije so v Zasavju vzrok za nastop in trajanje izredno visokih imisijskih vrednosti (koncentracija na mestu učinkovanja). V prejšnjem poglavju pa smo iz priloge menim da lahko nazorno spoznali, da je tudi emisija visoka. Oboje dejstev povzroča skrajno kritične situacije zaplinjanja.

Meritvena služba Hidrometeorološkega zavora SRS je v 2. poglavju poročila z naslovom: "Ugotovitve o onesnaženosti zraka v Zasavju, vzrokih in posledicah", ki je bilo timsko izdelano leta 1972, podrobno obdelala zasavsko emisijsko in imisijsko problematiko. Ker leta 1971 v emisijskem in imisijskem smislu zelo dobro predstavlja obdobje do leta 1976, lahko podatke iz leta 1971 uporabimo za celo obdobje. Navedeno poročilo na koncu splošnega dela elaborata tudi prilagamo, zato se na tem mestu ni potrebno spuščati v podrobnosti o emisiji in imisijskih vrednostih.

Koncem aprila leta 1976, ki je tudi zadnje leto trajanja raziskovalne naloge, je pričel obratovati novi 360 m visok dimnik TE trbovlje II. S tem datumom vstopa del zasavskih emisij v ozračje na drugi višini in so zaradi tega podvržene drugačnim transmisijskim pogojem. Zaradi prekratke opazovalne dobe (samo leto 1976) in dodatno še hude pozebe in katastrofalne suše v tem letu bi bila vsaka sodba o uspehu novega dimnika preuranjena.

Naj na koncu tega poglavja povemo, da izmerjene koncentracije tudi v precej širokem prostoru od izvorov emisij, ne presegajo samo dopustnih koncentracij za srednje odporne drevesne vrste, ampak celo kritične za najbolj odporne drevesne vrste in to v pogledu Mik_T , Mik_D vrednosti ter tudi v pogledu povprečnih mesečnih in letnih vrednosti.

4. Za pojav, obseg in stopnjo poškodovanosti gozdov odločilni pogoji iz kompleksa prirodnih pogojev

Poleg danih emisijskih pogojev in vremenske situacije so za stopnjo in obseg poškodovanih gozdov odločilnega pomena orografske ter rastiščne prilike, ki pogojujejo specifične rastlinske združbe različne drevesne sestave in ekološke stabilnosti. Drevesna sestava je tisti

glavni in odločilni faktor, ki vpliva na poškodovanost določenega predela zaradi relativno različne odpornosti napram prekomerno onesnaženem ozračju.

V Zasavju ločimo dvoje tipičnih predelov, ki se med seboj v pogledu drevesne sestave in funkcij bistveno razlikujeta. Vse strmine poraščajo paroklimatogene gozdne združbe listavcev in so pretežno varovalnega značaja, manjši nagibi in pretežni del višjih (izven kanjonskih) leg, pa poraščajo klimatogene gozdne združbe z večjim naravnim predvsem pa po človeku povečanem deležu iglavcev. Zaradi omenjenega dejstva opredeljujemo prvi predel kot predel pretežno listavcev, zgornji pas pa kot področje mešanih gozdov, ki so relativno bolj občutljivi zaradi primesi iglavcev.

Zaradi drevesne sestave, reliefa in lege doline, nastopa v Zasavju troje različnih načinov zaplinjanja in poškodovanosti gozdov

a) Strmine kanjona, po oddaljenosti bližje izvoru emisij, so relativno odpornejše vendar dobijo največ plina, zato so zelo močno poškodovane do uničene. Posebno močno je prizadet pas pod inverzijsko plastjo, če bi bili tu iglavci, ne bi bilo živega prav nobenega primerka.

b) Planote in manjše strmine dobijo manj plinov so pa občutljivejše (mešani gozdovi) zato se gledano na primer po smreki poškodovanost vleče daleč in visoko (Kum).

c) Oddaljeni dolinski predeli (relacija Radeče-Hotemež) in delno tudi (relacija Trbovlje-Zagorje), pa je pod kroničnim vplivom, tu ne prihaja do izrazitih sunkov, tudi je rastlinstvo odporno.

Ti trije tipični predeli se med seboj zaradi orografije in v kombinaciji z geološko podlago med seboj bistveno razlikujejo z ozirom na možne posledice v pogledu vlog gozda. Varovalne strmine, gospodarski gozdovi nad kanjonom in v večji oddaljenosti od izvorov, potrebujejo različne obravnave.

5. Lokalna delovno metodološka problematika

Želeli smo določiti obseg in stopnjo poškodovanosti gozdov po simptomatološki in kemično analitski diagnostični me-

todi ter oboje ugotovitev dopolniti še z analizami prirastka, kot povsod drugod smo v pomoč pri delu uporabljali tudi metodo indikatorskih rastlin (gozdnih in kulturnih), redno smo pri delu spremljali prisotnost odnosno izpad lišajev in depozite prahu in saj.

Zaradi v prejšnjem poglavju navedenih razlik v drevesni sestavi posameznih notranjih zasavskih predelov, nismo mogli uporabljati enotnih kriterijev v različnih predelih. V kanjonu smo stopnjo poškodovanosti določevali po listavcih (deležu poškodovanih dreves). Nad kanjonom bi potem kriteriju ne zajeli pravilno areala poškodovanih gozdov, ker je nad zasavskim kanjonom več iglavcev - smreke. Pogosto smo se morali na licu mesta odločiti za način ocenjevanja z ozirom na drevesno vrsto. Če je delež smreke bil vsaj 20 %, potem smo smatrali, da gre za gospodarsko pomembni delež in smo stopnjo poškodovanosti sestojev določili po smreki. Zato imamo nad zasavskimi strminami na primer nad Dobovcem, Škofjo Rižo, Matico in Župo praktično zdravo bukev in poškodovano smreko, ki je bolj občutljiva za delovanje plinov. Obratno pa so iglavci, če so sploh še prisotni, v strminah za eno do dve stopnji bolj poškodovani kot bukev, po kateri smo ocenjevali poškodovanost. Torej smo delali po kombinirani metodi z ozirom na drevesno vrsto.

Simptomatološke ugotovitve smo potrdili s kemičnimi analizami in tudi infracolor aerosopnetki, kjer ugotavljamo dobro skladnost v primerih jasno izraženih poškodb. Nevidne poškodbe omenjena tehnika aerosopnetkov ni dala, čeprav so bili narejeni s tem namenom. Površine nevidnih poškodb torej nismo registrirali, iz česar sledi, da je vplivana površina večja od prikazane.

6. Rezultati - izdelki

a) Karte : Po kemično analitsko dokumentirani simptomatski metodi, smo določili jasen in nedvoumen škodljiv vpliv onesnaženega zraka na 6417 ha gozdov. Podatek dokumentira stanje koncem leta 1975.

Notranja distribucija poškodovanih gozdov po tem zadnjem podatku pa je sledeča:

I. zona - malo poškodovani gozdovi	3188 ha
II. zona - srednje poškodovani gozdovi	1363 ha
III. zona - močno " "	1332 ha
IV. zona - zelo močno poš. gozdovi-goličave	534 ha

6417 hektarjev

Površina leži na ljubljanskem in brežiškem gozdnogospodarskem območju in sicer na prvem 4,912 ha na drugem pa 1.505 hektarjev.

Zanimiva je primerjava podatkov o poškodovanih gozdovih pred letom 1975. Leta 1969 smo ugotovili, da imamo vsega 4.140 ha poškodovanih gozdov:

I. zona -	1750 ha
II. zona -	1380 ha
III. zona -	700 ha
IV. zona -	310 ha

Leta 1971 ugotavljamo že skupno 5000 hektarjev vplivanih gozdov:

I. zona -	2100 ha
II. zona -	1500 ha
III. zona -	1000 ha
IV. zona -	400 ha

V zasavskem imisijskem žarišču imamo še 941 ha gozdov, ki so potencialno ogroženi (glej karto v merilu 1 : 50 000) z razliko, da je tu ogroženost veliko večja kot v drugih imisijskih žariščih, zato te gozdove že uvrščamo med vplivane gozdove pretežno prve in deloma druge stopnje poškodovanosti.

Vse površine so bile določene planimetrično in skupno za oba sektorja lastništva, ločili smo samo gozdnogospodarsko območno pripadnost.

Naredili smo dvoje kartografskih prikazov in sicer:

1. Detajlna karta v merilu 1 : 25 000, kjer so prikazani gozdo-

vi po stopnjah poškodovanosti. Poleg tega so na tej karti prikazana tudi vsa mesta vzorčenja, lokacije poskusnih nasadov in analiz prirastka.

2. Pregledna karta v merilu 1 : 50 000, kjer smo prikazali ogrožene gozdove po skupinah A, B in C

A - eksistenčno ogrožen gozd - 1866 ha

B - gospodarsko prizadet gozd - 4551 ha

V skupino B smo zajeli v tem primeru tudi skupino C.

b) Kemične analize:

Z namenom, da potrdimo simptomatološke ugotovitve smo v Zasavju med letom 1971 in 1976 odvzeli skupno 140 vzorcev (smrekove iglice) na 48-ih mestih. Vsi so bili analizirani na vsebnost celokupnega žvepla po Eschka metodi, 50 od teh pa nadalje še na vsebnost fluoridov po metodi razklopa in določitve z ionsko specifično elektrodo. Žveplo je izraženo v procentih, F pa v ppm (milionski volumni delež). Vse te vzorce smo primerjali še z alpskimi vzorci, za katere smatramo, da predstavljajo slovensko ničelno (primerjalno) vrednost. Vse vrednosti in lokacije so razvidne iz na koncu tega poglavja priloženih petih tabel.

Po ustaljenih statističnih metodah smo naredili skupno 117 T-testov (preizkus značilnosti razlik med srednjimi vrednostmi za stopnjo tveganja 5 % $\alpha = 0,05$), ki jih v dveh preglednicah podajamo in v nadaljevanju kritično presojamo s stališč:

- a) ali gre za obremenjenost s plini ali ne
- b) katera komponenta S ali F je na določeno lokaciji odločujoča za nastop poškodb na rastlinstvu
- c) možnosti razvrščanja stopenj poškodovanosti na podlagi kemičnih analiz
- d) primerjave obremenjenosti določenih področij
- e) natovarjanje vplivov obeh glavnih zasavskih polucij
- f) trendi upadanja in rasti v prostoru in času.

Preglednica 1 - ž v e p l o

PREGLEDNICA 1 - Ž V E P L O

Značilnost razlik med aritmetičnimi sredinami T-test
($\alpha = 0,05$)

	Zas.	Pod.	Dob.	Pik.	Kovk.	Alpe	Blate	SH ₁	SH ₂	Leša	Klj.	Kop.
Zasavje	///	*	*	*	0	*	-	-	-	-	-	-
Področ.	*	///	*	0	*	*	-	-	-	-	-	-
Dobovec	*	*		*	0	*	-	-	-	-	-	-
Pikovo	*	0	*		*	*	-	-	-	-	-	-
Kovk	0	*	0	*		*	-	-	-	-	-	-
Alpe	*	0	*	0	*		-	-	-	-	-	-
Blate	0	*	0	*	0	*		-	-	-	-	-
SH ₁	0	*	0	*	0	*	0		-	-	-	-
SH ₂	0	*	0	*	0	*	*	*		-	-	-
Leše	*	*	0	*	*	*	*	*	0		-	-
Ključ.	0	*	*	*	*	*	*	*	0	*		-
Kopit.	0	0	*	*	*	*	*	*	0	*	*	

S₁

* - značilna razlika pri $\alpha = 0,05$ - neocenjeno
0 - neznačilna razlika " " "

Prva serija vzorcev je bila odvzeta predvsem z namenom potrditve plinskega območja, zato so bili vzorci odvzeti v bližini simptomatsko določene zunanje meje poškodb. So visoki in, če bi šlo za gozdove iglavcev, bi po tem kriteriju (glej tabelo A) še daleč ne zajeli dejanskega areala poškodovanih gozdov. Ker pa gre za majhen delež iglavcev lahko rečemo, da malo vplivana smreka potrjuje praktično nevplivane bukove gozdove. V predelih z večjim deležem smreke pa so itak stopnjo poškodovanosti določevali po smreki.

Če pogledamo preglednico za žveplo (S) vidimo, da so povprečni zasavski vzorci značilno razlikujejo od področnih in alpskih primerjalnih vzorcev, ter tudi od nekaterih obrobnih

kot je Pikovo na gorah. To so pozitivne potrditve območja, Srednja vrednost S Zasavskih vzorcev je večja od naštetih primerjalnih. V obratni smeri pa imamo močno značilne razlike tudi napram vzorcem iz notranje ležečih bolj obremenjenih predelov (Dobovec in Leša). Izjemo v teh primerjavah predstavlja Kovk, ki se po T-testu ne razlikuje značilno od povprečnih zasavskih vzorcev, je pa občutno močnejše poškodovan. Vzrok temu leži v premajhnem vzorcu, razliki v letih primerjanja (1971 - 1976) in pomanjkanju podatkov o obremenjenosti tega področja s fluorida. Vrednosti iz Kovka pa se značilno razlikujejo od področnih in alpskih primerjalnih vrednosti ter vrednostmi iz Pikovega na Gorah. Pikovo pa se ne razlikuje značilno od področnih in alpskih in ga zato lahko jemljemo v skupino primerjalnih vzorcev. Primerjava triletnih iglic, naštetih dejstva še bolj jasno potrjuje.

Primerjave srednjih vrednosti S enoletnih iglic iz nasadov na Blatah, Starem Hrastniku 1 (zgoraj), Starem Hrastniku 2 (spodaj), Leši, Ključevici (Pod cerkvico Sv. Marije) in Kopitniku dajejo medsebojno in napram drugim zasavskim vzorcem sledeče pomembne ugotovitve:

Vzorci iz Leše se značilno razlikujejo od vseh drugih razen od prav tako močno z žveplom vplivanega Dobovca in Lešo sosednjega Starega Hrastnika 2.

Blate (navidezno zdravo področje) se po eni strani (več S) značilno razlikuje od vseh primerjalnih srednjih vrednosti (področni, alpski in Pikovo). Torej gre tu za nedvoumno dokazani vpliv onesnaženega zraka. Neznačilnost razlik s zasavskimi povprečjem dodatno potrjuje, da smo v plinskem območju. Druga neznačilnost z enoletnimi iglicami iz Dobovca in Kovka pa nam daje upanje v uspešnost novega 360 m visokega dimnika TE. Vizuelno so Blate zdrave, Dobovec in Kovk pa zelo močno poškodovana, iglic letnika 1976 pa lahko že nakazujejo ev. manjši vpliv v tem letu. Nadalje se Blate značilno razlikujejo od starega Hrastnika 2 ne pa od St. Hrastnika 1 kar pomeni, da med tema nasadoma (lokacijama) leži meja različnih intenzitet delovanja žveplovega dvokisa.

Nasadi nad Hrastnikom se značilno razlikujejo od nasadov na Ključevici in Kopitniku, razen v primeru Starega Hrastnika². Samo po tem kriteriju bi lahko zaključili, da ležita Ključevica in Kopitnik izven dosega plinov, čeprav se med seboj značilno razlikujeta. Toda močan ožig poskusnega nasada na Ključevici spomladi 1975 in značilno več S v iglicah iz Ključevice kot v vzorcih iz primerjalnih področij nam potrjujeta, da do Ključevice (Sv. Marija) še vedno dospe s SO₂ onesnažen zrak. Kopitnik pa je dejansko prav na meji dosega plinov.

Preglednica za žveplo nudi nadaljne možnosti primerjav. Navedli smo samo najpomembnejše. 30 T-testov, petdesetih analiziranih vzorcev smrekovih iglic iz osmih lokacij nam okvirno pojasnjuje floridna imisijska dogajanja v Zasavju.

PREGLEDNICA 2

Značilnost razlik med srednjimi vrednostmi
T-test ($\alpha = 0,05$)

	Blate	St.H.1	St.H.2	Leša	Ključ.	Kopit.	Dobovec	Pikovo
Blate	///	-	-	-	-	-	-	-
St.H.1	0		-	-	-	-	-	-
St.H.2	0	0		-	-	-	-	-
Leša	*	*	*		-	-	-	-
Ključev.	*	*	*	*		-	-	-
Kopit.	*	*	*	*	0	///	-	-
Dobovec	0	0	0	*	0	0		-
Pikovo	*	*	*	*	*	0	0	

F₁

Zasavja po tej problematiki nismo poznali. Simptomatika, tipična za fluoride je odpovedala že kmalu izven ožje hrastniške okolice. Videli smo, da sega kvarni vpliv fluora v pro-

stor konec Hrastnika, pobočje proti Račku do nekaj 10 m pod rob, pobočje proti Kovku in deloma na desni breg Save pri Podkraju. Tudi možnosti poškodb po fluoru v smeri strelišče - Krnice nismo izključevali. Iz drugih področij smo imeli okvirne ničelne vrednosti o vsebnosti F v smrekovih iglicah. Tako iz Pohorja, s srednjo vrednostjo 6.0 ppm za enoletne iglice, Pameč pri Slovenj Gradcu 6.6, širše celjske okolice (za Štorami) 13,4, okolice Cerkelj na Gorenjskem 11.9. Na podlagi naštetih vrednosti smo smatrali, da so vrednosti do 10 ppm F normalne vrednosti za slovenski prostor. Vzorci iz gozdnih predelov v Zasavju, kjer delovanja fluoridov na vegetacijo nismo pričakovali (Kopitnik, Pikovo na Gorah in Ključevica) vsebujejo 9.50, 8.92 in 10.1 ppm fluora, zato smatramo, da te vrednosti lahko v Zasavju uporabimo kot področne primerjalne vrednosti. T-test med temi srednjimi vrednostmi daje razen v primerjavi Pikovo - Ključevica neznačilne razlike. Ključevica ima sploh za malenkost večjo vsebnost F (10,1 ppm), kar se sklada z dosedaj novo ugotovitvijo, da Dobovec ni brez fluoridov (19.26 pri enoletnih in 21.57 pri triletnih iglicah). Ti dve vrednosti se značilno razlikujeta od področnih primerjalnih vrednosti na primer iz Kopitnika.

Po naročilu Rek-a Zasavje smo v letu 1976 podrobneje proučili vzroke propadanja nasadov smreke v predelu med Lešo nad Hrastnikom in Blatami. Predvidevali smo, da je glavni vzrok propadanja prekomerno onesnaženo ozračje, zanimalo nas je pa predvsem katera komponenta in njen izvor je odločilna v tem konkretnem primeru. V zaporedju smo odvzeli vzorce na štirih mestih, ki se med seboj po nadmorski višini in oddaljenosti razlikujejo. Gledano v smeri proti severu smo mesta vzorčenja poimenovali: Leša, Stari Hrastnik 2, Stari Hrastnik 1 in Blate.

U g o t o v i t v e:

Vse štiri lokacije se značilno razlikujejo od treh preje naštetih primerjalnih. Torej gre za nedvoumno dokazani vpliv delovanja fluoridov na nasade iglavcev. V medsebojni pri-

merjavi izstopa lokacija Leša, ki se značilno razlikuje od ostalih treh višjih in bolj oddaljenih lokacij. Na podlagi tega zaključujemo, da je delovanje fluoridov vezano v večji meri na nižje predele, višje pa gre za interferenčni vpliv fluora in žveplovega dvokisa. Leša tudi po vsebnosti žvepla (0,386 %) močno izstopa, žveplo pa je v tej višini lahko samo lokalnega hrastniškega izvora.

Tudi tu priložena preglednica nudi možnosti nadaljnih primerjav.

P.S. Naknadno narejene analize smrekovih iglic in bukovega listja iz Kovka nam dajejo zelo zanimive ugotovitve. Predel Kovka je poleg z žveplom zelo močno obremenjen tudi s fluoridi. Povprečna vrednost treh vzorcev enoletnih smrekovih iglic je 81.3 ppmF in triletnih pa celo 136 ppmF. To so deset in večkrat povečane vrednosti nad normalnimi, ter enake z vrednostmi iz neposrednih okolih opekarn (Ljubečna pri Celju). Bukovo listje je že deseti dan po olistanju vsebovalo v enem primeru celo 100 ppmF, žvepla pa samo 0,200 %. Iz navedenih dejstev zaključujemo, da je gozdni predel Kovka do najmanj vasi Kovk, izredno tipično in akutno fluoridno imisijsko žarišče.

c) Poskusni nasadi -

so v celoti obdelani v dodatnem delu pod št.2

"Ugotovitve o posledicah prekomerno onesnaženega zraka v Zasavju".

PODATKI O KEMIČNIH ANALIZAH ZASAVJE

1 9 7 1

A

Št.	%S ₁	%S ₃	Lokacija	Št.	%S ₁	%S ₃	Lokacija
1	0,207	0,257	Kisovec	31	0,160	0,224	Hud.hrib
2	0,160	0,271	Pod Čolniščem	32	0,294	0,361	pri Strgarju
3	0,184	0,331	Kisovec-Kamnolom	33	0,347	0,367	Matica 1
4	0,210	0,361	Zagorje Bevško	33A	0,244	-	Matica 2
5	0,164	0,358	Kotredež	34	0,167	0,247	Lontovž
6	0,177	0,307	Klek	34A	0,174	0,207	Lontož-Kum
7	0,244	0,428	Trbovlje-Klek	35	0,387	0,648	Škofja Riža
8	0,174	0,655	Trbovlje-Sv.Marko	36	0,334	0,544	Šklendrovec
9	0,174	0,287	Bobnarica	36A	0,387	0,608	Prusnik
10	0,187	0,327	Novi Dol	37	0,207	0,391	Zagorje
11	0,150	0,247	Unično-Marnsko	38	0,214	0,401	Vrh nad Čoln.
12	0,354	0,367	Dol-Marnsko	ȳ	0,243	0,394	
13	0,247	0,381	Črdenec				
14	0,167	0,271	Skopno				
16	0,227	0,277	Gore				Kopitnik 71
17	0,147	0,501	Vel.Širje				Področne primerjalne točke
18	0,227	0,458	Brezno	15	0,134	0,237	Kopitnik
20	0,234	0,404	Radeče l.breg	15A	0,144	0,294	"
21	0,361	0,508	Loka pri Z.M.	15B	0,197	0,224	"
22	0,307	0,594	Breg	31A	0,120	0,150	Pri transform.
23	0,287	0,478	Boštanj	39	0,150	0,167	Na Kumu
25	0,220	0,444	Vrhovo 1	ȳ	0,149	0,214	
26	0,281	0,364	Vrhovo 2				
27	0,357	0,591	Radeče desni b.				
29	0,371	0,464	Škratova dolina				
30	0,257	0,264	Boriče				

PODATKI O KEMIČNIH ANALIZAH ZASAVJE

1 9 7 6

B

% S

ppm F

Št.	S ₁	S ₃	Lokacija	Št.	F ₁	F ₃	Opomba
1	0,323	0,621	Dobovec	1	22	22	
2	0,326	0,601	"	2	10.2	10.4	
3	0,361	0,528	"	3	10.6	10.8	
4	0,275	0,487	"	4	10.0	10.2	
5	0,291	0,515	"	5	26	36	
6	0,240	0,371	"	6	34	40	
7	0,425	-	"	7	22	-	
\bar{y}	0,320	0,521		\bar{y}	19.26	21.57	
1	0,160	0,260	Pikovo(Kopitnik)	1	9.6	9.8	
2	0,150	0,250	" "	2	8.8	8.6	
3	0,140	0,240	" "	3	8.8	8.6	
4	0,150	0,300	" "	4	8.6	8.6	
5	0,140	0,180	" "	5	8.8	8.6	
\bar{y}	0,148	0,246		\bar{y}	8.92	8.68	
1	0,270	0,500	Kovk	1	92	124	Niso vzeti v statistični obracun !
2	0,270	0,510	Kovk	2	72	104	
3	0,290	0,450	"	3	80	180	
\bar{y}	0,277	0,487		\bar{y}	81.3	136	

PODATKI O KEMIČNIH ANALIZAH ZASAVJE

- rudniški nasadi nad Hrastnikom

C 1 9 7 6 - enoletne iglice

Št.	% S	ppmF	Lokacija	Ocena izgleda vzorčn.drevesca
1	0,280	26	Blate	izredno temno zelene iglice
2	0,250	28	"	rumenkaste klorotične iglice
3	0,240	22	"	normalno zelene iglice
4	0,255	18	"	" " "
5	0,277	14	"	normalna, nizka zaščitena sm.
\bar{y}	0,260	21.6		
1	0,263	20	Stari Hrastnik 1	normalno drevesce
2	0,340	22	" "	popolnoma osuto
3	0,275	22	" "	normalno
4	0,275	26	" "	osuto
5	0,298	20	" "	povprečno (malo rumenkasto)
6	0,350	20	" "	močno poškodovano
\bar{y}	0,300	21.7		
1	0,230	17	Stari Hrastnik 2	klorotične sadike iz nasada os-
2	0,334	16	" "	novanega leta 75 - povprečni
3	0,206	23	" "	vzorci celih sadik
\bar{y}_1	0,257	18.67		
1	0,207	19	Stari Hrastnik 2	normalno zelene sadike iz na-
2	0,486	21	" "	sada osnovanega leta 1975 - pov-
3	0,245	22	" "	prečni vzorec celih sadik
\bar{y}_2	0,312	20.67		
\bar{y}_z	0,285	19.67		
1	0,390	68	Leša	vitalno vizuelno nepoškodov. smr.
2	0,358	66	"	popolnoma ožgana (opekasto rdeča)
3	0,410	94	"	povpr. vzorec iz nasada
\bar{y}	0,386	76		

PODATKI O KEMIČNIH ANALIZAH ZASAVJE -

poskusni nasadi inštituta

D

1 9 7 6 - enoletne iglice

Št.	% S	ppmF	Lokacija	Ocena vzorcev in opombe
1	0,199	10.8	Ključevica	Povp.vzorec iz gnoj.poskusa komb.3
2	0,213	9.8	"	" " " " 2
3	0,220	9.6	"	" " " " 1
4	0,210	10.0	"	" " " " 0
\bar{y}	0,211	10.1		Op.mešana srednja vrednost
1	0,170	9.0	Kopitnik	Omorika-povprečni vzorec (71)
2	0,160	9.6	"	Smreka " " (71)
3	0,160	9.6	"	Smreka - " " negnojen(75)
4	0,190	9.8	"	Smreka " " gnojeno (75)
\bar{y}	0,170	9.5		Op. mešana srednja vrednost
1	0,480	68	Kovk	Povpreč.vzorec iz posk.nasada

E

PRIMERJALNI VZORCI IZ PLINSKO NEVPLIVANEGA

ALPSKEGA PROSTORA (Pokljuka, Notranji Bohinj

1 9 7 3)

% S

Št.	S ₁	S ₂	Opombe
1	0,113	0,219	
2	0,114	0,118	
3	0,159	0,184	
4	0,160	0,176	
5	0,152	0,156	
6	0,128	0,151	
7	0,145	0,153	
8	0,112	0,128	
9	0,148	0,150	
10	0,128	0,147	
11	0,112	0,161	
12	0,117	0,123	
\bar{y}	0,132	0,156	

7. Zaključki

Zasavsko imisijsko žarišče je naše največje žarišče poškodovane gozdne vegetacije. Obseg, stopnja in akutnost poškodb, ter čas v katerem je vse to nastalo, potrjujejo dejstvo, da so v tem prostoru vladali, odnosno vladajo še vedno skrajno ostri imisijski pogoji. 6.417 hektarjev poškodovanih gozdov ali cca 1/3 vsega plinsko poškodovanega gozda v Sloveniji, od tega 534 hektarjev uničenega gozda in nadaljnih 1332 ha v akutni fazi pripadanja, predstavlja v strmem arodibilnem zasavskem prostoru skrajno resno varstveno problematiko. Omenjeno dejstvo in vsestranski pritiski za varovanje naravnega okolja na zasavske emitente in družbo v celoti, so v letu 1974 sprožili načrte in kasnejšo izgradnjo novega 360 m visokega dimnika TE Trbovlje katerega uspešno delovanje nestrpno pričakuje poleg Zasavcev vsa slovenska javnost. Ocena tega sanacijskega ukrepa bo realna šele po nekajletnem opazovalnem obdobju. Kakršna koli sodba o poškodbah na gozdnem rastlinstvu v letu 1976 je zaradi močne spomladanske pozebe in naravnost katastrofalne poletne suše nerealna. Prav zaradi tega smo se v elaboratu oslonili na ugotovitve do leta 1976, v naslednjem raziskovalnem obdobju pa bo v Zasavju prav poudarek na ugotavljanju upajmo da ugodnih sprememb. Številni analizirani vzorci, infracolor aeroposnetki in pa kartografski prikaz poškodovanih gozdov, so osnovno primerjalno gradivo bodočih ugotovitev.

Za obdobje do leta 1976 je bilo značilno, da je bila vsaka biološka sanacija posledic zaradi skrajno ostrih imisijskih pogojev popolnoma nemogoča. Preizkus možnosti vnašanja plinsko odpornih drevesnih in grmovnih vrst v močno in zelo močno vplivana področja je v celoti propadel, kljub intenzivni negi, gnojenju in kemični zaščiti.

Regulacija neposrednih škod (izguba na prirastku in drugih razvrednotenjih gozdne proizvodnje) je samo majhen in v primerjavi s posrednimi škodami, nepomemben del v kompleksu škod v Zasavju, pa je kljub temu terjala dolgotrajne, včasih

prav mučne in žolčne razprave, ki so segle do najvišjih republiških pravosodnih in upravnih organov, preden se je to uredilo, a še vedno daleč od prave vrednosti.

Posebno poglavje v Zasavju predstavljajo posredne škode. Menimo, da nikjer razen morda še v Zgornji Mežiški dolini, ni varovalna vloga gozda toliko pomembna kot tu.

Skupina A, ki predstavlja površino ekzistenco ogroženega gozda je v Zasavju 1866 hektarjev velika. Pretežni del te površine ima varovalni značaj in menim, da ni potrebno posebej poudarjati, kje v Zasavju ti gozdovi ležijo in kaj pod seboj ščitijo.

Brez sanacije izvorov emisij, in samo enaki emisivnosti po času, vrsti in količini, bi Zasavje v nekaj letih postalo naša druga "Dolina smrti" le s to razliko, da bi bila najmanj 5 - 6 krat večja kot v Mežiški dolini. Prvi korak sanacije ali bolje rečeno premestitve vstopa emisij v ozračje je narejen, vendar to predstavlja samo pričetek reševanja Zasavja. Nujno morajo slediti ukrepi za zmanjšanje emisij plinov in prahu. Ko bomo to dosegli, do tehnično danes možne stopnje, takšno stanje znali v vsakih pogojih tudi obdržati in ko se bo v naravi proces degradacije okolja ustalil, za kar pa je potrebno krepko izboljšanje in določen čas, bomo šele lahko rekli, da je Zasavje rešeno in da lahko pristopimo k biološkim sanacijskim ukrepom z namenom ponovne vzpostavitve varovalnih, socialnih in gospodarskih vlog gozda.

HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRS
L J U B L J A N A

UGOTOVITVE O ONESNAŽENOSTI ZRAKA V ZASAVJU,
VZROKIH IN POSLEDICAH

Pri meritvah in raziskavah so sodelovali :

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

Institut za varstvo rastlin Biotehniške fakultete
Univerze v Ljubljani

Institut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije
v Ljubljani

Izdelali :

doc.dr.Maček Jože, dipl.ing.agr., dipl.oec,
Biotehniška fakulteta

Paradiž Bojan, dipl.meteorolog,

Hidrometeorološki zavod SRS

Šolar Marjan, dipl.ing.gozdarstva,

Institut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije

Zupančič Tone, dipl.ing.met.,

Hidrometeorološki zavod SRS

Ljubljana, junija 1972

Nosilec naloge:

Paradiž Bojan, dipl.met.

l.r.

D i r e k t o r

Lojze Ostanek, dipl.gr.ing.

l.r.

1. SPLOŠNE UGOTOVITVE

Meritve onesnaženosti so pokazale, da koncentracije SO_2 v najbolj ogroženih predelih Zasavja pogosto močno presegajo kritične vrednosti. Posledice se kažejo predvsem v naglem propadanju vegetacije. Med najbolj prizadete sodijo višja pobočja ob dolini Save nizvodno od Termoelektrarne Trbovlje. To so pobočja nad magistralno železniško progo, cesto in strugo Save, ki so že sama po sebi nadpovprečno podvržena erozijskim procesom. Naglo propadanje vegetacije pomeni veliko dodatno nevarnost, na katero ponovno resno opozarjamo. To nevarnost je potrebno z odločnimi ukrepi odstraniti, predvsem preprečiti nadaljno propadanje varovalnega gozda, kajti vsi drugi ukrepi bodo za preprečevanje velikih erozijskih procesov manj učinkoviti, predvsem pa mnogo dražji.

Na srečo najbolj ogroženi predeli niso gosteje naseljeni. Visoke koncentracije se javljajo predvsem ponoči, ko se zadržujejo ljudje v zaprtih prostorih. Po prvih meritvah so koncentracije SO_2 v zaprtih prostorih od 5 do 7 krat nižje od koncentracij v zunanji atmosferi, zato tudi prebivalstvo na najbolj ogroženih mestih ni tako močno ogroženo, kot kažejo rezultati meritev. To velja tembolj, ker je v zraku zelo malo respirabilnih aerosolov. Kljub temu je prebivalstvo na ogroženih območjih zlasti občasno preveč izpostavljeno visokim koncentracijam SO_2 , kar je tudi dodaten razlog, ki narekuje čimhitrejšo sanacijo kritičnih razmer.

Po določenih pogodbah med naročnikoma Skupščino občine Hrastnik, ki predstavlja glavne onesnaževalce Zasavja, ter Gospodarsko zbornico SRS in Hidrometeorološkim zavodom SRS, ki je skupno z biotehniško fakulteto iz Ljubljane izvajalec naloge, se v pogodbeni fazi izvajajo raziskave o razmerah in vzrokih, ki pogojujejo visoke koncentracije in propadanje vegetacije. Ugotovljene izredno visoke koncentracije SO_2 ter očitne škodljive posledice na gozdnih in gojenih rastlinah so narekovale skupščinama občin Hrastnik in Trbovlje, glavnemu povzročitelju visokih koncentracij Termoelektrarne Trbovlje, Republiškem sekretariatu za urbanizem, Republiškem sekretariatu za gospodarstvo in predsedniku Skupščine SR Slovenije, da so zahtevali naj se takoj, že med izvajanjem sedanje faze naloge, preide k določitvi višine novega dimnika Termoelektrarne Trbovlje II kot ena od variant za sanacijo. To delo se lahko naredi le na podlagi meritev v višjih plasteh atmosfere. S sredstvi, ki jih je prispeval Izvršni svet Skupščine SRS, se v ta namen že dalj časa intenzivno pripravljajo potrebne

meritve, ki zahtevajo zaradi specifičnih razmer izdelavo povsem novih instrumentov in pripomočkov ter tudi preureditev merilnih območij instrumentov za beleženje koncentracije SO_2 na obseg, ki ga v zunanji atmosferi doslej niso še nikjer uporabljali. Med tem pospešenim delom za razširjene meritve, ki se bodo te dni pričele, smo zbrali glavne ugotovitve iz izvedenih meritev in raziskav, ki jih podajamo brez podrobne dokumentacije.

Dokumentacija je na vpogled :

- o koncentracijah onesnaženja in vzrokih za visoke koncentracije - na Hidrometeorološkem zavodu SRS - Meteorološki observatorij Ljubljana, Celjska 1
- o poškodbah gozdov - na Institutu za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije Ljubljana, Večna pot 30
- o poškodbah na kmetijskih, vrtnarskih in samoniklih rastlinah - na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, Ljubljana, Jamnikarjeva 101

Celoten elaborat z vso dokumentacijo, ki bo vsebovala delno tudi nove meritve, bo izdelan in predložen do konca leta 1972.

2. ONESNAŽENOST ZRAKA, VZROKI ZA VISOKE KONCENTRACIJE IN POVZROČITELJI

2.1 Akumulacija onesnaženosti v dolini

Nesporno je ugotovljeno, da se ob kritičnih inverzijskih vremenskih razmerah vsi dimni plini in drugi odpadni in izpušni plini iz vseh virov onesnaženja zadržijo v ozki dolini. V majhnem volumnu zraka se razporedi vsa industrijska emisija nevarnega SO_2 , ki doseže tudi 200 ton SO_2 na dan. Do zagona novega obrata cementarne je 90% vsega SO_2 odpadlo na Termoelektrarno Trbovlje I in II. Tako se v obravnavanem delu Zasavja javljajo visoke koncentracije SO_2 , ki jih ne zasledimo v svetovni literaturi, in to kljub temu, da so emisije marsikje višje kot v Zasavju. Zaporno plast za vertikalno širjenje predstavlja vertikalna temperaturna inverzija, ki se formira ob mirnem jasnem ali malo oblačnem vremenu po sončnem zahodu, ko se prične zrak ob pobočjih intenzivneje ohlajati in kot težji stekati v dolino. Plast hladnega zraka, ki se bolj ali manj ostro loči od gornjega toplejšega zraka, ki zapira pot onesnaženju^v višje

zračne plasti, sega po sedanjih ugotovitvah pri razvitih lokalnih inverzijah od 280 m do 480 m nad dno doline. Dimni plini se v inverzijski plasti ne razporedijo enakomerno, pač pa v odvisnosti od razvojnega stadija inverzije v določenih vertikalnih plasteh. Podrobnejša vertikalna razporeditev sedaj še ni znana. Iz stacionarnih neprekinjenih meritev koncentracij SO_2 , ki so se izvajale v različnih višinah in oddaljenostih od virov onesnaženja, smo ugotovili:

2.1.1 Vertikalna razporeditev onesnaženja v bližini industrijskih virov onesnaženja

Pri razviti lokalni temperaturni inverziji se dimni plini iz Trboveljske Termoelektrarne I in II, Cementarne Trbovlje, Steklarne in Tovarne kemičnih izdelkov Hrastnik akumulirajo predvsem v tanjši plasti pod gornjo inverzijsko plastjo. Najvišje koncentracije se zato ne javljajo na dnu doline, temveč na pobočjih 150 do 400 m nad dnom doline. V teh višinah smo dne 20. aprila 1971 (na posestvu Dolinšek Prapretno 55) izmerili najvišjo povprečno 24 urno koncentracijo, ki je dosegla celo $7,7 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ (dovoljena vrednost med 0.15 in $0.40 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$), povprečne polurne koncentracije SO_2 ob razvitih inverzijah pogosto presegajo vrednost $10 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ (dovoljeno med 0.50 in $0.75 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$). Ta vrednost je gornje merilno območje registriranih aparatov. Dejanske povprečne polurne koncentracije SO_2 in sunke koncentracij bomo lahko izmerili šele z preurejenimi aparaturami, ki bodo odslej omogočale merjenje do $20 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$.

Za višje ležeča pobočja do razdalje nekaj km od industrijskih virov onesnaženja je še posebno značilno zelo močno nihanje koncentracij SO_2 . Kadar ni temperaturne inverzije, je mogoče normalno širjenje in razredčevanje onesnaženja in koncentracija SO_2 v zraku je nizka, celo neznatna in nenevarna. Izjema je lahko le pri srednje močnih hitrostih vetra, ko lahko doseže pobočja v bližini industrijskega obrata neposreden, vendar zaradi turbulence razredčen tok dimnih plinov iz dimnika. Tako povišane koncentracije ne trajajo dolgo in zato niso nevarne. V ustreznih vremenskih pogojih, ko se navadno zvečer ali v prvi polovici noči formira temperaturna inverzija, koncentracije v višjih plasteh od neznatnih vrednosti v kratkem času naglo narastejo. Lahko celo prej kot v eni uri presežejo $10 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$. Zgodaj zjutraj oz. dopoldne se inverzije razbijejo in koncentracije v kratkem času ponovno močno padajo. Izjema je lahko pozimi, ko se temperaturne inverzije in

s tem visoke koncentracije SO_2 lahko zadržujejo tudi več dni zapored.

Velika nihanja koncentracij, od neznatnih do najvišjih, niso posledica sunkovite industrijske emisije, temveč posledica spreminjanja vremenskih razmer. S prenehanjem ali s pričetkom obratovanja Termoelektrarne Trbovlje I ali II se emisija lahko spremeni, kar se kaže tudi v spremenjenih koncentracijah. Spremenjena emisija lahko spremeni koncentracije približno za faktor 2, spremenjene vremenske razmere pa lahko spremene koncentracije onesnaženja celo za faktor 100.

Individualna kurišča za ogrevanje stanovanj predstavljajo v večjih naseljih v hladni polovici leta znaten vir onesnaževanja okolišnega zraka. V topli polovici leta pa je tovrstno onesnaževanje zanemarljivo in ne vpliva na poškodbe rastlin, zato v tem delu ne bomo upoštevali tega vira onesnaževanja kot povzročitelja škode na vegetaciji.

2.1.2 Koncentracije onesnaženosti v večji oddaljenosti od industrijskih virov onesnaženja

Zelo visoke koncentracije se javljajo pri močnih, zlasti lokalnih temperaturnih inverzijah pri zelo slabem vetru. Slab veter je v veliki večini primerov posledica gravitacijskega stekanja hladnega zraka, ki polzi po dolini v smeri toka Save. To je razlog, da so zaradi visokih koncentracij SO_2 najbolj prizadeti kraji nizvodno od omenjenih glavnih virov onesnaženja v Zasavju.

Med počasnim pomikanjem zraka proti vzhodu, se dimni plini postopoma prenašajo tudi proti nižjim zračnim plastem. S tem se v oddaljenih krajih okrog Zidanega mosta SO_2 razporedi v širšo plast zraka, se s tem razredči, koncentracije SO_2 pa se zmanjšajo tudi zaradi kemične vezave SO_2 v druge spojine. Tudi med trajanjem inverzije lahko onesnažen zrak v večji oddaljenosti doseže dno doline, vendar relativno manj onesnažen. Kljub razredčitvam pa koncentracije SO_2 pri Zidanem mostu še vedno presegajo $5 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$.

2.1.3 Transport onesnaženosti pri razkrajanju temperaturnih inverzij

Pri razkrajanju temperaturnih inverzij se prične s močnejše vertikalno premeščanje zračnih gmot. Tako se v višinah akumulirani SO_2 prenaša proti tlem pa tudi v večje višine nad razkrojeno inverzijsko plast. S tem si lahko razložimo naglasi in močne poraste koncentracije SO_2 v dopoldanskem času, ki se glede na odmeknjeno lego (od glávne doline Save) redkeje pojavljajo v Hrastniku, pogosteje pa v dolini Save, tudi v Zidanem mostu in lahko tudi še dalje proti vzhodu. Na srečo visoke dopoldanske koncentracije ob razkrajanju inverzij v nižinah ne trajajo dolgo.

Enako kot v nižinah se lahko dogaja v večjih nadmorskih višinah. Na Dobovcu (700 m n.m.), ki leži navadno nad lokalno inverzijsko plastjo, je zrak ob inverziji čist. Ob razkrajanju inverzije pri severnih vetrovih pa potujejo po pobočju mimo Dobovca močno onesnažene zračne gmote. Ob takem primeru smo tam izmerili že povprečno polurno vrednost koncentracije SO_2 , ki je dosegla delo 8,3 mg/ SO_2/m^3 . To je seveda dovolj za povzročitev akutnih ožigov na vegetaciji. Ožigi pa niso tako močni kot so v nižjih nadmorskih višinah. Očitno sega vpliv dvigajočih onesnaženih gmot kljub mešanju in razredčevanju SO_2 precej visoko po pobočju Kuma, o čemer pričajo opazne poškodbe na gozdovih.

Akumulacija velikih množin SO_2 ob inverzijah je kritična predvsem v gornjem območju temperaturne inverzije, zelo neprijetna in nevarna je tudi v nižjih zračnih plasteh, škodljiva pa celo na visje ležečih pobočjih.

2.1.4 Onesnaženost naseljenih predelov Hrastnika

Hrastnik leži v stranski dolini vzhodno od Termoelektre I in II. Zaradi svoje lege in prispevka lastne industrije spada med najbolj onesnažene večje naseljene kraje v Zasavju, kjer vršimo pogodbene meritve. Proti pričakovanju so meritve pokazale, da je v Hrastniku soramerno manj onesnažen zrak in so le občasne kratkotrajne močnejše povičane koncentracije SO_2 . Za primerjavo navajamo v spodnji tabeli srednjo mesečno vrednost koncentracije SO_2 in mesečne maksime koncentracij SO_2 za observatorij Ljubljana-Bežigrad, Tovarno kemičnih izdelkov Hrastnik in Osnovno šolo Hrastnik za januar in februar 1972. Vrednosti so dobljene iz polurnih povprečkov koncentracije SO_2 .

Januar:

Ljubljana: Srednja mesečna vrednost: 0.46 mg/m³
Mesečni maximum 5.ob 8^h 2.00 mg/m³

Hrastnik-
Kemična Srednja mes.vred. 0.36 mg/m³
Mesečni maximum 31.ob 11³⁰ 4.00 mg/m³

Šola Hrastnik Srednja mesečna vrednost: 0.26 mg/m³
Mesečni maximum 31.ob 11³⁰ 4.42 mg/m³

Februar :

Ljubljana Srednja mesečna vrednost: 0.37 mg/m³
Mesečni maximum 7 ob 11^h 2.17 mg/m³

Hrastnik
Kemična Srednja mesečna vrednost: 0.34 mg/m³
Mesečni maximum 16 ob 11^h 5.53 mg/m³

Šola Hrastnik Srednja mesečna vrednost: 0.25 mg/m³
Mesečni maximum 16 ob 11^h 4.83 mg/m³

Iz tabele vidimo, da ima Ljubljana v povprečju bolj onesnažen zrak kot Hrastnik. Ob ugodnem vremenu ima Hrastnik sorazmerno nizke koncentracije SO₂, pač pa so občasno zelo visoke koncentracije, kar se vidi iz mesečnih maksimov. Temu je prav gotovo vzrok industrija, ker se emitirani plini zadržujejo pod inverzijo, ekstreme pa dobimo ob razbijanju inverzije, ko zaradi turbulentnega mešanja akumulirani žveplovi plini sežejo do tal. Ravno občasne visoke koncentracije pa dajejo občutek, da je Hrastnik stalno močno onesnažen.

Če primerjamo Osnovno šolo in Kemično tovarno, vidimo, da je povprečno pri Kemični tovarni bolj onesnažen zrak, kar lahko pripišemo vplivu lokalne industrije v Hrastniku, zanemariti pa ne smemo vpliva kurišč za ogrevanje stanovanj.

2.1.5 Delež posameznih industrijskih onesnaževalcev pri skupnem onesnaženju

Že večkrat je bilo omenjeno, da nastopajo škode ob inverzijah, in to predvsem pri talnih lokalnih inverzijah, ki nastanejo z zbiranjem hladnega zraka v dolini. Ta plast hladnega zraka se formira najprej pri tleh, nato pa se polagoma viša, z njo pa se dviguje tudi višina inverzijske plasti. S tem se normalno razredčevanje prekine najprej za emisijo iz nižjih dimnikov, s časovnim zaostankom pa pozneje tudi za emisijo iz višjih dimnikov. Včasih se inverzija ne razvije visoko. Takrat se dimni plini iz višjih dimnikov širijo normalno, dimni plini iz nižjih dimnikov pa se v inverzni plasti že akumulirajo. Najprej se torej začne akumulacija dimnih plinov, ki izhajajo iz nižjih dimnikov Cementarne Trbovlje, treh dimnikov Steklarne Hrastnik, nato iz preostalih dveh dimnikov Steklarne, dimnika Tovarne kemičnih izdelkov in končno iz obeh dimnikov Termoelektrarne Trbovlje.

Emisija iz nižjih dimnikov so manjše, zato lahko le izjemoma in v manjšem obsegu povzročajo akutne ožige na vegetaciji. Pač pa nižji dimniki večkrat in dalj časa vplivajo na kronične poškodbe vegetacije. To moramo vpoštevati pri oceni deležev posameznih onesnaževalcev k skupnim škodam.

Nižji dimniki imajo med letom približno enako emisijo, pri Termoelektrarni pa se ta zaradi remontov in izpadov močno spreminja. Celotna letna emisija SO_2 pri Termoelektrarni je zato manjša kot če bi jo računali iz dnevne emisije med polnim obratovanjem. Relativno slabše razredčevalne pogoje iz nižjih dimnikov nasproti boljšim, ki veljajo za Termoelektrarno, lahko kompenziramo tako, da jemljemo celotno letno emisijo SO_2 kot delež k skupnim škodam. Torej lahko jemljemo kot delež posameznih tovarn k skupnim škodam kar njihovo povprečno letno emisijo SO_2 .

2.2 Onesnaženost s prašnimi delci

Doslej smo omenjali le onesnaženost zraka z SO_2 . Merili pa smo tudi respirabilni aerosol (pod 10 mikronov) in usedline. Presenačajo nizke količine respirabilnega prahu, ki so znatno, tudi za 10 krat manjše kot n.pr. v Ljubljani. Usedline trdnih delcev večjih dimenzij pa so znatne in v okolici Cementarne tudi ekstremno visoke.

3. POŠKODBE NA VEGETACIJI

3.1 Poškodbe na kmetijskih, vrtnarskih in samoniklih rastlinah

Že v predhodnem poročilu smo navedli, da je na ogroženem območju v Zasavju močno prizadeta vegetacija, ki že sedaj onemogoča oz. otežkoča normalno pridelovanje rastlin oz. kmetovanje.

To nazorno kaže tudi kvantitativni pregled od SO₂ poškodovane listne ploskve nekaterih rastlinskih vrst in vsebnost žvepla v poškodovanem rastlinskem materialu v primerjavi z zdravim z neogroženega območja.

Vzorke za ugotovitev poškodovanosti listov smo vzeli od spodaj naštetih rastlin, ki smo jih herbarizirali, nato pa s planimetriranjem ugotovili poškodovano in celotno površino, od tod pa potem odstotek poškodovane listne ploskve. Naslednji podatki predstavljajo povprečja iz več vzorcev. Detelja iz Šavne peči je imela 63%, iz Praprotnega 64,2%; pesa iz Šavne peči 50,4%, iz Praprotnega 45,6%, iz Dobovca 55,3%; koruza iz Šavne peči 48,3%, iz Praprotnega 63,3%, iz Dobovca 53,1 %; hruška iz Šavne peči 33,3 %, iz Praprotnega 63,9%, iz Dobovca 45,3 %; jabolana iz Dobovca 93,2%; vinska trta iz Šavne peči 52,3 %; oreh in koleraba in Praprotnega 26,0 % oz. 39,7 %; radič iz Praprotnega 26,5%, iz Dobovca 29,5 %; iz Dobovca so imeli paradižnik 35,4 %, endivija 34,5%; sliva 48,4%, gladiolus 56,3%, vrtnica 59,8% in dalija 32,3 % poškodovane listne ploskve.

Stopnja v uvodu omenjenih hudih poškodb in pravkar naštete procentualne poškodbe listne ploskve izvrstno potrjuje tudi kemična analiza rastlinskega materiala na žveplo. Vzorce smo vzeli v Praprotnem (vendar ne na najbolj eksponiranih legah), v Šavni peči, Dobovcu in v Radečah. Za kompenzacijo smo porabili vzorce, ki smo jih odvzeli v Šempetru pri Laškem v enako hribovitem svetu in v približno enakih rastiščnih razmerah kot v Zasavju, le z razločkom, da tam vegetacija ni izpostavljena delovanju industrijskih plinov oz. SO₂. Vsebnost žvepla v vzorcih listja iz ogroženih lokalitet je glede na komparativne brez izjeme (deloma zelo močno) povečana.

Pesa iz Praprotnega vsebuje 3,4 krat, iz Šavne peči 3,5 krat, iz Dobovca 1,9 krat; detelja iz Šavne peči 3,6 krat; fižol iz Praprotnega 5,0 krat, iz Šavne peči 5,4 krat, iz Dobovca 2,0 krat; koruza iz Praprotnega 2,5 krat, iz Dobovca 4.6 krat; Jablana iz Dobovca 4.2 krat; vinska trta iz Šavne peči 2.9 krat; hruška iz Praprotnega 6.4 krat, iz Šavne peči 6,1 krat, iz Dobovca 1,6 krat; oreh iz Praprotnega 2,8 krat; sliva iz Dobovca 3.3 krat; češnja iz Radeč 3,0 krat več žvepla kot komparativni vzorci. Glede na to, da se n.pr. pri iglastem drevju smatra 100% povečanje vsebnosti žvepla v primerjavi z zdravim za znak zelo hudih poškodb, posebna razlga oz. utemeljitev nakazanih rezultatov analize, kjer imamo tudi povečanje za več kot 500 %, ni potrebna.

Za ugotovitev kako bi bilo mogoče vsaj v določenem obsegu omiliti vpliv poškodb od industrijskih plinov na pridelek kmetijskih rastlin smo napravili tri gnojilne poskuse - v Praprotnem, Šavni peči in Dobovcu s tremi vrstami posevkov in sicer krompirjem, nizkim in visokim fižolom v šestih poskusnih variantah :

1) brez hlevskega gnoja, 2) brez hlevskega gnoja + 1000 kg nitrofoskala na hektar, 3) hlevski gnoj (krajevno običajna količina), 4) hlevski gnoj + 1000 kg nitrofoskala na ha, 5) hlevski gnoj, 6) hlevski gnoj + 1500 kg nitrofoskala na hektar. Poskusi so v vseh treh krajih bili na najboljši zemlji, kolikor je v kraju sploh na voljo; to posebej velja za Praprotno, kjer je bil poskus na zelniku. V tem poročilu navajamo le podatke za krompir za ostala dva posevka bodo navedeni v zaključnem poročilu.

V maksimalno ogroženih legah ne more niti najboljša zemlja niti kakršnokoli gnojenje omiliti škodljiv vpliv emisije na pridelke. Tako je v Praprotnem, kjer je bil poskus na najboljši zemlji, znašal pridelek krompirja glede na Dobovec pri zgornjih poskusnih variantah sledeče odstotke : 1) 43%, 2) 56%, 3) 44%, 4) 55%, 5) 56%, 6) primerjava ni mogoča, ker so bile na poskusni parceli ugotovljene na gomoljih poškodbe od miši. Vidno je torej, da znaša pridelek v Praprotnem le približno polovico onega v Dobovcu, ki je od emisije relativno manj prizadet.

Na ogroženih površinah je mogoče z agrotehničnimi ukrepi, konkretno z gnojenjem znatno povečati pridelek. V omenjenem okolišju gnoje krompirju s hlevskim gnojem, zato je smotrno primerjati le te poskusne variante med seboj. Dodatno gnojenje z industrijskim gnojilom nitrofoskalom v dozah 1000

in 1500 kg/ha je povečalo pridelok v Prapretnem za 150 % (kjer pa je bil kljub relativnemu povečanju še vedno zelo nizek), v Dobovcu za 115 oz. 124 % in v Šavni peči za 113 oz. 140%. Iz teh ugotovitev bi smeli sklepati, da bi bilo kmetovalcem na ogroženih območjih zelo priporočljivo svetovati dodatno uporabo industrijskih gnojil, ker je z njimi vsaj na ne pretirano prizadetih legah mogoče omiliti izpade pridelkov zaradi industrijskih plinov. Seveda velja to le za krompir in druge manj občutljive rastline.

Na podlagi navedenih poskusov je kvantitativno ugotovljena močna stopnja poškodb na rastlinah v Zasavju in tudi zelo močno povečana vsebnost žvepla glede na komparativne vzorce in bistven vpliv poškodb na pridelke. Z dodatnim gnojenjem z rudninskimi gnojili je mogoče vpliv emisije na pridelke omiliti.

3.2 Poškodbe na gozdovih

Gozdarstvo sledi v plinskih področjih v glavnem določanju arealov poškodovanih gozdov in stopenj poškodovanosti ter testiranju odpornih drevesnih vrst za biološko saacijske ukrepe.

3.2.1 Določanje arealov poškodovanih gozdov in stopenj poškodovanosti

Rezultate raziskav v letu 1971 v sledečem na kratko podajamo: V jeseni 1971 smo odvzeli 84 vzorcev smrekovih iglic iz vrha eksponiranih odraslih dreves. Pretežna večina vzorcev je bila odvzeta v večji oddaljenosti od izvorov emisij. Želeli smo po metodi povečane vsebnosti žvepla v tkivih dokazati prisotnost vpliva onesnaženega ozračja na gozdove in potrditi areal poškodovanih gozdov, določen po simptomatskih metodah (zunanje vidni znaki - ožigi). Analize so trenutno še v teku, vendar že sedaj ugotavljamo, da ima pretežna večina vzorcev povečano vsebnost žvepla, kar je dokaz za vpliv delovanja SO_2 .

Simptomatsko določen areal poškodovanih gozdov je s tem potrjen in v Zasavju izkazujemo cca 5000 ha gozdov, ki so pod plinskim vplivom. Omenjena površina se razteza od Zagorja do Brega pri Sevnici, v prečnem preseku pa od planinskega doma na Gorah (levi breg) pa skoro do vrha Kuma.

Ob delih v letu 1971 smo nadalje ugotovili, da se je površina poškodovanih gozdov od leta 1962 do 1971 povečala za 1000 ha. V okviru celotne površine je tudi več močno poškodovanih gozdov, ki jim preti ob nezmanjšani emisiji popoln propad.

Celotno površino poškodovanih gozdov delimo po poškodovanosti v štiri stopnje :

1. malo poškodovani gozdovi
2. srednje poškodovani gozdovi
3. močno poškodovani gozdovi
4. uničeni gozdovi - goličave

1. in 2. stopnja predstavlja površino kjer gozd eksistenčno ni ogrožen, nastopajo pa škode v obliki zmanjšane prirastne, nepomlajevanja, manjši vrednosti sortimentov in podobno.

3. in 4. stopnja pa predstavljata površino absolutno eksistenčno ogroženih gozdov :

3.2.2 Testiranje odpornih drevesnih vrst za biološko sanacijske ukrepe

Naši cilji so za obe skupini bistveno različni. Na površini 1. in 2. stopnje poškodovanosti ali z drugimi besedami v I. in II. zoni, želimo oblikovati gospodarske gozdove iz odpornih drevesnih vrst. V III. in IV. zoni pa je glavni cilj vzpostavitev zelenila (gozda, grmišča), ki bi vršil posredne gozdne koristi (varovanje tal pred erozijo, zaščita oddaljenih sestojev, regulacija vodnega režima in klime, kulturni (industrijski) izgled krajine).

S tem namenom smo v različne zone posadili 9 odpornejših drevesnih vrst in že v prvem letu dobili sledeče rezultate:

IV. zona (najmočnejše vplivana)

Posadili smo najodpornejše drevesne vrste, in sicer :

1. Črna jelša (*Alnus glutinosa*)
2. breza (*Betula verucosa*)
3. trepetljika (*Populus tremula*)
4. robinija (*Robinia pseudoacacia*)

Stanje po zaključku vegetacije v letu 1971 :

črna jelša	normalnih	34 %
	delno živih	36%
	suhih	30 %
breza	normalnih	8%
	delno živih	4 %
	suhih	88%
trepetljika	normalnih	0 %
	delno živih	4 %
	suhih	96 %
robinija	normalnih	- 36 %
	delno živih	32 %
	suhih	32 %

III. zona (močno do zelo močno vplivana).

Posadili smo srednje odporne drevesne vrste

1. Omorika (*Picea omoroka*)
2. Japonski macesen (*Larix leptolepis*)
3. Rdeči hrast (*Quercus rubra*)
4. Črni bor (*Pinus nigra*)

Stanje jeseni 1971 :

Omorika (gnojena)

normalna	6,3 %
malo ožgana	48,7 %
srednje ožgana	10,5 %
močno ožgana	10,5 %
suha	24,0 %

Omorika (negnojena)

normalna 0,0 %
malo ožgana 2,0 %
srednje ožgana 2,0 %
močno ožgana 55,0 %
suha 41,0 %

Japonski macesen

živ a ožgan 20,5 %
delno živ 41,0 %
suh 38,5 %

Rdeči hrast

živ a ožgan 63,6 %
delno živ 25,8 %
suh 10,6 %

Črni bor

živ močno ožgan 5 %
delno živ 3 %
suh 92 %

Prehod II. in III. zone

Nasad omorike in japonskega macesna

Omorika (gnojena)

normalna 42,2 %
malo ožgana 31,3 %
srednje ožgana 10,9 %
močno ožgana 4,7 %
suha 10,9 %

Omorika (negnojena)

3,1 %
17,2 %
32,8 %
39,1 %
7,8 %

Japonski macesen

normalen 29,8 %

ožgan 25,0 %

suh 45,2 %

3.2.3. Povzetek :

Povsod ugotavljamo visoke odstotke suhih in poškodovanih sadik. Pri sadnji v normalnih pogojih gozdarstvo beleži povprečno 15%-ni izpad, vse kar je nad to vrednostjo moramo v konkretnih primerih pripisovati delovanju plinov. Izpad v našem primeru pomeni vse suhe, srednje in močno poškodovane sadike, kakor tudi delno žive, ki bodo letos verjetno propadle. Nadalje ugotavljamo, da je izpad večji pri negojenih sadikah. Gnojenje povečuje odpornost napram plinom. Prav tako se izpad manjša z oddaljenostjo od izvora emisij.

V IV. in III. zoni ne obstoji nikakršna možnost umetnega vnašanja sadik tudi najodpornejših drevesnih vrst, ker ostri plinski pogoji skupno s presaditvenim šokom ne dovoljujejo uspešni štart rasti sadik. Poleg tega je v vprašanju tudi nadaljnje uspevanje sadik, ki so se prijеле. Spomladi 1972 že ugotavljamo večje izpade kot smo jih ugotovili v jesni 1971.

Kemične analize rastlinskega materiala so nam potrdile prisotnost SO_2 .

4. SANACIJSKI UKREPI

Visoke koncentracije SO_2 v Zasavju je mogoče znižati bodisi z zmanjšanjem emisij ali s povišanjem dimnikov največjih industrijskih onesnaževalcev.

4.1. Zmanjšanje emisije

Po obliki registrirnih krivulj in času trajanja koncentracij SO_2 nad zgornjo možno mejo meritev z registrirnimi instrumenti (10 mg SO_2/m^3) sklepamo, da v najbolj ogroženih predelih Zasavja dosegajo koncentracije SO_2 najvišje polurne povprečne vrednosti okrog 15 mg SO_2/m^3 . Če hočemo pri sedanjih višinah dimnikov koncentracije znižati na 1.5 mg SO_2/m^3 ,

bi bilo potrebno emisijo SO_2 zmanjšati za cca 90 %. To pomeni povsem ukiniti emisijo obeh elektrarn Trbovlje. Zaradi dislokacije Cementarne Trbovlje ter Steklarne in Tovarne kemičnih izdelkov Hrastnik koncentracije v najbolj ogroženih predelih ne bi dosegle $1.5 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$, bile bi pa višje od dovoljenih. Dopustimo možnost, da bi se v najbolj ogroženih predelih, ki niso naseljeni oz. je naseljenost zelo redka in je prebivalce v skrajnem primeru mogoče tudi preseliti, dovolile koncentracije okrog $2 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$. Pri teh vrednostih bi bilo sicer moteno uspevanje najbolj občutljivih rastlin, bilo pa bi na voljo dovolj rastlinskih vrst, da bi obdržali dolino zeleno in tudi rodovitno. Za orientacijo navajamo, da so koncentracije SO_2 pred zagonom Termoelektrarne Trbovlje II dosegle in celo presegle $6 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$. Da bi dosegli tako desetkratno zmanjšanje poprečne koncentracije SO_2 bi morali pri manjših sanacijah ostalih industrijskih emitan-tov emisijo SO_2 pri obeh termoelektrarnah zmanjšati najmanj na 10 % sedanje. Tehnološki postopek za odstranjevanje SO_2 iz dimnih plinov bi moral delovati povsem zanesljivo, kajti izpad v delovanju čistilnih naprav bi ob kritičnem vremenu povzročil ožige na vegetaciji in druge škode kot jih poznamo sedaj.

Iz podatkov v literaturi vemo, da danes še ni postopkov, ki bi omogočali gospodarno in v obratovanju zanešljivo 90 % razžveplanje dimnih plinov. Vendar naj o možnostih uporabe čistilnih naprav za pline izreče¹⁰ dokončno mnenje strokovnjaki za emisijo.

4.2. Zmanjšanje koncentracij s povišanjem dimnika

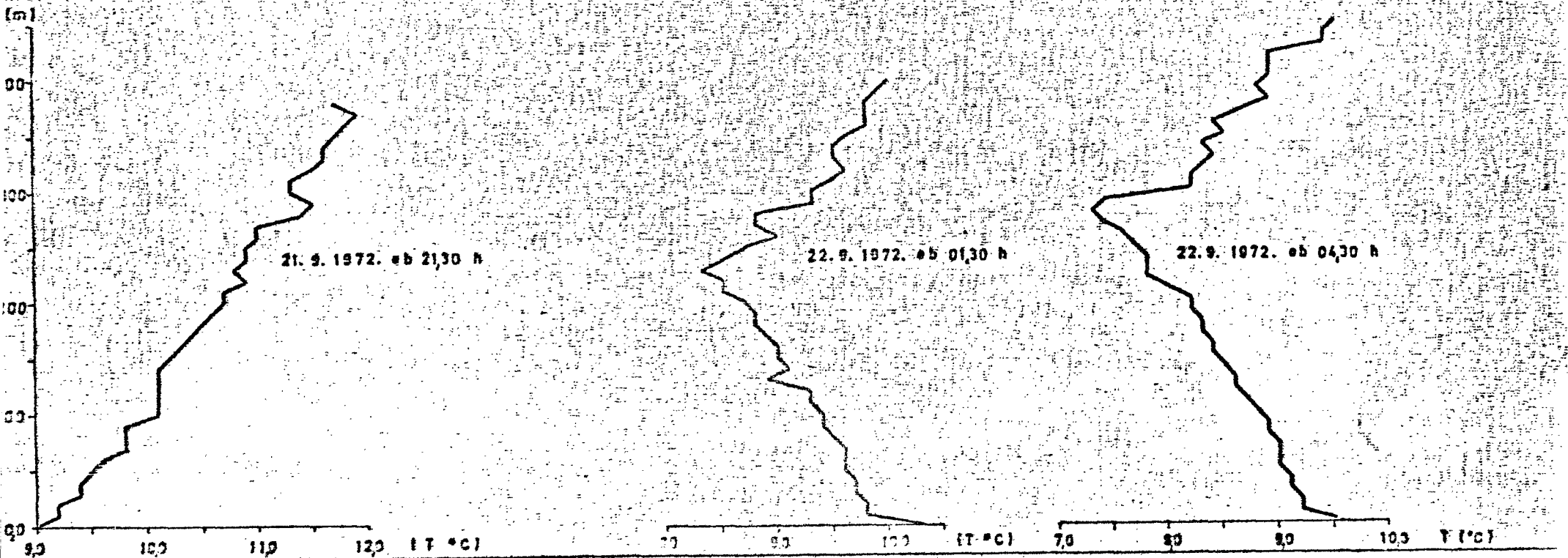
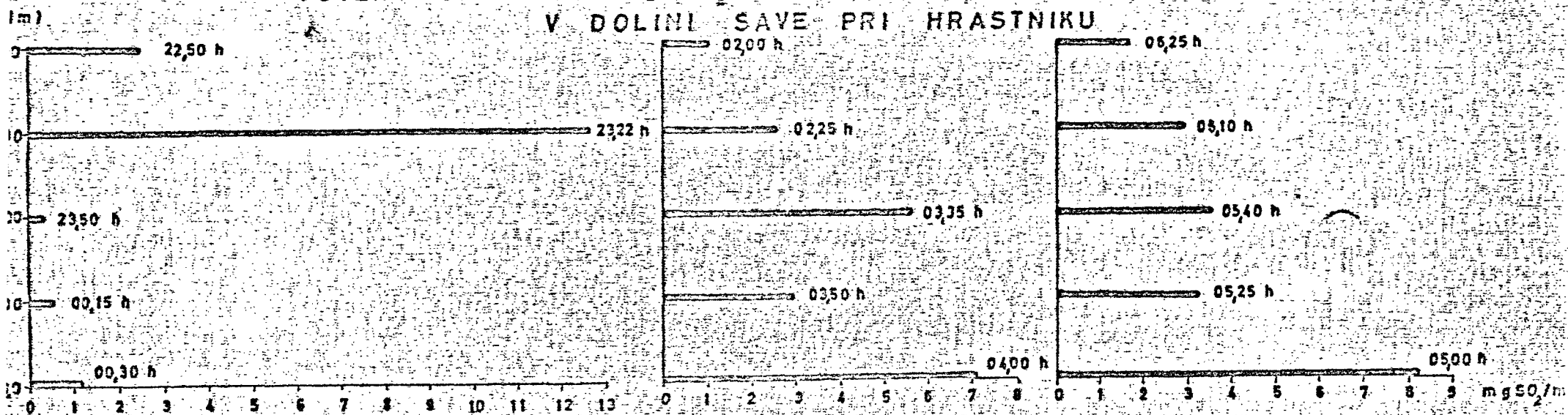
Visoke koncentracije SO_2 v Zasavju se ne pojavljajo toliko zaradi velike emisije, kot zaradi neugodnih vremenskih in tudi topografskih razmer, ki omogočajo akumulacijo dimnih plinov. Dosedanji rezultati meritev in raziskav kažejo, da bi z zvišanjem dimnika nad nadmorsko višino 500 m velika večina dimnih plinov presegla lokalno inverzijsko plast. Temperaturna inverzijska plast je zopora za vertikalno gibanje, tako od spodaj navzgor, kot tudi od zgoraj navzdol. V primeru, da bi zgradili nov visok dimnik, ki bi omogočil, da dimni plini glavnega onesnaževalca Termoelektrarne Trbovlje prebijejo lokalno inverzijsko plast, bi se razmere bistveno spremenile. Predeli, ki so pri sedanjih višinah dimnikov ob inverzijah najbolj prizadeti,

bi bili pri dovolj visokem dimniku ob lokalni inverziji pred visokimi koncentracijami dobro zaščiteni. Pri neinverzijskih vremenskih razmerah že pri sedanjih višinah dimnika koncentracije niso previsoke; ob višjem dimniku bi bile še manjše. S podatki, s katerimi sedaj razpolagamo, pa ne moremo predvideti, kakšno bo razrédčevanje in transport onesnaženja pri javljanju višjih advektivnih in subsidenčnih inverzij. Gotovo je, da zaradi odprtosti terena koncentracije na novoogroženih višjih predelih, ki bi bili lahko prizadeti pri vetrovih severnega kvadranta, ne bodo tako visoke kot so sedaj v dolini. Jasnejšo sliko in dokončno mnenje o potrebnem povišanju dimnika bomo izdelali šele na podlagi podrobnejših meritev meteoroloških parametrov in parametrov onesnaženja v večjih višinah, ki jih v teh dneh pričenjamo.

Podrobne meritve in ugotavljanje onesneženosti in posledic visokih koncentracij v Zasavju so bile koristne tudi za spoznanje vzrokov za visoko stopnjo onesnaženosti v drugih predelih Slovenije. Predvsem je popolnoma gotovo, da pri kritičnih vremenskih razmerah, ko se javljajo najvišje koncentracije onesnaženosti, pri nas ne moremo in ne smemo uporabljati tujih enačb in pripomočkov za računanje koncentracij, višine dimnikov in podobnega. Razlog za to je v tem, da vse znane tuje enačbe temeljijo na turbulentnem prenosu onesnaženosti, tega pa ob kritičnih razmerah pri nas ni, saj je prenos onesnaženosti v skoro laminarnem toku.

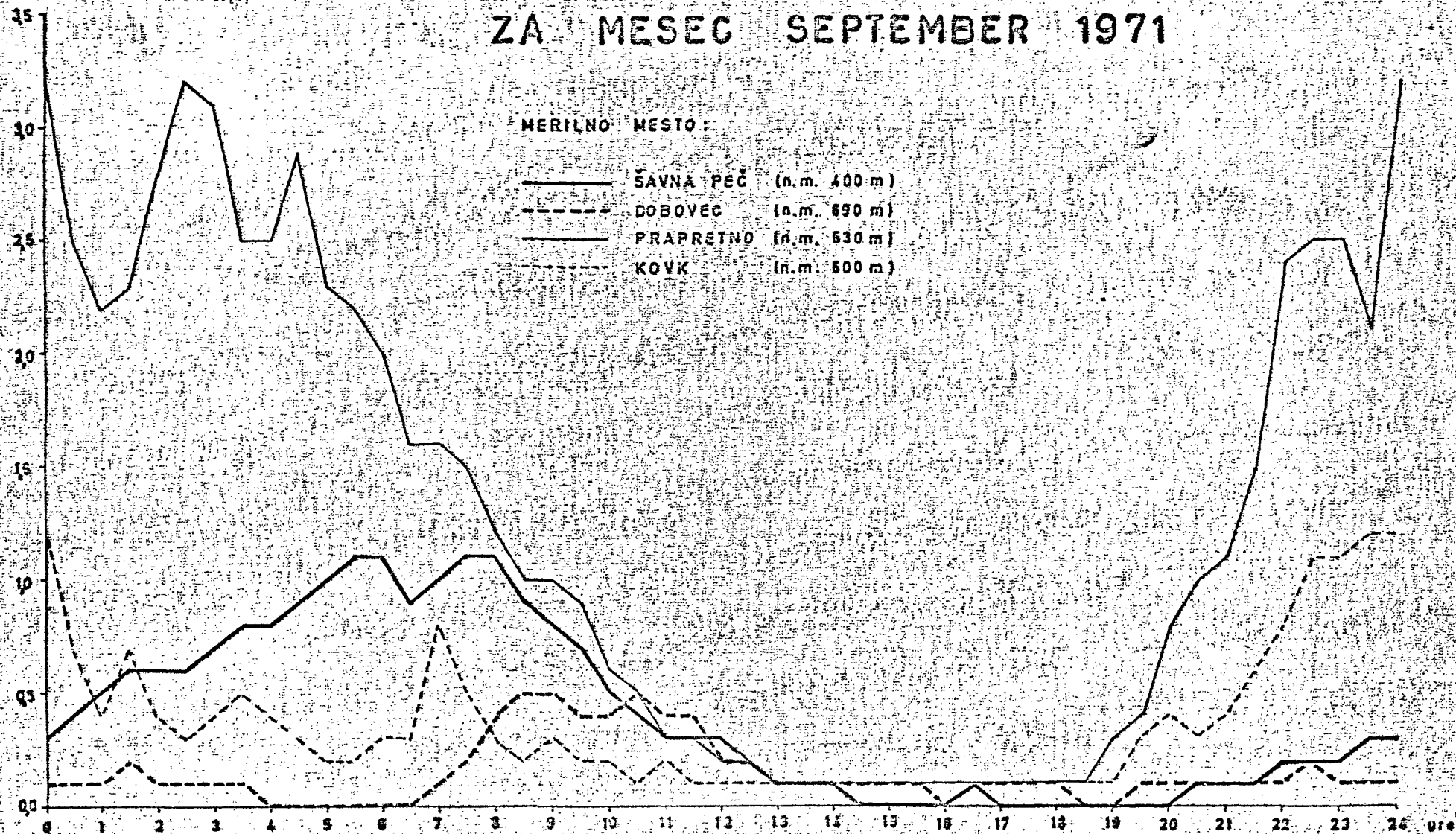
Druga, sicer že večkrat omenjena ugotovitev, ki sloni v osnovi na istem spoznanju, pa narekuje, da se v Sloveniji gradi čimveč centralnih energetskega virov, ki bodo prenesli finančno obremenitev za dimnike, s katerimi bo možno dimne pline spuščati nad inverzijsko, tj. že v turbulentno plast, v kateri so ugodnejši disperzijski pogoji. Poleg tega je mogoče pri velikih obratih vgrajevati čistilne naprave, ki varujejo zrak in ne uničujejo vode in zemlje. Pri uporabi sedaj razpoložljivih goriv v drobnih industrijskih ali manjših skupinskih kuriščih za energetske preskrbo, ki jih v vedno večjem številu gradimo, ni izgledov, da bi ob vse večji emisiji imeli zadovoljivo čist zrak.

POTEK KONCENTRACIJ SO_2 IN TEMPERATURE ZRAKA Z VIŠINO
V DOLINI SAVE PRI HRASTNIKU



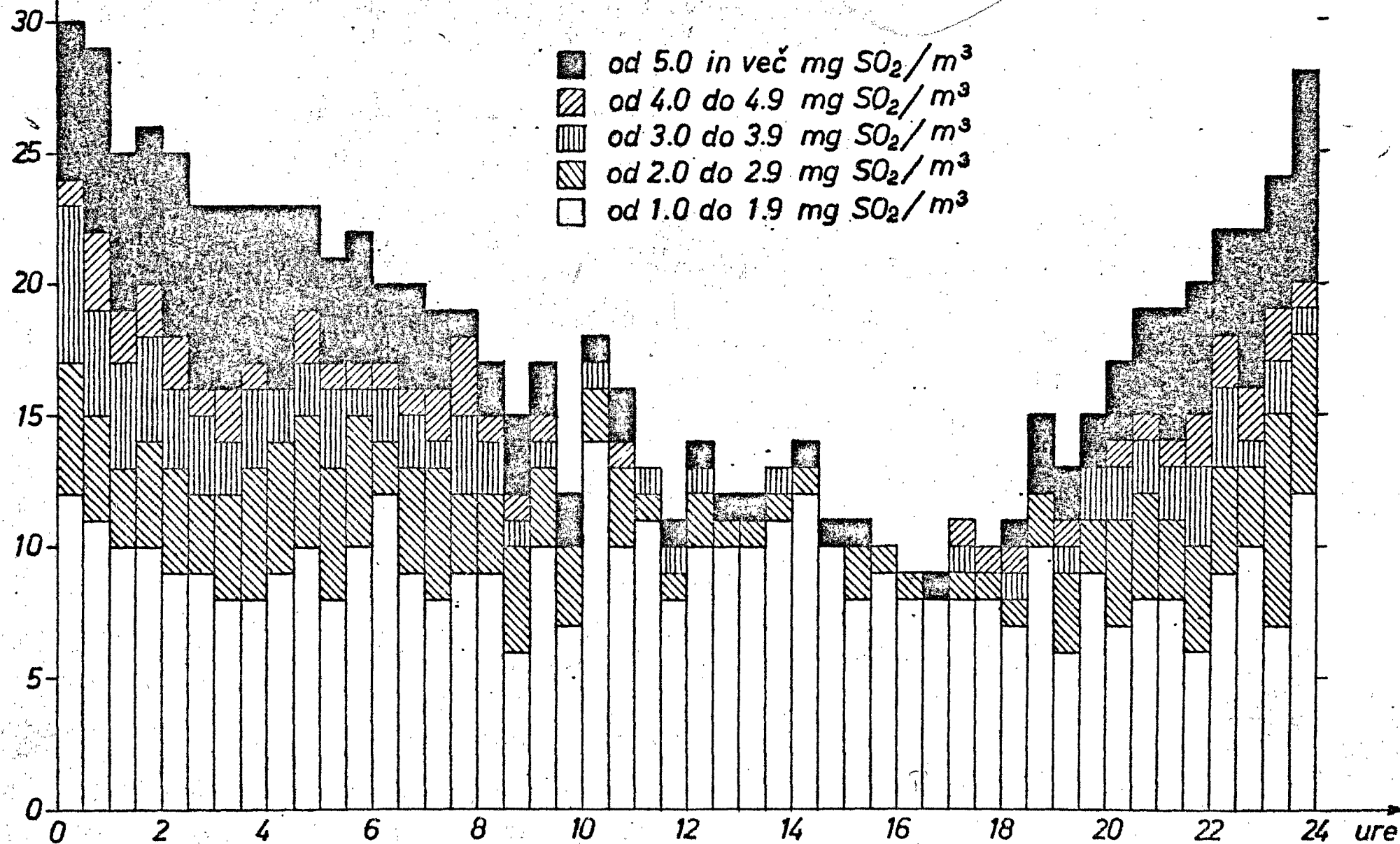
POVPREČNI DNEVNI POTEK KONCENTRACIJ SO₂ ZA MESEC SEPTEMBER 1971

mg SO₂/m³



Pogostosti poprečnih polurnih vrednosti koncentracije SO_2 v % po različnih intervalih za obdobje maj 1970 - februar 1971

Merilno mesto: Prapretno 65, občina Hrastnik



D O D A T N I D E L

ZASAVJE

V dodatnem zasavskem delu je zbrano samo pomembnejše gradivo, ki je bilo v obdobju med leti 1969 - 1976 predhodno izdelano kot razna poročila, izvedenska mnenja, krajše študije in ekspertize. Jedro podatkov izvira iz raziskovalne naloge, čeprav je velik delež tega gradiva bil financiran s strani naročnikov omenjenih poročil (tako TE Trbovlje, Gospodarska zbornica, Elektroinštitut M.Vičmar, Okrožno sodišče). V poročilih so v večji ali manjši meri sodelovali znanstveni sodelavci gozdarskega oddelka Biotehniške fakultete, z njihovim privoljenjem sem vključil dvoje pomembnih študij o prirastku gozdov v elaborat, ker sem smatral, da bi te študije brez osnovnih podatkov iz raziskovalne naloge zahtevale neprimerno več časa in sredstev.

Po osvojenem principu bomo gradivo kronološko in vsebinsko razvrstili ter naredili kratke povzetke in redakcijo v smislu kasnejših sprememb dejstev, predvsem pa v smislu pogledov na problematiko, ki izvirajo iz razvoja te specialnosti.

1. Poročilo o razširjenosti in intenziteti vpliva industrijskih imisij na gozdove v Zasavju. Ljubljana, junij 1969.

Prvo poročilo o tej problematiki v Zasavju prikazuje površine poškodovanih gozdov po stanju leta 1969. Nakazuje pomen posrednih vlog gozda v tem prostoru. Ker so zone poškodovanosti določene po dominirajoči drevesni vrsti (bukev) je na primer smreka v II.zoni eksistenčno ogrožena. V površino poškodovanih gozdov takrat zaradi neproučenosti in pa tudi kasnejše poškodovanosti nismo vključevali predelov pod Radečami in nad Dobovcem. Steklarno Hrastnik bi morali zaradi emisije vodikovega fluorida uvrstiti med glavne emitente.

2. Ugotovitve o posledicah prekomerno onesnaženega ozračja na gozdove v Zasavju . Ljubljana, 1972.

Delo ima poleg obrazložitve nekaj osnovnih pojmov gozdarsko aplikativni značaj. Prikazuje rezultate testiranja dreves-

snih vrst, ki bi prišle v poštev po različnih zonah poškodovanosti za biološka sanacijska dela. Z ozirom na prvo navedeni prispevek vidimo večanje površine poškodovanih gozdov, kajti delo izvira iz obdobja najhujšega zaplinjanja v Zasavju. Korektur so potrebne navedbe o še tolerantnih imisijskih vrednostih za SO_2 za posamezne drevesne vrste. Navedeni vrednosti $0,4 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ zraka kot povprečna dolgotrajna še tolerančna vrednost za smreko za $1,0 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ zraka za bukev sta po najnovejših dognanjih večkrat previsoki. V tem prispevku je v prilogi št. 2 žveplo prikazano kot sulfatno žveplo (SO_4).

3. Izračun potencialno možnih škod na gozdovih v Zasavju z ozirom na predvideno višino novega dimnika TE Trbovlje(360m)

V izračunu smo zelo grobo in tudi nizko določili možne gospodarske škode, ki bi lahko nastale po izgradnji novega dimnika. Vse navedbe držijo samo za navedene imisijske vrednosti in čas trajanja v teku koledarskega leta. S spremembo teh pogojev vse postavke ne držijo več. Izračun smo morali narediti za Elektroinštitut M.Vidmar v letu 1973.

4. Izvedensko mnenje v pravdni zadevi GG Ljubljana - Zasavski emitenti

Izdelano za Višjo gospodarsko sodišče v Ljubljani v letu 1972. Glavni del študije je naredil mgr. Dušan Robič ob sodelovanju dr.Iztoka Winklerja in dipl.ing.Marjana Šolarja. Ker raziskovalna naloga v prvem raziskovalnem obdobju ni imela v programu detajlnih analiz zmanjšanega prirastka in izračuna gospodarskih škod, lahko študija služi kot primer dobro zasnovanega pristopa k analizi prirastka, obdelavi podatkov s statističnimi metodami in izračuna gospodarskih škod. Ugotavljamo, da je prirastek bukve v II.in III.zoni zmanjšan za povprečno 41 %, smreka pa nerazumljivo ne kaže značilnih razlik v primerjavi s priraščanjem v plinsko nevplivanih področjih.

5. Sušenje smreke zaradi emisije plinov v Zasavju

Avtor mgr. Dušan Robič

Z namenom odgovoriti na vprašanje zakaj ni značilnih razlik med priraščanjem smreke iz ogroženega in neogroženega področja, je mgr. Robič nadaljeval raziskave. Analiziral izvrtke 40 dreves iz različnih stopenj poškodovanosti, pri tem ugotavlja zapleteno problematiko trendov upadanja prirastkov v različnih obdobjih in debelinskih stopnjah, konkretnega odgovora na postavljeno vprašanje pa študija še ne daje. Jedro problema je verjetno v dejstvu, da zaradi izredno ostrega plinskega delovanja smreka izginja iz tega prostora, delež preostalih smrek pa predstavljajo plinsko resistentni osebki in te smo analizirali. Popolnoma nelogično je, da bi smreka v zasavskem imisijskem žarišču imela manjše redukcije prirastka kot bukev. Problem zahteva poglobljene na - daljne raziskave.

Priloge: navedeni prispevki od 1 - 5.

POROČILO O RAZŠIRJENOSTI IN INTENZITETI
VPLIVA INDUSTRIJSKIH IMISIJ NA GOZDOVE V ZASAVJU

Uvod :

Z namenom, da bi dobili točno in jasno sliko o velikosti in razširjenosti vpliva industrijskih imisij na gozdove v Zasavju, smo v maju 1969 izdelali sledečo študijo. Na kartah v merilu 1:10000 je prikazana vplivana površina, razdeljena pa je po intenziteti na štiri zone. V tekstovnem delu je opisano dejansko stanje posameznih drevesnih vrst ločeno po zonah. Prav tako je prikazana perspektiva posameznih drevesnih vrst, in na splošno perspektiva posamezne zone s stališča gozdarstva, erozije, klime, zdravstva in oblike pokrajine.

V obrazložitvev moramo že v uvodu povedati, da se v okviru te študije nismo spuščali v podrobno analizo v kolikšni meri je posamezen industrijski obrat udeležen pri nastanku škod na gozdnem drevju. Glavni povzročitelji so termoelektrarna Trbovlje (SO_2), Cementarna Trbovlje (cementni prah, delno SO_2), kemična tovarna Hrestnik (Cl). HF! Tem večjim industrijskim obratom se pridružujejo še: apnenica v Zagorju in Zidanem mostu, cementarna v Zidanem mostu, steklarna v Hrestniku, separacije premogovnikov v Zagorju, Trbovljah, Hrestniku in Dolu. Svoj delež v kompleksu imisij imajo še številni manjši industrijski obrati.

Proučevanje imisijskega vpliva v Zasavju bo v grobem potekalo v treh fazah.

1. Ugotavljanje in proučevanje imisijskih poškodb na gozdnem drevju - škod na gozdovih vsled onesnaženega ozračja.
2. Ugotavljanje kdo, kdaj, s čim in v kolikšni meri onesnažuje ozračje.

3. Iskanje ustreznih bioloških in tehničnih metod za pre- prečevanje škodljivega vpliva industrijskih imisij.

Po programu del z razpoložljivo delovno silo, finan-
čnimi možnostmi in inštrumentarijem, nam je bilo v letu
1969 možno izvršiti dela samo pod prvo točko, kar je tudi
vsebina tega poročila. V naslednjih letih prideta v delov-
ni program ostali dve fazi.

Za tolmačenje kartografskega in tekstovnega gradiva,
naj že v uvodu obrazložimo osnovne principe in pojme kate-
rih smo se pri delu posluževali.

Pri izločanju vplivane površine in notranjem zonira-
nju smo uporabljali metode simptomatike na asimilacijskih or-
ganih gozdnega drevja, metodo patološkega izgleda iglavcev,
predvsem smreke, pogostost lišajev, terensko analizo debelin-
skega prirastka (izvrtkov) in splošno vitalnost sestojev.
Ta opazovanja smo vršili v precej gosti mreži na določenih
presotkih in smereh. Končno karto vplivanega področja smo iz-
delali na podlagi mreže točk z interpolacijo, ob upošteva-
nju zakonitosti širjenja imisij pod vplivom orografije, sme-
ri vetrov, oddaljenosti od vira in nadmorske višine.

Vplivano površino smo razdelili na štiri zone:

- I. Malo poškodovani gozdovi
- II. Srednje poškodovani gozdovi
- III. Močno poškodovani gozdovi
- IV. Uničeni gozdovi, ali gozdovi v štadiju močnega propada-
nja, ki se ga ne da preprečiti.

Opis posameznih zon

I. Malo poškodovani gozdovi

Razširjenost: V večji oddaljenosti od emitentov v zavetrnih smereh, za terenskimi pregradami (grebeni), v večjih nadmorskih višinah ob manjših emitentih. I. zona je področje občasnih nižjih koncentracij.

Stanje gozdnega drevja: Na listavcih ni opaznih znakov obolenj. Na iglavcih, ki so na daleč videti zdravi pa opazimo določene znake, ki nakazujejo prisotnost škodljivega delovanja plinov. Konice dvoletnih smrekovih iglic so rumenkaste. Triletne iglice imajo često že rjasto rjave konice in pege, teh iglic je tudi občutno manj. Na izvrčkih se jasno vidi tendence zoževanja branik. Lišajev skoro ni.

Perspektive: Obstoj gozda v tej zoni ni ogrožen. Tudi iglavci, ki so v primerjavi z listavci mnogo bolj občutljivi imajo v tej zoni še vedno bodočnost. Računati pa moramo na zmanjšan prirastek. Ker to zono v fitocenološkem smislu predstavljajo bukova rastišča (Hacquetio - Fagetum, Arunco - Fagetum, Enneaphyllo-Fagetum in Blechno-Fagetum), ki jih brez škode lahko obogatimo z do 30 % iglavcev, se v tem primeru postavlja vprašanje, če se to izplača.

Zaključek: Nemotena rast listavcev, zmanjšan prirastek iglavcev, manj ekonomsko upravičena introdukcija iglavcev.

Grobo ocenjena površina: 1750 ha.

II. Srednje poškodovani gozdovi

Razširjenost : Srednja oddaljenost od emitentov, v delnem zavetstvu. Značilno je, da to zono pogosto srečujemo v področju sicer stalnih a manjših koncentracij plinov, to se pravi v nekoliko večji oddaljenosti po dolžini in višini od vira.

Stanje gozdnega drevja : Listavci na splošno ne kažejo izgube vitalnosti. Posamezni simptomi obolenj, predvsem po plinih pa se sporadično pojavljajo na izpostavljenih drevesih. Kot testno drevo med listavci smo opazovali bukev. Drugi listavci so videti zdravi. Bukev predstavlja $3/4$ ali 75 % lesne mase v tej zoni.

Iglavci, predvsem smreka, so srednje oboleli in fiziološko močno oslabljeni. Nekoliko povečano število sušic v primerjavi z gozdovi izven imisijskega vpliva, je prav gotovo v osnovi posledica delovanja plinov. Skoro vsi primerki smreke v vladajočem sloju imajo na iglicah značilne simptome obolenj po SO_2 (rumene ali rjave konice, pege, odpadle starejše iglice, suhe veje in celo negnjene vrhove). Lišajev na lubju listavcev skoraj ni opaziti.

Perspektive : Iglavci so v tej zoni močno ogroženi. Njihov prirastek je tako močno okrnjen, da je vsakršno pospeševanje iglavcev ekonomsko neupravičeno. Obstoj listnatih gozdov ni ogrožen, moramo pa računati z zmanjšanim prirastkom. V tej zoni je nujen prehod na čiste sestoje listavcev.

Zaključek : Postopen propad iglavcev, zmanjšan prirastek listavcev (bukov), ekonomsko neupravičena uvedba iglavcev, prehod na manj vredne sestoje listavcev z manjšo lesno maso, predvsem na račun iglavcev.

Grobo ocenjena površina: 1380 ha.

III. Močno poškodovani gozdovi:

Razširjenost : Mala oddaljenost od večjih emitentov, pod stalnimi srednjimi koncentracijami, ali pa nižjimi koncentracijami in pogostimi sunki večjih koncentracij, po nadmorski višini nekoliko nad emitentom.

Stanje gozdnega drevja : Iglavci so praktično že propadli. Kar jih še stoji so suhi, ali tako močno poškodovani, da se jih mora v prvem posegu odstraniti. Zdravega primerka iglavcev ni več. Listavci, predvsem najmočnejše zastopana bukev je močno ožgana. Po stanju 1969 je 25 % bukke v vladajočem sloju tako obbolele, da se bo posušila v tej prav gotovo pa v naslednji vegetacijski dobi. Jasno in močno izražene znake obolenosti po plinčini prahu imajo tudi drugi relativno bolj odporni listavci (graden, kostanj, javorji). Brez bolezenskih simptomov so samo gospodarsko nepomembni listavci (iva, breza, trepetlika, robinija).

Perspektive : Pri neznanjšanem imisijskem vplivu je v tej zoni problematičen celo obstoj gozda na sploh. Po propadu bukke, bomo dobili grmišča sestavljena iz odpornih grmovnih vrst (iva, breza, robinija, kobiljka, bezeg). Vsakršno vlaganje v gozdove te zone je z gozdarskega stališča ekonomsko neupravičeno. Gozdarstvo v najbližnji prihodnosti nima od teh površin ničesar pričakovati. Vdrševanje zelenila, bo obstajalo v popolni spremembi sodanje oblike goščav s prehodom na grmišča, ki bodo imela zgolj erozijsko varovalni, klimatsko blažilni in pokrajinsko oblikovni pomen.

Zaključek: Suhi vsi iglavci v drevesnem sloju. Približno 1/4 bukke v intenzivni fazi sušenja. Močno zmanjšan do prekinjen prirastek listavcev. Sestoji v fazi propadanja.

Grobo ocenjena površina: 700 ha.

IV. Uničeni gozdovi ali gozdovi v nezadržni akutni fazi propadanja .

Razširjenost : Neposredna bližina emitenta, mali dolžinski in višinski radius. Pod stalnimi visokimi koncentracijami plinov in prahu. V področju pogostih katastrofalnih sunkov.

Stanje gozdnega drevja in ostalega rastlinstva: V tej zoni praktično ni zdrave rastline. Osmojene so celo najbolj odporne ostre trave. Iglavcov ni več. Sem ter tja stojijo le sušice. Bukev, ki je tvorila sestoje v tej zoni je propadla že do 50 % in več. Preostala bukev je v nezadržni fazi propadanja. Močno prizadete so tudi ostale drevesne in grmovne vrste. Celo najbolj odporni listavci so obboleli. Edino liva in trepetljika še relativno kljubujeta visokim koncentracijam plinov. Značilno za to zono je tudi propadanje zelišč. Vrste z nežnimi vegetacijskimi organi so močno osmojene (tevje, vimček, grahorji, krvonočnico). Celo jesenska resna in borovnica sta ožgani.

Perspektive: Akuten propad vegetacije v celoti, začenši po slojih od zgoraj proti tlem (drevesni sloj, grmovni sloj, zelišča). Skrajno problematično vzdrževanje zelenila na oploh. Velika nevarnost erozije, ker najbolj ogrožena površina leži nad železniško progo in številnimi objekti. Z zdravstvenega

vidika je v tej zoni življenje ljudi resno ogroženo. Kmetijstvo je nemogoče. Prvič uspevajo samo še določene kulture, v teh pa so tako visoke koncentracije strupenih snovi, da je uživanje pridelkov lahko zelo nevarno.

Zaključek: Ta zona onemogoča kakršno koli biološko gospodarsko dejavnost. Varovanje teh površin je v interesu skupnosti. Gozdarstvo samo ni v steno niti ni dolžno v celoti nositi breme stroškov, ki bodo potrebni za preprečevanje katastrofalnih posledic v najbližji prihodnosti.

Grobo ocenjena površina: 310 ha.

Obrazložitev poročila.

Poročilo je predhodnega značaja, služilo bo za nazoren prikaz geografske razširjenosti vpliva industrijskih emisij na gozdove v Zasavju. Zunanja meja vplivnega področja je potegnjena po meji kjer se končajo sunanje vidni znaki obolenj na sarkel. Znano pa je, da je prirastek na gozdnem drevju zmanjšan že takrat, ko drevo na sunaj ne kaže nikakršnih bolezenskih simptomov. S tem hočemo povedati, da je vplivana površina lahko celo še večja. Za popolnoma točen prikaz škod na gozdovih bo v nadaljnjem delu potrebno s prirastnimi analizami po posameznih zonah in različnih v okviru posamezne zone izračunati dejansko letno izgubo na lesni masi. Izguba na prirastku, pa še zdaleč ne ponazorijo dejanskih škod. Upoštevati moramo posredne škodo kot, inpač pomladka, nevarnost požarov, stalno zmanjševanje osnovne mase na kateri se tvori prirastek, nevarnost erozijskih pojavov, sprememba izgleda pokrajine, poslabšanje klimatskih pogojev,

uničenje rekreacijskih predelov in splošno poslabšanje zdravstvenih pogojev za življenje prebivalstva.

Na koncu bi želeli povedati, da se pri obravnavanju tega problema v glavnem vedno govori samo o škodah, ki se jih da izračunati. Prav gotovo je to prva stvar, ki mora biti regulirana. Malo pa je bilo do sedaj povedanega o sekundarnih škodah, ki nastanejo zaradi propadanja gozda in ki se jih ne da računsko predočiti. Obširneje o tem bomo poročali v nadaljnjih prispevkih o proučevanju imisij-skega vpliva na gozdove v Zasavju.

Povzetek:

V tem predhodnem poročilu smo površine samo grobo ocenili s milimeterskim papirjem, zato je dopustna napaka $\pm 10 \%$. V dokončnem poročilu bodo površine določene planimetrično. Prav tako nam čas ni dopuščal izdelave distribucije površin po lastništvu in gozdno gospodarski pripadnosti. Vplivano področje pride pri Zidanem mostu na Celjsko gozdno gospodarsko območje.

in Bečič

Distribucija površin po razredih:

1.	I.	Malo poškodovani gozdovi	1750 ha
2.	II.	Srednje poškodovani gozdovi	1380 ha
3.	III.	Močno poškodovani gozdovi	700 ha
4.	IV.	Uničeni gozdovi ali gozdovi v štadiju močnega propadanja	<u>310 ha</u>
		Skupna površina:	<u>4 140 ha</u>

Ljubljana, 2. VI. 1969.

Poročilo sestavil:

Šolar ing. Marjan

Šolar Marjan

Dipl. ing. Marjan Šolar

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo
pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani

**Ugotovitve o posledicah prekomerno onesnaženega
ozračja na gozdove v Zasavju**

V grobem lahko vse raziskave razdelimo v pet skupin in sicer :

1. Ugotavljanje vzrokov in posledic
2. Določevanje areala poškodovanih gozdov in zon različnih stopenj poškodovanosti
3. Testiranje drevesnih in grmovnih vrst z namenom izbora vrst za biološko sanacijo - melioracije
4. Izračun neposrednih škod (izguba na lesni masi)
5. Prognoza bodočega stanja na podlagi proučevanj in dejstev zadnjih štirih let.

Težišče raziskav v okviru naloge je na drugi in tretji skupini, to je na določanju arealov in testiranju drevesnih vrst, ostale tri skupine pa služijo le kot dopolnilo in razlage za boljšo predstavo glavnih raziskav.

1. Ugotavljanje vzrokov in posledic

Stopnja poškodovanosti gozdov je funkcija oblike, vrste in koncentracije škodljive snovi, časa trajanja in nastopanja v toku dnevnega in letnega časa, rastišča, drevesne vrste in oblike sestojev ter specifičnih vremenskih in klimatskih pogojev.

Izčrpno meteorološko poročilo nas seznanja s skoraj vsemi faktorji

funkcije, tako koncentracijami, razporedu vrednosti in vremenskimi pogoji, ki so pogoj za nastopanje izredno visokih koncentracij žveplovega dioksida v Zasavju.

Gozdarji opredeljujejo Zasavje kot področje listnatih bukovih gozdov s povprečno 10 %, predvsem skupinsko primesjo iglavcev. Prevladujoča geološka podlaga so triadni apnenci in dolomiti, tla rujava in reddzine. O srednji vegetacijski tip predstavlja bukov gozd s tevjem, geografska varianta z vimčkom (*Hacquetio-Fagetum* var. *geogr. Epimeditosum*), ki porašča blažje nagibe in rjava gozdna tla. Strmejšje lege na dolomitu v severnih legah porašča gozdna združba bukve s kresničevjem (*Arunco-Fagetum*), južne lege pa bukov gozd z rdečo naglqvko (*Cephalanthero-Fagetum*). Extremno strme in tople lege pa so pod paraklimatogenimi združbami (*Quercu-Ostryetum*).

Bukev je znana srednje odporna drevesna vrsta, ki dobro prenaša kronično, enakomerno slabo do srednjo močno zapolnjanje. V Zasavju bukev hitro in akutno propada. Če brez poznanja emisijskih in imisijskih pogojev lahko na podlagi ekstremno močno poškodovanosti bukovih gozdov naredimo zaključek, da v Zasavju vladajo izredno hudi plinski pogoji. Pogled na obdelane meritvene podatke za SO_2 nam to potrjujejo.

Brez pomena je na tem mestu podrobneje obravnavati številske meritvene podatke in prikaze časovnih razporeditev koncentracij, navedli bi le nekaj kritičnih vrednosti, to je tistih, ki dajejo dominanten vzrok poškodovanosti gozdov v Zasavju. Znano je, da občutljive drevesne vrste (iglavci predvsem smreka) začno hirati že pri dolgotrajnih nizkih koncentracijah SO_2 , pri vrednosti 0.4 mg/m³. Točnih podatkov za mejne vrednosti koncentracij SO_2 za bukev nimamo. Na podlagi poznanja 2 x večje odpornosti napram smreki lahko trdimo, da je prva mejna vrednost za bukev nekje pri 1 mg SO_2 /m³. Lahko pa pride tudi do primerov, da je bukev celo bolj občutljiva kot iglavci. Na primer, če pride do kratkotrajne visoke koncentracije v "ugodnem" času (spomladi po olistanju, sredi dopoldneva, ko so listne reže najbolj odprte). V takem primeru pogosto pride do popolnega propada vsega asimilacijskega

aparata (listov). Drevo se po takem šoku ne more v tem letu več opomoči.

Podatki kot pogosto večurno trajanje koncentracij nad 10 mg SO₂/m³ (aparatura vleče črto na koncu meritvenega območja), povprečna dnevna koncentracija 7.7 mg SO₂/m³ dne 20.IV.1971 na postaji Praprotno (Ražek), povprečna mesečna konc. 1.64 mg SO₂/m³ v Radečah - (cca 12 km zračne linije od vira emisij) v mesecu decembru 1971 ; enajst polurnih povprečij od 1-1.2 mg SO₂/m³, 3 pup. od 2 do 2.9 mg, dva pup. od 3 do 3.9 mg, tri od 4 do 4.9 mg in 9 pup. nad 5 mg dne 25.V.1970 v Praprotnem nam nazorno kažejo, da v Zasavju po času trajanja in nastopanja ter količini nastopajo takšna plinska stanja, ki presegajo spodnje in pogosto tudi zgornje tolerančne meje za skoro vse gospodarsko pomembne drevesne vrste. Posledica tega je ogromen areal poškodovanih gozdov, po stanju jeseni leta 1970 - 5000 ha. V katastrofalnem letu 1971, pa se je po še ne dokumentarnih raziskavah areal povečal za dodatnih 700-800 ha. Jasno izražene simptome poškodb na listih in iglicah gozdnega drevja in grmovja, obloge prahu in saj ter povečano vsebnost žvepla v rastlinskih tkivih beležimo danes v prostoru med Vrhom nad Čolniščem, Kisovcem pri Zagorju, Potoško vasjo, Klekom nad Trbovljami, Ojstrim, Spodnjim Kalom, Uničnim, Marnskim sedlom, Kupško vasjo, Skopnim in Sv. Jurijem na Gorah. Meja poškodovanih gozdov od tu poteka po pobočju nad Vel. Širjem, se potegne nekoliko v dolino Savinje, nadalje teče po pobočju nad Radečami, Loko in Bregom do Sevnice. Na desnem bregu Save poteka navzgor nad Vrhovim, Hotemošem in Radečami, zavije v dolino Sopote do Njivic. Naprej se močno vzpne proti Zavratom, Klečevici in Boričem, doseže vrh Hudega hriba (cca 880 m) naprej teče v tej višini nad Matico, pri Dobovcu se povzpne v pobočje Kuma do višine cca 1000 m. Nadalje višina nekoliko upade, meja področja leži nad Školjo Rišo, proti Završjem, zajame del Šklendrovca, pobočja pod Graščico, kjer ne spusti v dolino Save.

Zgornji del (gledano po toku Save je točno proučen), spodnji del pod Radečami pa je v proučevanju. Tu gre za že navedeno po letu 1970

registrirano površino po oceni 700-800 ha.

Vzroki za ogromno površino poškodovanih gozdov z velikim delom močno poškodovanih gozdov in že nastalih goličav leže v veliki emisiji (do 200 ton SO_2 dnevno), skrajno neugodnih reliefnih pogojih (ozka globoka dolina) in pravtako neugodnih vremenskih pogojih (pogosto nastopanje toplotnih obratov), ki jih podrobneje obravnava meteorološki del poročila. Gozdarska opažanja in ugotovitve se v vseh pogledih skladajo z meteorološkimi in meritvenimi ugotovitvami, predvsem v pogledu lokacije najmočnejše poškodovanih gozdov (pod inverzijsko plastjo).

2. Določevanje površin poškodovanih gozdov in zon različnih stopenj poškodovanosti .

Določitev poškodovanosti poteka po treh različnih metodah :

- a) Simptomatski (zunanje vidne poškodbe na asimilacijskih organih)
- b) kemično analitski (povečana vsebnost snovi iz onesnaženega ozračja v rastlinskih tkivih).
- c) prirastomlovni (analize ugotavljanja zmanjšane prirastka).

Ugotavljanje po eni sami metodi je vedno pomanjkljivo, tudi če gre za najpopolnejšo kemično-analitsko diagnostično metodo. Vedno je priporočljivo ugotavljanje površin poškodovanih gozdov vsaj po dveh metodah, ena od njih pa mora biti kemično analitska.

Pri našem delu smo uporabljali simptomatsko in kemično analitsko metodo, v teku so tudi prirastne meritve. Že na tem mestu moramo povedati, da v Zasavju pri raziskavah obstoji velika težava zaradi neprestanega večanja emisij. Ugotovitve danes, jutri ne držijo več. Vsa stanja veljajo le za datum določitve z dodatnim opozorilom, da se stanje do danes (konec leta 1972) nenehno slabša. Tako je na primer citirana površina ob objavi že povečana.

Pri grobem določevanju površine plinsko vplivanih gozdov ne običajno poslužujemo še številnih opažanj in pojavov, ki so značilni za delovanje plinov na gozdno drevje. Pri iglavcih je življenjska doba iglice krajša, manjkajo starejše iglice. Celoten izgled drevesa je rumenkast-klorotičen. Vrhovi, predvsem pri smreki so ukrivljeni in nag-njeni, iglice so krajše. Za listavce v plinskih področjih je značilno, da dosti preje zaključijo dobo rasti. Listi porušeni že v poznem poletju in kmalu odpadejo predvsem na vrhu in koncih vej. Lubje je gladko, brez lišajev in izbeljeno.

V pomoč pri grobem izločanju so nam tudi opažanja poškodovanosti takoimenovanih indikatorskih rastlin, to je rastlin, ki so napram določenemu plinu posebno občutljive (šentjanževka-Hypericum perforatum, gladkole, lilije ; od kmetijskih rastlin ajda). Čanova pa so tipični simptomi na vegetacijskih organih. Ker gre v Zasavju za absolutno dominanco žveplovega dvoksida, smo opažanja vršili po tipični SO_2 simptomatiki. K sami simptomatski metodi spada izločevanje drugih možnih povzročiteljev podobnih ali celo enakih simptomov (glive, škodljivci, posledice suše, pomanjkanje hranil, udarci od toče in podobno).

Že iz opisa simptomatskih metod je razvidno, da same v popolnosti ne morejo služiti za določevanje poškodovanosti gozdov in da morajo biti vedno dopolnjene vsaj z eno drugo bolj točno metodo.

Toliko o določanju skupnega areala poškodovanih gozdov. Nadalje ločimo več stopenj poškodovanosti, bodisi posameznih primerkov, sestojev ali gozdnih predelov. Ločimo štiri stopnje poškodovanosti in jih označujemo z arabskimi štev. od 1-4, kjer:

- 1 pomeni - malo poškodovan gozd
- 2 pomeni - zmerno (srednje) poškodovan gozd
- 3 pomeni - močno poškodovan gozd
- 4 pomeni - zelo močno poškodovan gozd in že nastale goličave

Površine enako poškodovanih gozdov predstavljajo zone, označujemo jih z rimskimi štev. od I. - IV. po istem principu kot stopnje poškodovanosti. Nekateri avtorji ločijo samo tri zone z označbo v obravnanem vrstnem redu kjer zona I. zajema stopnji 3. in 4, ker pa prihaja po tem načinu do zamenjave, smo si v našem prikazu dovolili modifikacijo označevanja. Tako zona I. zajema vse malo poškodovane gozdove (1), zona IV. pa goličave in zelo močno poškodovane gozdove.

Stopnje poškodovanosti in zone določujemo po številčnosti nastopanja tipičnih fenomenov. Jasno pa je, da ostrih mej ni. Zunanjo mejo omejenega področja se da točno določiti. Prav tako mejo med III. in IV. zono. Meje med zonami I. in II. ter II. in III. so običajno postopne. Pomagamo si s številom obolelih primerkov.

V I. zoni je poškodovanih manj kot 25 % primerkov, poškodbe so tudi slabo izražene (robne nekroze, majhen del asimilacijskega aparata nosi poškodbe).

V II. zoni je poškodovanih od 25-50 % primerkov, poškodbe so močnejše izražene, število sušic je odločno večje kot v malo poškodovanih ali zdravih gozdovih.

V III. zoni prevladuje močno poškodovano drevje 50-75 %, številne sušice.

V IV. zoni pa je običajno prisotnega le še četrtna drevja, ki je v celoti močno poškodovano. Sem prištevamo tudi že nastale goličave.

Kemično analitske metode za določevanje stopenj poškodovanosti in oblikovanje zon niso primerne, ker povečana vsebnost žvepla ni v sorazmerju s intenziteto plinskega vpliva. Bolj poškodovano tkivo ali celo ^{lahko} odmrlo ima manj žvepla kot še živo tkivo.

Zaradi omenjenega dejstva se kemičnih analiz poslužujemo predvsem za določevanje zunanje meje. Pri notranjem razumevanju so bolj odločilne prirastne analize in število obolelega drevja.

Pred prikazom stanja v Zasavju moramo povedati še to, da simptomatsko določena meja predstavlja, v primerjavi s kemično analitsko in prirastno najbolj notranjo mejo, se pravi določuje najmanjši areal poškodovanih gozdov. Kemično analitska določuje največjo površino, ker zajame takozvane "nevidne" poškodbe. Med tema dvema mejama pa leži meja tistega vpliva, ki povzroča zavore v rasti in ki je za gozdarstvo najvažnejša, določimo jo s prirastnimi analizami.

Sledeči prikaz temelji v glavnem na simptomatskih ugotovitvah, ki pa so kemično analitsko potrjene. Prikazane površine so, zaradi dejstva, da simptomatska meja površine poškodovanih gozdov določuje najmanjše areale, manjše kot so v resnici.

Površine poškodovanih gozdov v Zasavju po stanju spomladi 1971.

S kupna površina določena planimetrično na podlagi karte v merilu

1 : 10000 znaša 5000 ha od tega

IV. zelo močno poškodovan gozd in goličave	400 ha
III. močno poškodovan gozd	1000 ha
II. srednje poškodovan gozd	1500 ha
I. malo poškodovan gozd	<u>2100 ha</u>

Vsega 5000 ha

Glej kartografsko prilogo št. 1.

Površina poškodovanih gozdov zajema dele ljubljanskega, celjskega in brežiškega gozdnogospodarskega območja.

Za potrditev simptomatskih ugotovitev smo v dneh od 20. -25. septembra 1972 odvzeli 83 vzorcev smrekovih iglic in naredili analizo na žveplo po metodi Eschka.

Kot testno drevesno vrsto smo vzeli smreko, čoprav je površinsko in številčno močno podrejena, vendar je po tej plati bolje obdelana, tudi ima večletne asimilacijske organe, kar omogoča daljše sprejemanje snovi iz onesnaženega ozračja ter s tem boljše določitev. Važno je tudi dejstvo, da je v mejnem plinskem področju tudi močneje zastopana. Če želimo dobiti resnično popoln areal plinsko vplivanih gozdov se moramo vedno posluževati metode opazovanja najbolj občutljive drevesne vrste. Vzorci so bili odvzeti ob simptomatski meji določeni po bukvi. Predpostavljali smo, da mora biti tudi smreka poškodovana. 97.26 % pozitivnih prob in to močno odstopajočih od primerjalnih vrednosti, nam je domnevo v popolnosti potrdilo. Analizirali smo eno in tri letne iglice.

Izven plinskega območja smo odvzeli 10 vzorcev za primerjavo:

Srednja vrednost enoletnih iglic (SO_2 v %) - 0.47 (5 vzorcev) ; % S 0,157
Srednja vrednost triletnih iglic ~ ~ - 0.62 (5 vzorcev) ; % S 0,207

To je srednja vrednost področnih primerjalnih vzorcev. Je visoka in domnevamo, da smo jih odvzeli preblizu. Srednja vrednost splošnih primerjalnih vzorcev odvzetih na Krimu pri Ljubljani znaša:

za enoletne iglice 0.33 % SO_2 ; 0,110 % S
in za triletne iglice 0.37 % SO_2 ; 0,124 % S

Primerjave smo kljub temu delali s področnimi ničelnimi vzorci in po tem načinu dobili 97.26 % pozitivnih rezultatov kar popolnoma potrjuje, da simptomatska meja ni bila napačno postavljena in bi izkazala prevelik areal poškodovanih gozdov, pač pa ravno nasprotno, površina poškodovanih, ali bolje rečeno plinsko vplivanih gozdov je zagotovo večja od prikazane. V nadaljnjih raziskavah smo to pravo mejo tudi določili.

Glej prilogo št. 2 (tabelarični prikaz kemičnih analiz).

Prvi rezultati prirastnih analiz so nam prav tako pokazali, da je razlika v prirastku med poškodovanimi in zdravimi gozdovi v vseh pri-

merih signifikantna za bukev. Pri smreki se to ni pokazalo, zelo verjetno pa so analizirane smreke v rasti popolnoma stagnirale. Pri vrtnanju smo analizirali zadnjih in predzadnjih 5 branik, misleč, da je zadnja branika, branika leta 1971, verjetno pa je to le branika leta 1967 (čas povečanega vpliva). Tako z izvirtkom 10 branik nismo zajeli želenega obdobja 1962-1971, ampak obdobje 1958-1967. Od tod tudi izvira ugotovitev, da pri smreki prirastek ni zmanjšán. Moral bi biti še veliko bolj, ker je smreka bolj občutljivo drevo kot bukev. Če bomo domnevo v nadaljnjih raziskavah potrdili se bo pokazalo, da prirastek pri smreki pri močnem zaplinjanju sploh izpade, drevo se posuši ali pa le še životari in ne prirašča več.

3. Testiranje drevesnih in grmovnih vrst z namenom izbora za biološko sanacijo - melioracijo.

Z namenom ugotavljanja primernosti znanih odpornih drevesnih vrst za vzpostavljanje zaščitnih nasadov na ogolelih površinah in premono sestojev v področju manj vplivanih zon (I. in II). smo vzpostavili 5 poskusnih nasadov iz osmih drevesnih vrst. Izbrali smo drevesne vrste, ki so se drugod že dobro obnesle, na njih predvsem veliko gr^Adijo v inozemstvu.

A . Listavci

1. Črna jelša (*Alnus glutinosa*)
2. Robinja (*Robinia pseudoacacia*)
3. Trepetljika (*Populus tremula*)
4. Navadna breza (*Betula verrucosa*)
5. Rdeči hrast (*Quercus rubra*)

B. Iglavci

1. Omorika (*Picea omorika*)
2. Japonski macesen (*Larix leptolepis*)
3. Črni bor (*Pinus nigra*)

Najodpornejše drevesne vrste smo posadili v najmočnejše vplivano področje v IV. zono pri Račku nad Praprotnim (črna jelša, robinija, trepetljika, breza).

V III. zono v Šavni peči smo posadili omoriko, japonski macesen, črni bor in rdeči hrast.

Na Kovku v prehodu med II. in III. zono smo posadili omoriko in japonski macesen.

Omoriko, črni bor, japonski macesen in rdeči hrast pa še v zdravo okolje na Kopitniku.

Del nasadov smo tudi gnojili z namenom ugotavljanja vpliva mineralnega gnojenja na odpornost drevesnih vrst napram žveplovemu dvokisu. Nasadi so bili vzpostavljeni koncem aprila 1971. Delo je bilo ventno izvršeno. Sadiivni material zelo dober, razen črnega bora.

Po uspelem štartu sadik, 90 % se je prijelo, smo skozi celo vegetacijsko dobo v letu 1971 in 1972 vsak mesec pregledovali stanje nasadov. Pokazalo se je, da vse rapidno propada, je močno ožgano tako, da smo na koncu prve vegetacijske dobe imeli v nasadih sledeče stanje :

1. Nasad "Račkovo" (črna jelša, breza, trepetljika, robinija).

Vse štiri vrste posajene v gnojeni in negnojeni varianti. IV. zona.

a) črna jelša	žive ožgane	34 %
	delno žive	30 %
	suhe	36 %
b) breza	žive ožgane	0 %
	delno žive	4 %
	suhe	88 %
c) trepetljika	žive ožgane	0 %
	delno žive	4 %
	suhe	96 %

d) robinija	žive ožgane	36 %
	delno žive	32 %
	suhe	32 %

Razlik med gnojeno varianto in negnojeno ni bilo, zato je prikaz skupen.

2. Nasad "Šavna peč" - ob cesti III. zona

a 1) omorika gnojena	normalna	6 %
	malo ožgana	49 %
	srednje ožgana	11 %
	močno ožgana	11 %
	suha	23 %

a 2) omorika negnojena	normalna	0 %
	malo ožgana	2 %
	srednje ožgana	2 %
	močno ožgana	55 %
	suha	41 %

b) japonski macesen	gnojen + negnojen	- ni razlik,
zato skupen prikaz	živih a ožganih	21 %
	delno živih	41 %
	suhih	38 %

c) rdeči hrast gnojen in no gnojen skupaj	živih a ožganih	64 %
	delno živih	26 %
	suhih	10 %

3. Nasad "Šavna peč"-Durnikov vinograd III. zona

a) japonski macesen	živih a ožganih	9 %
	delno živih	60 %
	suhih	31 %

b) rdeči hrast	živih a ožganih	36 %
	delno živih	30 %
	suhih	44 %
c) črni bor	živih a ožganih	5 %
	delno živih	3 %
	suhih	92 %

4. Nasad "Kovk" prehod II. in III. zone

a 1) omorika-gnojena	normalna	42 %
	malo ožgana	31 %
	srednje ožgana	11 %
	močno ožgana	5 %
	suha	11 %
a 2) omorika-negnoj.	normalna	3 %
	malo ožgana	17 %
	srednje ožgana	33 %
	močno ožgana	39 %
	suha	8 %
b) japonski macesen (gnojen in negnojen skupaj)	normalen	30 %
	ožgan	25 %
	suh	45 %

5. Nasad "Kopitnik" - zdravo nevpilvano področje

a) omorika	normalnih	87 %
	suhih	7 %
po divjadi	poškodovanih	56 %
b) japonski macesen	normalnih	56 %
	suhih	11 %
po divjadi	poškodovanih	4 %

c) rdeči hrast	normalnih	42 %
	delno živih	38 %
	suiih	15 %
d) črni bor	100 % propadel zaradi slabih sadik.	

Zaključki opazovanj prvega leta :

Po uspešnem štartu sadik opažamo skozi celo vegetacijsko dobo nenehno propadanje nasadov, ki je do konca leta privedlo v prikazano stanje. Erez ožigov praktično ni ostal noben primerek. Kljub temu, da smo v močnejše vplivane zone posadili bolj odporne drevesne vrste, je izpad in poškodovanost večja v izvoru emisij bližjim zonam ter pasu pod inverzijsko plastjo. Pri omoriki se je odločno pokazal pozitiven učinek gnojenja. Na listavcih tega nismo mogli ugotoviti. Popoln propad črnega bora pripisujemo pomanjkljivi pažnji pri manipulaciji s sadikami. Velik delež pri propadu trepetljike ima napad topolovega raka (*Dothichiza populnea*). V gozdarstvu normalno beležimo pri osnavljanju nasadov izpad okoli 10 % do maksimalno 15 %. Leto 1971 je bilo izredno sušno, zato lahko rečemo, da je izpad nad 15 % pripisovati plinom. K izpadlim sadikam v našem primeru moramo prišteti tudi vse delno žive in močno poškodovane primerke. Osnovno merilo ugotavljanja primernosti določene drevesne vrste ni suha sadika, temveč normalno in malo ožgana sadika. Čim imamo imamo več kot 50 % primerkov bolj kot malo poškodovanih, pomeni, da vrsta za sadnjo ne pride v poštev. V našem primeru, po analizi prvega leta, (ki daje vedno predobre rezultate) praktično ni primera, da bi lahko sklepali o primernosti v določeni zoni testirane vrste za sadnjo v tej zoni. Edino gnojena varianta omorike na Kovku izkazuje 73 % normalnih in malo ožganih primerkov, v Šavni peči ob cesti pa 55 %. Če bi takšen rezultat dobili po večletni opazovalni dobi, bi imel pomembno vrednost. Tako pa lahko zaključimo, da testiranih 8 drevesnih vrst nima ob obstoječem za-
plinjanju Zasavja v zoni IV. nobene perspektive, v III. pa obstoje male možnosti za vnašanje najodpornejših.

Še podrobnejši pregled nam daje sledeča analiza drugega leta trajanja nasadov.

Leto 1972 - splošna značilnost je v dobro namočenem vegetacijskem obdobju in občutno manjši emisiji v obdobju maj-avgust. Kljub temu, pa že uvodoma povemo, da je bilo propadanje nasadov pospešeno. Omeniti moramo še, da so nasadi spomladi pokazali veliko slabšo sliko kot je bila v jeseni 1971. V glavnem so se posušili, oziroma niso več olistali vsi delno živi primerki listavcev. Iglavci so zimo prestali nekoliko boljše.

Stanje jeseni 1972

1. Nasad "Račkovo"

- a) črna jelša - vsega samo en živ primerek
- b) breza - " -
- c) trepetljika - 100 % propad
- d) robinija - 60 % suhih, 40% delno živih

2 . Nasad "Šavna peč " - ob cesti

a) omorika - gnojena

normalna	0 %
malo ožgana	0 %
srednje ožgana	8 %
močno ožgana	50 %
suha ali manjka	42 %

a) omorika-negnojena 1971, gnojena 1972

normalna	0 %
malo ožgana	0 %
srednje ožgana	2 %
močno ožgana	44 %
suha ali manjka	54 %

b) japonski macesen - skupaj

Vsega še 14 % živih primerkov

c) rdeči hrast - živih toda močno poškodovanih še 74 % ,

lahko jih opredelimo kot delno žive

3. Nasad "Šavna peč" - Durnikov vinograd

100 % propad vseh treh drevesnih vrst (jap. macesen, rdeči hrast, črni bor).

4. Nasad "Kovk"

a 1) omorika - gnojena 1971 in 1972

normalna	0 %
malo ožgana	67 %
srednje ožgana	8 %
močno ožgana	3 %
suha ali manjka	22 %

a 2) omorika gnojena samo v letu 1972

normalna	0 %
malo ožgana	13 %
srednje ožgana	54 %
močno ožgana	23 %
suha ali manjka	11 %

b) japonski macesen

10 % sadik še životari (kljub zažiti močno drgnjene po divjadi)

5. Nasad "Kopitnik"

Z ozirom na leto 1972 popolnoma enaka slika pri omoriki in črnem boru. Rdeči hrast in nepoznanega vzroka močno propada. Verjetno neprimerno rastišče in nadmorska višina.

Zaključki opazovanj drugega leta

Splošna ugotovitev je, kljub ugodnejšim emisijskim in vremenskim pogojem, da so vsi nasadi nadalje akutno propadali. Dva izmed njih nasad 1 (Račkovo) in 3 (Šavna peč) sta v celoti propadla. Razlika med lani gnojeno in negnojeno omoriko se ni zmanjšala, kljub temu, da smo v letu 1972 pognojili vso. Izkazalo se je, da izmed izbranih vrst, za IV. najmočnejše vplivano zono ni nobena primerna, tudi ob intenzivni negi in gnojenju. Vrste posajene v III. zono so prav tako za melioracije neprimerne, dajo pa nekaj možnosti za danje v II. zono. Nekaj možnosti obstoji tudi za sadnjo vrst iz IV. zone (jelša, breza, trepetljika, robinija) v III. zoni. Z nadaljnjimi poskusi želimo to dokazati. Propad določene drevesne vrste v določeni zoni, narekuje poskus sadnje iste vrste v za stopnjo manj vplivano zono.

Skupni zaključek

Na podlagi opazovanj skozi dve vegetacijski dobi lahko naredimo sledeče zaključke :

1. Za IV. ne obstoji v sedanjih emisijskih pogojih nikakršna možnost vzpostavitve nasadov. Kot dokaz služi popoln propad štirih najbolj odpornih drevesnih vrst.
2. Črna jelša, breza, trepetljika in robinija nakazujejo možnost sadnje v III. zoni, na ustrezna rastišča ob dodatku gnojenja in poostreni negi ter varovanju.
3. Omorika, japonski macesen, črni bor in rdeči hrast so primerne vrste za zoni II. in I.
4. Edina možnost biološke sanacije IV. zone obstoji šele po močnem zmanjšanju emisij.
5. Oblikovanje gospodarskega gozda je tudi v III. zoni nemogoče,

obstoji pa možnost vzpostavitve zelenila, ki bi imelo vsaj del posrednih gozdnih varovalnih vlog. Dela so vezana na ogromne stroške, minimalno 20.000 ND po hektarju.

6) Vse ugotovitve držijo samo za obstoječe stanje plinskega delovanja. Tudi ob nepovečani emisiji se bo propad gozda nadaljeval še nekaj let.

7. Osnova za kakršnakoli melioracijska dela je predhodna sanacija virov emisij.

4. Izračun neposrednih škod (izguba na lesni masi)

Pri naših rednih gozdarskih delih, predvsem pa na iniciativo gozdnega gospodarstva v zvezi z izdelavo izvedeniških poročil za sodišče, smo v letu 1972 pristopili k sistematičnemu ugotavljanju zmanjšane prirastka na podlagi izvrtkov. Vrtali smo za 10 let nazaj z namenom ugotavljanja prirastka zadnjih petih let (po pričetku obratovanja TE II.) in predhodnih petih let. Pri bukvi se je pokazala signifikantna razlika med % prirastka obeh obdobj, kakor tudi močno signifikantna razlika napram prirastku zdravih bukovih sestojev na istem rastišču izven plinskega področja. Prirastne analize smo delali v III in II. zoni, v močno in srednje poškodovanih bukovih gozdovih. Prirastki so bili ^{povprečno 44 %} tudi do 60 % zmanjšani. Poleg tega smo ugotavljali tudi izpad glavnice (to je suhega drevja). Normalno v gozdarstvu ob dobrem gospodarjenju beležimo zelo majhno število sušic po hektarju (cca 2-3 kom). V III. zoni po število sušic in polsušic pogosto doseže tudi do 30 % števila drevja. Pri izračunu škode, zaradi zmanjšane prirastka moramo upoštevati tudi prirastek izpadle lesne mase, ki bi v nasprotnem primeru ostala v sestoji in normalno priraščala.

Vrtanje smreko po istem principu (5 in pet let nazaj) pa nama ni dalo pričakovanih rezultatov, kljub temu, da bi morale biti razlike še vedno veliko večje. Prirastek dobe 1967-1971, so od prirastka dobe 1962-1966 ni razlikoval, čeprav smo vrtali močno do zelo močno poškodovana drevesa. Zelo verjetno pa preživela smreka po letu 1968 sploh ne prirašča več.

Pri bukvi v II. zoni smo izračunali, da je prirastek v primerjavi s prirastkom gozdov v plinsko nevplivanem področju za 41 % manjši. Kot primer navajamo, da smo za 889 hektarjev gozdov SLP (splošno ljudsko premoženje) za leto 1969, 1970 in 1971 izračunali izgube na lesni masi v vrednosti 493.211 ND.

Glavni problem v Zasavju pa bodo neposredne škode, to je škode, ki nastajajo vsled ^{propada} posrednih gozdnih koristi (čuvanje tal pred erozijo, regulacija vodnega režima ...) Predstavljajmo si, da nam začne erozijski material zasipati komunikacijske objekte v dolini ?

5. Prognoza bodočega stanja na podlagi proučevanj in dejstev zadnjih štirih let.

Znano je dejstvo, da se posledice na gozdovih v pravi podobi pokažejo v določenem časovnem zaostanku. V bodočih letih lahko ob obstoječi emisiji pričakujemo nadaljnje večanje površine poškodovanih gozdov, predvsem pa večanje - širjenje močnejše poškodovanih zon. Prav v obdobju 1970-1972 smo ugotovili, da je četrta zona (zelo močno poškodovani gozdovi in goličave) zajela del III. zone. V letu 1969 postavljena II. zona je letos skoro v celoti III. zona (močno poškodovani gozdovi), kot primer navajam Dobovec, Škofjo Rižo in okolice Strušč (kmet Kreže). Isto velja za Drago in del planote na Kovku, področja nad Šavno pečjo in okolico Velikega Širja. Predel nižje od Zidanega Mosta predvsem pod Radečami pa je sploh na novo registriran kot področje poškodovanih gozdov, zato tudi še nismo uspeli izdelati zon poškodovanosti. Posebno pereč bo v najkrajšem času problem površin, kjer je gozd že v celoti propadel. Izginja že tudi grmovni in zeliščni sloj rastlinstva, pretijo nepopravljive posledice erozijskih pojavov. Neposredne gospodarske škode bodo narasle za 10 in večkrat. Zaradi nasičevanja tal z različnimi kemičnimi snovmi propada koristna talna favna, zmanjšuje se rodovitnost (poslabšanje kemičnih in fizičnih lastnosti tal). V vprašanju je kvaliteta pitne vode in še niz vsem živim bitjem nujnih faktorjev.

Akutna imisijska problematika Zaccavja terja hitro in dosledno ukrepanje, v nasprotnem primeru bodo sledile katastrofe, ki ne bodo v ponos naši družbi, ki si je zadala delovnemu človeku ustvariti boljše življenje. Zavedati se moramo, da napredek, ki ga celotni družbi dajejo dobrine in proizvedena energija lokalno močno prizadenejo del družbe in da naše ugodje ob televizorju, gretju ob električni peči, olajšanemu delu z električnimi aparati in stroji plačuje zasavski kmet, delavec, ko mora živeti v strupenem, onesnaženem okolju in trpi slabo povrnjene gospodarske škode.

V Ljubljani, 10. 12. 1972.

Šolar Marjan, dipl. ing.

Šolar Marjan

Priloga A - tabelarični prikaz kemičnih analiz

$\bar{x}_a = 0.47$ srednji vrednosti področnih primerjalnih vzorcev
 $\bar{x}_b = 0.62$ (S₀%) za enoletne (a) in triletno iglice (b) smreke.

Štev. vzorca	a	b	Opombe	Lokacija
1	0.62	0.77	++	Kisovec
2	0.48	0.81	++	Pod Čolniščem
3	0.55	0.99	++	Kisovec-kamnlom
4	0.63	1.08	++	Zagorje-Klanec
5	0.49	1.07	++	Kotredež
6	0.53	0.92	++	Klek
7	0.73	1.28	++	Trbovlje-Klek
8	0.52	1.96	++	Trbovlje-Sv. Marko
9	0.52	0.86	++	Bobnarica
10	0.56	0.93	++	Novi dol
11	0.45	0.74	- +	- pri enoletnih iglicah Unično-Marnsko
12	1.06	1.10	++	Dol-Marnsko
13	0.74	1.14	++	Črdenca
14	0.50	0.81	++	Skopno
15	0.40	0.71		primerjalna točka Kopitnik
15 A	0.43	0.88		primerjalna točka Kopitnik
15 B	0.67	0.59		primerjalna točka Kopitnik
16	0.68	0.83	++	Gore
17	0.44	1.50	- +	- pri enoletnih iglicah Vel. Širje
18	0.68	1.37	++	Brezno
20	1.21	0.70	++	obrnjene vrednosti Radeče
21	1.08	1.52	++	Loka pr. Z. Mostu
22	0.92	1.78	++	Breg
23	0.86	1.43	++	Boštanj

Štev. vzorca	a	b	Opombe	Lokacija
25	0.66	1.33	++	Vrhovo 1
26	0.84	1.09	++	Vrhovo 2
27	1.07	1.77	++	Radeče d
29	1.11	1.39	++	Škratova dol
30	0.77	0.79	++	Boriče
31	0.48	0.67	++	Hudi hrib
31 A	0.36	0.45	primerjalna točka	Pri transformatorju
32	0.88	1.08	++	pri Strgarju
33	1.04	1.10	++	Matica 1
33 A	0.73	-	+	Matica 2
34	0.50	0.74	++	Lontovž
34 A	0.52	0.62	+ 0	Lontovž-Kum
35	1.16	1.94	++	Škofja Riža
36	1.00	1.63	++	Šklendrovec
36 A	1.16	1.82	++	Prusnik
37	0.62	1.17	++	Zagorje-desni breg
38	0.64	1.20	++	Vrh-Čolnšče
39	0.50	0.45	primerjalna točka	Kum

Izven področne primerjalne točke

1	0.28	0.36	Zgornji Ig
2	0.30	0.35	Rakitna
3	0.40	0.40	Rakitna
4	0.40	0.42	nad Rakitno
5	0.27	0.29	Otavo
6	0.34	0.36	nad Rakitno
\bar{x} a	0.33		
\bar{x} b		0.37	

Priloga B - Načini ocenjevanja v prikazih stanja poskusnih nasadov

Zaradi različnosti oblik in časa trajanja asimilacijskih organov testiranih drevesnih vrst nismo mogli uvesti enotnega ocenjevanja. Tako smo omoriko ocenjevali sledeče :

normalna sadika - pomeni 90 % asimilacijskega aparata iglic je zdrava.

malo ožgana sadika - 10-25 % iglic nosi poškodbe

средnje ožgana sadika - 25-50 % iglic nosi poškodbe

močno ožgane sadike - 50-75 % iglic nosi poškodbe

zelo močno ožgane sadike - več kot 75 % iglic nosi poškodbe

Pri ostalih drevesnih vrstah smo zaradi dejstva, da so bile vse močno poškodovane ocenjevali tri stopnje :

živa a ožgana sadika - živo steblo do terminalnega popka, listi ali iglice poškodovane.

dolno živa sadika - suh vrh, suhi konci vej, vendar del stebela in korenina so živi in zdravi.

suha sadika - popolnoma suha.

Izračun potencialno možnih škod na gozdovih v Zasavju z ozirom na predvideno višino novega dimnika TE Trbovlje (360 m)

Z izgradnjo visokega dimnika se bodo imisije prenesle v višje lege. Potencialno bo ogrožen višinski pas nad višino 600 m nad morjem. V tem pasu leže gospodarsko pomembni gozdovi z večjim deležem iglavcev, ki so posebno občutljivi napram žveplovemu dvokislu. Največja verjetnost nastopa poškodb in škod obstoji v predelu Dolovca iz dveh razlogov. Gozdovi leže zelo blizu izvora emisij (povprečno cca 3 km) in drugič, delež iglavcev se v tem predelu giblje okoli 50 %. Po možnosti nastopa poškodb je na drugem mestu gozdni predel Koptnik. Leži v pasu do 10 km oddaljenosti. Prav v tem predelu je bilo v zadnjih letih osnovanih dosti nasadov smreke katerih obstoj bo v bodoči situaciji verjetno močno vprašljivo. Pri kalkulaciji izračuna škod ne smemo izpustiti vseh proti izvoru emisij nagnjenih gozdnih področij do oddaljenosti 10 km.

Z izhodišči, da v pasu do 5 km oddaljenosti lahko nastopijo maksimalne koncentracije $2.5 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ zraka, da tako stanje lahko traja do 1 % letnega časa in da obstoji možnost presega vrednosti $0.75 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ zraka kar v 5 % časa letno, smo na podlagi izkušenj tu predvideli možnost nastopa poškodb 2. stopnje na listavcih (bukev) in poškodb 3. stopnje na iglavcih (smreka)

Poškodbe 2. stopnje (uničenega do 25 % asimilacijskega aparata) imajo za posledico najmanj za 20 % zmanjšan prirastek. Poškodbe 3. stopnje (do 75 % poškodovanega asimilacijskega aparata) pa redno zmanjšajo prirastek za ~~okoli~~ ^{najmanj} 50 %.

Na podlagi navedenih dejstev moramo pri izračunu potencialnih možnih škod v pasu do 5 km oddaljenosti vzeti kot osnovo 20 % izgube prirastka na bukvi in 50 % na smreki.

V pasu oddaljenosti od 5 - 10 km obstoji možnost nastopa koncentracije $2 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ zraka v enem % letnega časa. 4 % letnega časa pa ima lahko koncentracije nad 0.75 mg .

Našteti emisijski pogoji lahko povzročijo na bukvi poškodbe 1. stopnje (10% poškodovanih listov) in prav toliko zmanjšan prirastek, na smreki pa po-

škodbe 2. stopnje (do 25 % poškodovanih listov ali iglic) in približno enako zmanjšan prirastek.

V pasu oddaljenosti od 5 - 10 km bomo pri izračunu škod upoštevali 10 % izgube prirastka na bukvi in 25 % na smreki. V večji oddaljenosti poškodb ne pričakujemo več.

Določitev ostalih za izračun potrebnih osnov:

1. Prirastek: Podatke o prirastku smo vzeli iz veljavnih ureditvenih načrtov Gozdnega gospodarstva Ljubljana. Obravnavana površina (nad 600 m do oddaljenosti 10 km) spada v sledeče gozdno gospodarske enote: Dolovec, Hrastnik, Čemšenik, Kolovrat in Trbovlje. Za gospodarski enoti Dolovec in Hrastnik nismo mogli upoštevati povprečnega prirastka enote, temveč smo vzeli podatke o prirastku za tisti del enote, ki leži nad višino 600 m. V izračunu so upoštevani sledeči prirastki:

Dolovec:	iglavci	2.3 m ³ /ha	;	listavci	2.4 m ³ /ha
Hrastnik:	"	1.4 "	;	"	2.9 "
Čemšenik:	"	1.7 "	;	"	2.1 "
Kolovrat:	"	1.3 "	;	"	2.5 "
Trbovlje:	"	1.7 "	;	"	1.5 "

Glede na izrazito odstopanje enote Dolovec smo le to obravnavali ločeno, ostale pa skupno in vzeli povprečno vrednost.

Dolovec:	iglavci	2.3 m ³ /ha	;	listavci	2.4 m ³ /ha
Ostalo:	"	1.5 m ³ /ha	;	"	2.5 m ³ /ha

2. Površine: Pri določitvi površin smo upoštevali celotno proti virom emisij eksponirano površino, nad 600 m do oddaljenosti 10 km. Zaradi že omenjene razlike v prirastkih med gospodarsko enoto Dolovec in ostalimi enotami smo površine prikazali ločeno. Določitev površin je bila narejena na podlagi planimetriranja karte v merilu 1 : 50.000.

Dobili in v izračunu smo upoštevali sledeče površine:

<u>Dolovec</u> :	oddaljenost do 5 km	- 1125 ha
"	5 - 10 km	- 375 ha
<u>Ostalo</u> :	"	5 - 10 km - 1975 ha

Zaradi zelo malih delov, ki leže v oddaljenosti do 5 km smo izven enote Dolovec vse dali v bolj oddaljeno zono.

3. Določitev cene lesa na panju:

Ceno lesa na panju dobimo, če od dejansko realizirane prodajne cene odbijemo vse nastale stroške in dajatve. Po podatkih poslovnega poročila gozdnega gospodarstva Ljubljana za preteklo leto 1973 je bila zasavska situacija sledeča:

<u>Iglavci:</u>	dosežena prodajna cena	450,22 din	
	direktni stroški	200,03 din	
	fiksni stroški	111,43 din	stroški 311,46 din

Cena lesa na panju $450,22 - 311,46 = 138,76$ din

Zaradi poenostavitve ceno zaokrožujemo na $140,00$ din/ m^3 .

Op. Direktno stroške sestavljajo stroški poseka, izdelave, spravila, prevoza in manipulacije. Fiksni pa so amortizacija in investicijsko vzdrževanje.

Listavci: Od skupne lesne mase, ki napade pri poseku, odpade pri listavcih na tehnični les (hlodovina) 50 %, 40 % na drva in 10 % na odpadek.

a) Določitev cene lesa na panju za tehnični les listavcev

	dosežena prodajna cena	375,00 din	
	direktni stroški	172,42 din	
	fiksni stroški	111,43 din	stroški 283,85 din

Cena lesa na panju $375,00 - 283,85 = 91,15$ din

Zaokroženo 90,00 din

b) Določitev cene drv na panju

	dosežena cena	224,05 din
	dir. stroški	199,45 din

Cena drv na panju = 24,60 din Zaokroženo 24,00 din

I z r a č u n:

A - gozdni predel Dobovec

1.) predel v oddaljenosti do 5 km

a) iglavci

Tekoči letni prirastek $2.3 \text{ m}^3/\text{ha}$ na 1125 ha

$$1125 \times 2.3 = 2588 \text{ m}^3$$

50 % zmanjšano = 1294 m^3 po 140.00 din = 181,160 din

b) listavci

Tekoči letni prirastek $2.4 \text{ m}^3/\text{ha}$ na 1125 ha

$$1125 \times 2.4 = 2700 \text{ m}^3$$

20 % od $2700 \text{ m}^3 = 560 \text{ m}^3$

Od tega 50 % tehničnega lesa = 280 m^3

o in 40 % drv = 224 m^3

$280 \text{ m}^3 \times 90 \text{ din} = 25,200 \text{ din}$

$224 \text{ m}^3 \times 24 \text{ din} = \underline{5,376 \text{ din}}$

Skupno listavci do 5 km 30,576 din

2.) Predel v oddaljenosti 5 - 10 km

a) iglavci

Tekoči letni prirastek $2.3 \text{ m}^3/\text{ha}$ na 375 ha

$$375 \times 2.3 = 863 \text{ m}^3$$

25 % od $863 \text{ m}^3 = 216 \text{ m}^3$ po 140.00 40.240 din

b) listavci

Tekoči letni prirastek $2.4 \text{ m}^3/\text{ha}$ na 375 ha

$$375 \times 2.4 = 900 \text{ m}^3$$

10 % od $900 \text{ m}^3 = 90 \text{ m}^3$

od tega 50 % tehničnega lesa = $45 \text{ m}^3 \times 90 - - - - 4050 \text{ din}$

40 % drv = $36 \text{ m}^3 \times 24 - - - - \underline{864 \text{ din}}$

Skupno listavci v zoni 5 - 10 km --- 4914 din

B - ostali gozdni predeli (Kopitnik)

Vse leži v oddaljenosti 5 - 10 km

a) iglavci

Tekoči letni prirastek 1.5 m³/ha na 1975 ha

1975 ha x 1.5 = 2962 m³

25 % od 2962 = 740 m³ po 140 din - - - - - 103,600 din

b) listavci

Tekoči letni prirastek 2.5 m³/ha na 1975

1975 x 2.5 = 4938 m³

10 % od 4938 m³ = 494 m³

od tega 50 % tehničnega lesa 247 m³ x 90 - - - - -22.230 din

40 % drv 198 m³ x 24 - - - - - 4.752 din

26.982 din

Rekapitulacija :

A Dobovec

Zona do 5 km iglavci 181.160 din

listavci 29.464 din

Zona 5-10 km iglavci 30,240 din

listavci 4.914 din

B Ostali predeli

iglavci 103.600 din

listavci 26.982 din

Skupno vsega 376,360 din

Izguba na prirastku na skupno 3475 ha, na katerih obstoji realna možnost pojava poškodb v novi situaciji po izgradnji visokega dimnika znaša 376,360 din. Za popoln prikaz škod bi morali upoštevati še manjšo vrednost sortimentov, večja vlaganja v obnovo gozdov in kasneje tudi eventualni izpad glavniče. Menimo, da je prikazani znesek spričo znanih pogojev (emisija, imisijske vrednosti, občutljivost drevesnih vrst, denkrometrijski podatki) realna ocena škod, ki lahko nastanejo v bodoči novi emisijski situaciji v Zasavju.

Izračun izdelal:

Direktor:

Marjan Šolar, dipl.ing.

Milna Kuder, dipl.ing.

Datum: 19. septembra 1972

VIŠJE GOSPODARSKO SODIŠČE

L j u b l j a n a

ZADEVA: izvedeniško mnenje v gospodarskem sporu tožeče stranke Gozdno gospodarstvo Ljubljana proti toženim strankam Cementarna Trbovlje, Termoelektrarna Trbovlje, Steklarna Hrastnik in Tovarna kemičnih izdelkov Hrastnik

Gozdarsko-lesarski oddelek biotehniške fakultete je bil s sklepom višjega gospodarskega sodišča / P 515/70-61/ dne 27.3. 1972 imenovan za izvedenca v gospodarskem sporu tožeče stranke Gozdno gospodarstvo Ljubljana proti toženim strankam Cementarna Trbovlje, Termoelektrarna Trbovlje, Steklarna Hrastnik in Tovarna kemičnih izdelkov Hrastnik.

Gozdarsko-lesarski oddelek biotehniške fakultete je dne 14.4. 1972 poveril izdelavo izvedeniškega mnenja skupini:

mgr. Dušan ROBIČ, dipl. ing. gozd.,
Marjan ŠOLAR, dipl. ing. gozd.,
mgr. Iztok WINKLER, dipl. ing. gozd.

Navedena skupina je proučila sodni spis, opravila potrebne terenske ogleda in meritve ter daje naslednje izvedeniško mnenje:

I.

Presoja, ali so povzročitelji škode na gozdnih površinah, ki jih upravlja tožeča stranka le izpušni plini, prah in saje, ki jih izločajo tovarne toženih strank pri svojem obratovanju /točka IV a sodnega sklepa/.

V Sloveniji je ca. 20 000 ha gozdov v katerih se kot posledica onesnaženega zraka zmanjšujejo donosi lesa. Ti gozdovi so v okolici največjih industrijskih centrov, zato je upravičena domneva, da ti gozdovi propadajo prav zaradi delovanja strupenih plinov, ki jih pri svojem obratovanju izlo-

čajo tovarne v teh krajih.

Eno glavnih emisijskih žarišč je v Zasavju, kjer je ogroženo ca. 5000 ha gozdov, od tega ca. 1400 ha v tki. III/IV coni ogroženosti. Tožeča stranka je vložila odškodninski zahtevek za 889 ha, po njenem mnenju najbolj ogroženih gozdov, pri čemer sodi, da se v teh gozdovih zmanjšuje prirastek lesa, ponekod pa tudi že zmanjšuje osnovna lesna zaloga/glavnica/ prav zaradi škodljivih plinov, ki jih izločajo tovarne toženih strank.

Da bi na eni strani preverili gornjo domnevo, na drugi strani pa nastalo škodo kvantificirali, smo opravili potrebne terenske meritve prirastka gozdnega drevja na ogroženem območju in prirastka lesa na neogroženem območju. Te analize so pokazale:

1. Razlika v prirastku med osebki bukve na ogroženem območju in osebki bukve na neogroženem območju

1.1. Prirastek bukve na ogroženem območju

Debelinske stopnje	3	4	5	6	7	8	9	10
Povprečni debelinski prirastek v cm	0,24	0,17	0,18	0,22	0,26	0,23	0,28	0,22
Odstotek volumnega prirastka	7,20	2,84	2,11	1,98	1,90	1,43	1,51	1,03

1.2. Prirastek bukve na neogroženem območju

Debelinske stopnje	3	4	5	6	7	8	9	10
Povprečni debelinski prirastek v cm		0,28	0,36	0,41	0,41	0,42	0,38	
Odstotek volumnega prirastka		4,68	4,21	3,69	2,99	2,60	2,10	

1.3. Preverjanje zanesljivosti razlik med prirastkom bukve na ogroženem in neogroženem območju

Statistična analiza / t-test/ je pokazala, da obstaja med prirastkom osebkov bukve na ogroženem območju in prirastkom osebkov bukve na neogroženem območju zelo značilna razlika / $df = 5$, $p = 0,001$, $t_{izt} = 8,7422$, $t_{tab} = 6,859$ /

2. Razlika v prirastku osebkov bukve v obdobju 1967-71 in v obdobju 1962-66 na ogroženem in na neogroženem območju

Ker se je emisija škodljivih plinov v zadnjih letih povečala, lahko sklepamo, da se je tudi prirastek v ogroženem območju moral občutneje zmanjšati, na neogroženem območju pa ne bi smelo biti značilnih razlik. Zato smo napravili tudi primerjavo prirastka bukve v obdobju 1962-66 in v obdobju 1967-71 na ogroženem in na neogroženem območju.

2.1. Prirastek bukve na ogroženem območju v obdobju 1967-71

Debelinske stopnje	3	4	5	6	7	8	9	10
Povprečna širina branike	1,2000	0,8286	0,8826	1,1100	1,3000	1,1333	1,4000	1,1000
% volumnega prirastka	7,20	2,84	2,11	2,07	2,12	1,55	1,62	1,08

2.2. Prirastek bukve na ogroženem območju v obdobju 1962-66

Debelinske stopnje	3	4	5	6	7	8	9	10
Povprečna širina branike	1,6000	1,4000	1,4759	1,5300	1,6600	1,6333	1,8667	2,1000
% volumnega prirastka	9,60	4,68	3,63	2,70	2,63	2,17	2,10	1,97

2.3. Preverjanje razlik med prirastkom bukve na ogroženem območju v obdobju 1967-71 in v obdobju 1962-66

Statistična analiza / t-test / je pokazala, da je razlika med prirastkom bukve v obdobju 1967-71 in v obdobju 1962-66 zelo značilna / $df = 7, p = 0,001$, $t_{tbl} = 5,5405$, $t_{izr} = 7,5056$ /.

2.4. Prirastek bukve na neogroženem območju v obdobju 1967-71

Debelinske stopnje	3	4	5	6	7	8	9	10
Povprečna širina branike		1,4000	1,8000	2,0667	2,0286	2,0857	1,9000	

2.5. Prirastek bukve na neogroženem območju v obdobju 1962-66

Debelinske stopnje	3	4	5	6	7	8	9	10
Povprečna širina branike	1,6000	1,8667	2,3333	2,1143	2,3429	3,2000		

2.6. Preverjanje zanesljivosti razlik med prirastkom bukve na neogroženem območju v obdobju 1967-71 in v obdobju 1962-66

Statistična analiza/ t-test/ je pokazala, da med prirastkom bukve na neogroženem območju v obdobju 1967-71 in v obdobju 1962-66 ni značilnih razlik / $df=5$, $p=0,05$, $t_{tbl}=2,571$ $t_{izr}=1,9029$ /.

Na podlagi gornjih podatkov in analiz lahko z veliko zanesljivostjo trdimo, da je prirastek bukve na ogroženem območju manjši kot na neogroženem in da se še zmanjšuje, in to vzporedno s povečano emisijo plinov, ki jih izločajo tovarne toženih strank.

3. Razlika v prirastku smreke med osebki na ogroženem in osebki na neogroženem območju

3.1. Prirastek smreke na ogroženem območju

Debelinske stopnje	3	4	5	6	7	8
Povprečni debelinski prirastek v cm	0,22	0,25	0,26	0,36	0,24	0,32
% volumnega prirastka	6,60	4,18	3,04	3,24	1,75	1,98

3.2. Prirastek smreke na neogroženem območju

Debelinske stopnje	4	5	6	7	8	9	10	11
Povprečni debelinski prirastek v cm	0,16	0,21	0,26	0,30	0,35	0,48	-	0,48
% volumnega prirastka	2,67	2,46	2,34	2,19	2,17	2,59	-	2,02

3.3. Preverjanje zanesljivosti razlik med prirastkom smreke na ogroženem in na neogroženem območju

Statistična analiza/t-test/ je pokazala, da med prirastkom smreke na ogroženem in na neogroženem območju ni značilnih razlik / $df = 4, p = 0,05$, $t_{tbl} = 2,776$, $t_{izr} = 1,2125$ /. Možno bi bilo, da je ogroženo območje smreke že tako veliko, da se zato ne kažejo med našimi meritvami nobene značilne razlike. Zato smo napravili še primerjalno analizo prirastka smreke na ogroženem ozemlju in prirastkom smreke na podobnih neogroženih rastiščih smreke v drugih predelih Slovenije/Čemšenik, Grusuplje, Kolovrat/. Statistična analiza je ponovno pokazala, da ne obstajajo značilne razlike med prirastkom smreke na enem in drugem območju.

Dopustna je torej trditev, da se letni prirastek smreke zaradi škodljivega delovanja plinov ne zmanjšuje. Pač pa lahko domnevamo, da posamezni osebki smreke zaradi prekomerne koncentracije plinov v ozračju naenkrat propadejo. To domnevo pa v celoti potrjujejo podatki, da je na ogroženem območju pri odkazovanju smreke odpadlo v zadnjih treh letih/ 1969-71/ povprečno 32 % odkazanega lesa iglavcev na sušice, na neogroženem območju pa le ca. 10 %. Delež sušic pa se tudi iz leta v leto povečuje.

II.

Presoja, ali so parcele št. 484 k.o. Podkraj in parcele pod vlož. št. 163 k.o. Dobovec gozdne /točka IV b sodnega sklepa/

Parcele št. 484 k.o. Podkraj in parcele št. 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 500 in 501 /vse vlož. št. 163 k.o. Dobovec/ so v naravi gozdne in kot take vnešene v gozdnogospodarske načrte, spremembe v katastru

pa so po izjavi vodje službe za urejanje gozdov GG Ljubljana v postopku.

III.

Pregled tabelarnih izračunov škod /točka IV o sodnega sklepa/

1. Pravilnost izračuna lesne zaloge in prirastka

Tožeča stranka je v tabelarnem izračunu škod navedla podatke o lesni zalogi in prirastku na ogroženih površinah. Podatki so povzeti iz veljavnih gozdno-gospodarskih načrtov, ki so izdelani po predpisani metodologiji, ki upošteva dosežke sodobne gozdarske znanosti. Strokovno plat načrtov pa ob potrditvi preverja tudi posebna strokovna komisija pri republiškem sekretariatu za kmetijstvo in gozdarstvo. Zato sodimo, da ni nobenega razloga, da bi dvomili v pravilnost izračunanih podatkov.

2. Izračun izgube donosa/prirastka oz. glavnice/lesa

Tožeča stranka je izračunala škodo na izgubi letnega prirastka na podlagi podatkov posebne cenilne komisije, ki je ocenjevala letno škodo na prirastku po naročilu občinskega sodišča v Trbovljah. Metodologija, ki jo je uporabila navedena komisija pa je po našem mnenju problematična, ker temelji na okularnem ocenjevanju škode in podatki niso z ničemer dokumentirani. Realnost ocen je zato težko preverjati.

Sodimo, da bi pri prikazu izgube donosa morali prikazati ločeno:

- zmanjšanje prirastka in
- zmanjšanje glavnice.

Podatki za oba navedena elementa pa morajo temeljiti na konkretnih merjenjih prirastka oz. evidenci poseganja v glavnico.

Zato smo na vzorčnih ploskvah izmerili prirastek bukve na ogroženem in na neogroženem območju in ugotovili razlike-zmanjšanje prirastka/ podatke glej v točki I /. Zbrani podatki kažejo, da je po posameznih debelinskih stopnjah zmanjšanje prirastka naslednje:

Debelinske stopnje	% volumnega neogroženo obm.	prirastka ogroženo obm.	razlika	Zmanjšanje v % glede na prirastek na neogroženem območju
3	-	7,20	-	-
4	4,68	2,84	1,84	39,3
5	4,21	2,11	2,10	49,9
6	3,69	1,98	1,71	46,3
7	2,99	1,90	1,09	36,4
8	2,60	1,43	1,17	45,0
9	2,10	1,51	0,59	28,1
10	-	1,03	-	-

Upoštevajoč debelinsko strukturo drevja na ogroženem območju lahko rečemo, da je vsakoletni prirastek bukve na ogroženem območju povprečno za 41 % manjši od prirastka na neogroženem območju oz. da znaša ta razlika 1,38 % lesne zaloge.

Kot smo že navedli v točki I, se prirastek smreke ne zmanjšuje.

Zaradi sušenja drevja pa se zmanjšuje tudi osnovna lesna zaloga/glavnica/, in sicer po podatkih iz odkazilnih manualov za leta 1969-71:

-pri smreki	0,2325 m ³ /ha	/analiza na podlagi vzorca na površini 258,12 ha/
-pri bukvi	3,71 m ³ /ha	/analiza na podlagi vzorca na površini 300,07 ha/

Res je sicer, da tožeča stranka zmanjšanje glavnice v ogroženih sestojih /zaradi sušenja drevja/ zaenkrat še deloma kompenzira tako da prvenstveno sekajo suha drevesa v ogroženih sestojih, ostaja pa neizkoriščen etat v neogroženih sestojih, vendar to ne more iti v nedogled, ker v ogroženih območjih kmalu ne bo več gozda, v neogroženih sestojih pa se prekomerno in neracionalno kopiči lesna zaloga.

Iz navedenih naturalnih podatkov bi moral izhajati tudi izračun denarne odškodnine. Ker vsi ogroženi sestoji rastejo na približno enakih rastiščih in v isti coni ogroženosti zaradi plinov, je dopustno, da se izračun opravi enotno za celotno ogroženo območje, ne pa po posameznih parcelah.

3. Vrednost lesa na panju

Tožeča stranka je ceno lesa na panju izračunala tako, da je z republiškim odlokom predpisane minimalne cene lesa na panju povečala s količnikom 1,5.

Sodimo, da tak izračun ni ustrezen. Republiški odlok o cenah lesa na panju iz leta 1965 je predpisoval samo najnižje cene, ki jih je moral dobiti kmet-lastnik gozda za svoj les. Odlok je bil torej izrazito varstveni ukrep, ki naj zagotavlja pravice lastnikov zasebnih gozdov. Dejanske cene lesa na panju pa so višje, odvisno seveda od konkretnih gozdnogospodarskih razmer. Cene lesa na panju se tudi vsako leto spreminjajo zaradi sprememb prodajnih cen gozdnih sortimentov in sprememb v proizvodnih stroških.

Tudi v našem konkretnem primeru je treba izračunati dejansko izgubo donosa, zato je tudi ceno lesa na panju treba izračunati glede na konkretne gozdno-gospodarske razmere na ogroženem območju. Po podatkih, ki smo jih zbrali na gozdnem obratu Zagorje, so bile dejanske cene lesa na panju v posameznih letih naslednje:

	iglavci	listavci
1969	76,36 din/m ³	34,09 din/m ³
1970	70,54 din/m ³	50,50 din/m ³
1971	83,15 din/m ³	40,10 din/m ³

/Podrobni podatki so v priloženi tabeli/.

IV.

Nov izračun odškodnine

Izguba na prirastku bukve:

1,38 % od 112 149 m³ = 1548 m³ letno

za leto 1969	1548 m ³	po 34,09 din = 52.771 din
za leto 1970	1548 m ³	po 50,50 din = 78.174 din
za leto 1971	1548 m ³	po 40,10 din = 62.075 din

Izguba na prirastku smreke:

Izguba na glavnici bukve:

3,71 m³/ha oz. 3299 m³ na celotni površini letno. Ta glavnica bi dala vsako leto donos 63 m³. Odškodnina mora biti torej kapitalizirana vrednost tega donosa po obrazcu $K = \frac{r}{o,op}$:

za leto 1969	$\frac{63 \times 34,09}{0,03}$	=	71.589 din
za leto 1970	$\frac{63 \times 50,50}{0,03}$	=	106.050 din
za leto 1971	$\frac{63 \times 40,10}{0,03}$	=	84.210 din

Izguba na glavnici smreke:

0,2325 m³/ha oziroma 207 m³ na celotni površini letno. Ta glavnica bi dala vsako leto donos 5 m³. Odškodnina mora biti torej kapitalizirana vrednost tega donosa po obrazcu $K = \frac{r}{o,op}$:

za leto 1969	$\frac{5 \times 76,36}{0,03}$	=	12.727 din
za leto 1970	$\frac{5 \times 70,54}{0,03}$	=	11.757 din
za leto 1971	$\frac{5 \times 83,15}{0,03}$	=	13.858 din

Skupaj :

	1969	1970	1971	SKUPAJ
Izguba prirastka bukve	52.771	78.174	62.075	193.020 din
Izguba glavnice bukve	71.589	106.050	84.210	261.849 din
Izguba glavnice smreke	12.727	11.757	13.858	38.342 din
SKUPAJ	137.087	195.981	160.143	493.211 din

Smatramo za potrebno, da pri tem opozorimo, da gornji izračun odškodnine zajema le izgubo na donosu lesa in da tožeča stranka ni postavila zahtevka tudi za drugo gospodarsko škodo/ npr. za povečane stroške gospodarjenja, težje delovne pogoje delavcev v gozdni proizvodnji itd./ na kar bi bila po našem mnenju povsem upravičena.

V.

Povzročitelji škod in odgovornost za povzročeno škodo/točka IV d sodnega sklepa/

V zvezi s vprašanjem, s kolikšnim deležem so pri povzročeni škodi udeležene posamezne tovarne-tožene stranke, opozarjamo na izvedeniško mnenje, ki sta ga biotehniška fakulteta v Ljubljani in zavod za kemične in tekstilne tehnološke raziskave pri fakulteti za naravoslovje in tehnologijo v Ljubljani izdelala 7.marca 1972 po naročilu okrožnega sodišča v Ljubljani v pravdni zadevi št.P 921/70. V tem izvedeniškem mnenju so podrobni podatki o porabi goriv in v zrak izpuščenih količin SO_2 v obdobju 1946-71, ločeno po posameznih tovarnah. Iz tega mnenja povzemamo naslednjo ugotovitev:

"Škoda, ki nastane na določenih gozdnih in kmetijskih kulturah, objektih in vsej živi ali neživi naravi v določenem industrijskem bazenu, je posledica skupnega delovanja emisij v tem prostoru. Pri našem delu smo skušali ugotoviti, katere gozdne predele poškoduje določen industrijski obrat in ki bi se ga v tem primeru lahko obremenjevalo za nastalo škodo. Ugotovili smo, da je premikanje onesnaženih zračnih gnot silno pestro. Kljub temu, da je glavna smer vetrov proti vzhodu, pride tudi do nasprotnega toka po dolini navzgor. Zaradi omenjenega dejstva lahko naredimo zaključek, da je nastala škoda sumarno-večletno, posledica skupnega delovanja vseh zasavskih emisij, in da je edino pravilen ključ za delitev izplačila odškodninskega zahtevka izdelan po deležu emisije SO_2 posameznega zasavskega emitenta.

Ugotovitve kemikov/ v mnenju so podrobni tabelarični in grafični prikazi potrošnje goriv in v zrak spuščeni količin SO_2 ter porast omenjenih količin za razdobje 1946-71/ so potrdile našo gozdarsko ugotovitev, da Termoelektrarna Trbovlje povzroča ca.90 % nastalih škod. Preostalih ca.10 % pa si delijo Cementarna Trbovlje, Kemična tovarna in Steklarna Hrastnik"/ s.8-9/.

Ljubljana, dne 19.septembra 1972

mgr. Dušan Robič, dipl.ing.gozd.

Marjan Šolar, dipl.ing.gozd.

mgr. Iztok Winkler, dipl.ing.gozd.

I z r a č u n c e n e l e s a n a p a n j u

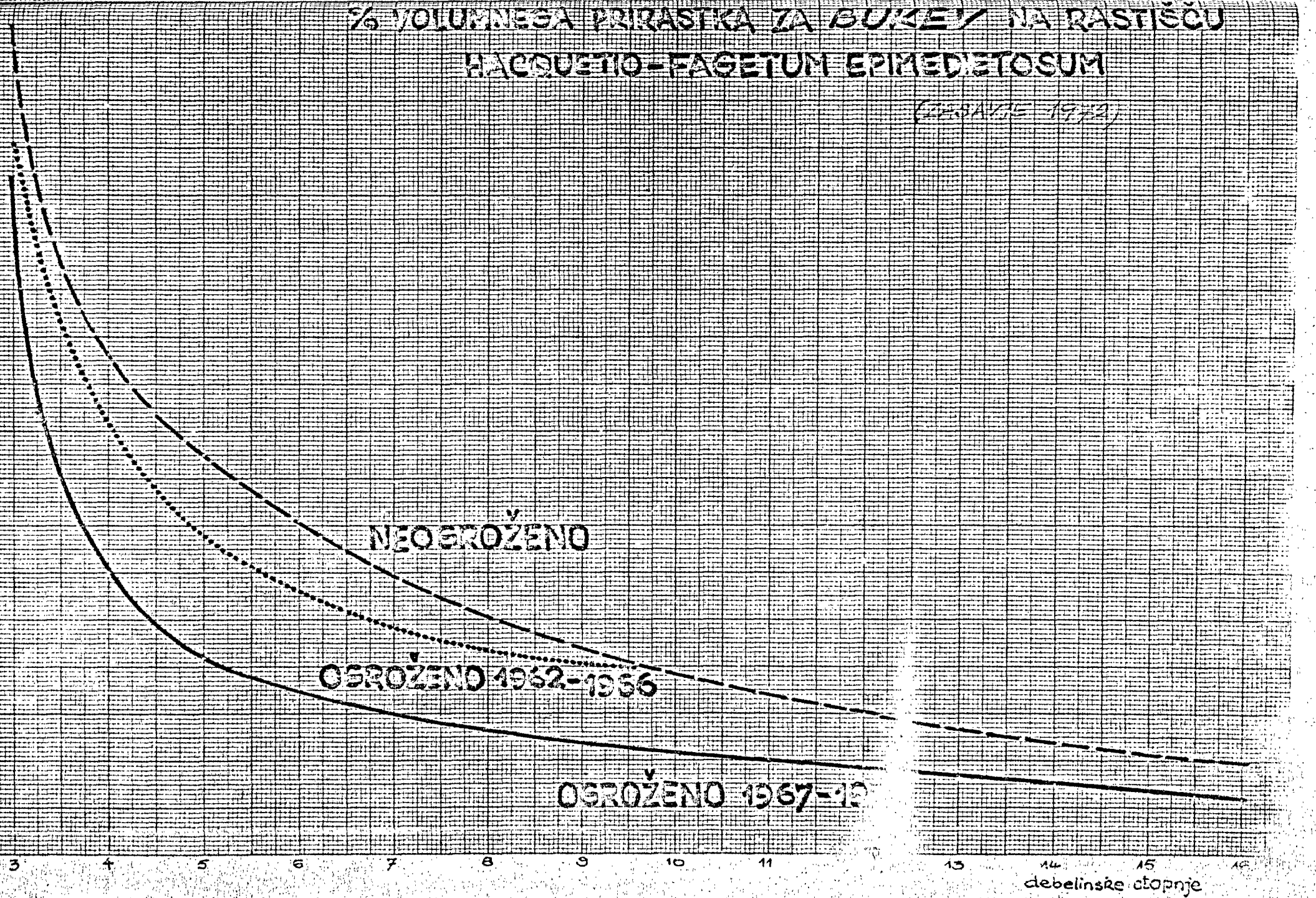
din/m³

	iglavci			listavci						povprečje		
	1969	1970	1971	tehnični les			drva			1969	1970	1971
				1969	1970	1971	1969	1970	1971			
Posek in izdelava	38.45	26.85	42.45	17.77	12.26	11.32	11.00	23.88	15.25	} 88.64	} 83.94	} 115.90
Spravilo in prevoz	47.81	71.03	66.18	68.13	57.50	99.84	61.52	65.54	73.92			
Manipulacija	32.14	14.48	13.72	9.77	4.04	15.48	5.58	9.72	10.62			
Splošni stroški	42.58	87.17	92.50							42.58	87.17	92.50
Skupaj stroški	160.98	199.53	214.85							131.22	171.11	208.40
Prodajna cena	237.34	270.07	298.00	207.23	269.87	287.42	102.43	149.21	190.11	165.31	221.61	248.50
Cena lesa na panju	76.36	70.54	83.15							34.09	50.50	40.10

% VOLUMNEGA PRIRASTKA ZA BUKEJ NA RASTIŠČU

HACQUETIO-FAGETUM EPIMEDIETOSUM

(PESAVJE 1972)



D.ROBIČ:

SUSENJE SMREKE ZARADI EMISIJE PLINOV V ZASAVJU

V letu 1972 smo ugotovili, da - sodeč po naših vzorcih - med debelin-
skim priraščanjem smreke na "ogroženem" in "neogroženem" območju ni
statistično značilnih razločkov.

Ta ugotovitev je vzbudila domnevo, da je smreka ogrožena že tudi na
območjih, ki smo jih sicer šteli za "neogrožena". Zato smo v analizi
uporabili še podatke o % volumnega prirastka iz gozdnoureditvenih
načrtov iz nekoliko oddaljenejših gozdnih predelov, vendar takih, kjer
je osnovna gozdna združba, zaradi enakega stratuma, še vedno Hacquetio-
Fagetum. Tudi tovrstne primerjave so pokazale neznačilne razločke.

Ker pa je dejstvo, da se v ogroženem območju smreke rapidno sušijo in
izginjajo iz gozdnih sestojev (v predelih z maksimalno ogroženostjo
npr. pri Račku smrek sploh ni več, čeprav je po informaciji, ki jo
je dobil tov Šolar pri Račku, imela lastnica gozdov v prejšnjih časih
kar 30% delež smreke v svojih gozdovih), smo poskušali najti razlago
z naslednjo hipotezo:

Smreke ohranijo zeleno krošnjo celo leto, zato so več čas pod vplivom
emisijskih plinov in so torej dalj časa izpostavljene njihovemu škod-
ljivemu učinku, kot pa npr. bukve, ki so od pozne jeseni, da zgodnje
pomladi brez listja. Redukcija asimilacijskega aparata poteka torej
kontinuirano in lahko domnevamo, da pride pri smreki na določeni stop-
nji zmanjšanja zelene površine do stanja, ko je asimilacija (produkcija
organskih snovi) po količini že zelo blizu potrošnji asimilatov (disi-
milacija) tako, da se bilanca približuje vrednosti nič. Drevo torej
porabi skoraj vso proizvedeno organsko snov za saturiranje osnovnih
živiljenjskih potreb, tako da za akumulacijo rezervne hrane in pa za
graditev novih branik (=letnic), preprosto ni prav nobene materialne
in energetske podlage. Tako naj bi torej tvorjenje branike v danih
razmerah izostalo in branike, ki smo jih ugotavljali na izvrtkih, bi
bile po tej domnevi - starejše.

Ta hipoteza je vsekakor novost, saj ^{je} v literaturi doslej znan in doka-
zan podoben pojav le pri listavcih (bukav, po nemških podatkih).

Da bi preverili to hipotezo, sva s Šolarjem pozno jeseni leta 1972
(v obdobju mirovanja rasti) na Dobovcu in v župi izbrala 40 smrek

na ozemlju različne stopnje ogroženosti, jih označila, zbrala izvrtke do sredine debla na prsni višini (za oceno celotne starosti in poteka priraščanja) in na vsakem drevesu odstranila približno 20 cm² veliko plast skorje (lubja) s kambijem vred. Na teh drevesih bi lahko kasneje spremljala vsakoletni potek priraščanja v debelino, predvsem pa bi se tako dalo nedvomno ugotoviti kako je s formiranjem branik.

Solar je januarja 1974 (obdobje mirovanja rasti) pregledal te smreke in sicer v območju največje ogroženosti, zbral novih 12 izvrtkov in večje število izsekov debel na mestih, kjer sva leta 1972 odstranila kambij. Analiza tega gradiva je pokazala, da formiranje branik ni izostalo. Ta ugotovitev zavrača opisano hipotezo, po kateri naj bi smreke v določenih razmerah ne gradile branik. Vendar pa bi kazalo zastavljena opazovanja nadaljevati, kajti kolikor vem, v letu 1973 v obrobju rasti od pomladi do jeseni TE Trbovlje II ni redno obratovala.

S podatki iz leta 1972 in z novimi iz leta 1974, sem napravil ponovno statistično analizo, pri čemer sem si zastavil naslednje vprašanje:

- ali je razloček med % volumnega prirastka (ugotovljenega iz širin branik) med obdobjema 1962 - 1966 in 1967 - 1971 (ta obdobja namreč sovpadajo z instalacijo TE Trbovlje II),
- in sicer na "ogroženem" in "neogroženem" ozemlju?

U g o t o v i t v e

- Razloček med % volumnega prirastka v obdobju 1962 - 1966 in 1967 - 1971 je statistično značilen in sicer lahko s 95% gotovostjo trdimo, da se je v obdobju 1967 - 1971 zmanjšal.
- Grafična primerjava (glej diagram) pa je pokazala, da zmanjševanje % volumnega prirastka ni pri smrekah vseh debelin enako (pri bukvi smo leta 1972 ugotovili vzporedno potekajoče krivulje). Snopi krivulj nakazujejo trende % volumnega priraščanja. Če vzamemo za "normalno stanje" priraščanje na Čemšeniku, Kolovratu in v Grosupljem (rumene krivulje; ti podatki izvirajo iz velikega vzorca in so torej zelo solidna orientacija), lahko ugotovimo naslednje:
 - - na "ogroženem" ozemlju je v obdobju 1967-1971 začel % volumnega prirastka na smrekah pete in šeste debelinske stopnje, tj. približno nad 21 cm prsnega premera, zelo strmo padati, tako, da je v sedmi debelinski stopnji padel že pod 1% (normalni % volumnega prirastka je pri tej debelini, sodeč po krivuljah, 2 do 3%)
 - - Tudi v obdobju 1962-1966 je bil trend % volumnega prirastka podoben,

vendar pa je rapidno upadanje nastopilo še le med šesto in sedmo debelinsko stopnjo.

- -Ponoven vzpon krivulj v osmi debelinski stopnji je posledica podatkov ki smo jih dobili z dreves, ki niso prizadeta. To so posamezne izjeme, ki si jih tolmačimo kot do plinov rezistentni osebki iz dela smrekove populacije in so seveda izjemni pojavi.
- -Nadaljnega poteka upadanja % volumnega prirastka pri debelejših drevesih (npr. 9, 10 in 11 debelinske stopnje) pa ni bilo mogoče dognati, ker tako debelih smrek sploh ni več v sestoji.
- -Zanimiva je primerjava poteka priraščanja na "neogroženem" ozemlju. Tudi tu so razločki med primerjanima obdobjema statistično značilni in s 95% zanesljivostjo lahko trdimo, da so v zadnjem obdobju (1967-1971) manjši.. Krivulja trenda % volumnega prirastka v obdobju 1962-1966 poteka v snopu trendov normalnega priraščanja, medtem ko je v obdobju 1967-1971 v 4 in 5 debelinski stopnji pod normalo, nato pa ostane v snopu normalnih trendov. To posredno dokazuje, da se je območje ogroženosti v obdobju 1967-1971 razširilo in prizadelo zlasti drobnejše smreke (15 - 25 cm prsnega premera).

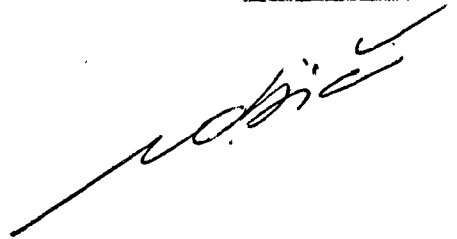
S k l e p n a u g o t o v i t e v

- Hipoteza, oz. domneva, da smreke v območju plinskih poškodb ne tvorijo branik - ni dokazana. Da bi jo popolnoma ovrgli, bomo potrebovali še podatke za vsaj petletno obdobje.
- Dokazano je, da je bil % volumnega prirastka ^{na istih drevesih} v obdobju 1967-1971 manjši od % volumnega prirastka v obdobju 1962-1966 in sicer tako v "ogroženem" kot "neogroženem" območju.
- Krivulje potekanja priraščanja na "neogroženem" območju potekajo v obdobju 1962-1966 v snopu normalnih krivulj, medtem ko to za obdobje 1967-1971 ne velja več, kar pomeni, da se je območje "ogroženosti" v zadnjih letih razširilo.
- Ugotovljeno je, da zmanjšanje % volumnega prirastka ne poteka enakomerno v vseh debelinskih stopnjah (tako kot je bil to primer pri bukvi), temveč, da začne rapidno propadati zlasti drevje določenih debelin in sicer med 5 in 6 debelinsko stopnjo. Takrat nastopi akutno propadanje smrek, ki povzroči redukcijo pretežne večine smrekove populacije.
- V mejah biološke variabilnosti najdemo osebke smreke, ki so kot kaže odporni proti plinskim poškodbam in se navidez nemoteno razvijajo dalje. Okoda je le, da je takšnih osebkov silno malo, tako da je

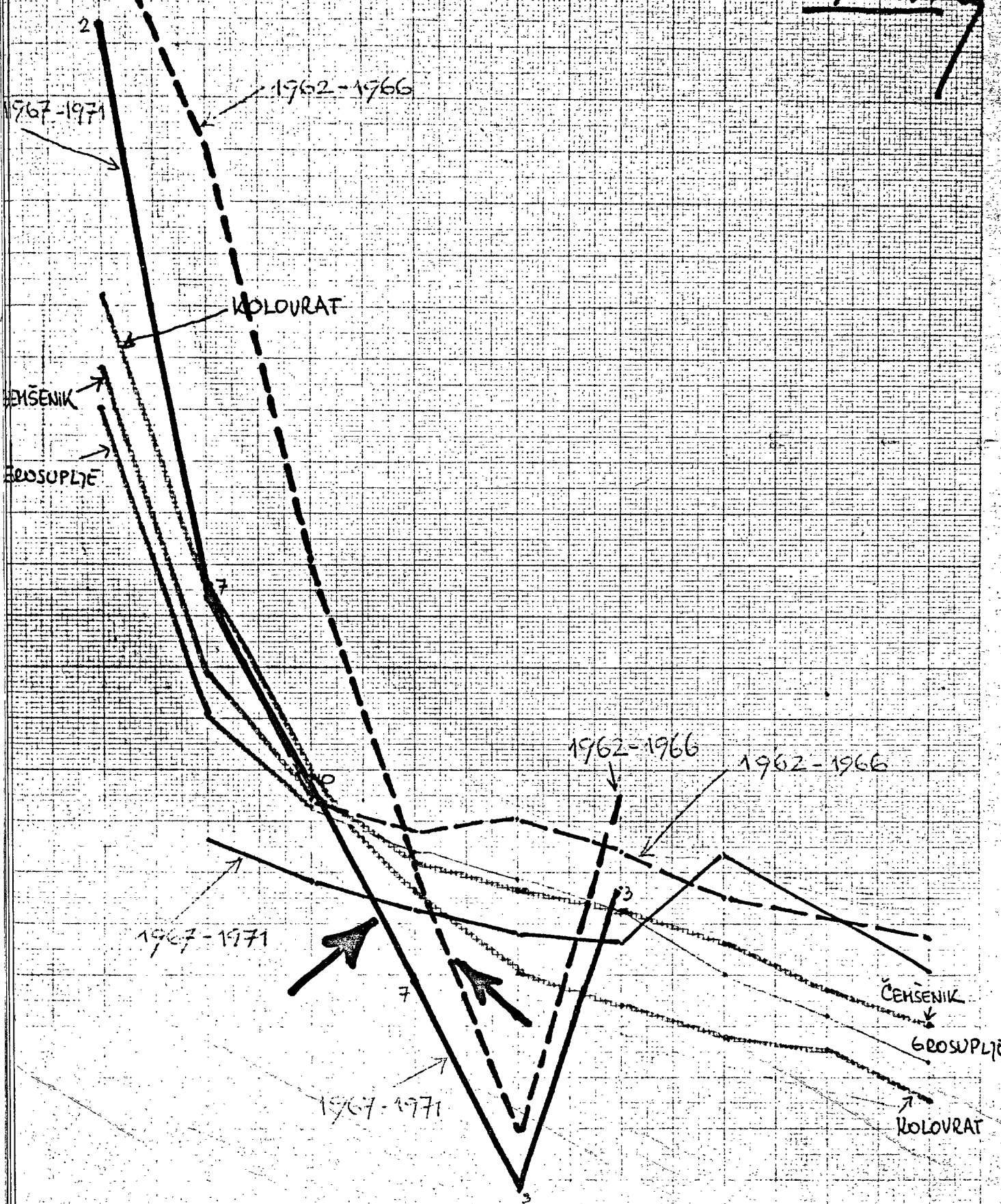
njihovo število v primerjavi s celotno smrekovo populacijo, zanemarljivo. Vsekakor pa bi prav te smreke utegnile postati zanimive kot matična drevesa za morebitno vzgojo proti plinom rezistentnih smrek.

- V vsakem primeru pa smreke na "ogroženem" ozemlju nepovratno izginjajo iz mešanih listnato-iglastih gozdov, tako da je izračun odškodnine na podlagi izgube glavnice smreke povsem utemeljen in upravičen.
- Sam potek priraščanja smreke na ogroženem ozemlju gre drugače kot pri bukvi, zmanjšanje prirastka se ne pozna v vseh debelinskih stopnjah enakomerno, temveč prizadene zlasti in predvsem drevesa določenih dimenzij, zato tudi izgube na prirastku najbrž ne bomo smeli pri smreki računati tako kot pri bukvi. Vsekakor pa to vprašanje za samo pravdo ni bistveno, saj tožeča stranka sploh ni zahtevala odškodnine za izgubo smrekovega prirastka. Vedeti je treba, da ugotovitev, da nastopi močna redukcija prirastka (približno 1/3) v 5 in 6 debelinski stopnji ni toliko pomembna kot dejstvo, da tej redukciji sledi odmiranje in propad skoraj vseh smrek.
- Pohiteti bo treba z analizo poteka redukcije priraščanja smreke, sicer bo smrek na katerih bi te pojave lahko proučevali prej zmanjkalo.

Ljubljana, 20. jan. 1974.



19/1 1974



ŠTŘEKAVSKÝ NÁHON

12,5 17,5 22,5 32,5 35,5 42,5 47,5 52,5 57,5 [m³/s]
3 4 5 6 7 8 9 10 11