

# Utjecaj borovih kultura na čistoću zraka u kliško-solinskom bazenu

---

**Meštrović, Šime**

*Source / Izvornik:* **Glasnik za šumske pokuse:Annales pro experimentis foresticis, 1980, 20, 231 - 297**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:073241>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-20**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



Dr ŠIME MEŠTROVIĆ

## UTJECAJ BOROVIH KULTURA NA ČISTOĆU ZRAKA U KLIŠKO-SOLINSKOM BAZENU

EFFECT OF PINE CULTURES ON AIR PURITY  
IN THE KLIS-SOLIN BASIN

UDK 634.0.228.7 : 634.0.174.7 *Pinus halepensis* Mill. 634.0.425

### Sadržaj — Contents

1. Uvod — *Introduction*
2. Kratak pregled dosadašnjih istraživanja — *Short survey of investigations so far*
  - 2.1 Utjecaj onečišivača zraka na vegetaciju — *Effect of air pollutants on the vegetation*
  - 2.2 Utjecaj vegetacije na mikroklimu — *Effect of vegetation on the microclimate*
  - 2.3 Utjecaj vegetacije na sastav i čistoću zraka — *Effect of vegetation on the composition and purity of air*
3. Problem istraživanja — *Problem of study*
4. Područje istraživanja — *Area under investigation*
  - 4.1 Geografski smještaj — *Geographical position*
  - 4.2 Klima — *Climate*
  - 4.3 Tlo — *Soil*
  - 4.4 Vegetacija — *Vegetation*
5. Metoda rada — *Work method*
  - 5.1 Određivanje krutih čestica — *Determination of solid particles*
  - 5.2 Određivanje kemijskih onečišivača — *Determination of chemical pollutants*
  - 5.3 Istraživanja kultura alepskog bora — *Investigation of Aleppo Pine cultures*
  - 5.4 Obrada podataka — *Processing of data*
6. Rezultati istraživanja — *Results of investigation*
  - 6.1 Krute čestice — *Solid particles*
  - 6.2 Kemijski onečišivači — *Chemical pollutants*
  - 6.3 Kulture alepskog bora — *Aleppo Pine cultures*
7. Promatranje dobivenih rezultata — *Study of the results obtained*
  - 7.1 Odnos koncentracije u kulturi i izvan nje — *Relation of concentration inside and outside culture*
  - 7.2 Razvoj kulture i ostalih stabala u izmijenjenim životnim uvjetima — *Development of culture and trees under changed life conditions.*
8. Gospodarenje u kulturama alepskog bora — *Management in Aleppo Pine cultures*
9. Zaključak — *Conclusion*  
Literatura — *References*

## 1. UVOD — INTRODUCTION

Posljedice međusobne zavisnosti različitih činilaca biosfere svakim se danom sve više odražuju na svim živim bićima biosfere. Porastom pojedinog čimbenika njihova se povezanost i zavisnost povećava. To je posebno izraženo dolaskom novih čimbenika u prostor biosfere. Najveći utjecaj u tom prostoru ima čovjek svojim aktivnim djelovanjem s jedne strane u poremećaju normalne biosfere, a s druge strane nastojanjem za njezino normaliziranje.

Poremećaje normalne biosfere čovjek izaziva svakodnevno osobito u ovom stoljeću industrijske i tehnološke revolucije koja je zahvatila cijeli svijet. Razvoj industrije, motorizacije, migracija stanovništva (demografska kretanja) u velike gradske aglomeracije, mijenjanje prirodnih tijekova i strujanja, pa i mijenjanje tijekova života samo su najkrupniji oblici djelovanja čovjeka u biosferu. Sve te akcije izazivaju snop međusobnih zavisnih promjena koje su u biosferi manje ili više vidljive ali prisutne. Posljedice promjena u biosferi nisu zabrinjavale čovjeka dok su bile manje i slabije utjecale na njegovo zdravlje kao i na sve ono što mu je potrebno. Industrijskom revolucijom i njezinim posljedicama u vezi s ravnotežom biosfere čovjek je sebi oduzimao prostor za zdrav i normalan život, dovodeći u opasnost ne samo prostrane objekte prirode, uključujući zrak i vodu, nego i cjelokupnu floru i faunu. Prirodna sredina je najozbiljnije ugrožena, krajolik je izobličen, voda i zrak su opasno onečišćeni, biološka ravnoteža je vrlo osjetljivo poremećena.

U odnosu čovjek — priroda dobio je bitku čovjek, ali je došao i do kritične točke, kada sama priroda ne može više uspostavljati ravnotežu. Negativne posljedice poremećaja ravnoteže u biosferi osjeća upravo čovjek koji je glavni uzročnik tih poremećaja. Čovječanstvu je priroda vratila bumerangom nastojanja da je potčini svojim jednostranim potrebama.

Uvidjevši svoje pogreške, čovjek kao najvažniji individuum biosistema pokušava danas uspostaviti poremećenu ravnotežu pomažući prirodi. No, kako se ne može odreći postojećih dostignuća ni onoga što mu ta dostignuća pružaju, kako ne može zaustaviti tehničku ni industrijsku revoluciju, čovjek nastoji sačuvati prirodu barem na sadašnjem nivou ravnoteže, da još više ne ugrozi svoje zdravlje i uopće život svih živih bića na zemlji.

Bilježimo najznačajnije akcije koje čovječanstvo u tom pravcu poduzima.

Generalna konferencija UNESCO-a na svojem 12. zasjedanju u Parizu 11. prosinca 1962. god. donijela je »Preporuku za zaštitu ljepote i karaktera krajolika i predjela«, u kojoj su iznesene i obrazložene smjernice za zaštitu prirode.

Komisija za nacionalne parkove Međunarodne organizacije za zaštitu prirode postavila je 1963. god. smjernice o režimu zaštite u nacionalnim parkovima i »jednako vrijednim rezervatima«.

Jedan od najznačajnijih međunarodnih akata u kojem je razrađena problematika ugroženosti prirodne sredine u odgovarajućim prijedlozima za njegu i zaštitu svakako je »Deklaracija o uređenju prirodnog okoliša u Evropi«, koju je donio Evropski savjet Međunarodne organizacije za zaštitu prirode (UICN) na svom zasjedanju u Strasbourgu u veljači 1973. godine. U tom je aktu u punoj mjeri utvrđena opća ugroženost prirode zbog sve dalekosežnijih čovjekovih zahvata u njezine vrijednosti uslijed ubrzanog razvitka tehnike, privrede, urbanizma i sl. U tom je aktu uloga zaštite prirode zamišljena u svestranoj akciji za zaštitu prirodnog okoliša. Navedenom se deklaracijom Evropski savjet obraća vladama svih zemalja-članica te međunarodne organizacije s apelom za hitno poduzimanje odgovarajućih mjera za zaštitu prirodnog okoliša i za takvu organizaciju službe zaštite prirode koja će moći provoditi te mjere.

Opća ugroženost prirode kao pojava koja vrlo zabrinjuje, utvrđena je dakle i u međunarodnoj zajednici koja istovremeno poziva na uzbunu ističući svestranu ulogu zaštite prirode u spašavanju onog dijela koji se još može sačuvati.

Naša se zemlja priključila međunarodnoj akciji očuvanja prirodnog čovjekova okoliša, pa je god. 1972. osnovan međurepublički komitet »Čovjek i biosfera«, a u svakoj republici postoje republički odbori. Posebno je velika aktivnost na istraživačkom području u spomenutom smjeru. Neka i ova radnja bude doprinos borbe čovjeka za očuvanje zdrave životne sredine, kako za čovjeka tako i za sva živa bića. U SR Hrvatskoj najveći dio istraživanja iz ovog područja usredotočen je u zajedničkom projektu »Čovjek i biosfera«. Usklađivač tog projekta je *prof. dr Zlatko Pavletić*. U sklopu toga projekta ima više potprojekata, tema i zadataka.

Nosilac teme: »Ekološki učinci različitog korištenja tla i gospodarske prakse umjerenih i mediteranskih šumskih područja« je Zavod za istraživanja u šumarstvu, a rukovodilac teme je *prof. dr Dušan Klepac*.

Moj je zadatak u sklopu navedene teme bio: »Istraživanja utjecaja vegetacije na čistoću zraka i onečišćenje zraka na vegetaciju«. U prvoj fazi istraživanja autor se bavio problemom odnosa onečišćenja zraka i kultura alepskog bora. Kao rezultat toga je i ovaj autorov rad.

Koristim ovu priliku da se zahvalim svima koji su mi u tome pomogli, a u prvom redu mentoru moje radnje i rukovodiocu teme *prof. dr D. Klepcu* te docentu Tehnološkog fakulteta *dr T. Filipanu*, koji mi je omogućio usluge laboratorija Instituta za sigurnost.

## 2. KRATAK PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA Short survey of investigations so far

### 2.1 Utjecaj onečišćivača zraka na vegetaciju — *Effect of air pollutants on the vegetation*

Raznolikost vegetacije od travne do šumske kako po vrstama, tako i po sastavu, strukturi, starosti, pokrovnosti, uzrastu, gospodarskim oblicima i tretmanu s jedne strane te raznolikost onečišćivača po vrstama, koncentraciji, vremenu djelovanja, dobi djelovanja i drugim karakteristikama s druge strane ima za posljedicu različiti utjecaj onečišćivača na vegetaciju: od neškodljivog do razornog.

Saznanje čovjeka o utjecaju različitih onečišćivača na živi organizam veoma su stara. Tako *Plinije* (65 god. pr. n. e.) preporuča određene mjere zaštite ljudskog organizma od djelovanja otrovnih tvari koje se razvijaju prženjem ruda. Od prve pisane intervencije za zaštitu živog organizma do sada kako su se širila oštećenja na sve veći broj živih organizama, tako su se pojavljivale i intervencije čovjeka u smislu zaštite.

Veći negativni utjecaji onečišćivača na vegetaciju poklapaju se s većom upotrebom ugljena kao goriva (XIII. i XIV. stoljeće). Daljnjim, sve bržim razvojem industrije i rudarstva štete su postajale sve veće i na sve širim prostorima. Pored toga pojavljivali su se i novi štetni onečišćivači porastom njihove koncentracije u atmosferi.

Kao najštetniji onečišćivači zraka na vegetaciju navode se: sumporni dioksid, fluoridi, PAN (peroksiacetilnitrat), ozon, dušični dioksid i prašina različitog porijekla.

Od mnogobrojnih radova koji se odnose na problem utjecaja onečišćivača zraka na vegetaciju navodimo radove slijedećih autora: *Haselhoff* i *Lindau* (1903), *Guderian* (1961 i 1966), *Thomas* (1958 i 1961), *Katz* (1949), *Berg* (1963), *Weck* (1968).

Znanstveni rad o utjecaju onečišćivača zraka na vegetaciju u našoj zemlji razvija se posebno posljednjih 40-tak godina. Upućujemo na radove *Špoljarića* (1942), *Filipana* (1972), *Fugašija* (1973).

a) *Sumporni dioksid* nastaje u prvom redu sagorjevanjem ugljena i nafte. U nekim dijelovima svijeta uzrokovao je potpuno uništenje vegetacije (San Francisko u Kaliforniji, Trail u Br. Kolumbiji itd.) Takva se uništenja više ne javljaju jer je ograničeno ispuštanje sumpornog dioksida iz tvornica i industrijskih središta. Ipak, sumporni dioksid predstavlja problem od općeg interesa u gradskim sredinama gdje ima mnogo malih izvora, a i zbog podizanja termoelektrana velikih kapaciteta. Kolike se koncentracije  $\text{SO}_2$  stvaraju u takvim uvjetima, najbolje pokazuju mjerenja Instituta za medicinska istraživanja JAZU (1968/69). Prema tim mjerenjima onečišćenje gradskog prostora Zagreba premašuje i najtolerantnije higijenske standarde. Koncentracija  $\text{SO}_2$  u zraku na raskrižju Ilice i Frankopanske ulice u ožujku 1972. godine bila je  $0,164 \text{ mg/m}^3$  (*Filipan* 1972).

Sumporni dioksid ulazi u list kroz puči i djeluje direktno na funkcionalne stanice. Oštećenja na drveću očituju se u nastajanju svijetlo obojenih mrlja uglavnom između žilica. Ako je oštećenje veće, mogu i žilice izbljediti. Kad je list dulje vremena izložen niskim koncentracijama, dobiva difuznu klorozu. To vrijedi posebno za široko lišće.

Četine ili iglice gube pod utjecajem sumpornog dioksida vodu, zeleni klorofil je uništen pa iglice postaju smeđe i krhke kao da stare. Ako je intoksikacija manja, može biti zahvaćen samo vrh iglice.

Određenu količinu sumpornog dioksida u zraku podnose sve vrste drveća, a visina koncentracije koja je štetna zavisi također o vrsti i starosti lista. Biljke imaju u odnosu na  $\text{SO}_2$  zapanjujuću moć obnove u uvjetima kada onečišćivanje u fitotoksičkoj koncentraciji (*Decourt* 1974) nije dugotrajno. Na osnovi izgleda pojedinih vrsta posebno prizemne flore može se zaključiti o visini koncentracije (*Middleton* 1961, *Heck* 1966). Akutna oštećenja pojavljuju se ispod koncentracije od 0,25–0,30 ppm. Kronična oštećenja mogu se pojaviti kod koncentracije između 0,10–0,30 ppm. I najosjetljivije biljke mogu podnijeti koncentraciju  $\text{SO}_2$  od 0,05 ppm.

Odnos kritične koncentracije i njezina učinka prvi je izrazio *O'Gara* pomoću formule vrijeme-koncentracija. *Thomas* i *Hendricks* (1956) sa suradnicima modificirali su odnos i objavili limitirajuće parametre za veliku grupu biljaka. Od šumskih vrsta drveća najmanje su osjetljivi javori. Onečišćeni zrak s  $10 \text{ mg/m}^3 \text{ SO}_2$  na prolazu kroz 1 ha bukove srednjedobne šume brzinom manjom od  $25 \text{ km/ha}$  potpuno se očisti (*Detrie* 1969). Znači, da određena koncentracija može biti potpuno uklonjena šumskim vrstama drveća kao brezom, bukvom, grabom, a manje brijestom, vrbom i bagremom. Kod toga  $\text{SO}_2$  ne prodire u list osim kod bukve i brijesta (*Kohout* i *Materna* 1966).

b) *Fluoridi* su spojevi koji su vrlo otrovni za vegetaciju i u malenim koncentracijama. Koncentracija fluorida u atmosferi, 1000-struko manja nego sumpornog dioksida može uzrokovati akutno oštećenje ako djeluje u duljem vremenskom razdoblju. Nakon industrijske ekspanzije porasla je rasprostranjenost fluorida. U prirodi dolazi do dvojakog djelovanja. Kod veće koncentracije strada vegetacija,

a kod manje koncentracije vegetacija je naizgled potpuno normalna, no djelovanje se očituje kao vrlo štetno na stoci kod ispaše. Pored toga opaženo je da fluoridi djeluju kao kumulativni otrovi.

Oštećenja se očituju u izgledu »spaljenog« vrha ili ruba lišća, a povremeno se javljaju i između žila. Uginuli dio živog tkiva omeđen je ostrim rubom. Nekrotični rub katkada otpada, a list prividno izgleda zdrav, osim što ima »izgrizene« rubove.

c) Ozon stvara nekrotične povrede na listu koje u težim slučajima mogu biti slične onima od SO<sub>2</sub>. Površina lista je najprije točkasto išarana, zatim se te šare spajaju u veće nekrotične mrlje na cijeloj površini lista. Osjetljive biljke reagiraju već kod 0,02 ppm, ako to djelovanje traje 4—8 sati, a kod 0,05 ppm ako su izložene djelovanju kroz 1—2 sata. Bor spada u dosta osjetljive vrste.

d) PAN (peroksiacetalnitrat) je primarna fitotoksična tvar koja uzrokuje oštećenja tipa »smog« (od engleskog *smoke* (dim) + *fog* (magla) (Middleton 1950, 1964, Bobrov 1955, Glater 1962). Kolaps počinje najprije u spužvastim parenhinskim stanicama koje okružuju otvore stoma. Ako zahvati čitavu debljinu lista i proizvodi gubitak zelene boje, na toj se površini može lako pobrkati s oštećenjima od SO<sub>2</sub>, ali takav kolaps ne stvara primjetnu razliku u debljini lista kao onaj od SO<sub>2</sub>. Koncentracije 0,01—0,05 ppm uzrokuju štete kod osjetljivih biljaka, dok niže koncentracije pridonose ranom starenju tkiva.

e) Dušični dioksid je treći član uz ozon i PAN koji se smatraju najznačajnijim toksičkim tvarima smog-kompleksa. Akutna se oštećenja ispoljuju u obliku nekroza, sličnih onima kod SO<sub>2</sub>. Kroničnih oboljenja ima malo.

f) Prašina može biti različitog porijekla, ali uglavnom je to cementna, vapnena, alkalna ili sadrena prašina. Štete od prašine mogu biti velike za vegetaciju u neposrednoj blizini njezina izvora. Prašina se širi od svojega ishodišta nošena vjetrovima te se taloži u najvećoj količini neposredno uz izvor, da bi se njezina količina u prostoru smanjivala.

## 2.2 Utjecaj vegetacije na mikroklimu — Effect of vegetation on the microclimate

Istraživanja utjecaja vegetacije na mikroklimu uglavnom se odnose na radove o utjecaju vegetacije u gradskim sredinama.

Rezultati skoro svih istraživača koji su se tim problemom bavili (L. B. Lunc, D. N. Kaljužnin, N. S. Krasnočenko i drugi) pokazali su da zelene površine znatno utječu na četiri temeljna klimatska čimbenika, kako slijedi:

a) Poboljšavaju uvjete toplinske pogodnosti ublaživanjem vrućih ili hladnih ekstrema. Znači, temperatura zraka je zimi u šumi nešto viša, a ljeti znatno niža nego na susjednim otvorenim površinama.

b) Povoljno utječe na radijaciju. Toplinsko je zračenje različitih tvari različito, kako po količini ozračene materije, tako i po duljini zračenja.

Gole površine, a posebno kameni ili betonski blokovi apsorbiraju veliku količinu sunčane energije, a samo manji dio reflektiraju. Kad prestaje osunčanje, s tih će površina zračiti toplina dosta dugo. To se posebno osjeća u gradovima gdje je zračenje s nezaštićenih površina stambenih blokova i s asfalta takvo, da daje za do 5° C višu temperaturu nego na otvorenom.

Toplinsko je zračenje sa zelenih površina drugačije. Lišće drveća i grmlja propušta dio zračene energije, osim toga ono reflektira mnogo više sunčane energije, a od onog dijela koji apsorbira jedan dio troši za fotosintezu, transpiraciju i drugo, a samo manji dio zrači. Zračenje je pak različito kod različitih vrsta drveća i grmlja.

Pored vrste važan je pokazatelj i veličina lišća. Drveće s manjim listom reflektira manje toplinske energije od krošanja drveća.

Spomenuta su saznanja davno poznata, i o njima treba posebno voditi računa kod uređivanja gradskih zelenih površina.

c) Povećava vlažnost zraka. Na obraslim površinama vlažnost je zraka veća nego na neobraslima: što je obrasla površina prostranija, to je razlika veća. Površina isparivanja kod obraslih dijelova tla za 20 puta je veća od neobrasle površine tla. S 1 ha šuma može u tijeku 1 godine ispariti 1—3,5 milijuna litara

vlage u atmosferu. Od te količine 20—70% pretvara se u oborine. Vlažnost je zraka prema nekim istraživanjima u šumi veća za oko 30% od one u gradskim stambenim površinama. Nadalje je poznata i činjenica da se vlažnost povećava kod udaljenosti, 10—12 puta većoj od visine zelenila.

d) Utjecaj na kretanje zraka. U šumi se zrak znatno sporije kreće u odnosu na njegovo kretanje kad šume nema. Prema istraživanjima više autora došlo se do spoznaje o zavisnosti pada brzine vjetera o visini šume za različite udaljenosti od šume. Slijedeća tabela predočuje nam takve rezultate po *Luncu*:

Udaljenost od sastojine u visinama stabala (V) Distance from stands in tree heights (V)	Brzina vjetera u % stvarne početne brzine Wind velocity in % of initial wind velocity
V	40
2 V	45
3 V	55
4 V	60
5 V	65
10 V	80
15 V	85
20 V	90
25 V	92
40 V	95

### 2.3 Utjecaj vegetacije na sastav i čistoću zraka — Effect of vegetation on the composition and purity of air

Koncentracija različitih glavnih sastavnih dijelova atmosfere, izražena kao proporcija »suhog zraka«, tj. onoga iz kojega je odstranjen glavni promjenljivi sastavni dio — vodena para je slijedeća (*M. Neiburger 1969*):

dušik (N <sub>2</sub> ) . . . . .	$78,08 \times 10^{-2}$	metan (CH <sub>4</sub> ) . . . . .	$2,2 \times 10^{-6}$
kisik (O <sub>2</sub> ) . . . . .	$20,95 \times 10^{-2}$	kripton (Kr) . . . . .	$1,1 \times 10^{-6}$
argon (A) . . . . .	$0,93 \times 10^{-2}$	vodik (H <sub>2</sub> ) . . . . .	$0,2 \times 10^{-6}$
ugljični dioksid (CO <sub>2</sub> ) . . . . .	$3,30 \times 10^{-4}$	dušični suboksid (N <sub>2</sub> O) . . . . .	$0,5 \times 10^{-6}$
neon (Ne) . . . . .	$1,8 \times 10^{-5}$	kсенон (Xe) . . . . .	$0,1 \times 10^{-6}$
helium (He) . . . . .	$5,2 \times 10^{-6}$		

Biljka pomoću svoga asimilacijskog aparata obavlja pozitivnu izmjenu plinova u atmosferi apsorbirajući ugljični dioksid te ispuštajući kisik. Prema istraživanjima 1 ha zelenila apsorbira 8 kg CO<sub>2</sub> na sat ili količinu koju u isto vrijeme izdiše 200 ljudi. Taj se podatak koristio da se izračuna higijenska norma od 50 m<sup>2</sup> zelenila po stanovniku u gradu. Norma je jednostrano i jednostavno određena uzimajući u obzir samo čovjeka kao potrošača kisika i stvaralaca CO<sub>2</sub>. Ispuštanje CO<sub>2</sub> od strane čovjeka samo je nekoliko postotaka od ukupne količine CO<sub>2</sub> koja se u normalnoj gradskoj sredini svakodnevno akumulira u zraku. Omjer količine kisika prema ugljičnom dioksidu se smanjuje na štetu kisika: sve više ima golemih potrošača O i stvaralaca CO<sub>2</sub>. To pogoršanje ide tako daleko da bi se pojedine gradske sredine potpuno ugušile, jer bi potrošile sav svoj kisik kad ne bi bilo izmjene zraka sa susjednog područja.

Postotak CO<sub>2</sub> u atmosferi povećava se u svjetskim razmjerima za oko 0,25% godišnje (*Ovington 1962*). Znači, da regulatori ugljičnog dioksida u atmosferi (voda i šuma) ne uspijevaju uravnotežiti stanje. Stoga raslinstvo, površina kojega se daje povećati te posebno šuma mora imati značajniju ulogu u reguliranju sastava zraka. Mjerenja CO<sub>2</sub> u zraku, obavljena u različitim visinama u blizini

šume i šumskog masiva pokazuju njegov osjetljivo promijenjeni postotak uslijed fotosinteze (Blohin B. 1970).

Skoro da je nemoguće unutar gradskih sredina imati toliko zelenila, da se nadoknadi ukupna potrošnja kisika, ali ona se nadoknađuje izmjenom zraka — zračnim strujanjima iz okoliša. Što je u okolini velikih potrošača kisika više stvaralaca kisika — vegetacije a posebno šumske, to je i pročišćivanje tog zraka brže i djelotvornije, a time i uvjeti za život ljudi bolji. Zelenilu kao važnom izvoru kisika, tj. pročišćivanju zraka treba pokloniti punu pažnju kako u gradu i njegovoj široj okolini, tako i u prostranim šumskim područjima, jer proizvodnja kisika je jedinstvena za našu atmosferu, a dostupnost kisika do čovjeka kao najvažnijega, istina ne najvećega potrošača je različita.

Normalno je da vegetacija različitog sastava ima različito djelovanje. Različite vrste i različite smjese šumske ili travnjačke vegetacije apsorbiraju CO<sub>2</sub> i emitiraju O različito.

Slijedeća tabela pokazuje nam godišnje količine apsorbiranja ugljika i oslobađanje kisika u svjetskim razmjerima (Rabinović 1951 — The following table shows the amounts of carbon absorption and oxygen liberation for the span of a year in the world's proportions (Rabinović 1951):

	C	O
	t/ha	t/ha
oceani — Oceans	3,75	10,00
šume — Forests	2,50	6,67
žitarice — Cereals	1,48	3,95
stepe — Steppes	0,35	0,93
četinjače — Conifers	4,00	
listače — Broadleaved	2,00	

Šume pokrivaju 1/3 površine ukupne vegetacije, a ostvaruju 2/3 fotosinteze.

Značajno je da je uloga šuma djelotvornija što je šuma produktivnija, što stabla bolje rastu (četinjače imaju prednost pred listačama (Ovington 1962) kao i stabla u dobi jakog prirasta pred starim stablima i što je veća količina drvene mase koja je posječena i izvezena izvan zelene zone te ondje sačuvana od procesa propadanja (Decourt 1974).

Pozitivan utjecaj vegetacije na sastav zraka je očigledan i potvrđen, ali to je samo utjecaj na kemijski sastav zraka. Vegetacija mnogo utječe i na njegova fizikalna svojstva. Onečišćenje atmosfere plinovima, dimom, pepelom, čađom i prašinom u razmjeru je s porastom industrije i različitim drugim djelatnostima čovjeka. To se onečišćenje širi u zraku nošeno vjetrom i taloži na velikom prostoru oko izvora onečišćivanja. Kad čovjek diše, zadržava 14—48% onečišćenja u dišnim putevima, a ostatak od preko 52% dospjeva u ljudski organizam kao strano tijelo. Djelovanje takvoga onečišćenja može prouzrokovati različite posljedice za ljudsko zdravlje, zavisno o stupnju onečišćenja i njegovu trajanju.

Uloga vegetacije u rasporedu krutih onečišćivača i čišćenja zraka od njih također je malo poznata, a može se promatrati s dva stajališta:

- aerodinamičan učinak šume na prenošenje onečišćivača,
- tipičan učinak zadržavanja prašine na stablima u sastojini.

Dosadašnjim istraživanjima čistoće zraka, neki su istraživači došli do slijedećih rezultata:

- zrak u gradu sadrži više prašine nego zrak izvan grada;
- površine pod zelenilom sadrže manje prašine (0,52 mg/m<sup>2</sup>) nego one bez zelenila (0,9 mg/m<sup>2</sup>);
- zrak u industrijskim zonama sadrži više prašine nego u stambenima;



— kad je drveće zimi bez lišća, zadržava prašinu, pa je i zimi koncentracija prašine za 37,5% manja pod drvećem nego na otvorenom.

Različite vrste drveća imaju različito djelovanje na smanjenje prašine. Tako su crnogorične vrste oko 30 puta zaprašnije nego topole, brijest zadržava 6 puta više prašine nego topola, a breza zadržava 2,5 puta više. Smreka zadrži godišnje 32 t prašine na 1 hektar, obični bor 36,4 t/ha. To saznanje je naročito važno kod osnivanja tampon-kultura između industrijskih i stambenih četvrti.

Izbor vrsta posebno je značajan kod zaštite od plinova i dima u zraku. Zadržavajući horizontalno strujanje zraka na nižim nivoima, zelenilo zadržava širenje plinova u zraku, ali uzrokujući vertikalna strujanja pomaže dizanje plinova u gornje slojeve atmosfere i njihovo raspršivanje. Određeni dio plinova zadržava se u lišću pri prijelazu kroz njihove stijenke i puči.

### 3. PROBLEM ISTRAŽIVANJA — PROBLEM OF STUDY

Šume i šumske kulture pružaju višestruke koristi. Te koristi možemo podijeliti u dvije karakteristične skupine:

1. Koristi koje nam šuma daje valorizacijom proizvedene drvene mase zovemo »direktne koristi«. One se mogu lako izračunati na osnovi proizvodnje drvene mase i potreba društva za tom proizvodnjom. Kad govorimo o vrijednosti šumskih kultura i sastojina, obično ih vrednujemo na temelju količine proizvedene drvene mase glavnih vrsta drveća u šumi i tržišne cijene te drvene mase. Druge se koristi takvih šuma samo teoretski promatraju, ali se kalkulatивно ne izražavaju.

2. Opće korisne funkcije ili »indirektne koristi«, koje su negdje više a negdje manje naglašene, ali su svagdje prisutne. Spomenute se koristi očituju posebno u reguliranju klime, tj. stvaranju povoljnih klimatskih uvjeta, u reguliranju sastava i čistoće zraka, vođenih tijekomova i vodnog režima, u sprečavanju erozije (eolske, fluvijalne i pluvijalne), zaštiti poljoprivrede, u stvaranju klimatskih, estetskih i psihičkih podobnosti za odmor i rekreaciju, zaštiti i davanju skloništa stoci, divljači i pticama. Šuma je u svakoj životnoj sredini toliko značajna, da bi bez njezinih tzv. »indirektnih koristi« život u toj sredini bio znatno otežan.

Uvidjevši višestruke koristi od šuma, svjetska je šumarska organizacija organizirala peti svjetski šumarski kongres u Seattlu 1963. pod parolom »Multiple use of Forest Lands« (»Višestruka korisnost šumskih površina«) i time dala trend kretanju u drugoj polovini ovog stoljeća.

I pored tako velikog značenja »indirektne koristi« kod nas nisu još dobile ono mjesto koje im pripada, pa ni tamo gdje su te koristi dobile toliko značenje, da su u stvari postale »direktne koristi«. Vrijednosti indirektnih koristi ne mogu se za sada pouzdano izraziti nekim objektivno mjerljivim veličinama. U tom pravcu u svijetu su obavljena posljednjih 30-tak godina značajna istraživanja. Postignuti su i vidljivi rezultati, o nekima je bilo govora u prethodnim poglavljima, ali oni su ili općeniti ili se odnose samo na strogo određene prilike u gradskim sredinama i nisu svedeni na zajedničku mjeru, pa se ne mogu usporediti ni međusobno ni s tzv. »direktnim koristima«.

U želji da pridonesemo rješavanju tog problema, tj. valoriziranju indirektnih koristi šuma, odlučili smo istraživati djelovanje šuma u regu-

liranju sastava i čistoće zraka. Izabrali smo slijedeći problem: »u konkretnim uvjetima na određenom lokalitetu istraživati utjecaj šumskih kultura alepskog bora (*P. halepensis* Mill.) na čistoću zraka te kako reagira borova kultura u promijenjenim životnim uvjetima.

Alepski bor dolazi kod nas u umjerenom i toplom dijelu eumediterana, dok je u kulturama proširen i na hladno područje eumediterana. To je najraširenija vrsta naših sredozemnih šuma i vrsta koja se u proteklom 100-godišnjem periodu podizanja šuma na području sredozemlja najviše koristila i pokazala najbolje rezultate. Alepski bor je vrsta drveća za koju možemo s pravom kazati da su njezine tzv. »indirektne koristi« postale primarne, barem u sadašnjoj fazi tehnološkog napretka i razvitka društva. Direktne su koristi također značajne i ne smiju se zanemariti, što više one dopunjujuće koristi koje alepski bor pruža u stvaranju povoljnih klimatskih uvjeta, estetskih i psihičkih podobnosti za odmor i rekreaciju, reguliranju sastava i čistoće zraka, svakako pridonose da kulture alepskog bora možemo prvrstati među naše najvrednije kulture. Navedena istraživanja trebaju pridonjeti boljem poznavanju vrednota te značajne vrste šumskog drveća.

Utjecaj vegetacije na sastav i čistoću zraka zavisi o mnogim čimbenicima, a posebno stobinskim prilikama, pa je istraživanje bilo neophodno usredotočiti na određene lokalitete. Za taj rad smatrali smo povoljnim lokalitet solinskog bazena gdje ima dosta borovih kultura starosti 20—30 godina u neposrednoj blizini velikih industrijskih središta.

Zadatak spomenutog rada svodi se na slijedeće:

- istraživanje količine i rasporeda krutih onečišćivača (prašina, dim) u kulturi i izvan kulture alepskog bora (*P. halepensis* Mill.);
- istraživanje utjecaja kulture alepskog bora (*P. halepensis* Mill.) na smanjenje količine krutih onečišćivača;
- istraživanje količine i rasporeda kemijskih onečišćivača posebno SO<sub>2</sub> u kulturi i oko kulture;
- istraživanje utjecaja kulture alepskog bora (*P. halepensis* Mill.) na smanjenje kemijskih onečišćivača;
- istraživanje rasta i razvoja kulture alepskog bora (*P. halepensis* Mill.) na koje utječu onečišćivači;
- istraživanje djelovanja prašine na rast i razvoj pojedinih stabala.

#### 4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA — AREA UNDER INVESTIGATION

##### 4.1 Geografski smještaj — Geographical position

Za područje istraživanja odabrali smo kliško-solinski bazen, tj. prostor koji se nalazi između obronaka Kozjaka na sjeveru i zapadu, Mosora na istoku i zaravni Vranjica—Žrnovnice na jugu. Područje je, dakle, s tri strane okruženo brdima kojih se visina kreće oko 600 m nad morem. S te visoke zaravni teren se strmo spušta prema sredini gdje se u dodiru dvaju brdskih masiva nalazi izvor rijeke Jadra na 33 m nad morem. Jadro teče prema jugozapadu, a to je upravo pravac dodira dvaju masiva i izlaz iz bazena. Na sjevero-istoku bazena nalazi se Klis i kliško

ždrijelo, točka najveće nadmorske visine — 343 m — na kojoj se dodiruju dva brdska masiva. Na jugozapadu kod ušća Jadra u more nalazi se Solin. U sredini bazena je uzvišenje nazvano Debela Glava (167 m). Na sjeveru i istoku nalazi se nekoliko manjih naselja, na jugu bazena približio se Split sa svojom izgradnjom, a na jugoistoku selo Mravinci i Kućine na oko 250 m nad morem (Sl. 1).

U spomenutom bazenu nalaze se značajne zone tupine koje se protežu od istoka kod sela Mravinci prema zapadu kod sela Kaštel Sućurac. Ta su se nalazišta 1904. god. počela eksploatirati za proizvodnju cementa osnivanjem tvornice u Sv. Kaji (sada tvornica »Prvoborac«). Uistinu, prva tvornica cementa u Splitu izgrađena je 1865. godine, ali se nalazila na zapadnoj obali splitske luke podno Marjana. God. 1908. osnovana je tvornica na rijeci Jadro, jedina koja nije bila smještena na morskoj obali. Ta se tvornica sada zove »10. kolovoz«. God. 1912. osnovana je i treća tvornica cementa u navedenom bazenu pod imenom »Dalmatia«, sada tvornica »Partizan«. Otada je razvoj cementne industrije rasao brzim tempom, pa 1935. god. cementare spomenutog bazena daju 1% svjetske proizvodnje cementa, a 1947. godine 0,5%, što znači da je razvoj bio sporiji od svjetskog razvoja, ali je ipak proizvodnja iz godine u godinu značajno rasla. Tako je god. 1939. proizvedeno 267.694 t cementa, 1947. 376.705 t, a god. 1974. proizvedeno je preko 2,000.000 t. Navedeno područje sada proizvodi oko 45% cjelokupne proizvodnje naše zemlje.

#### 4.2 Klima — Climate

Kao važnom čimbeniku u našim istraživanjima treba klimi pokloniti posebnu pažnju. Nju smo obrađivali na temelju dostupnih podataka s meteorološke stanice Marjan (1960—1972) i Kaštel Stari (1960—1972).

Istraživano područje nalazi se na nadmorskoj visini od 20—100 m, pa nam podaci meteoroloških stanica Marjan (visina 128 m) i Kaštel Stari (nadmorska visina 24 m) koji se nalaze na oko 6 km zračne linije od središta istraživanja daju upravo vrijednosti koje odgovaraju pro-matranom području.

Slika 2 prikazuje klimadijagram po Walteru za stanice Marjan i Kaštel Stari, a Sl. 3 prikazuje ruže vjetrova za stanicu Marjan.

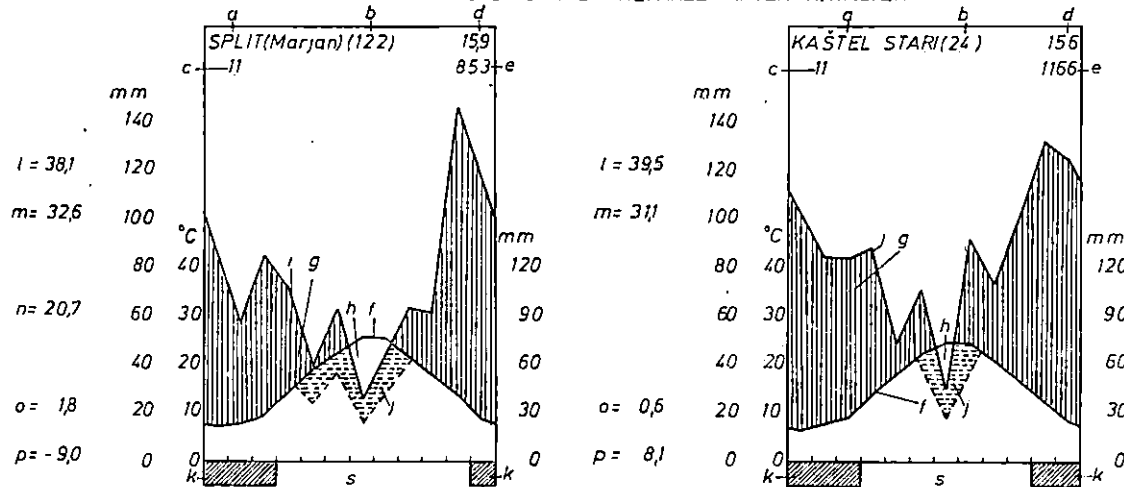
Gledajući podatke o smjeru i jačini vjetrova te ružu vjetrova, vidimo da je glavni pravac vjetrova sjevero-istok odakle puše 1/3 svih vjetrova; iz smjera jugo-zapad puše nešto manje ili skoro 1/6 svih vjetrova. Znači da vjetrovi bura i jugo pušu s učestalosti od 50% svih vjetrova i tišina.

Ostali klimatski podaci nalaze se u Tab. 1. To su:

- srednje mjesečne i godišnje vrijednosti temperature zraka,
- mjesečni i godišnji apsolutni minimum,
- mjesečni i godišnji apsolutni maksimum temperature zraka,
- srednji mjesečni i godišnji minimum,
- srednji mjesečni i godišnji maksimum,
- srednji broj hladnih dana,
- srednji broj vrućih dana,
- srednje vrijednosti oborina (mjesečne i godišnje),
- srednje vrijednosti vlage zraka,
- srednje mjesečne i godišnje vrijednosti naoblake (0—10).



Sl.-Fig.2. KLIMADIAGRAMI U SMISLU H.WALTERA-  
CLIMATIC DIAGRAMS PREPARED AFTER H.WALTER



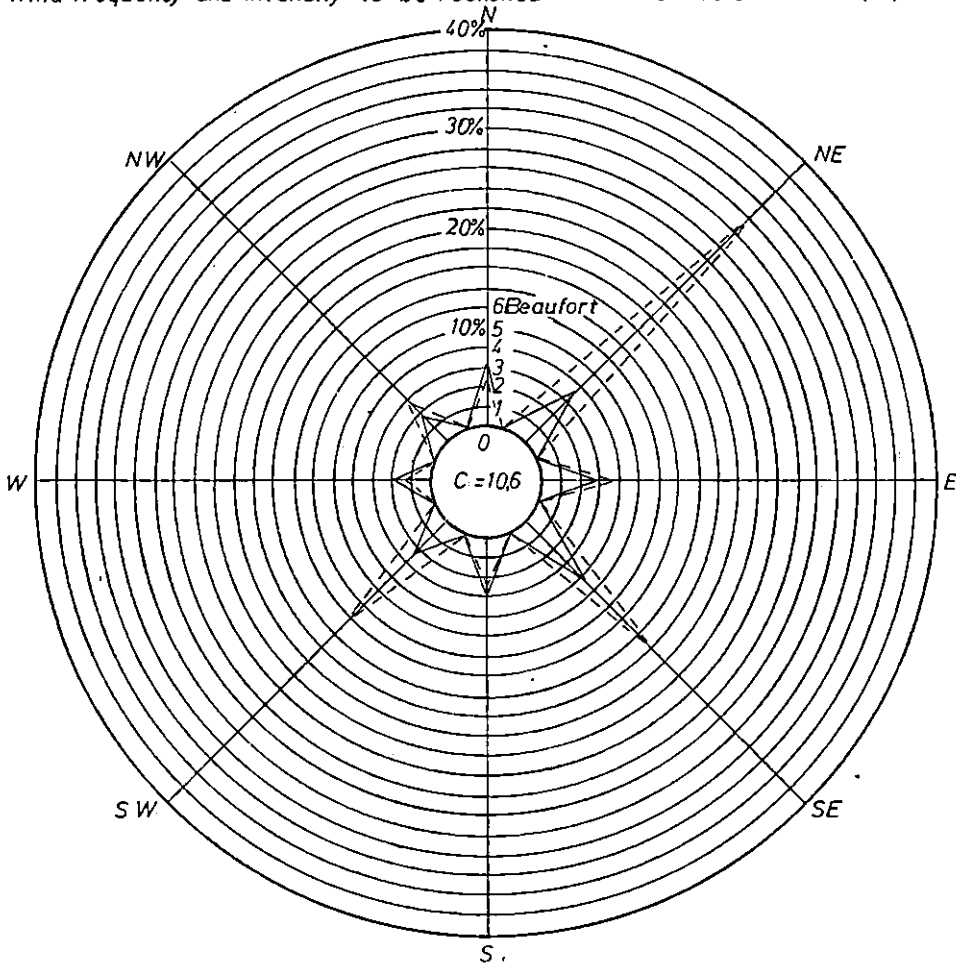
TUMAČ ZA KLIMADIAGRAME IZRADENE U SMISLU H.WALTERA-  
LEGEND FOR CLIMATIC DIAGRAMS PREPARED AFTER H.WALTER:

- a-Meteorološka stanica-  
Weather station
- b-Nadmorska visina stanice (m)-  
Altitude of station (m)
- c-Broj godina motrenja(period)-  
Number of years of observation(period)
- d-Srednja godišnja temperatura zraka(°C)-  
Mean yearly air temperature(°C)
- e-Srednja godišnja količina oborina (mm)-  
Mean yearly amount of rainfall(mm)
- f-Srednje mjesečne temperature zraka(°C)-  
Mean monthly air temperatures(°C)
- g-Vlažni(humidni) period-  
Humid period
- h-Sušni(aridni) period-  
Drought period
- i-Srednje mjesečne količine oborina (mm)-  
Mean monthly amounts of rainfall (mm)
- j-Period suhoće-  
Period of dryness
- k-Mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0°C-  
Months with absolute air temperature minimum below 0°C
- l-Apsolutni maksimum temperature zraka u periodu mjerenja-  
Absolute air temperature maximum during the measuring period
- m-Srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca-  
Mean air temperature maximum of the warmest month
- n-Srednje kolebanje temperature zraka-  
Mean fluctuation of air temperature
- o-Srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca-  
Mean air temperature minimum of the coldest month
- p-Apsolutni minimum temperature zraka u periodu mjerenja-  
Absolute air temperature minimum during measuring period
- s-Razdoblje bez mraza-  
Frost-free period

Sl.-Fig.3. VJETAR - WIND

Smjer vjetra i jačina iscrtane su na temelju 30-godišnjih podataka meteorološke stanice MARJAN (godišnji prosjek)-Wind direction and intensity are plotted on the basis of 30-year data for the weather station MARJAN (annual average)

Od kružnice tišina (C) računa se učestalost i jačina-  
Wind frequency and intensity to be reckoned from the circle of calm (C)



TABLICA UČESTALOSTI SMJERA U% I JAČINA VJETRA PO BEAUFORTU-  
TABLE OF WIND FREQUENCY IN % AND INTENSITY ACCORDING TO BEAUFORT'S  
SCALE

TIŠINA- CALM (C)	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
	uč.- Freq.	jač.- Int.	uč.- Freq.	jač.- Int.	uč.- Freq.	jač.- Int.	uč.- Freq.	jač.- Int.	uč.- Freq.	jač.- Int.	uč.- Freq.	jač.- Int.	uč.- Freq.	jač.- Int.	uč.- Freq.	jač.- Int.
10,6	4,8	3,2	32,8	3,5	7,1	2,8	17,4	4,1	4,7	2,7	14,1	2,2	2,6	1,9	5,5	1,8

Iz prikaza se vidi da je:

- srednja godišnja temperatura zraka 15,9° C za Marjan i 15,6° C za Kaštel Stari,
- srednja vrijednost godišnjih oborina 853 mm za Marjan i 1166 mm za Kaštel Stari,
- srednja vrijednost vlage zraka je 59 odnosno 62%

Zanimljivo je usporediti te podatke za Marjan s onima za period 1948—1960. (v. Meštrović: »Uspijevanje primorskog bora u kulturama SR Hrvatske«, Šum. List, 5—6, 1972) odakle se vidi da je u razdoblju 1961—1971. klima bila nešto toplija od one u periodu 1948—1960. (srednja godišnja temperatura je za 0,5° C viša).

Iz podataka je vidljivo da su klimatske razlike tih dviju stanica neznatne.

Također se vidi da se istraživano područje nalazi u zoni sredozemne klime.

### 4.3 Tlo — Soil

U području solinskog bazena tla su se razvila na geološkim podlogama fliša s debljim lećama pješčenjaka i breče, primorske vapnene breče, lapora i konglomerata, a samo manjim dijelom u višim predjelima na podlozi krednih vapnenaca.

Zbog potpunijeg uvida u tlo istraživane kulture iskopali smo jedan profil povrh flišne naslage u kulturi alepskog bora gdje su se obavljala mjerenja. U Tab. 2 i 3 donosimo kemijska svojstva te mehanički sastav u vodi i pirofosfatu.

*Opis profila.* Iskopan je u šumskom predjelu Majdan Kosa između mjernih mjesta 3 i 4. To je sjeverna ekspozicija, teren blago nagnut, bez skeleta na površini.

Profil je otvoren do dubine od 110 cm i može se podijeliti na horizonte, kako slijedi:

A <sub>00</sub> 0,0—0,5 cm	horizont cementne prašine, ponekad pomiješane s otpacima trava i peluda — Horizon composed of cement dust, sometimes mixed with waste of grasses and Aleppo Pine pollen.
A <sub>0</sub> 0,5—2 cm	horizont tvore otpale iglice prožete travnom vegetacijom i sve inkrustirano cementnom prašinom — Horizon formed of fallen needles penetrated with grass vegetation all together incrustated with cement dust.
A 2—7 cm	horizont tamnosive boje sitno pjeskovite ilovače, vrlo porozan. Valovito prelazi u slijedeći horizont — Horizon dark-grey in colour of fine sandy loam, very porous, the horizon passing undulatingly over into the next horizon.
AC <sub>1</sub> 7—20 cm	horizont svijetlo sive boje, mrvičaste strukture, povezan s kongrecijama bijele boje. Horizont je prožet korjenčićima trava i prizemnog rašća — Horizon light-grey in colour of crumb structure, compacted with concretions white in colour. The horizon is penetrated by rootlets of grasses and low growth.
AC 20—60 cm	Horizont sive boje, prožet korjenčićima drveća i grmlja. Javljavu se kamenčići do 5 cm promjera — Horizon of gray colour penetrated by rootlets of trees and shrubs. Occurrences of small stones up to 5 cm in diameter.
C 60—100 cm	Horizont oker boje, prožet korijenjem drveća i grmlja. S dubinom je sve skeletniji, a na dubini od 100 cm i do 10 cm promjera. Jako

Tab. 1. Meteorološki podaci za razdoblje 1961—1971. g. — Meteorological data for the 1961—1971 period

Stanica Weather Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnje Yearly	Amplit.
	Srednje mjesečne i godišnje vrijednosti temperature zraka — Mean monthly and yearly values of air temperature													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Marjan Kaštela	7,2 6,7	7,7 7,6	9,6 9,1	14,5 14,1	18,9 18,3	22,5 22,1	25,5 24,7	25,3 24,5	21,6 21,0	17,6 16,7	13,4 12,9	8,2 8,3	15,9 15,6	18,3 18,0
Mjesečni i godišnji apsolutni minimumi — Monthly and yearly absolute minima														
Marjan Kaštela	—9,0 —8,1	—6,2 —6,2	—6,6 —5,8	3,4 1,3	6,3 4,5	10,0 8,5	13,6 12,5	14,3 11,2	8,8 6,5	5,6 5,0	0,4 —1,0	—6,3 —7,0	—9,0 —8,1	5,3 4,4
Mjesečni i godišnji apsolutni maksimumi — Monthly and yearly absolute maxima														
Marjan Kaštela	16,2 15,4	17,0 16,7	21,0 19,2	25,8 24,4	30,0 27,7	35,2 33,5	36,2 35,4	38,1 34,7	32,0 30,8	27,4 26,3	20,5 23,5	17,9 16,9	38,1 35,4	21,9 20,0
Srednji mjesečni i godišnji minimum — Mean monthly and yearly minimum														
Marjan Kaštela	4,4 2,7	5,1 3,0	6,9 5,6	11,2 9,0	15,1 12,6	18,5 14,6	21,2 18,3	21,2 18,2	17,6 14,0	14,2 11,8	10,3 9,0	5,9 4,3	12,6 10,5	16,8 15,6
Srednji mjesečni i godišnji maksimum — Mean monthly and yearly maximum														
Marjan Kaštela	9,7 10,5	10,8 11,7	13,0 14,2	17,9 18,7	22,6 23,0	26,6 27,0	29,7 30,0	29,6 29,8	25,2 26,4	20,4 22,0	15,7 16,9	11,1 12,0	19,4 20,5	20,0 19,5



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Srednji broj hladnih dana $T_n < 0,0^\circ\text{C}$ — Mean number of cold days $T_n < 0,0^\circ\text{C}$														
Marjan Kaštela	3,1 7,1	2,2 4,0	1,5 0,8								0,2	1,3 2,5	8,1 14,6	
Srednji broj vrućih dana $T_x \geq 30,0^\circ\text{C}$ — Mean number of hot days $T_x \geq 30,0^\circ\text{C}$														
Marjan Kaštela					0,1	6,0 7,3	16,0 16,5	15,3 15,4	2,1 3,8				32,7 43,0	
Srednje količine oborina (mjesečne i godišnje) — Mean amounts of rainfall (Monthly and yearly)														
Marjan Kaštela Firule	87 108 94	58 84 66	85 84 79	71 88 77	38 48 44	63 71 62	24 30 20	43 93 49	63 73 63	61 100 65	146 193 146	114 171 114	853 1166 878	
Najveće dnevne količine oborina — Highest daily amounts of rainfall														
Marjan Kaštela	32,4 41,2	41,4 53,2	60,0 97,1	36,7 62,2	32,0 37,8	35,2 31,5	40,8 38,6	61,2 223,2	56,8 61,2	56,9 76,2	100 104	49,4 70,3	100 223,2	
Srednje vrijednosti relativne vlage zraka — Mean values of relative air humidity														
Marjan Kaštela	60 63	60 63	60 62	60 64	58 61	58 61	49 52	52 55	59 63	60 66	68 71	62 66	59 62	
Srednje mjesečne i godišnje vrijednosti naoblake Mean monthly and yearly degrees of cloudiness														
Marjan Kaštela	5,6 5,8	5,5 5,8	5,6 5,5	5,4 5,4	4,8 4,8	4,0 4,0	2,8 2,8	2,7 2,9	3,4 3,3	3,8 4,2	6,3 6,5	6,1 6,3	4,7 4,7	

D 100 cm

zbijeno tlo. Tlo je duboka rendzina na pješčenjaku — The horizon is ochre — coloured and penetrated by roots of trees and shrubs. With depth increasing it is more and more skeletal, and at 100 cm — depth there occur stones even up to 10 cm in diameter. Very compact soil. The soil is a deep rendzina on sandstone. Tvore pjeskoviti pješčenjaci koji ograničuju dubinu profila — Composed of sandy sandstones limiting the profile depth.

Reakcija tla je alkalična. pH se kreće od 7,9—8,3. Količina humusa se smanjuje s dubinom. Površinski sloj od 2—60 cm dosta je humozan, a dublji slojevi su slabo humozni. Odnos C : N ukazuje na dobru kvalitetu humusa. Dušik najprije raste do dubine od 20 cm, a zatim pada, ali u svim slojevima je dobro zastupljen. Tlo sadrži vrlo mnogo kalija, posebno u višim slojevima, a fosfor je osrednje zastupljen.

Obavljena je analiza iglica iz horizonta A<sub>0</sub> (0,5—2 cm) koja je pokazala, da je % vlage vrlo malen (11,9%), dok je postotak pepela na suhu tvar vrlo velik (20,9%).

Analizom prašine iz sloja A<sub>00</sub> (0,0—0,5 cm), uzetoga na samom rubu šume prema cementari dobiveni su rezultati, prikazani u Tab. 3 u zadnjoj koloni. Vidljivo je da se mnogo ne razlikuju od onih koje smo dobili na profilu 0—0,5 cm u pedološkoj jami. Spomenuta nam analiza pokazuje da je cementna naslaga prašine alkalična i da sadrži 1,1% humusa, što je vrlo malo ali značajno te da ima vrlo malo dušika; fosfor je također slabo zastupljen, a kalij dobro. Znači da cementna prašina u manjim količinama, pomiješana s iglicama i drugim otpacima drveća i grmlja daje povoljne uvjete za razvoj vegetacije.

Tab. 2. Mehanički sastav — Mechanical composition  
(u vodi — in water)

Dubina Depth cm	% sadržaj čestica (u vodi) — % content of particles (in water)				Teksturna oznaka Texture
	2— 0,2	0,2— 0,02	0,02— 0,002	< 0,002	
< 0,5	5,3	21,1	50,9	23,1	praškasto glinasta ilovača — silty clayey loam
0,5—2	25,7	66,0	5,6	2,7	ilovasto sitni pijesak — loamy fine sand
2—7	12,8	71,1	11,7	4,4	sitno pjeskovita ilovača — fine sandy loam
7—20	7,0	30,2	44,3	18,5	glinasta ilovača — clayey loam
20—60	4,9	23,9	47,6	23,6	praškasto glinasta ilovača — silty clayey loam
60—100	5,2	23,0	46,9	24,9	praškasto glinasta ilovača — silty clayey loam

(u Na-pirofosfatu — in Na-pyrophosphate)

Dubina Depth cm	% sadržaj čestica (u Na-pirofosfatu) — % content particles (in Na-pyrophosphate)				Teksturna oznaka Texture
	2— 0,2	0,2— 0,02	0,02— 0,002	< 0,002	
< 0,5	4,0	21,4	38,6	36,0	laka glina — light clay
0,5—2	21,7	67,5	7,2	3,6	ilovasto sitni pijesak — loamy fine sand
2—7	9,9	72,9	12,4	4,8	sitno pjeskovita ilovača — fine sandy loam
7—20	6,2	41,2	25,8	26,8	laka glina — light clay
20—60	4,3	24,7	38,8	32,2	laka glina — light clay
60—100	3,9	23,3	38,0	34,8	laka glina — light clay

Tab. 3. *Kemijska svojstva — Chemical properties*

Dubina Depth cm	CaCO <sub>3</sub> %	pH u — in		Hu- mus %	N %	C : N	Fiz. aktivni Phys. active CaCO <sub>3</sub> %	mg/100 g	
		nKCl	H <sub>2</sub> O					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0,5	44,9	7,9	8,2	1,4	0,08	10	17,7	1,6	12,6
0,5—2	66,5	8,2	8,2	2,5	0,07	21	10,1	9,4	80
2—7	58,2	8,2	8,3	4,1	0,11	22	10,1	3,8	80
7—20	32,0	8,1	8,3	4,1	0,19	12	16,8	5,8	54,8
20—60	35,8	7,9	8,2	2,3	0,13	10	16,3	2,4	34,2
60—100	37,4	7,9	8,2	1,6	0,09	10	17,3	1,8	14,0
0—0,5	61,8	8,2	8,2	1,1	0,06	11	10,1	3,0	40,0

Vlaga  
Humidity  
% (105 °C)

Pepeo  
Ashes  
%

Iglice  
Needles

11,9

20,9

4.4 *Vegetacija — Vegetation*

Istraživano područje solinskog bazena u svom nižem dijelu pripada vegetacijskom razredu sredozemnih zimzelenih šuma i šikara tvrda lišća (*Quercetea ilicis* Br.-Bl), a u višim predjelima iznad 350 m, a mje-

stimično i više, pripada vegetacijskom razredu listopadnih šuma i šikara eurosibirskog područja (*Querceto Fagetea* Br-B1.). Pored toga susreću se i asocijacija vegetacijskog razreda sredozemnih i submediteranskih suhih travnjaka i kamenjara jadranskog područja (*Brachypodio Chysopogonetea* H-ić).

Prema tome, na istraživanom području susreću se slijedeće asocijacije — Accordingly, in the investigated area the following plant communities are found:

1) asocijacija jadranskih šuma i makija česmike (*Orneto-Quercetum ilicis* H-ić) — Community of Adriatic forests and Evergreen Oak macchias,

2) asocijacija gariga ružmarina — Community of Rosemary garrigue (*Ericeto-Rosmarinetum* H-ić),

3) asocijacija gariga klapinike ili hlapinike — Community of Calycotome garrigue (*Ericeto-Calycotometum infestae* H-ić),

4) asocijacija gariga kretskog bušina — Community of Cretan Rock-rose garrigue (*Ericeto-Cistetum cretici* H-ić),

5) asocijacija kamenjarskih pašnjaka zvjezdaste djeteline i trave raščice — Community of rocky ground pastures of Starlike Clover and False-Bromegrass (*Trifolieto-Brachypodietum ramosi* H-ić),

6) livadna asocijacija kršina i vlasaste metlače — Meadow community of Andropogon and Hair-grass (*Chrysopogoneto-Airetum capillaris* H-ić),

7) asocijacija šuma i šikara medunca i bijelog graba — Community of forests and scrubs of Pubescent Oak and Oriental Hornbeam (*Carpinetum orientalis croaticum* H-ić),

8) asocijacija šuma i šikara trave kostrače i crnog graba — Community of forests and scrubs of Hop-hornbeam and Sesleria (*Seslerieto-Ostryetum* Horv. et H-ić).

Kao što se iz prikaza vidi, na tom uskom području razvio se velik broj biljnih zajednica. Na ove, rekli bismo prvobitne, klimatogene zajednice uvelike je utjecao čovjek bilo izravno ili neizravno, tako da je vegetacija u mnogom izmijenjena. Najznačajnije je utjecao na klimatogenu zajednicu česmike gdje pored degradacijskih stadija gariga i prostranih kamenjara značajne površine zauzima vegetacija borovih šuma.

Na većem istočnom dijelu istraživanog područja razvio se tako facies gariga ružmarina gdje dominira alepski bor kao drvo ili facies ružmarina i alepskog bora (*Ericeto-Rosmarinetum halepensis* H-ić) te facies kretskog bušina i alepskog bora (*Ericeto-Cistetum cretici pinosum halepensis* H-ić).

Sjevernim i srednjim dijelom istraživanog područja na garigu kapinike dominira facies alepskog bora (*Pinus halepensis* H-ić).

Posvuda, a posebno u srednjem i zapadnom dijelu vegetacija alepskog bora prekriva napuštene poljoprivredne kulture. Tu su se uz alepski bor pod intenzivnim antropogenim utjecajima razvili i posebni faciesi.

Naša se istraživanja odnose na utjecaj borovih kultura, pa ćemo se ovdje pobliže osvrnuti na njih. Kao što se iz naprijed izloženoga vidi,

kod borovih kultura uglavnom je u različitim faciesima zastupljen alepski bor. Uz njega dolaze još pojedinačno primiješani: pinjol (*P. pinea* Endl.), primorski bor (*P. pinaster* Ait.) i crni bor (*P. nigra* Arn.) te čempres (*C. sempervirens* L.).

Ovdje donosimo popis grmlja i prizemnog rašća koje je zastupljeno u faciesu ružmarina i alepskog bora (*Ericeto-Rosmarinetum pinosum halepensis* H-ić) u predjelu Majdan Kosa:

Sloj grmlja: *Erica verticillata* Forks., *Myrtus communis* L., *Paliurus aculeatus* Lam., *Pistacia lentiscus*, *Carpinus orientalis* Mill., *Fraxinus ornus* L., *Rhamnus rupestris* Scop., *Rh. intermedia* Steud., *Crataegus transalpina* A. Kern., *Coronilla emeroides* Boiss. et Spr., *Rosa* spp.

Sloj prizemnog rašća: *Salvia pratensis* L., *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don, *Stachys salviaefolia* Ten., *Centaurea spinosiliata* Seenus, *Eryngium amethystinum* L., *Centaurea* spp., *Osyris alba* L., *Sesleria autumnalis* L., *Hedera helix* L., *Asparagus tenuifolius* Lam., *Asparagus acutifolius* L., *Smilax aspera* L. i dr.

## 5. METODA RADA — WORK METHOD

Postavljeni zadatak diktirao je i metodu rada. Bilo je neophodno primijeniti metodu mjerenja na terenu. Tako su obavljena s jedne strane mjerenja i snimanja samih kultura, a s druge strane mjerenja prašine, dima i SO<sub>2</sub> u zraku unutar područja kultura alepskog bora kao i izvan njega.

Na istraživanom području kliško-solinskog bazena glavni izvor posebno krutih onečišćivača su dimnjaci tvornice cementa »10. kolovoz«. Tvornica je smještena na južnom dijelu područja sa sjeverne strane rječice Jadro između uzvišenja, zvanoga Debela Glava na sjeveru i Majdan-Kose na jugu. S obzirom na pravce glavnih vjetrova (iz pravca sjeveroistoka i jugozapada) utjecaj ostalih tvornica na istraživano područje nije značajan, jer su smještene prema zapadu. Od manjih ali značajnih izvora onečišćivača na tom području važno je spomenuti kamenolom u predjelu, zvanom Kosa kao i promet koji je na cijelom području vrlo razvijen, a posebno u njegovu južnom dijelu.

Na istraživanom području ima posvuda kultura alepskog bora starosti 20—30 godina u malim grupama od po nekoliko ari do nekoliko hektara. Najveće suvisle površine pod kulturom bora su u predjelu Rupotine i Majdan-Kose. Na padini Mosora, zvanoj Majdan-Kosa na jugu i istoku od tvornice podignute su prije 20—25 godina kulture alepskog bora.

Opazanjem na terenu utvrdili smo da je najveće kretanje onečišćivanja od izvora u pravcu dominantnog vjetra te da su i naslage prašine na vegetaciji u tom pravcu najdeblje. Na temelju toga odlučili smo postaviti mjerna mjesta tako da zahvate presjek kulture na pravcu najveće učestalosti vjetra. Tako je mjerno mjesto broj 1 postavljeno na 315 m od tvornice u smjeru jugozapad, samo 10 m pred rubom šume, mjerno mjesto broj 2 u istom pravcu od tvornice na početku kulture. Mjerno

mjesto broj 3 u istom je pravcu u sredini kulture 430 m od tvornice, broj 4 u istom pravcu blizu ruba šume 520 m od tvornice, broj 5 u istom pravcu, ali izvan šume uz njezin sam rub 560 m od tvornice, a mjerno mjesto broj 6 također u istom pravcu 670 m od tvornice ili 130 m od ruba šume.

Na istočnom dijelu kulture ili južno od tvornice na 410 m udaljenosti u samoj kulturi postavili smo mjerno mjesto broj 8, a na zapadnom dijelu kulture neposredno uz rub šume 630 m od tvornice nalazilo se mjerno mjesto broj 7.

Sva gore navedena mjerna mjesta (1—8) nalaze se u kulturi, zvanom Majdan-Kosa ili neposredno uz tu kulturu (Sl. 4).

Zbog boljeg uvida i usporedbe postavili smo još tri mjerna mjesta.

Mjerno mjesto broj 9 bilo je u selu Mravinci jugoistočno od tvornice i na jugoistoku područja istraživanja, mjerno mjesto broj 10 na sjeverozapadnoj granici područja u borovoj kulturi.

Mjerno mjesto broj 11 na otoku V. Drvenik izabrali smo kao izmjeru za apsolutnu kontrolu jer je to mjesto više od 10 km udaljeno od najbližeg izvora onečišćivanja.

### 5.1 Određivanje krutih čestica — *Determination of solid particles*

Metode određivanja krutih čestica mogu se podijeliti na dvije skupine:

A. metode za određivanje istaložene prašine (sediment),

B. metode za određivanje sveukupne prašine.

*Istaložena prašina* su krute čestice, koje se nakon određenog vremena zbog sile teže slobodnim padom istalože na okolnu površinu. Njihova količina izražuje se u gramima na kvadratni metar površine za određeno vrijeme:  $\text{mg}/\text{m}^2/24^{\text{h}}$ . Kao vrijeme taloženja uzima se obično 30 dana.

*Sveukupna prašina* su krute čestice koje se ne talože u blizini mjesta gdje su nastale, već lebde u zraku dulje vrijeme. Među takvu prašinu ubraja se i dim odnosno čađa, aerosol pretežno organskog porijekla. Količina sveukupne prašine izražuje se u miligramima na kubni metar zraka:  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

Mjerenja onečišćenja zraka od krutih čestica u solinskom bazenu obavili smo kako slijedi:

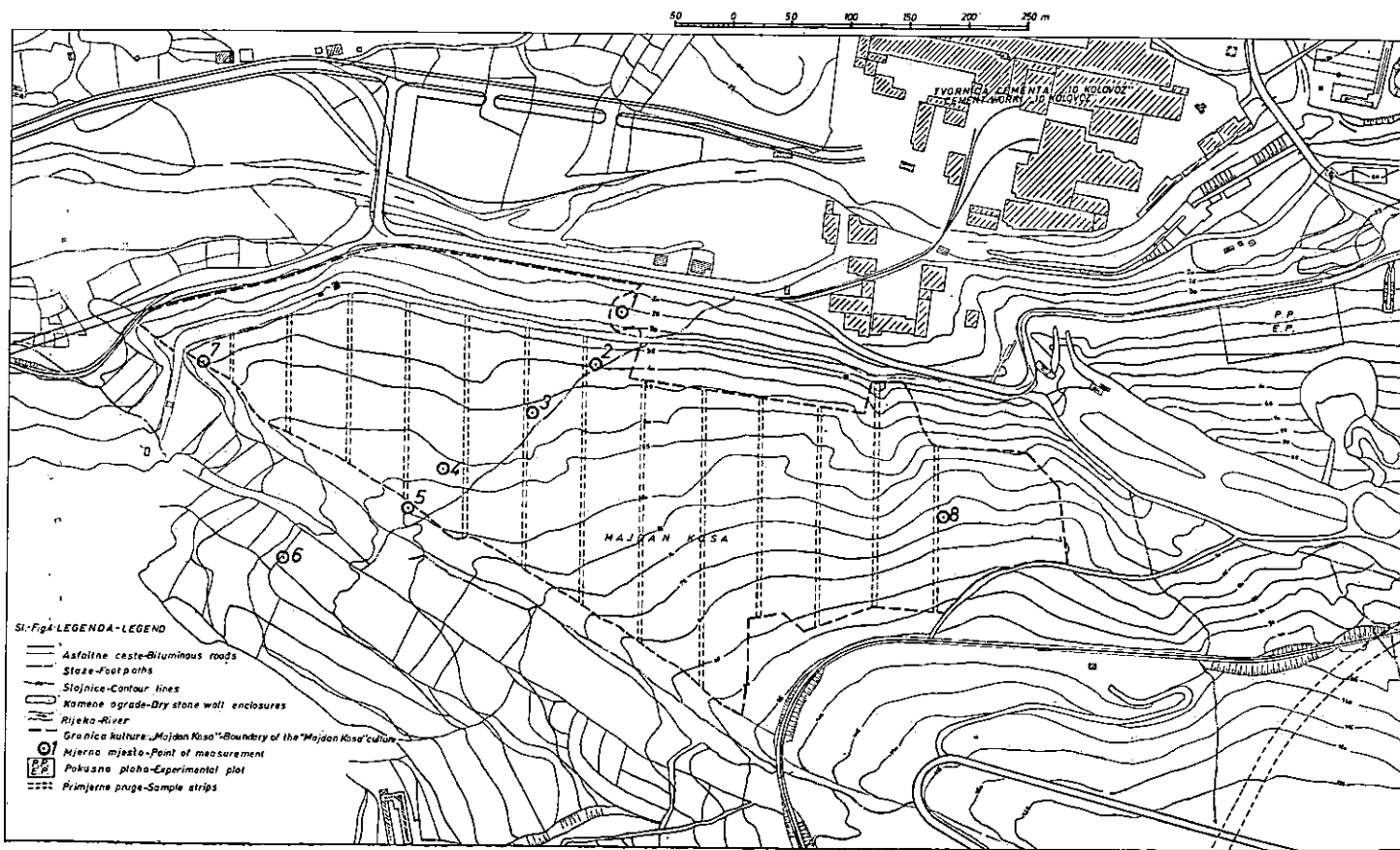
Istaloženu prašinu mjerili smo metodom sedimentatora. Vrijeme taloženja bilo je 30 dana. Upotrijebili smo engleski standardni uređaj kakav je shematski prikazan na Sl. 5.

Prve su posude postavljene 28. XI. 1972. god. i mijenjane svakih mjesec dana. Posude su nošene u laboratorij na analizu, a na njihovo mjesto postavljene su nove. Tako sve do 1. XII. 1973. god. na svih 11 mjernih mjesta.

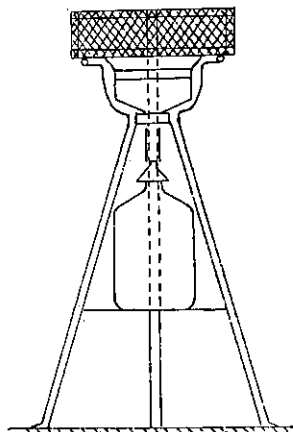
U sedimentu, sakupljenom kroz mjesec dana obavljene su potrebne analize.

Odvojene su netopive tvari od topivih, da bismo zatim netopive tvari ispitali na:

# PREGLEDNA KARTA PODRUČJA „MAJDAN KOSA“ SURVEY MAP OF THE „MAJDAN KOSA“ REGION



*SI-Fig. 5. ENGLJSKI STANDARDNI UREDAJ  
ZA ODREĐIVANJE ISTALOŽENE PRAŠINE-  
ENGLISH STANDARD EQUIPMENT FOR  
DETERMINATION OF DEPOSITED DUST*



- sadržaj katranskih tvari, ekstrahiranih u petrol-eteru,
- pepeo (mineralni dio netopivih tvari),
- sagorljivo (organski dio netopivih tvari).

Zbroj količina netopivih i topivih tvari daje »ukupnu taložnu tvar«, a ta se vrijednost uzima za ocjenjivanje stupnja onečišćenja atmosfere.

Za ocjenu stupnja onečišćenja atmosfere primijenili smo kriterij prema OECD-u\* koji također primjenjuje Gradski laboratorij u Parizu.

Godišnji prosjek ukupne taložne tvari	Stupanj onečišćenja
0 — 170 mg/m <sup>2</sup> /dan	— malo onečišćeno
170 — 330 mg/m <sup>2</sup> /dan	— primjetno onečišćeno
330 — 500 mg/m <sup>2</sup> /dan	— znatno onečišćeno
preko 500 mg/m <sup>2</sup> /dan	— intenzivno onečišćeno

Sveukupnu prašinu odredili smo »gravimetrijskom metodom nakon njezina odjeljivanja od zraka«.

\* Organisation for Economic Cooperation and Development



Svakog 28. i 29. u mjesecu uzimani su uzorci zraka pomoću pumpe. Količina proteklog zraka mjerena je automatski brojačem za određeno vrijeme. Filteri sa sakupljenom prašinom su prenijeti u laboratorij na analizu.

Uzorci su uzimani od 28. XI. 1972. do 28. X. 1973. godine svakih 30 dana na mjernim mjestima 1, 3, 4, 5 i 10.

Za određivanje količine dima primijenili smo »indirektnu metodu određivanja«.

## 5.2 *Određivanje sumpornog dioksida — Determination of sulphur dioxide*

Sumporni dioksid određivali smo na mjernim mjestima 1, 2, 3, 5 i 10, i to za uzorke uzimane svakih mjesec dana kao i uzorke na prašini. Primijenili smo slijedeći postupak:

Kroz 10 ml 0,1 M Na-tetrakloromerkurata prosisava se oko 50 l zraka zračnom pumpom.

Uzorak se prelije u tikvicu od 25 ml i do marke nadopuni reagensom. U 10 ml tako priređenog uzorka doda se 1 ml pararozanilina i 1 ml formalina, dobro promiješa i nakon 30 sekundi fotometrira na valnoj dužini  $\lambda = 560$  m $\mu$ . Koncentracija se očitava iz baždarnog pravca.

Slijepa proba:

10 ml Na-tetrakloromerkurata + 1 ml-rozanilina + 1 ml formalina  
Račun:

$$\frac{a \cdot Z}{x \cdot v} = \text{mg SO}_2/\text{l, gdje je}$$

a =  $\gamma$  SO<sub>2</sub> u 10 ml razrijeđenog uzorka iz baždarne krivulje,

Z = ukupni volumen na koji je uzorak bio razrijeđen,

x = alikvotni dio uzorka uzet za analizu.

v = volumen propisanog zraka u l.

## 5.3 *Istraživanja kultura alepskog bora — Investigation of Aleppo Pine cultures*

### 5.31 *Razvoj i prirast kulture — Development and increment of culture*

Površinu kulture alepskog bora »Majdan-Kosa« južno od tvornice snimili smo u proljeće 1973. i nanijeli na podlogu karte novog promjera grada Splita iz 1972. godine. Ostale kulture unesene su u kartu na temelju aerofotosnimaka — karte D. Jedlowskog »Zaštita šuma od požara u Š. G. Split« iz god. 1972.

Strukturne odnose i stanje kulture dobili smo inventarizacijom obavljenom u proljeće 1973. god. U cijeloj kulturi položili smo primjerne pruge širine 5 m svakih 50 metara. Znači da su izbrojena sva stabla na površini od 10%. Ukupno je položeno 13 primjernih pruga kako je to na Sl. 4 označeno. Sva su stabla razvrstana u opsežne stupnjeve od po 5 cm

s donjom taksacijskom granicom od 10 cm u opsegu. Podaci su grupirani u Tab. 4.

Tab. 4. *Kultura »Majdan-Kosa«: struktura po vrstama, broju stabala, temeljnicama i drvnim masama (na 1 ha) — Culture of »Majdan-Kosa«: Structure by tree species, stem number, basal area and volume (per 1 ha)*

Opseg g. b. h. cm	Alepski bor — Aleppo Pine				Čempres — Cypress				Ukupno — Total		
	v m <sup>3</sup>	N	G m <sup>2</sup>	N. v m <sup>3</sup>	v m <sup>3</sup>	N	G m <sup>2</sup>	N. v m <sup>3</sup>	N	G m <sup>2</sup>	v m <sup>3</sup>
12,5	0,001	360	0,43	0,36	0,001	39	0,05	0,04	399	0,48	0,40
17,5	0,005	388	0,93	1,94	0,005	24	0,06	0,12	412	0,99	2,06
22,5	0,01	369	1,48	3,69	0,01	13	0,05	0,13	382	1,53	3,82
27,5	0,02	317	1,90	6,34	0,02	4	0,03	0,08	321	1,93	6,42
32,5	0,03	276	2,32	8,28	0,03	6	0,05	0,18	282	2,38	8,46
37,5	0,05	210	2,52	10,50	0,05	7	0,08	0,35	217	2,60	10,85
42,5	0,06	195	2,81	11,70	0,06	7	0,10	0,42	202	2,91	12,12
47,5	0,08	122	2,20	9,76	0,08	3	0,05	0,24	125	2,25	10,00
52,5	0,11	90	1,97	9,90					90	1,97	9,90
57,5	0,14	60	1,57	8,40					60	1,57	8,40
62,5	0,17	31	0,96	5,27					31	0,96	5,27
67,5	0,21	16	0,58	3,36					16	0,58	3,36
72,5	0,25	5	0,21	1,25					5	0,21	1,25
77,5	0,29	2	0,10	0,58					2	0,10	0,58
82,5	0,34	1	0,05	0,34					1	0,05	0,34
Ukupno Total		2442	20,03	81,67		103	0,47	1,56	2545	20,50	83,23

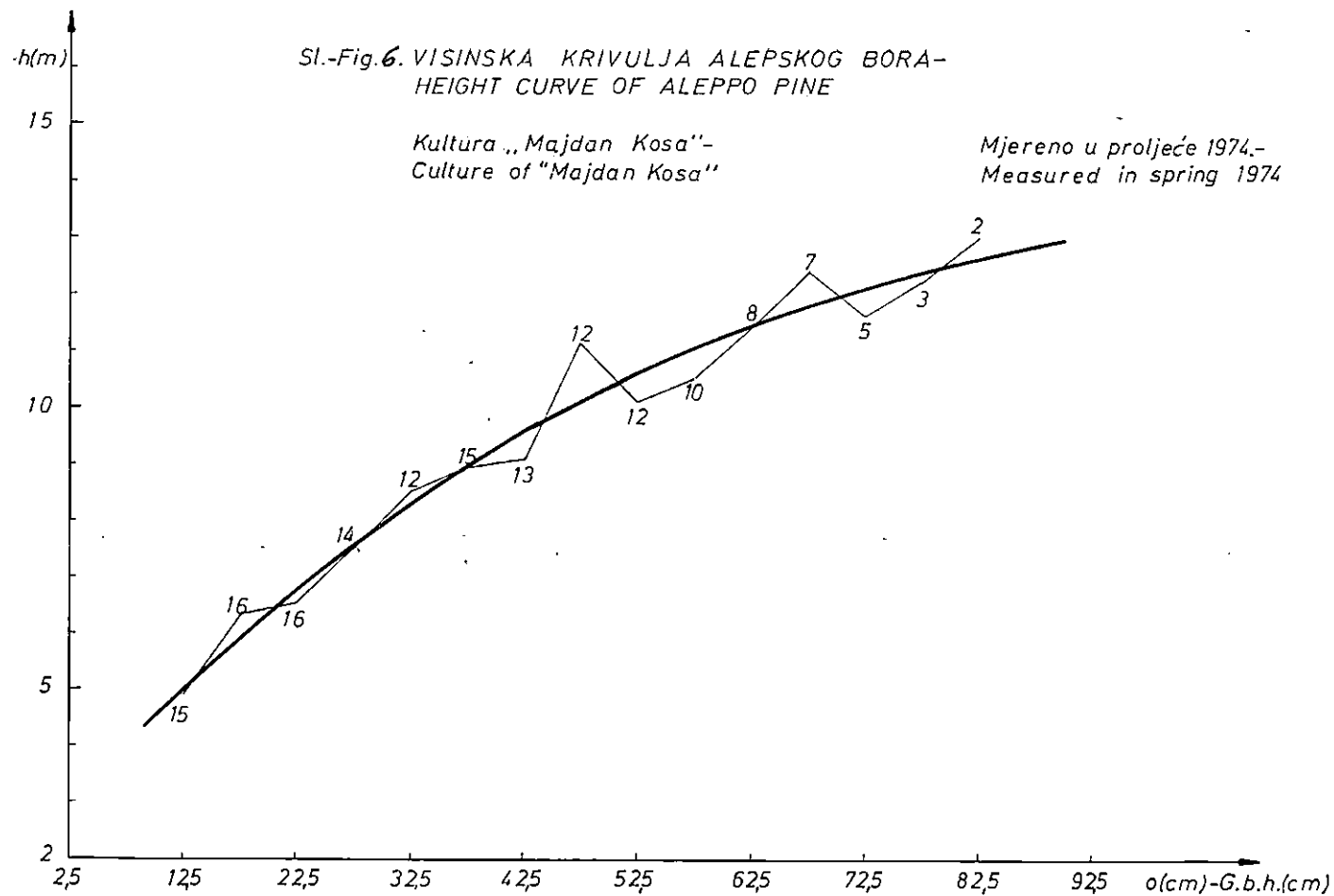
Za konstrukciju visinske krivulje (Sl. 6.) i određivanje tarife izmjerili smo po principu slučajnosti 155 visina različitog opsega po opsežnim stupnjevima od po 5 cm i s donjom granicom od 10 cm opsega. Mjerenja smo također obavili u proljeće 1973. god.

U kulturi »Majdan-Kosa« oborili smo i 8 stabala te na njima uzeli kolote za analizu rasta i prirasta.

Površinu krošnje za srednje stablo izračunali smo na temelju broja stabala, tako da smo površinu podijelili s brojem stabala na njoj. Za kontrolu u kulturi smo izmjerili površine krošanja za 36 stabala srednjeg opsega.

Za usporedbu razvoja kulture alepskog bora »Majdan-Kosa« koja je pod jakim utjecajem tvornice cementa »10. kolovoz« odabrali smo kulture alepskog bora istočno od tvornice, također oko 300—400 m udaljene od izvora onečišćenja ali pod slabijim utjecajem onečišćivača. Rezultate mjerenja u toj kulturi donosimo u Tab. 5. Važno je spomenuti da se i spomenuta kultura nalazi na flišnoj podlozi. Kultura je bila god. 1975. stara 24 godine.

U Tab. 6 dani su rezultati mjerenja iz područja »Rupotine« cca 2 km sjeveroistočno od tvornice »10. kolovoz« gdje je utjecaj onečišćenja mnogo manji (mjerno mjesto 10). Ovdje moramo naglasiti da se ta kultura nalazi na vapnencu, a ne na flišu, te da je stara 30 godina.



S podloge vapnenca donosimo također originalne podatke (Tab. 7) iz područja Biograda — borove kulture uz cestu Biograd — Pakoštani. Te su kulture podignute prije 20 godina također na smeđem šumskom tlu, srednje dubokom.

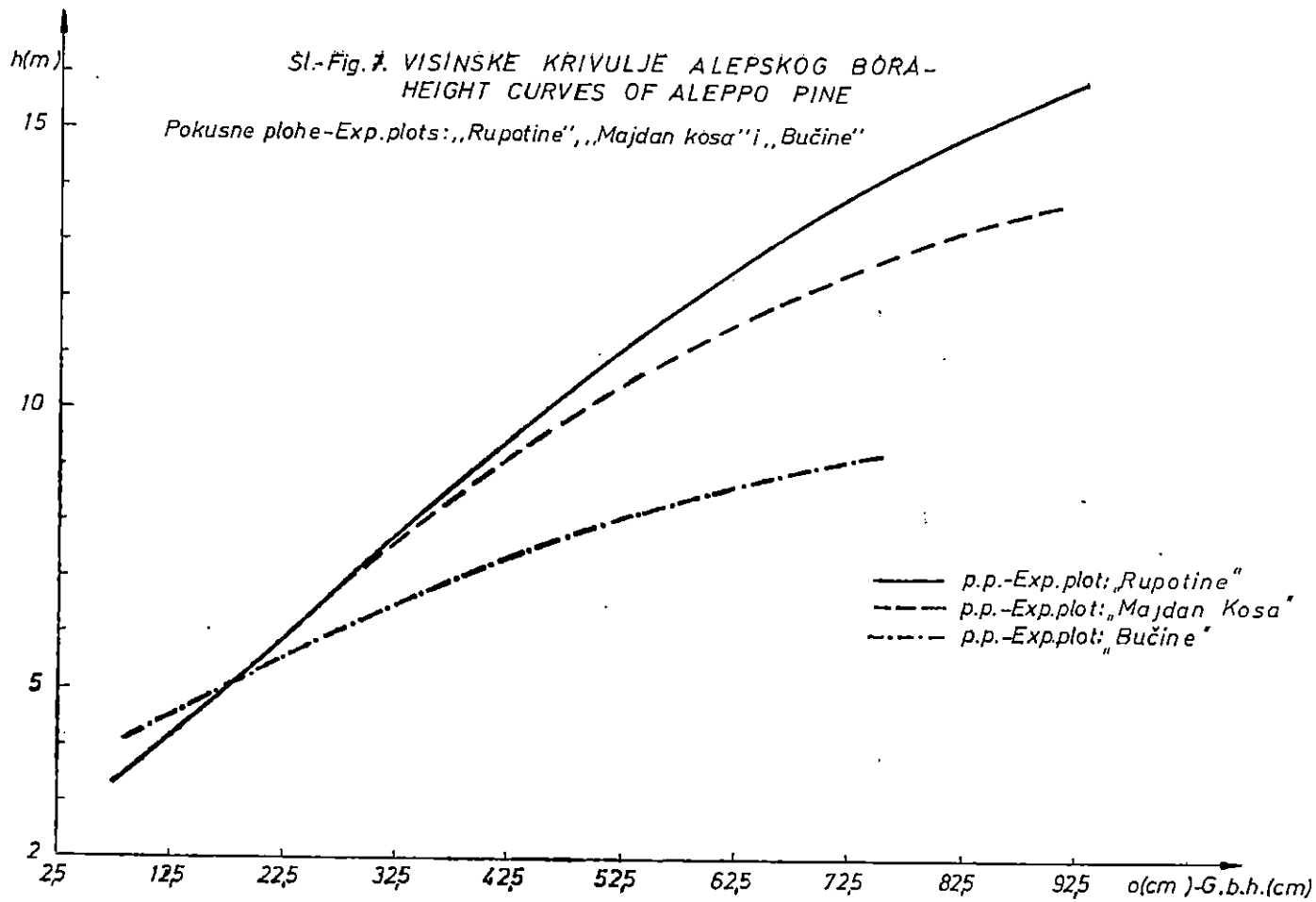
U tri promatrana područja borovih kultura, tj. »Majdan-Kosa«, »Rupotine« i »Bučina« (Biograd) na stalnim pokusnim ploham Katedre za uređivanje šuma površine 0,5 ha, obavili smo sva potrebna mjerenja kao i na istraživanoj kulturi uz tvornicu »10. kolovoz«. To znači da smo izbrojili sva stabla s donjom taksacijskom granicom od 10 cm u opsegu. Stabla su razvrstana u opsežne stupnjeve od po 5 cm opsega. Na svakoj od ploha izmjereno je po oko 60 visina, na temelju kojih je konstruirana visinska krivulja i određena tarifa. Visinske krivulje alepkog bora za sve tri pokusne plohe prikazane su na Sl. 7. Sa svake je plohe uzeto po jedno stablo za analizu razvoja i prirasta stabala.

Tab. 5. Pokusna ploha »Majdan-Kosa« (površina 0,5 ha): struktura po vrstama, broju stabala, temeljnicama i drvnim masama — Experimental plot »Majdan-Kosa« (0.5 ha): Structure by tree species, stem number, basal area and volume

O g. b. h. cm	Alepski bor — Aleppo Pine			
	N	G m <sup>2</sup>	v m <sup>3</sup>	N. v m <sup>3</sup>
12,5	52	0,06	0,001	0,05
17,5	105	0,25	0,003	0,31
22,5	118	0,47	0,01	1,18
27,5	162	0,97	0,02	3,24
32,5	175	1,47	0,03	5,25
37,5	141	1,69	0,04	5,64
42,5	170	2,45	0,06	10,20
47,5	138	2,48	0,08	11,04
52,5	88	1,93	0,11	9,68
57,5	57	1,50	0,14	7,98
62,5	25	0,78	0,17	4,25
67,5	12	0,44	0,21	2,52
72,5	10	0,42	0,26	2,60
77,5	1	0,05	0,30	0,30
82,5	3	0,16	0,36	1,08
Ukupno Total	1257	15,12		65,32
Po ha Per ha	2514	30,24		120,64

### 5.32 Određivanje postotka pepela na iglicama — Determination of the % of ash on needles

Kultura alepskog bora koja se nalazi južno od tvornice prekrivena je sivim plaštom cementne prašine. Najgušći pokrov prašine je u jugozapadnom pravcu od tvornice, tj. u pravcu dominantnog vjetrova: bure. Od toga



Tab. 6. Pokusna ploha »Rupotine« (površina 0,5 ha): struktura po vrstama, broju stabala, temeljnicama i drvnim masama — Experimental plot »Rupotine« (0.5 ha): Structure by tree species, stem number, basal area and volume

O g. b. h. cm	Alepski bor — Aleppo Pine			
	N	G m <sup>2</sup>	v m <sup>3</sup>	N. v m <sup>3</sup>
22,5	31	0,03	0,01	0,31
27,5	56	0,33	0,02	1,12
32,5	65	0,54	0,03	1,95
37,5	59	0,65	0,04	2,36
42,5	157	2,25	0,06	9,42
47,5	127	2,27	0,08	10,16
52,5	109	2,39	0,12	13,08
57,5	89	2,34	0,15	13,34
62,5	55	1,71	0,19	10,45
67,5	36	1,31	0,23	8,28
72,5	11	0,46	0,28	3,08
77,5	2	0,10	0,33	0,66
82,5	1	0,05	0,39	0,39
87,5			0,46	
92,5	1	0,07	0,54	0,52
97,5			0,62	
102,5	1	0,08	0,70	0,66
Ukupno Total	800	14,58		75,78
Po ha Per ha	1600	29,16		151,56

pravca prema istoku i zapadu kulture sloj prašine je vidno manji, kako na samoj kulturi, tako i na prizemnom raslinstvu.

Pored toga uočljivo je da prašina ne prekriva podjednako sve dijelove jednog stabla. Vrhovi stabala i slobodno stojeće postrane grane mnogo su manje zaprašene nego srednji i donji dijelovi stabala. To je značajno za visoka kao i za niža stabla.

U svrhu određivanja postotka prašine i suhe tvari, tj. općenito onečišćenja na iglicama odlučili smo obaviti analizu iglica s obzirom na postotak pepela i suhe tvari na njima, i to s donjih grana stabla, sa srednjih grana i s gornjih grana.

Sa stabala uz mjerno mjesto 1, 3, 4, 7, 8 i 10 uzimali smo uzorke iglica na vrhu krošnje, u sredini krošnje i s donjih grana krošnje svakog 28. ili 29. u mjesecu i to počev od 28. X 1972. do 28. VI. 1973. Uzorke smo uzimali, dakle, svakih 30 dana uvijek s istog stabla i na podjednakoj visini.

Iglice smo pomoću škara izrezivali u posebne kutije i tako otpremali u laboratorij gdje su analizirane.

#### 5.4 Obrada podataka — Processing of data

Svi su terenski prikupljeni podaci neposredno poslije prikupljanja prenošeni u odgovarajuće laboratorije gdje su analizirani i obrađivani.

Tako su sva mjerenja na šumskim kulturama analizirana i obrađena u Katedri za uređivanje šuma po određenima poznatim metodama, i to kako slijedi:

- Analiza stabala izvršena je metodom sekcioniranja po 2 m odnosno 1 m u krošnji, a obrada i računanje matematsko statistički.
- Drvena masa sastojine i pokusnih ploha obračunata je klasičnim postupkom s time, da su za obračun drvne mase po opsežnim stupnjevima primijenjene dvoulazne drvno-gromadne tablice za crni bor.
- Visinske krivulje su izjednačene grafički.

Analiza i obrada podataka krutih čestica (prašina, dim) i onečišćivača (SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>) kao i određivanje postotka pepela na iglicama izvršena je u Institutu za sigurnost u Zagrebu.

Za svako pojedino mjerno mjesto rezultati analizom dobiveni su grupirani, obračunate su srednje vrijednosti kao i ostali parametri i to: standardna devijacija, srednja griješka aritmetičke sredine i koeficijent varijacije.

Tab. 7. Pokusna ploha »Bućina«, Biograd n/m (površina 0,5 ha): struktura po vrstama, broju stabala, temeljnicama i drvnim masama — Experimental plot »Bućina«, Biograd n/m (0.5 ha): Structure by tree species, stem number, basal area and volume

O g. b. h. cm	Alepski bor — Aleppo Pine				Čempres — Cypress				Ukupno — Total		
	N	G m <sup>2</sup>	v m <sup>3</sup>	N. v m <sup>3</sup>	N	G m <sup>2</sup>	v m <sup>3</sup>	N. v m <sup>3</sup>	N	G m <sup>2</sup>	N. v m <sup>3</sup>
12,5	6	0,01	0,001	0,01	18	0,02	0,001	0,02	24	0,03	0,03
17,5	15	0,04	0,003	0,04	32	0,08	0,003	0,10	47	0,12	0,14
22,5	28	0,11	0,01	0,28	37	0,15	0,01	0,37	65	0,26	0,65
27,5	53	0,32	0,02	1,06	49	0,29	0,02	0,98	102	0,61	2,04
32,5	90	0,76	0,03	2,70	24	0,20	0,02	0,72	114	0,96	3,42
37,5	102	1,22	0,02	4,08	8	0,10	0,04	0,24	110	1,32	4,32
42,5	97	1,40	0,05	4,85	3	0,04	0,05	0,15	100	1,44	5,00
47,5	79	1,42	0,07	5,53	1	0,02	0,07	0,07	80	1,44	5,60
52,5	73	1,60	0,09	6,57					73	1,60	6,57
57,5	51	1,34	0,11	5,61					51	1,34	5,61
62,5	23	0,72	0,13	2,99					23	0,72	2,99
67,5	11	0,40	0,16	1,76					11	0,40	1,76
72,5	5	0,21	0,20	1,00					5	0,21	1,00
77,5	1	0,05	0,23	0,23					1	0,05	0,23
Ukupno Total	634	9,60		36,71	172	0,91		2,65	806	10,51	39,36
Po ha Per ha	1268	19,20		73,42	344	1,82		5,30	1612	21,02	78,72

- a) Istaložena prašina (sediment) obrađena je i analizirana u laboratoriju, i to svaki uzorak od po 30 dana.
- b) Količina sveukupne prašine odnosno dima kao njezina sastavna dijela određena je indirektnom metodom, a to znači da je na temelju indeksa zacrnjenja na reflektometru i dijagramu na ordinati očitana pripadna površinska koncentracija dima. Tako dobitven rezultat izražen je u jedinicama ekvivalentne međunarodne skale  $\text{mg}/\text{cm}^2$  (Sl. 8), pa smo ga preračunali na koncentraciju dima u relativne jedinice.
- c) Koncentracija sumpornog dioksida određena je fotometrijskom metodom na valnoj dužini  $\lambda = 560 \text{ m}\mu$ .
- d) Postotak pepela i suha tvar, a također i postotak vlage u iglicama alepskog bora određen je na temelju sakupljenoga terenskoga materijala sušenjem, spaljivanjem organske tvari i nakon toga vaganjem.

## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA — RESULTS OF INVESTIGATION

### 6.1 Krute čestice — Solid particles

#### 6.11 Ukupna taložna tvar — Total deposited matter

Podaci, dobiveni tijekom 12 mjesečnih mjerenja obrađeni su za svako mjerno mjesto. Zbog lakšeg pregleda i opsega rada donosimo za svako mjerno mjesto prosječne dnevne vrijednosti ( $x$ ), prosječne mjesečne maksimalne i minimalne vrijednosti kao i konačne rezultate statističke obrade, srednju griješku aritmetičke sredine, standardnu devijaciju i koeficijent varijacije koji služe za određivanje signifikantnosti prosječnih vrijednosti.

Kao što se iz Tab. 8 vidi, dobiveni su slijedeći rezultati o ukupnoj taložnoj tvari za pojedina mjerna mjesta:

Mjerno mjesto broj 1 nalazi se neposredno pred kulturom 315 m od tvornice. Otvoreno je prema tvornici i na direktnom udaru glavnog pravca vjetra. Na tom mjernom mjestu prosječna dnevna količina ukupne taložne tvari za period 28. XI 1972. do 30. XI 1973. iznosila je  $2019 \text{ mg}/\text{m}^2$ ; maksimum je zabilježen u mjesecu lipnju 1973. god. kada je dnevni prosjek iznosio  $3051 \text{ mg}/\text{m}^2$ . To znači da je tijekom mjeseca lipnja 1973. god. palo ukupno  $915 \text{ kg}$  prašine na  $1 \text{ ha}$ .

Na mjernom mjestu broj 2 samo  $50 \text{ metara}$  dalje od mjernog mjesta broj 1 u istom pravcu od tvornice (pravcu najveće učestalosti vjetra) prosječna dnevna količina ukupne taložne tvari je  $696 \text{ mg}/\text{m}^2$ ; maksimum je zabilježen u mjesecu veljači 1973. god. u iznosu od  $1281 \text{ mg}/\text{m}^2$  dnevno.

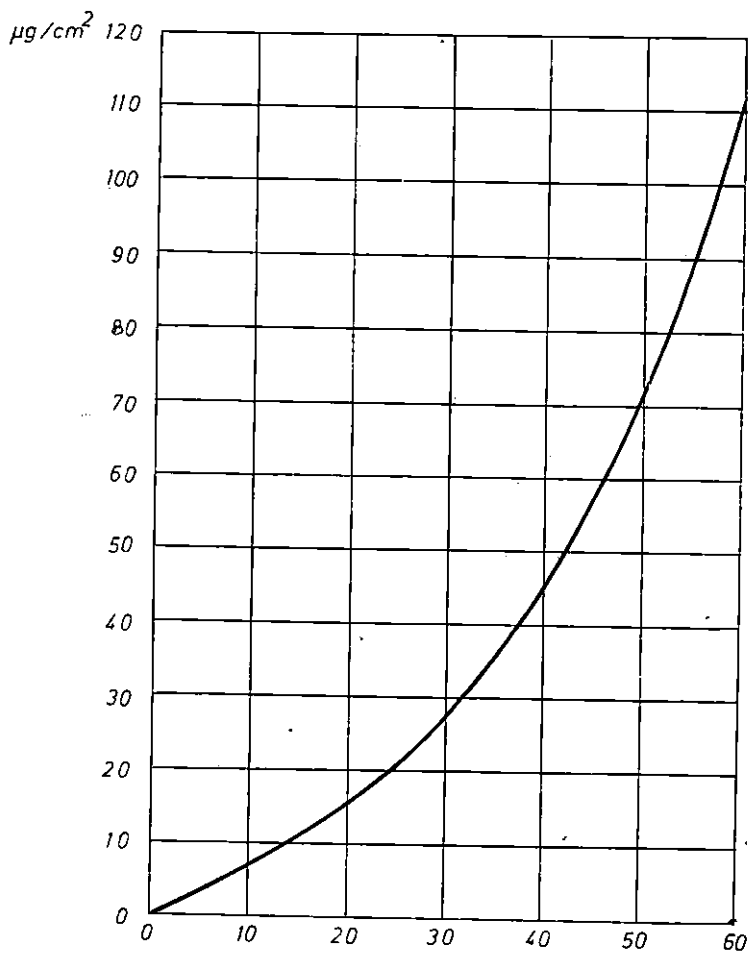
Mjerno mjesto broj 3 je u sredini kulture  $430 \text{ m}$  od tvornice u istom pravcu kao i prethodna dva. Ovdje je prosječna dnevna količina za isti period iznosila  $401 \text{ mg}/\text{m}^2$ . Maksimalna dnevna količina izmjerena je u ožujku 1973. godine s iznosom od  $879 \text{ mg}/\text{m}^2$ , što znači da je u tom mjesecu u neposrednoj blizini mjernog mjesta palo  $264 \text{ kg}$  prašine na  $1 \text{ ha}$ .

Mjerno mjesto broj 4 u kulturi u istom pravcu od tvornice udaljeno  $520 \text{ m}$  ima za isti period prosječnu dnevnu količinu ukupnog taloga od



SI-*Fig. 8. INTERNACIONALNA STANDARDNA SKALA-  
INTERNATIONAL STANDARD SCALE*

*Reflektometar na Whatman №1 filter papir od 1 in diam.-  
Reflectometer on Whatman №1 filter paper of 1 in diam.*



*indeks zacrnenja (100 - faktor refleksije E<sub>T</sub>W) -  
Blackening index (100 - E<sub>T</sub>W reflection factor)*

Tab. 8. Količina sedimenta na mjernim mjestima — Amount of sediment at points of measurement

Mjerno mjesto Point of measurement	Smještaj Location	Udaljenost od izvora Distance from source m	Ukupna taložna tvar Total deposit					
			Max	Min	$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV
			mg/m <sup>3</sup>					
1	Pred kulturom Before culture	315	3051	1282	2019	538	155	26,7
2	Početak kulture Begining of culture	365	1280	313	696	289	83	41,5
3	Sredina kulture Middle of culture	430	879	205	401	176	51	44,0
4	U kulturi Inside culture	520	488	311	408	67	19	16,5
5	Izvan kulture Outside culture	560	745	455	607	110	32	18,6
6	120 m od kulture 120 m away from culture	670	855	381	619	184	53	25,7
7	Izvan kulture Outside culture	630	1060	362	612	233	67	38,1
8	U kulturi Inside culture	410	444	82	242	107	31	44,3
9	Mravinci	1200	322	70	155	70	20	45,5
10	Rupotine	2200	429	144	255	83	24	36,7
11	Drvenik		260	73	144	58	17	40,3

$\bar{x}$  = aritmetička sredina — Arithmetic mean;  $s_{\bar{x}}$  = srednja griješka aritmetičke sredine — Mean error of arithmetic mean;  $s_x$  = standardna devijacija — Standard deviation; CV = koeficijent varijacije — Coefficient of variability

408 mg/m<sup>2</sup>. Maksimalna količina izmjerena je u svibnju s prosječnom dnevnom vrijednosti od 505 mg/m<sup>2</sup>.

Mjerno mjesto broj 5 je u istom pravcu i samo 5 m od krošanja stabala (izvan kulture), a 560 m od tvornice. Prosječna dnevna količina za vrijeme od 12 mjeseci iznosila je 607 mg/m<sup>2</sup>. Maksimalno je bio u mjesecu kolovozu s prosječnom dnevnom količinom od 745 mg/m<sup>2</sup>.

Mjerno mjesto broj 6 nalazi se u istom pravcu od tvornice kao i prethodna mjesta, ali je 120 m udaljeno od kulture. Prosječna dnevna količina za navedeni interval od 12 mjeseci ovdje iznosi 619 mg/m<sup>2</sup>. Maksimalno je zabilježen u mjesecu travnju s iznosom od 878 mg/m<sup>2</sup> prosječno dnevno.

Zapadno od postavljenog pravca mjerenja (mjerna mjesta 1—6) uz sam rub kulture 630 m od tvornice na mjernom mjestu broj 7 prosječna dnevna vrijednost za isto razdoblje iznosila je 612 mg/m<sup>2</sup>. Maksimalno je bio u studenom 1973. godine s prosječnim dnevnim iznosom od 1060 mg/m<sup>2</sup>.

Rezultati ukupnog taloga su sasvim drugačiji na mjernom mjestu broj 8 koje se nalazi u istočnom dijelu kulture južno od tvornice i od nje udaljeno 410 m u pravcu male učestalosti vjetra.

Prosječna dnevna vrijednost za isti period, tj. 1. XII 1972. do 30. XI 1973. ovdje iznosi 242 mg/m<sup>2</sup>. Maksimalna je količina izmjerena u mjesecu rujnu 1973. god. s prosječnim dnevnim iznosom od 444 mg/m<sup>2</sup>.

Mjerno mjesto broj 9 nalazi se jugoistočno te je udaljeno oko 1200 m od tvornice. Ondje je izmjerena prosječna dnevna vrijednost ukupnog taloga od 155 mg/dan. Maksimalno je izmjeren u mjesecu lipnju te iznosi 322 mg/m<sup>2</sup> prosječno dnevno.

Dobivena prosječna dnevna vrijednost ukupnog taloga od 255 mg/m<sup>2</sup> na mjernom mjestu broj 10 (predjel »Rupotine« kod Spomenika) također u borovoj kulturi, ali 2200 m od tvornice ukazuje na jak utjecaj onečišćivača u tom pravcu. To je sjeverozapadno od tvornice, a tim smjerom djeluju 1/6 svih vjetrova i tišina. Maksimalna dnevna vrijednost je izmjerena u mjesecu ožujku s iznosom od 429 mg/m<sup>2</sup>.

Prosječna dnevna vrijednost ukupnog taloga, dobivena na mjernom mjestu broj 11 na otoku V. Drvenik s iznosom od 144 mg/m<sup>2</sup> služi nam kao kontrola. Maksimalna dnevna količina je zabilježena u mjesecu travnju s iznosom od 260 mg/m<sup>2</sup>. Spomenuto mjesto nalazi se u šumi alepskog bora i crnike.

### 6.12 Dim — Smoke

Koncentracija dima u mg/m<sup>3</sup> zraka izmjerena je na mjernim mjestima broj 1, 2, 3, 5 i 10.

U Tab. 9 donosimo prosječne vrijednosti mjerenja tijekom promatranog perioda od prosinca 1972. do studenoga 1973. god. Vidljivo je da se koncentracija dima kreće od 0,026 do 0,069 mg/m<sup>3</sup>.

Na mjernom mjestu broj 1 (ispred kulture) prosječna vrijednost koncentracija od 12 mjerenja za promatrani period iznosi 0,069 mg/m<sup>3</sup>.

Na mjernom mjestu broj 2 (početak kulture) prosječna vrijednost koncentracija je 0,033 mg/m<sup>3</sup>.

Tab. 9. Količina sedimenta na mjernim mjestima — Amount of sediment at points of measurement

Mjerno mjesto Point of meas- urement	Sumporni dioksid — Sulphur dioxide						Dim — Smoke					
	Max	Min	$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV	Max	Min	$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV
	mg/m <sup>3</sup>						mg/m <sup>3</sup>					
1	0,211	0,072	0,120	0,042	0,012	34,6	0,124	0,031	0,069	0,029	0,008	41,4
2	0,096	0,024	0,057	0,023	0,007	41,0	0,062	0,011	0,033	0,019	0,006	57,8
3	0,101	0,021	0,055	0,029	0,008	52,0	0,050	0,008	0,026	0,017	0,005	63,5
5	0,152	0,027	0,072	0,043	0,012	59,2	0,064	0,011	0,031	0,016	0,005	53,3
10	0,130	0,014	0,061	0,046	0,015	75,0	0,073	0,010	0,043	0,025	0,008	57,4

$\bar{x}$  = aritmetička sredina — Arithmetic mean;

$s_{\bar{x}}$  = srednja greška aritmetičke sredine — Mean error of arithmetic mean;

$s_x$  = standardna devijacija — Standard deviation;

CV = koeficijent varijacije — Coefficient of variability;

Na mjernom mjestu broj 3 (sredina kulture) prosječna vrijednost koncentracija je  $0,026 \text{ mg/m}^3$ .

Na mjernom mjestu broj 5 (iza kulture) prosječna vrijednost koncentracije iznosi  $0,031 \text{ mg/m}^3$ .

Sva navedena mjesta 1, 2, 3 i 5 nalaze se u istom pravcu od tvornice. Sl. 9 nam predočuje kretanje koncentracije dima po mjesecima za mjerna mjesta 1, 3 i 5.

Mjerno mjesto broj 10 (»Rupotine« kod Spomenika) ima prosječnu vrijednost koncentracije dima od  $0,043 \text{ mg/m}^3$ .

## 6.2 *Kemijski onečišćivači — Chemical pollutants*

Istraživanja sumpornog dioksida dala su značajne rezultate. Mjerenja su izvršena na mjernim mjestima 1, 2, 3, 5 i 10 u razdoblju od 28. XI 1972. do 30. XII 1973.

U Tab. 9 naznačene su sumarne prosječne vrijednosti od po 12 uzoraka za svako mjerno mjesto i vrijednosti statističkih parametara koji služe za određivanje signifikantnosti prosječnih vrijednosti koncentracije. Također su naznačene i maksimalne odnosno minimalne izmjerene vrijednosti koncentracije.

Proizlazi da je na mjernom mjestu broj 1 (ispred kulture) vrijednost koncentracije  $0,120 \text{ mg/m}^3$ , a izmjereni maksimum u siječnju 1973. iznosio je  $0,211 \text{ mg/m}^3$ .

Za mjerno mjesto broj 2 (početak kulture) prosječna vrijednost koncentracije je  $0,057 \text{ mg/m}^3$ , a maksimum od  $0,096 \text{ mg/m}^3$  nastupio je u siječnju 1973.

Mjerno mjesto broj 3 (sredina šume), ima prosječnu vrijednost koncentracije od  $0,055 \text{ mg/m}^3$ , a maksimum je nastupio u prosincu 1972. u iznosu od  $0,101 \text{ mg/m}^3$ .

Na mjernom mjestu broj 5 prosječna vrijednost koncentracije iznosi  $0,072 \text{ mg/m}^3$ , a maksimum u iznosu od  $0,152 \text{ mg/m}^3$  bijaše u prosincu 1972.

Kako je već naglašeno, sva ta mjerna mjesta nalaze se u istom pravcu od tvornice. Na Sl. 10 predočeno je kretanje koncentracije za mjerna mjesta 1, 3 i 5.

Za mjerno mjesto broj 10 (kod Spomenika) prosječna vrijednost koncentracije je  $0,061 \text{ mg/m}^3$ , a maksimum u iznosu od  $0,130 \text{ mg/m}^3$  izmjeren je u mjesecu prosincu 1972.

## 6.3 *Kulture alepskog bora — Aleppo Pine cultures*

### 6.31 *Razvoj i prirast borove kulture »Majdan-Kosa« — Development and increment of Pine culture »Majdan Kosa«*

Drvena masa cijele kulture površine 14,2 ha utvrđena je metodom uzoraka na oko 8% ukupne površine. Iz podataka u Tab. 4 navodimo slijedeće prosječne podatke po ha:

2.442 stabala alepskog bora

103 stabala čempresa

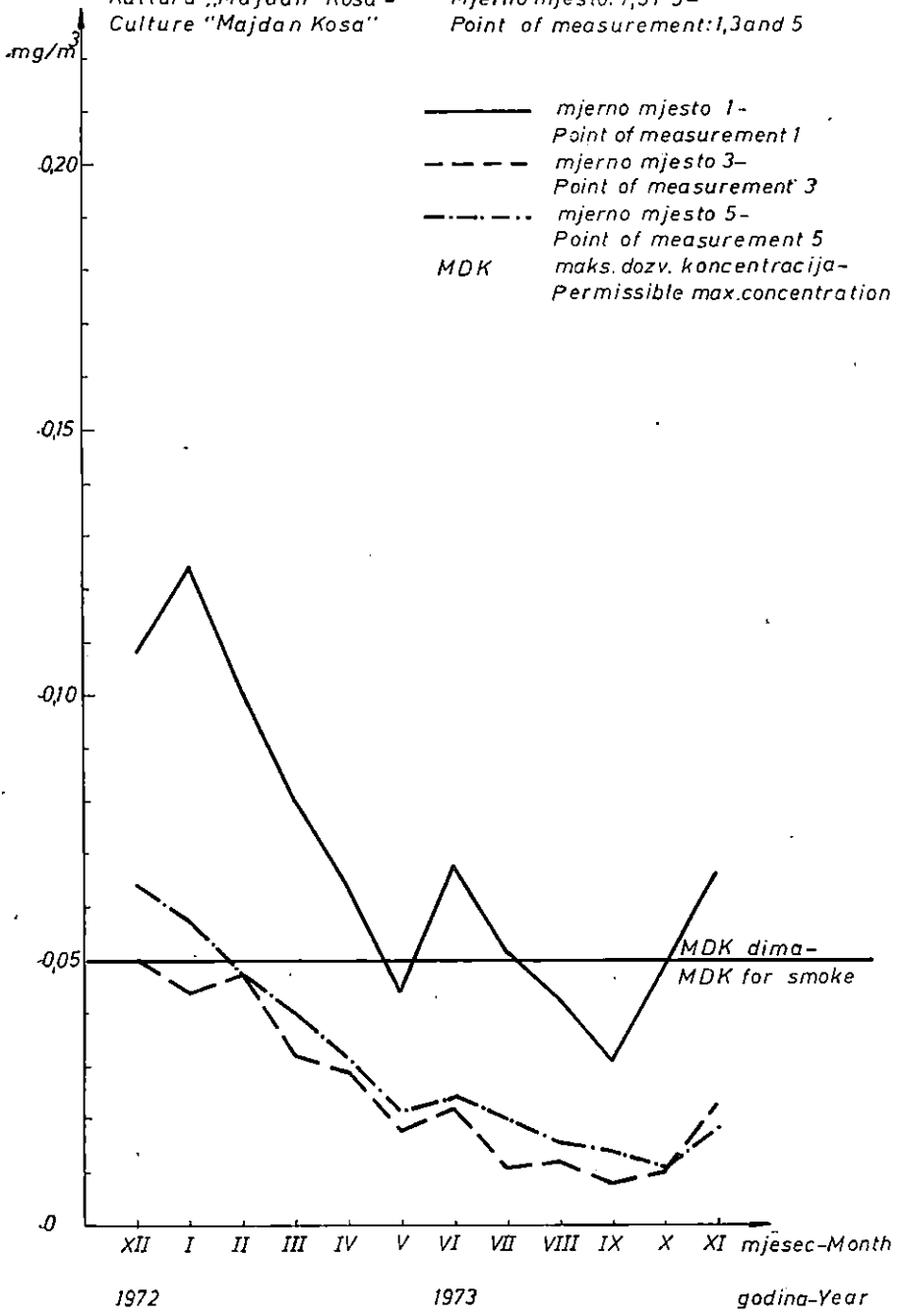
---

2.545 stabala — ukupno

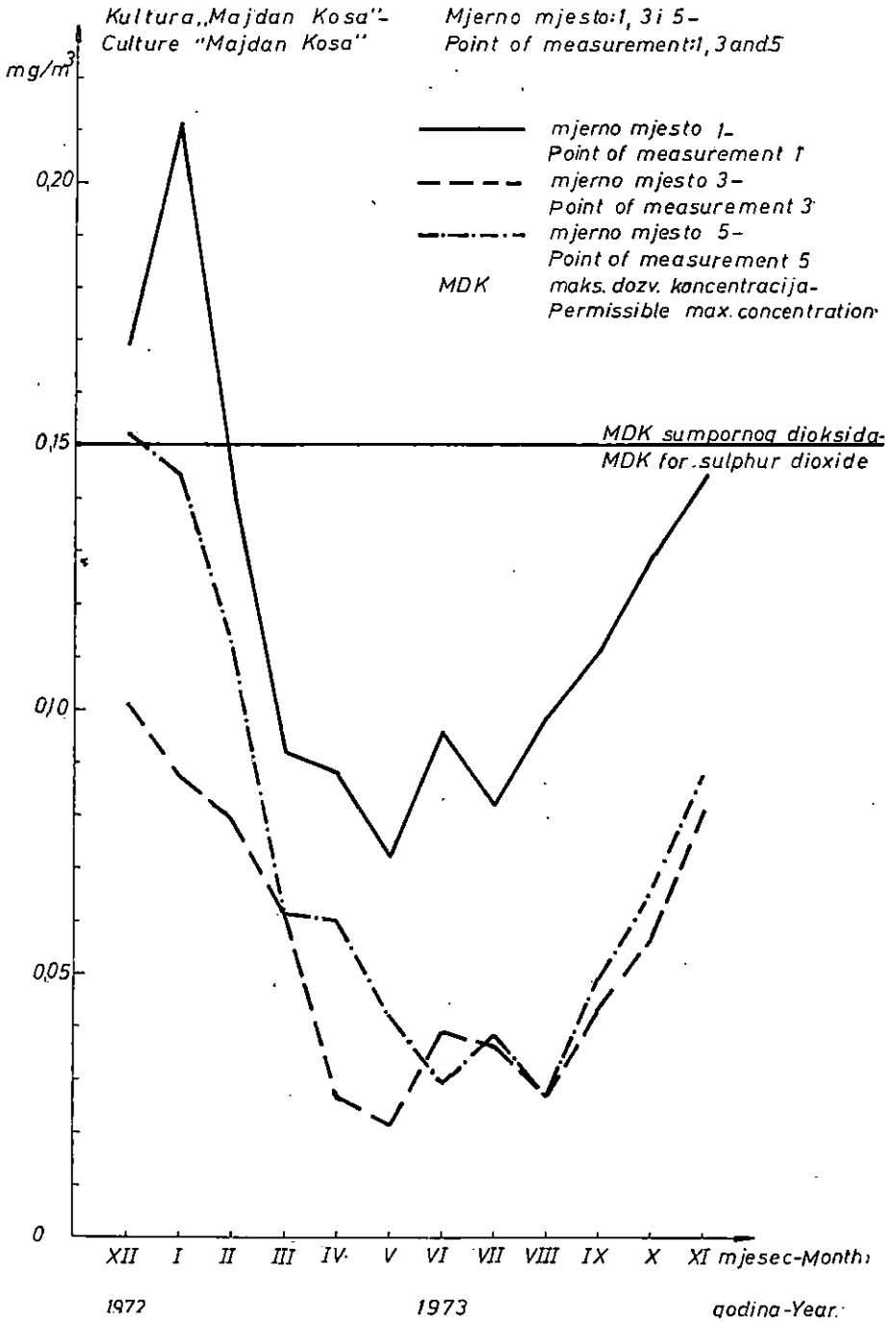
Sl.-Fig.9. KONCENTRACIJA DIMA-  
CONCENTRATION OF SMOKE

Kultura „Majdan Kosa”-  
Culture "Majdan Kosa"

Mjerno mjesto:1,3i 5-  
Point of measurement:1,3and 5



SI.-Fig.10. KONCENTRACIJA SUMPORNOG DIOKSIDA-  
CONCENTRATION OF SULPHUR DIOXIDE



Ta su stabla raspoređena u opsežnim stupnjevima od 10—85 cm opsega, kako se to vidi iz Sl. 11 i Tab. 4.

Krivulja nam pokazuje da distribucija stabala odgovara Gaussovoj zvonolikoj krivulji s malom desnom asimetrijom.

Srednji opsežni stupanj je 32,5 cm, a površina krošnje tog stupnja je 4 m<sup>2</sup>; znači da je to srednja površina krošnje. Srednja visina za opseg 32,5 cm je 8,3 m. Visine su distribuirane u rasponu od 4,0—15,0 m.

Srednje sastojinsko stablo je dakle prosječno prirašćivalo 0,47 cm godišnje u debljinu i 36 cm u visinu. Prosječna širina goda iznosi 23 mm godišnje. To dakako vrijedi za sastojinu kao cjelinu.

U pojedinim dijelovima kulture od zapada prema istoku (kako se ona proteže) podaci po broju stabala kao i po srednjem sastojinskom opsegu su različiti. Na osnovi 13 položenih primjernih pruga od po 5 m širine u smjeru sjevero-jug dobiveni su rezultati o uspjehu kulture u njezinim različitim dijelovima (Tab. 10).

Svaka grupa je posebno statistički obrađena po opsegu kao zaseban kolektiv; rezultati te obrade prikazani su također u Tab. 10, a koriste nam za određivanje signifikantnosti između pojedinih pruga.

Sveukupna drvena masa svih stabala iznosi 82,23 m<sup>3</sup> po ha, od toga 81,67 m<sup>3</sup> alepskog bora i 1,56 m<sup>3</sup> čempresa. Drvena masa srednjeg stabla iznosi 0,03 m<sup>3</sup>.

Iz navedenih podataka proizlazi da je prosječni dobní prirast po hektaru cca 4 m<sup>3</sup>. Uz pretpostavku da je 1/5 sveukupno proizvedene drvene mase izvađena čišćenjem i proredama, možemo konstatirati da je u kulturi »Majdan-Kosa« na površini od 14,2 ha prosječna proizvodnja u prvih 22 godine života kulture iznosila 5 m<sup>3</sup>/ha.

Zbog usporedbe osnovane su na području kliško-solinskog bazena i komparativne plohe na kojima su obavljena identična mjerenja kao i u promatranjoj kulturi.

U borovoj kulturi »Majdan-Kosa« istočno od tvornice »10. kolovoz« mjerenjima na pokusnoj plohi dobiveni su slijedeći podaci:

starost kulture	24 godine
broj stabala:	2.514
opsežni stupnjevi:	12,5—82,5 cm
srednji opsežni stupanj:	37,5 cm
srednja visina tog stupnja:	8,4 m
visine se kreću od:	4—14 m
drvena masa sastojine iznosi:	120,64 m <sup>3</sup>
temeljnica po ha je:	30,24 m <sup>2</sup> .

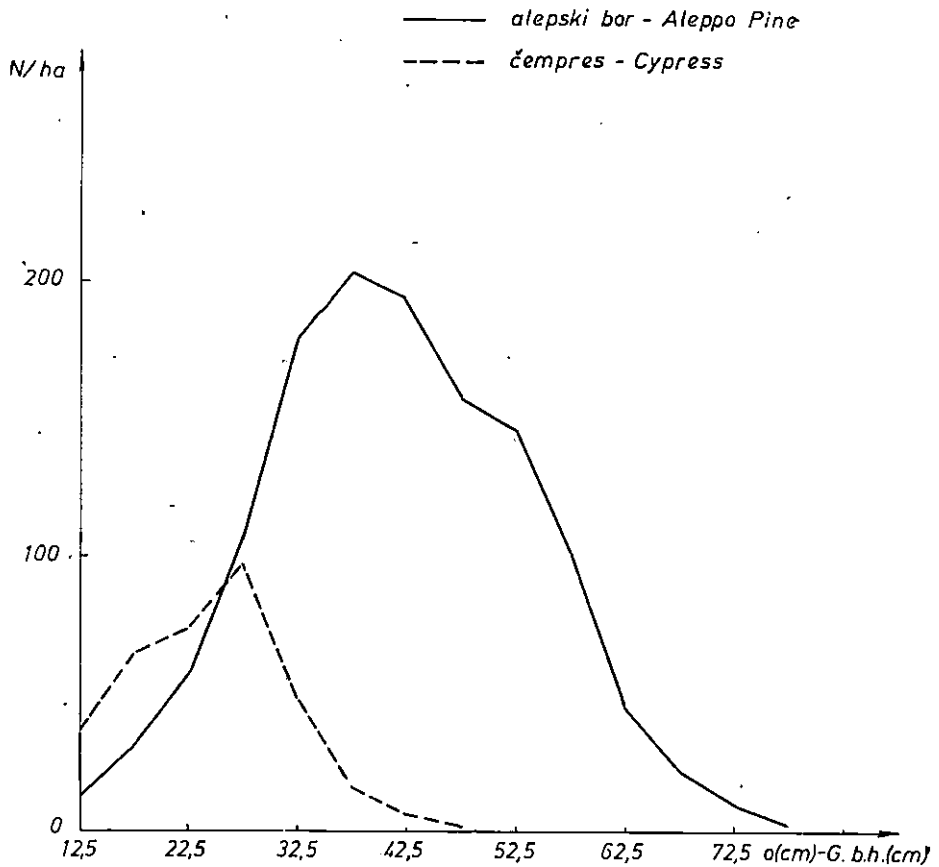
Kultura je podignuta na isti način kao i prethodna. Mjerenje je obavljeno u proljeće 1975. god. (Tab. 5).

Borove kulture u predjelu »Rupotine« nalaze se u sjeverozapadnom dijelu bazena na nadmorskoj visini od 200 m. I ta je kultura podignuta sadnjom sadnica god. 1946. Od podizanja u kulturi obavljene su samo mjere njege, tj. čišćenja i slučajna vađenja pokojeg stabla.



Sl.-Fig.11. DISTRIBUCIJA BROJA STABALA PO OPSEŽNIM STEPENIMA -  
STEM NUMBER DISTRIBUTION BY GIRTH CLASSES

Kultura-Culture „Majdan Kosa“



Prema mjerenjima obavljenima u proljeće 1975. god. za kulturu  
»Rupotine« (Tab. 6) donosimo slijedeće podatke:

starost kulture:	30 godina
broj stabala:	1.600 po ha
opsežni stupnjevi:	22,5—102,5 cm
srednji opsežni stupanj:	47,5 cm

Tab. 10. Broj stabala alepskog bora (po opsežnim stupnjevima) na primjernim prugama u kulturi »Majdan-Kosa« — Stem numbers of Aleppo Pine (by girth classes) in culture »Majdan-Kosa«

Pruga broj Strip No.	Površ. pruge Strip area m <sup>2</sup>	Opsežni stupanj — Girth subclass, cm															N	N ha	$\bar{x}$	s <sub>o</sub>	s <sub>o</sub>	CV
		12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5						
1	160	1	6	5	4	—	3	1	5	1	1	1					28	1.750	32,3	14,37	2,72	44,49
2	445	14	19	13	9	8	13	8	5	2	2	4					97	2.180	29,3	13,81	1,40	47,13
3	555	26	24	35	22	25	11	11	8	3	1	2					168	3.027	27,1	11,44	0,90	42,87
4	800	18	31	34	29	17	15	14	7	11	2	2	1				181	2.262	29,0	12,51	0,93	43,06
5	940	32	45	34	32	24	19	15	6	4	5	1	—				217	2.309	26,8	21,63	1,47	80,83
6	975	25	35	39	34	21	25	15	12	9	5	3	3	1			224	2.297	29,5	12,95	0,87	43,90
7	1100	48	49	42	36	36	14	14	6	8	5	3	2	1			264	2.400	26,8	12,77	0,79	47,65
8	1100	37	19	24	22	20	11	27	19	11	7	4	—	1	1		203	1.845	31,7	14,95	1,05	47,16
9	1100	75	51	36	30	29	14	22	13	18	14	4	2	1	1		310	2.818	28,3	15,21	0,86	53,75
10	900	37	32	25	33	35	29	18	14	6	7	3	2	1			242	2.689	30,0	13,36	0,86	44,53
11	900	29	27	31	30	26	22	20	10	6	2	4	2				209	2.322	29,5	12,82	0,89	43,46
12	850	22	36	32	21	24	21	22	11	13	7	3	4			1	217	2.553	31,6	14,48	0,98	45,82
13	600	10	30	34	28	22	21	16	11	2	4	1	1				180	3.000	29,8	11,46	0,85	38,46
Ukupno Total	10425	374	404	384	330	287	218	203	127	94	62	32	7	5	2	1	2540	2.442	29,1	13,37	0,27	45,96

$\bar{x}$  = aritmetička sredina — Arithmetic mean,  $s_{\bar{x}}$  = srednja greška aritmetičke sredine — Mean error of arithmetic mean, s<sub>o</sub> = standardna devijacija — Standard deviation, CV = koeficijent varijabilnosti — Coefficient of variability.

srednja visina tog stupnja:	10,1 m
visine se kreću:	5—16 m
drvena masa sastojine iznosi:	151,56 m <sup>3</sup> /ha
temeljnica po ha je:	29,16 m <sup>2</sup> .

Borova kultura »Bućine« kod Biograda n/m podignuta je prije 20 godina također sadnjom sadnica. Podaci mjerenja u toj kulturi na pokusnoj plohi od 0,5 ha prikazani su u Tab. 7. Niže donosimo samo najvažnije:

starost kulture:	20 godina
broj stabala:	1.268 bora i 344 čempresa
opsežni stupnjevi:	12,5—77,5 cm
srednji opsežni stupanj:	32,5 cm za bor
srednja visina tog stupnja:	6,4 m
visine se kreću:	4—9 m
drvena masa sastojine iznosi:	78,72 m <sup>3</sup>
temeljnica po ha je:	21,02 m <sup>2</sup>

### 6.32 *Razvoj i prirast stabala alepskog bora — Development and increment of Aleppo Pine trees*

Zbog boljeg uvida u kretanje rasta i razvoja stabala kao i sastojina obavili smo analizu za 8 stabala u kulturi »Majdan-Kosa« te za po jedno stablo na svakoj od pokusnih ploha.

U Tab. 11 navedeni su podaci za 5 stabala alepskog bora iz kulture »Majdan-Kosa« iste starosti od 23 godine, odabranih posvuda u sastojini. Analiza rasta i prirasta obavljena je za razdoblja od po 5 godina počev od starosti stabala u momentu analize pa unatrag. Tako su iznijeti podaci za starosti 23, 18, 13, 8 i 3 godine rasta i prirasta u visinu, rasta i prirasta u debljinu i volumnog rasta i prirasta.

Iz navedenih podataka proizlazi da u borovoj kulturi »Majdan-Kosa«:

1) Visinski prirast u prosjeku iznosi 0,48 m. Kulminira između 13. i 18. godine i u to doba iznosi 0,69 m.

2) Debljinski prirast također koleba za pojedino stablo, ali kulminira oko 13. godine i doseže tada vrijednost od 1,08 cm u prosjeku.

Odmah je uočljivo da debljinski prirast kulminira prije visinskoga. Ta se pojava daje lako tumačiti zakašnjelom intervencijom u sastojini. Vrlo kasno, a negdje i nikako nije obavljeno čišćenje, pa stabla u borbi za svjetlom u gustom sklopu dobro visinski prirašćuju, ali je debljinski prirast već prešao kulminaciju pa je sada sve slabiji. To dakako upućuje na neophodnost pravovremene intervencije čišćenjem i proredom. U spomenutoj dobi stabla alepskog bora poslije prorede još mogu reagirati jakim debljinskim prirastom.

3) Volumni rast kreće se od 62 dm<sup>3</sup> do 199 dm<sup>3</sup>. U prosjeku za spomenutih 5 stabala volumni je prirast u sadašnjoj starosti 10,8 dm<sup>3</sup>, i još nije nastupila kulminacija. Vrijeme kulminacije volumnog prirasta izmjenjenih stabala nastupa u dobi od oko 35 godina.

Tab. 11. Rast i prirast analiziranih stabala u kulturi »Majdan-Kosa« —  
— Growth and increment of analyzed trees in culture »Majdan-Kosa«

Stablo broj Stem No.	Visinski rast (m) u starosti od godina ... — Height growth (m) at age ... years					Visinski prirast (m) u starosti od godina ... — Height increment (m) at age ... years				
	3	8	13	18	23	0—3	3—8	8—13	13—18	18—23
1	0,8	3,1	5,7	8,7	10,7	0,27	0,40	0,52	0,60	0,40
2	0,3	1,9	4,9	8,4	10,7	0,10	0,32	0,60	0,70	0,46
4	0,3	1,9	4,6	8,0	10,1	0,10	0,32	0,52	0,68	0,42
7	0,5	2,6	6,6	9,5	11,5	0,27	0,42	0,80	0,58	0,40
8	1,2	3,4	6,4	9,8	12,3	0,40	0,44	0,60	0,68	0,50
$\bar{x}$	0,62	2,58	5,64	8,88	11,06	0,23	0,38	0,61	0,65	0,44
$s_x$	0,38	0,68	0,88	0,75	0,85	0,13	0,05	0,11	0,05	0,05
$s_{\bar{x}}$	0,17	0,31	0,40	0,34	0,38	0,06	0,02	0,05	0,02	0,02
CV	61,94	26,50	15,68	8,48	7,69	57,52	14,41	18,33	7,69	11,36

Tab. 11 (Nast. — Cont.1)

Stablo broj Stem No.	Debljinski rat (cm) u starosti od godina ... — Diameter growth (cm) at age ... years				Debljinski prirast (cm) u starosti od godina ... — Diameter increment (cm) at age ... years			
	8	13	18	23	0—8	8—13	13—18	18—23
1	3,0	7,7	10,8	14,0	0,60	0,94	0,62	0,64
2	0,8	5,3	8,8	11,3	0,16	0,90	0,70	0,50
4	0,9	6,5	12,9	17,0	0,10	1,12	1,28	1,02
7	1,4	6,8	11,6	14,6	0,28	1,08	0,96	0,60
8	3,8	9,1	15,1	19,8	0,76	1,06	1,20	0,94
$\bar{x}$	1,98	7,08	11,84	15,34	0,38	1,02	0,95	0,74
$s_x$	1,35	1,42	2,35	3,21	0,29	0,09	0,29	0,22
$s_{\bar{x}}$	0,60	0,63	1,05	1,44	0,13	0,04	0,13	0,10
CV	67,99	20,04	19,87	20,95	76,72	8,49	30,69	30,22

Tab. 11 (Nast. — Cont. 2)

Stablo broj Stem No.	Volumni rast (dm <sup>3</sup> ) u starosti od godina ... — Volume growth (dm <sup>3</sup> ) at age ... years					Volumni prirast (dm <sup>3</sup> ) u starosti od godina ... — Volume incre- ment (dm <sup>3</sup> ) at age ... years			
	8	13	18	23	23'	3—8	8—13	13—18	18—23
1	2,2	13,6	36,1	83,4	103,1	0,4	2,3	4,5	9,5
2	0,7	6,8	24,9	52,0	62,7	0,1	1,2	3,6	5,4
4	0,5	10,4	55,6	114,9	129,3	0,1	2,0	9,0	11,9
7	0,9	10,8	48,5	95,5	112,9	0,1	2,0	7,5	9,4
8	3,3	11,2	77,6	167,0	199,2	0,4	1,6	13,3	17,9
$\bar{x}$	1,52	10,56	48,54	102,56	121,44	0,22	1,82	7,58	10,82
$s_x$	1,20	2,44	20,05	42,66	49,92	0,17	0,43	3,86	4,59
$s_{\bar{x}}$	0,54	1,09	8,97	19,08	22,32	0,07	0,19	1,73	2,05
CV	78,74	23,13	41,31	41,59	41,11	75,38	23,47	51,12	42,46

$\bar{x}$  = aritmetička sredina — Arithmetic mean;

$S_x$  = standardna devijacija — Standard deviation;

$s_{\bar{x}}$  = srednja griješka aritmetičke sredine — Mean error of arithmetic mean;

CV = koeficijent varijacije — Coefficient of variability.

23' = drvena masa stabla s korom — Stem volume with bark.

Razvoj i prirast stabala u komparativnim kulturama promatrali smo na bazi po jednoga analiziranog stabla. Podatke tih stabala zajedno s podacima za dva stabla iz kulture »Majdan-Kosa« donosimo u Tab. 12.

Kako se iz Tab. 12 vidi, analiza rasta i prirasta obavljena je također za razdoblje od po 5 godina počev od starosti najtanjeg stabla (30 god. za kulturu »Rupotine«). Sva su ostala stabla svedena na vrijednosti za te starosti, tj. od 5, 10, 15, 20 god.

Iz navedenih podataka proizlazi:

1. Visinski rast za starost od 20 godina kreće se od 8,5 m u kulturi »Bućine« do 10,9 m u kulturi »Rupotine«. Stabla iz kulture »Majdan-Kosa« u glavnom pravcu onečišćenja imala su visinu 8,8 m odnosno 10,0 m. Prosječni visinski prirast u starosti od 20 godina kretao se od 0,41—0,55 m. Maksimalni visinski prirast nastupa u dobi od 10—15 godina i kreće se od 0,54—0,70 m. Ni trend visinskog prirasta ne pokazuje bitne razlike između analiziranih stabala u kulturi, zahvaćenoj prašinom te manje ili nikako zahvaćenoj. Manja kolebanja su prvenstveno uzrokovana dubinom tla.

Debljinski rast u dobi od 20 godina bio je između 11,5 cm (kultura »Majdan-Kosa«) i 15,3 cm (pokusna ploha »Majdan-Kosa«). Prosječni debljinski prirast do te starosti je dakle od 0,57—0,76 cm. Maksimalni debljinski prirast izmjerili smo kod stabla broj 6 u dobi između 10 i 15 godina s iznosom od 1,38 cm godišnje. U toj dobi je zabilježen maksimalni debljinski prirast i za ostala stabla. Ni debljinski prirast ne pokazuje znatne razlike na pojedinim ploham, a koje bi se mogle pripisati utjecaju onečišćenja.

3. Volumni rast za starosti od 20 godina kreće se od 47,6 dm<sup>3</sup> (stablo broj 3 u kulturi »Majdan-Kosa«) do 96,0 dm<sup>3</sup> (stablo broj 6 u kulturi »Majdan-Kosa«). To znači da je prosječni volumni prirast do te dobi iznosio 2,38 dm<sup>3</sup>—4,8 dm<sup>3</sup>. Analizirano stablo na pokusnoj plohi »Rupotine« u starosti od 30 godina imalo je drvenu masu bez kore od 124 dm<sup>3</sup> odnosno prosječni dobnii prirast od 4,1 dm<sup>3</sup>. Zanimljivo je spomenuti da je kod toga stabla volumni prirast kulminirao u dobi između 25 i 30 godina u iznosu od 9,7 dm<sup>3</sup>.

### 6.33 Analiza iglica alepskog bora u kulturi »Majdan-Kosa« — Analysis of Aleppo Pine needles in »Majdan-Kosa« culture

Obavljena je analiza od ukupno 144 uzoraka, i to sa 6 stabala. Svi su podaci obrađeni s obzirom na postotak vlage u iglicama i na postotak pepela na suhu tvar.

Ovdje donosimo prosječne vrijednosti za mjerna mjesta i položaj u krošnji. U Tab. 13 prikazan je postotak pepela na suhu tvar, a Tab. 14 postotak vlage u iglicama. U navedenim tabelama iskazani su i potrebni statistički parametri za određivanje signifikantnosti vrijednosti za pojedina mjerna mjesta.

Za dva karakteristična mjerna mjesta, isto udaljena od izvora onečišćenja (mjerno mjesto 3 i 8), donosimo grafički prikaz postotka vlage u ukupnoj tvari iglica i postotak pepela na suhu tvar iglica (Sl. 12 i Sl. 13).

Tab. 12. Rast i prirast analiziranih stabala — Growth and increment of analyzed trees

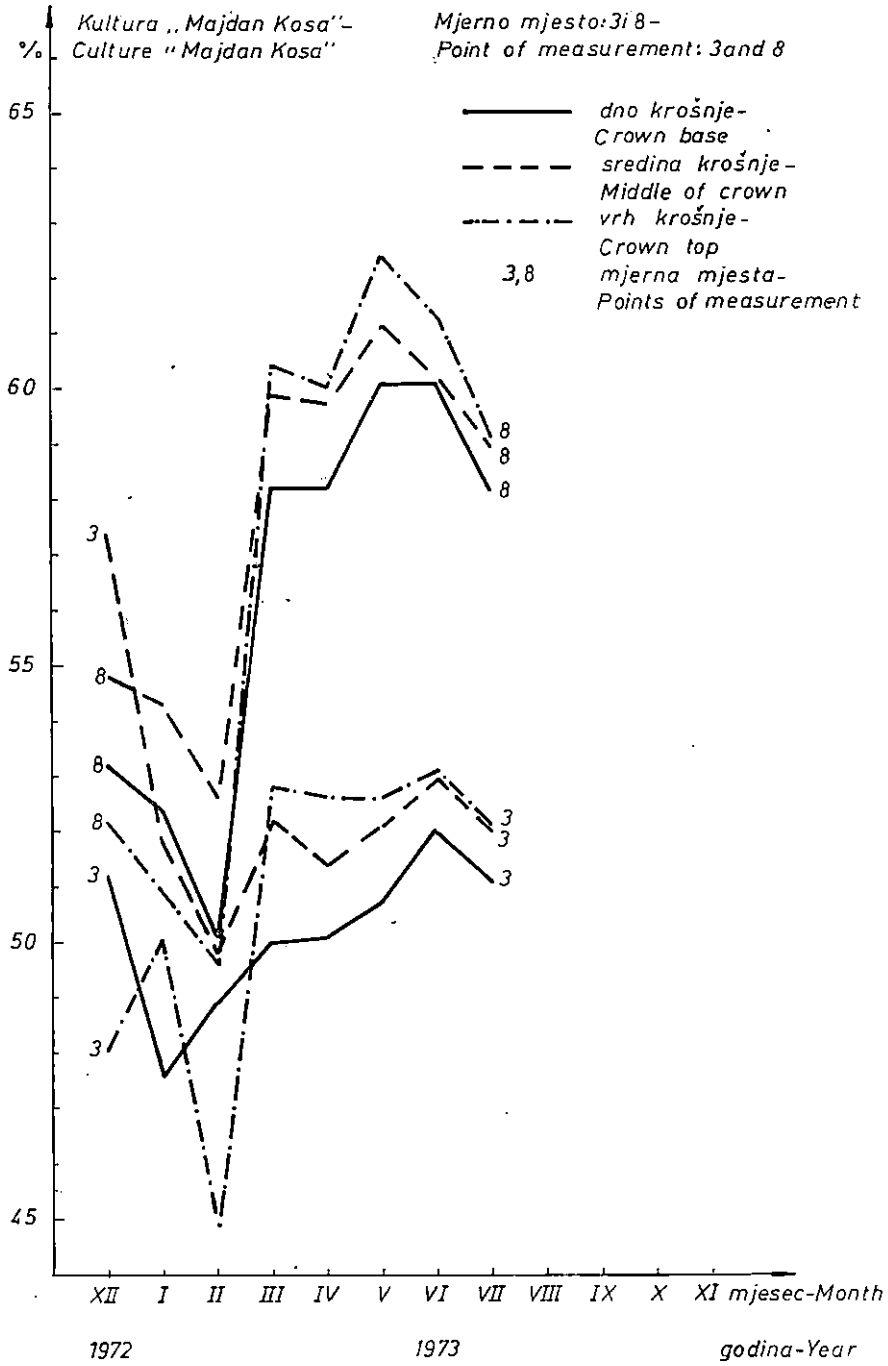
Lokalitet Locality	Visinski rast (m) u starosti od godina ... — Height growth (m) at age ... years						Visinski prirast (m) u starosti od godina ... — Height increment (m) at age ... years					
	5	10	15	20	25	30	0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30
Majdan-Kosa br. 3	0,9	4,0	6,8	8,8			0,18	0,62	0,56	0,40		
Majdan-Kosa br. 6	0,8	4,3	7,6	10,0			0,16	0,70	0,66	0,48		
Bučine	1,0	3,3	6,0	8,5			0,20	0,46	0,54	0,40		
M. Kosa-Istok	1,5	4,4	7,9	10,8	12,2		0,30	0,58	0,70	0,58	0,28	
Rupotine	2,6	6,0	9,0	10,9	12,3	13,5	0,52	0,68	0,60	0,58	0,28	0,24

Tab. 12. (Nast. - Cont.)

Lokalitet Locality	Debljinski rast (cm) u starosti od godina ... — Diameter growth (cm) at age ... years						Debljinski prirast (cm) u starosti od godina ... — Diameter increment (cm) at age ... years				
	5	10	15	20	25	30	0—10	10—15	15—20	20—25	25—30
Majdan-Kosa br. 3		3,1	8,8	11,5			0,31	1,14	0,54		
Majdan-Kosa br. 6		3,3	10,2	15,3			0,33	1,38	1,02		
Bučine		2,6	8,8	12,7			0,26	1,24	0,76		
M. Kosa-Istok	1,2	5,5	9,4	11,9	13,9		0,55	0,78	0,50	0,40	
Rupotine	2,2	7,1	9,3	10,9	12,6	14,8	0,71	0,44	0,32	0,34	0,44

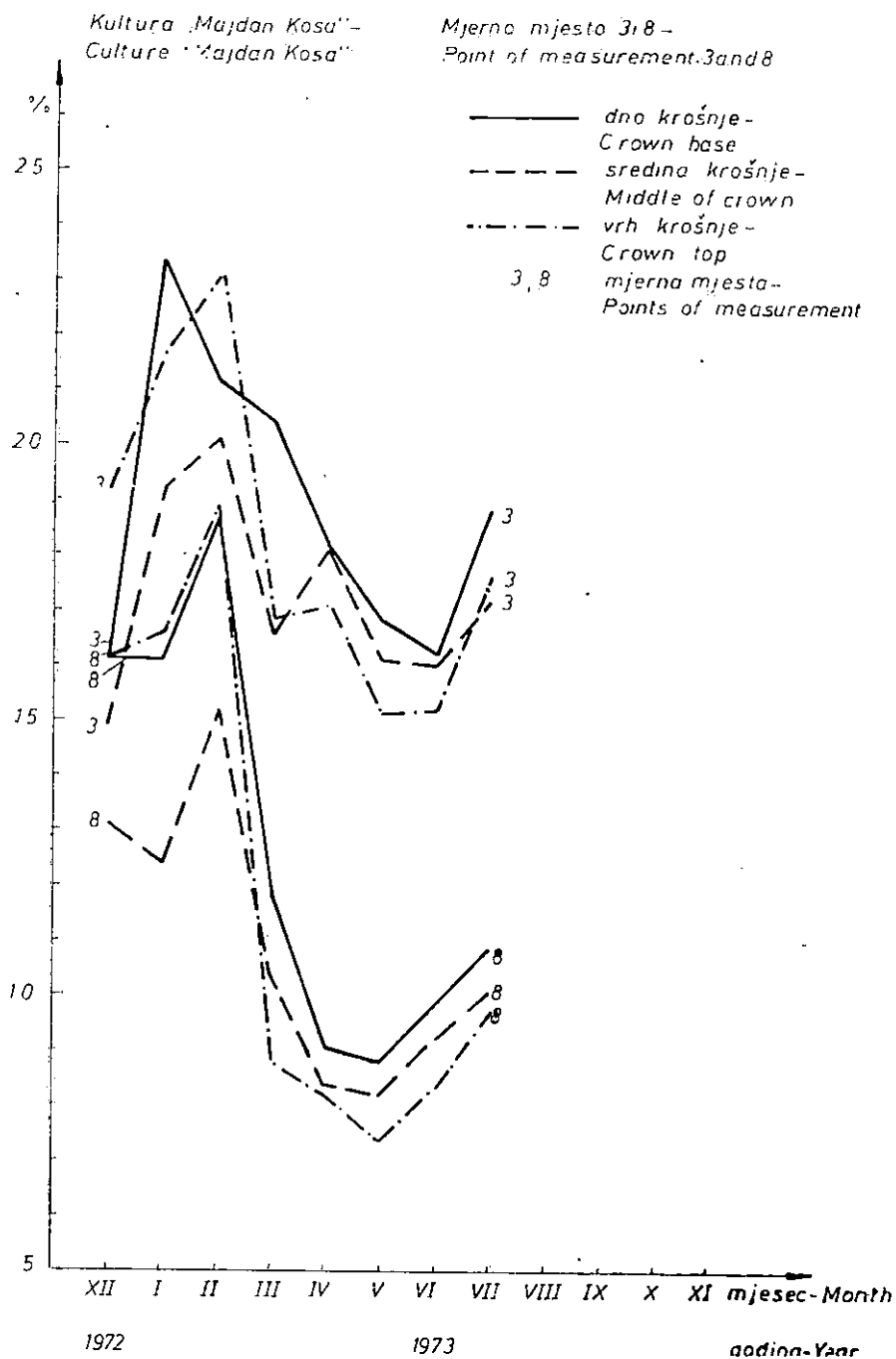
Lokalitet Locality	Volumni rast (dm <sup>3</sup> ) u starosti od godina ... — Volume growth (dm <sup>3</sup> ) at age ... years						Volumni prirast (dm <sup>3</sup> ) u starosti od godina ... — Volume increment (dm <sup>3</sup> ) at age ... years				
	5	10	15	20	25	30	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30
Majdan-Kosa br. 3	0,1	2,6	22,6	47,6			0,5	4,0	5,0		
Majdan-Kosa br. 6		4,0	36,0	96,0			0,4	6,4	12,0		
Bučine	0,2	1,7	18,6	52,2			0,3	3,4	6,7		
M. Kosa-Istok	2,0	6,5	26,0	61,5	92,0		0,6	3,9	7,1	6,2	
Rupotine	1,6	15,4	31,8	57,5	105,1	124,0	2,7	3,3	5,1	9,7	3,8

Sl.-Fig.12. POSTOTAK VLAGE U UKUPNOJ TVARI IGLICA-  
 PERCENTAGE OF MOISTURE IN TOTAL MATTER OF NEEDLES





SI-*Fig 13. POSTOTAK PEPELA U UKUPNOJ TVARI IGLICA -  
PERCENTAGE OF ASH IN TOTAL MATTER OF NEEDLES*



Tab. 13. *Analiza iglica alepskog bora — Analysis of Aleppo Pine needles*

Mjerno mjesto Measuring point	Lokacija u kulturi Location in culture	Udaljenost od tvornice Distance from works m	Postotak pepela na suhu tvar — % of ash to dry matter				
			Donji dio krošnje Lower part of crown				
			$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV	Max
1	sjev. dio North. part	315	25,3	6,93	2,45	27,4	34,7
3	sredina Middle	430	18,9	2,60	0,92	13,7	23,4
4	juž. dio South part	520	17,3	2,16	0,76	12,4	20,4
7	zap. dio West. part	630	20,7	4,91	1,74	23,7	29,4
8	ist. dio East. part	410	12,6	3,75	1,33	29,6	18,6
10	Rupotine		14,9	4,65	1,64	31,3	22,0

Nastavak tabele 13

Postotak pepela na suhu tvar — % of ash to dry matter												
Srednji dio krošnje Middle part of crown						Vrh krošnje Crown top						
Min	$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV	Max	Min	$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV	Max	Min
17,2	18,9	2,02	0,71	10,7	22,0	16,1	20,3	3,76	1,33	18,5	25,8	16,0
16,1	17,3	1,68	0,52	9,7	20,1	14,8	18,2	2,89	1,02	15,9	23,1	15,1
14,2	15,7	2,17	0,77	13,8	18,4	12,9	15,7	1,94	0,69	12,3	18,2	13,0
16,1	17,1	3,08	1,09	18,1	20,6	13,1	16,0	4,01	1,42	24,2	24,0	12,3
8,8	10,9	2,18	0,77	20,0	15,2	8,2	10,7	4,64	1,64	43,1	18,9	7,3
9,8	13,2	4,68	1,65	35,5	20,7	8,1	10,8	6,85	2,42	63,2	19,0	8,6

7. PROMATRANJE DOBIVENIH REZULTATA — STUDY OF THE RESULTS OBTAINED

7.1 *Odnos koncentracije u kulturi i izvan nje — Relation of concentration inside and outside of culture*

Da stojbinske prilike što više svedemo na zajednički nazivnik, promatrat ćemo prvenstveno rezultate u jednom pravcu (nošena vjetrom prašina se širi u pravcu) od glavnog izvora onečišćenja. Znači, da ćemo

Tab. 14. Analiza iglica alepskog bora — Analysis of Aleppo Pine needles

Mjerno mjesto Measuring point	Lokacija u kulturi Location in culture	Udaljenost od tvornice Distance from works m	Postotak vlage u iglicama — % of moisture in needles				
			Donji dio krošnje Lower part of crown				
			$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV	Max
1	sjev. dio North. part	315	42,6	7,92	2,80	18,6	50,5
3	sredina Middle	430	50,2	1,41	0,50	2,81	52,0
4	juž. dio South. part	520	52,1	1,97	0,70	3,78	54,8
7	zap. dio West. part	630	48,1	4,51	1,59	9,36	52,8
8	ist. dio East. part	410	56,3	3,63	1,28	6,45	60,1
10	Rupotine		54,4	4,31	1,52	7,93	59,1

Nastavak tabele 14.

Postotak vlage u iglicama = % of moisture in matter												
Srednji dio krošnje Middle part of crown						Vrh krošnje Crown top						
Min	$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV	Max	Min	$\bar{x}$	$s_x$	$s_{\bar{x}}$	CV	Max	Min
32,4	49,9	1,87	0,66	3,75	52,5	46,9	48,5	4,80	1,70	9,9	52,8	39,2
47,6	52,5	2,19	0,77	4,16	57,4	49,8	50,8	2,95	1,04	5,8	53,1	44,9
49,1	54,3	2,31	0,82	4,26	58,7	51,2	53,5	2,44	0,86	4,6	56,9	50,0
41,0	52,1	2,91	1,03	5,59	56,1	48,2	53,4	4,32	1,53	8,3	57,1	44,4
50,1	57,7	3,25	1,15	5,63	61,1	52,6	57,0	5,03	1,78	8,8	62,4	49,6
47,8	56,1	4,44	1,57	7,91	61,9	49,8	56,2	4,02	1,42	7,16	60,2	50,0

$\bar{x}$  = aritmetička sredina — Arithmetic mean,  $s_{\bar{x}}$  = srednja greška aritmetičke sredine — Mean error of arithmetic mean;  $s_x$  = standardna devijacija — Standard deviation, CV = koeficijent varijabilnosti — Coefficient of variability, Max = maksimalna mjesečna koncentracija, Min = minimalni mjesečni postotak.

promatrati rezultate točaka 1, 2, 3, 4, 5 i 6, kako je to na Sl. 14 i predloženo. U Tab. 8 i 9 donesene su vrijednosti ukupnog taloga za sve točke kao i statistički parametri, na temelju kojih se mogu izračunati zavisnosti pojedinih točaka.

Iz podataka se može primjenom t-testa izračunati da između vrijednosti mjernih mjesta izvan kulture i mjernih mjesta u kulturi postoji signifikantna razlika.

### 7.11 Ukupna taložna tvar — Total deposited matter

Ispred kulture na mjernom mjestu 1 izmjerena je količina ukupnog taloga u prosječnom iznosu od 2019 mg/m<sup>2</sup>/dan. Sa suprotne strane kulture od glavnog izvora na udaljenosti od 120 m od kulture na mjernom mjestu broj 6, koje je 670 m od tvornice, izmjerena je vrijednost ukupne taložne tvari od 619 mg/m<sup>2</sup>/dan.

Između izvora onečišćenja i mjernog mjesta broj 1 nema nikakve zapreke, a mjerno mjesto broj 6 je toliko daleko od kulture i na povišenom mjestu s obzirom na kulturu, da kultura na njega nema utjecaja. Stoga vrijednosti, dobivene na ovim mjestima možemo smatrati vrijednostima ukupnog taloga pri slobodnom padu na pravcu vjetra najveće učestalosti. Kad ne bi bilo zapreke na prostoru između ovih mjernih mjesta, vrijednosti ukupne taložne tvari bi se smanjivale razmjerno povećanju udaljenosti. Jedina zapreka na tom prostoru je kultura alepskog bora koja počinje od točke 1 i proteže se u širini od 230 m prema točki 6.

Iz Sl. 14 vidljivo je, da vrijednost ukupnog taloga na dijelu gdje je borova kultura naglo pada, da bi na slobodnom prostoru opet rasla. To padanje vrijednosti ukupne taložne tvari od naznačene vrijednosti možemo pripisati samo borovoj kulturi.

Količinu ukupne taložne tvari koju je zadržala kultura alepskog bora izračunali smo na slijedeći način.

Srednja vrijednost ukupnog taloga na mjernim mjestima 1 i 6 pomnožena međusobnom udaljenošću tih točaka daje ukupnu sumu taloga koji bi pao da nema kulture. Suma srednjih vrijednosti između taložne tvari mjernih mjesta 1 i 2, 2 i 3, 3 i 4, 4 i 5 te 5 i 6, pomnoženih njihovom međusobnom udaljenosti daje stvarno dobivenu vrijednost ukupnog taloga od mjernog mjesta 1 do 6 u jednom mjernom pravcu od izvora.

Obračun dakle izgleda ovako:

Da nema borove kulture bilo bi:

$$\frac{2019 + 619}{2} \cdot 355 = 468.245 \text{ mg/dan ili prosječno } 1319 \text{ mg/m}^2/\text{dan.}$$

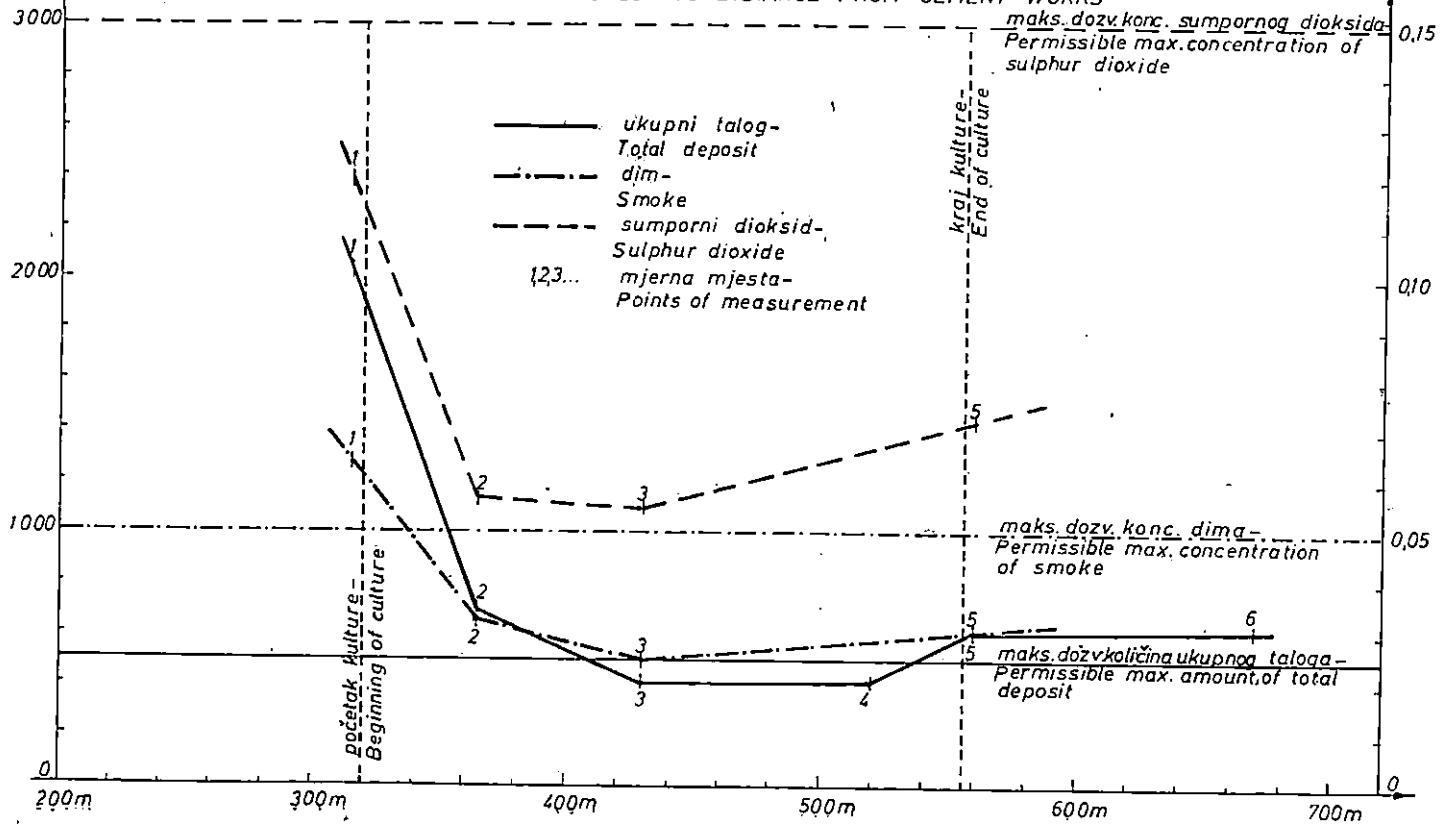
Stvarno stanje je:

$$\begin{aligned} & \frac{2019 + 696}{2} \cdot 50 + \frac{696 + 401}{2} \cdot 65 + \frac{401 + 408}{2} \cdot 90 + \\ & + \frac{408 + 607}{2} \cdot 40 + \frac{607 + 619}{2} \cdot 110 = 227.540 \text{ mg/dan.} \end{aligned}$$

mg/m<sup>2</sup>/dan-  
mg/m<sup>2</sup>/day

SI-Fig. 14. PODACI S OBZIROM NA UDALJENOST OD TVORNICE CEMENTA-  
DATA WITH RESPECT TO DISTANCE FROM CEMENT WORKS

mg/m<sup>3</sup>



Razlika ukupnog taloga koji bi bio da nema borove kulture i onoga stvarno izmjerena daje nam količina taloga koji je kultura zadržala na svojoj krošnji. Prema gornjem obračunu ta količina ukupnog taloga kojeg je zadržala borova kultura iznosi 240.705 mg/dan.

Ako tu količinu podijelimo duljinom na kojoj se kultura proteže, dobivamo količinu, zadržanu po m<sup>2</sup>/dan u borovoj kulturi. Ona iznosi oko 1050 mg/m<sup>2</sup>/dan ili oko 70% prosječne količine (1500 mg/m<sup>2</sup>/dan) koja bi pala na to područje da nema borove kulture.

Do istog rezultata mogli bismo doći i u nekom drugom pravcu od izvora onečišćenja kao ishodišta, ali bi rezultat u apsolutnim vrijednostima bio manji. Tako možemo promatrati količinu ukupnog taloga u točki 8 i 9 koje su u istom pravcu s time da je točka 9 tri puta više udaljena od izvora nego točka 8.

Interesantna je usporedba ukupne taložne tvari mjernog mjesta 3 s iznosom od 401 mg/m<sup>2</sup> i mjernog mjesta 8 s iznosom od 242 mg/m<sup>2</sup>. Ta dva mjesta su skoro jednako udaljena od tvornice (430 odnosno 410 m) i oba su u kulturi, a ipak je količina prašine mjernog mjesta 3 (na glavnom pravcu vladajućeg vjetra) za 40% viša od količine mjernog mjesta 8 (skoro najmanja učestalost vjetra iz ovog pravca). To ukazuje na poznatu činjenicu da količina taloga u mnogome zavisi o smjeru vjetra.

Tako je na mjernom mjestu 10 »Rupotine« izmjerena koncentracija od 255 mg/m<sup>2</sup>/dan, iako je ono u kulturi i 2.200 m od izvora onečišćenja. Učestalost vjetra u tom smjeru je 14% od ukupne učestalosti, a jakost vjetra je 4,1 po Beaufort-u.

Količina ukupnog taloga koju može šuma zadržati uz konstantno emitiranje onečišćivača i u istom pravcu, općenito zavisi o gustoći šume, njezinoj strukturi, visini i udaljenosti od izvora.

### 7.12 Dim.— Smoke

Odnos koncentracije dima s obzirom na položaj kulture prikazan je na Sl. 14. Iz te se slike jasno vidi da koncentracija dima u kulturi pada da bi na udaljenijoj strani kulture od tvornice koncentracija opet nešto porasla.

U srednjim vrijednostima koncentracija pred kulturom iznosi 0,069 mg/m<sup>3</sup> (mjerno mjesto 1), u sredini kulture 0,026 mg/m<sup>3</sup> (mjerno mjesto 3), da bi iza kulture bila 0,031 mg/m<sup>3</sup> (mjerno mjesto 5). Taj je odnos po mjesecima prikazan na Sl. 10. Puna crta predočuje nam vrijednosti koncentracije ispred kulture, isprekidana u sredini kulture a isprekidana s točkama iza kulture. Na svim mjernim mjestima krivulje pokazuju manje više podjednaki tijek. Ljeti su vrijednosti niže jer se tada i peći u tvornici manje lože, pa i dima ima manje.

Maksimalno dozvoljena koncentracija dima je 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Neposredno pred šumom dobivena srednja vrijednost koncentracije bila je 0,069 mg/m<sup>3</sup>, što znači iznad MDK. Već na početku kulture ili samo 50 m u kulturi (mjerno mjesto 2) ta se koncentracija smanjila na 0,033 mg/m<sup>3</sup> ili na vrijednost ispod MDK. Izmjerena vrijednost poslije kulture 0,03 mg/m<sup>3</sup> također je ispod MDK.

Koliki postotak dima zadrži kultura, možemo izračunati na slijedeći način:

Količina dima ispred kulture je  $0,069 \text{ mg/m}^3$ . Kad ne bi postojala kultura, pretpostavljamo da bi koncentracija linearno padala prema točki 5 koja se nalazi izvan kulture s vrijednošću od  $0,031 \text{ mg/m}^3$ , kako se to vidi iz Sl. 14. Ako te dvije točke spojimo, onda nam površina između tog pravca i poligona koji čini spoj vrijednosti na pojedinim mjernim točkama 1 — 2 — 3 — 5 daje vrijednost koja je apsorbirana kulturom. Tako dobivenu ukupnu vrijednost od  $4,3 \text{ mg/m}^3$  podijelimo sa širinom kulture od 230 m, dobivamo da količina koju zadrži kultura iznosi  $0,018 \text{ mg/m}^3$  ili 26% od ukupne količine dima koja dospije do kulture.

### 7.13 Sumporni dioksid — Sulphur dioxide

Na temelju podataka, iznesenih u poglavlju o rezultatima istraživanja, a koji su zorno prikazani na Sl. 14, možemo utvrditi da koncentracija dima u kulturi pada, da bi pri izlasku iz kulture opet neznatno porasla.

Neposredno ispred kulture prosječna vrijednost koncentracije je  $0,120 \text{ mg/m}^3$ , neposredno iza kulture  $0,072 \text{ mg/m}^3$ , a u samoj kulturi iznosi  $0,055 \text{ mg/m}^3$ .

Postotak sumpornog dioksida koji je zadržan u kulturi može se izračunati na isti način kao i kod dima. Između mjernog mjesta 1 i 5 nema nikakve prepreke osim šumske kulture, pa bi se koncentracija sumpornog dioksida od izvora (tvornica i cesta koja se nalazi između kulture i tvornice) postupno smanjivala. Spoj tih vrijednosti pretpostavlja trend pada nja koncentracije. Vrijednost između tog pravca i poligona stvarnog stanja je koncentracija koju zadrži kultura na širini od 230 m.

Prosječna količina koju apsorbira kultura je  $13,15 : 230 = 0,057 \text{ mg/m}^3$ .

To u odnosu na ukupnu količinu koja dospije do kulture iznosi 48% (ili oko 50%).

Ako promatramo kretanje koncentracije sumpornog dioksida po mjesecima na tri karakteristična mjesta (1, 3 i 5 mjerno mjesto), vidimo da je koncentracija tijekom proljeća i ljeta skoro 50% manja na svim mjernim mjestima od one, dobivene u jesen i zimi. Značajno je da svekrivulje imaju podjednaki trend.

### 7.2 Razvoj kulture i stabala u izmijenjenim životnim uvjetima — Development of culture and trees under changed life conditions

Analizom iglica alepskog bora utvrdili smo da je postotak pepela na suhu tvar najveći na iglicama s donjih grana, a najmanji na iglicama s gornjih grana stabala (Tab. 13).

Kod jače razvijenih stabala postotak je iz sredine krošnje podjednak onome s vrha krošnje.

Postotak pepela na suhu tvar u normalnim prilikama kod alepskog bora kreće se oko 8% (vrijednost koju smo dobili za alepski bor na kontrolnom mjernom mjestu na otoku Drveniku). Razlika između izmjerenoga i normalnog postotka je mineralna tvar, nataložena na iglicama.

Iglice alepskog bora na mjernim mjestima — točkama — u glavnom pravcu dominantnog vjetrova imaju oko 21% mineralnih tvari na donjim granama, što znači da 13% otpada na cementnu prašinu. Kod gornjih grana taj postotak je oko 17% ili oko 9% otpada na cementnu prašinu, a ostatak od 8% nalazi se u listu kao mineralna tvar lista.

Postotak vlage u iglicama ima obrnuti trend. Iglice s donjeg dijela krošnje imaju manji % vlage (oko 48%) nego vršne iglice (oko 52%). Te su razlike signifikantne.

Značajno je da je uz mjerna mjesta, gdje je koncentracija ukupnog taloga bila veća, i postotak pepela na suhu tvar znatno veći. Na istraživa-nim kulturama utvrdili smo da se odnos između ukupnog taloga i postotka pepela na suhu tvar iglice kreće od 18 do 22, što pokazuju i niže navedeni podaci:

Mjerno mjesto Point of measurement	Ukupno taložna tvar mg/m <sup>2</sup> /dan Total deposit mg/m <sup>2</sup> /day	Postotak pepela na suhu tvar iglice % of ash to dry matter of needle	Omjer taložne tvari i % pepela Ratio of deposited matter to % of ash
3	401	18,1	22,2
8	242	11,4	21,2
10	255	13,0	19,6
11	144	8,0	18,0

Može se dakle zaključiti da je omjer između ukupne taložne tvari u kulturi alepskog bora i postotka pepela na suhu tvar iglica oko 20. To znači da je dovoljno obaviti analizu iglica na postotku pepela, da se dobije računski i ukupna taložna tvar (prašina) u kvantitativnom iznosu (mg/m<sup>2</sup>/dan prosječno godišnje) kao dvadeseterostruka vrijednost postotka pepela na suhu tvar iglica.

Prije je naglašeno da kultura nije zahvaćena istim intenzitetom onečišćenja. Istočni dio promatrane kulture ima daleko manju koncentraciju ukupne taložne tvari od zapadnog dijela a od istoka prema zapadu koncentracija se povećava. Vodeći računa o toj činjenici, položili smo smjerom sjever-jug 13 pokusnih pruga te svaku posebno obradili (Tab. 10).

Promatrajući razvoj kulture u njezinim pojedinim dijelovima s obzirom na opseg, možemo konstatirati da su razlike između pokusne pruge s najmanjim opsegom 26,8 cm i one s najvećim srednjim opsegom (32,3 cm) signifikantne, dok između ostalih položenih pruga ne postoji signifikantna razlika.

Kako stojbinske prilike nisu sasvim iste, ovu razliku ne možemo pripisati isključivo utjecaju prašine. Daljnja mjerenja u tom pravcu na istraživanoj kulturi pokazat će tijekom razvoja kulture ima li signifikantnih razlika na pojedinim dijelovima kulture na koje utječu isključivo onečišćivači.

Uspoređujući podatke iz promatrane kulture »Majdan-Kosa« s onima u kliško solinskom bazenu »Majdan Kosa« — istok, »Rupotine« ili s onima



izvan spomenutog bazena »Bućine« te podacima koje susrećemo u literaturi (Klepac, Boudy, Pardé, Tomašević), možemo konstatirati da je razvoj i prirast promatrane kulture na koju utječu onečišćivači po svom trendu i veličinama jednak razvoju kultura, na koje ne utječu najbolje stojbinske prilike. Prirast u promatranoj kulturi na površini od 14,2 ha iznosi prosječno 4,0 m<sup>3</sup>.

Prosječne vrijednosti za cijelu kulturu ne možemo uspoređivati s odabranom pokusnom plohom, pa je u kulturi »Majdan-Kosa« obavljena izmjera na plohi od 0,20 ha. Na toj smo plohi dobili rezultate koji se mogu usporediti s plohama u drugim kulturama. Dobiveni prirast na plohi iznosi 5 m<sup>3</sup>/ha za starost od 24 godine, što odgovara prirastu na ostalim pokusnim ploham: »Majdan-Kosa« istočno od tvornice 5 m<sup>3</sup>/god., »Rupotine« 5 m<sup>3</sup>/ha/god., »Bućine« 4 m<sup>3</sup>/ha/godišnje.

Promatranjem visina borovih kultura izvan zone utjecaja onečišćivača dobiva se i u toj zoni već na prvi pogled utisak dobre vitalnosti i značajnoga visinskog prirasta u kulturama pod utjecajem krutih onečišćivava — cementne prašine. To dovodimo u vezu s količinom pepela na lišću (iglicama). Vrhove stabala i postrane grane ispire kiša i vjetar s njih stresa prašinu, pa je ovdje postotak prašine svakako manji od one koncentracije koja ne bi dozvoljavala dobar visinski prirast. Ali s druge strane koncentracija na donjim granama već dosiže takvu razinu koja uveliko sprečava donje grane da normalno i nesmetano asimiliraju odnosno prirašćuju. Te grane ostaju blokirane, njihov je prirast sveden na najmanju mjeru, pa se može reći da cementna prašina djeluje kao da su donje grane odstranjene. To ima za posljedicu visinski prirast koji dugo zadržava značajnu veličinu, a cijela sastojina ima trend dobrog visinskog prirasta i u dobi od 20 godina. Debljinski prirast rano kulminira.

Dobiveni podaci o rastu i prirastu pojedinih stabala u promatranoj kulturi »Majdan-Kosa«, koja je pod jakim utjecajem onečišćivača svih vrsta, ukazuju da je razvoj i prirast ovih stabala vrlo dobar. Za 5 analiziranih stabala (Tab. 11) iste starosti, odabranih u kulturi principom slučajnosti srednja vrijednost volumnog prirasta je 0,0108 m<sup>3</sup> godišnje u starosti od 23 godine, ili drvna masa takvoga prosječnog stabla s korom bila bi 0,12 m<sup>3</sup>. To znači, da je prosječni dobni prirast drvne mase stabla  $0,12 : 23 = 0,0052$  m<sup>3</sup>/ha. Drvna masa analiziranih stabala kretala se od 0,06 — 0,20 m<sup>3</sup>. Prosječne vrijednosti rasta i prirasta u visinu, debljinu i volumen od 5 analiziranih stabala prikazane su na Sl. 15, 16, i 17.

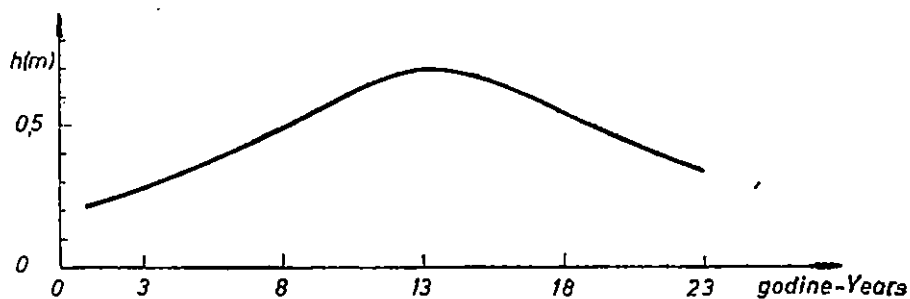
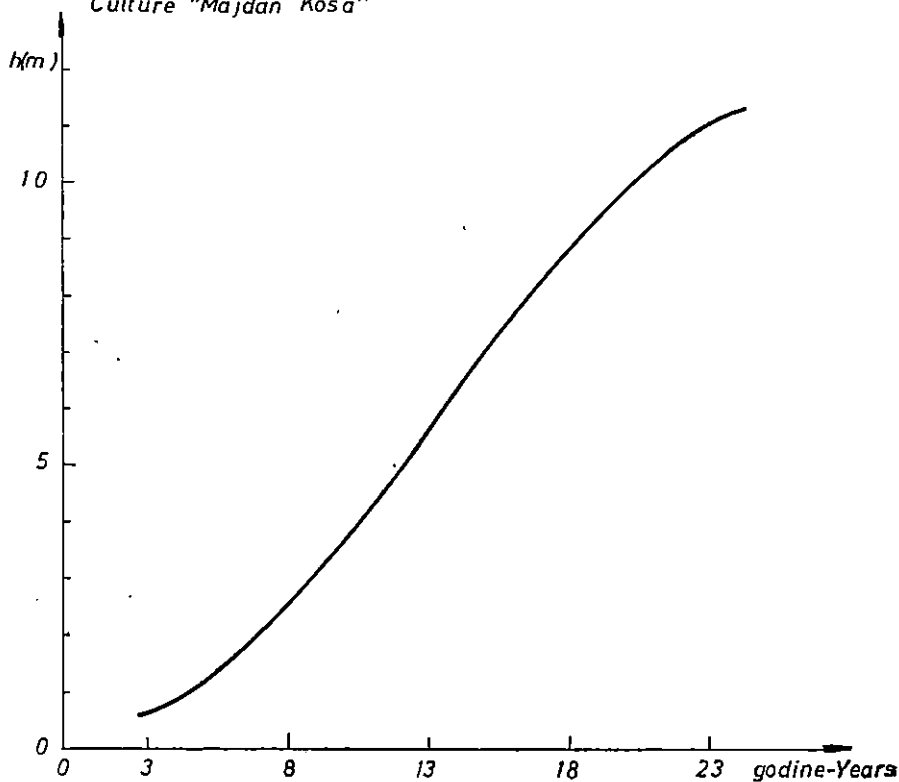
Maksimalni visinski prirast za navedena stabla kretao se od 60 — 80 cm godišnje. Debljinski maksimumi bili su za pojedina stabla od 0,90 — 1,28 cm godišnje.

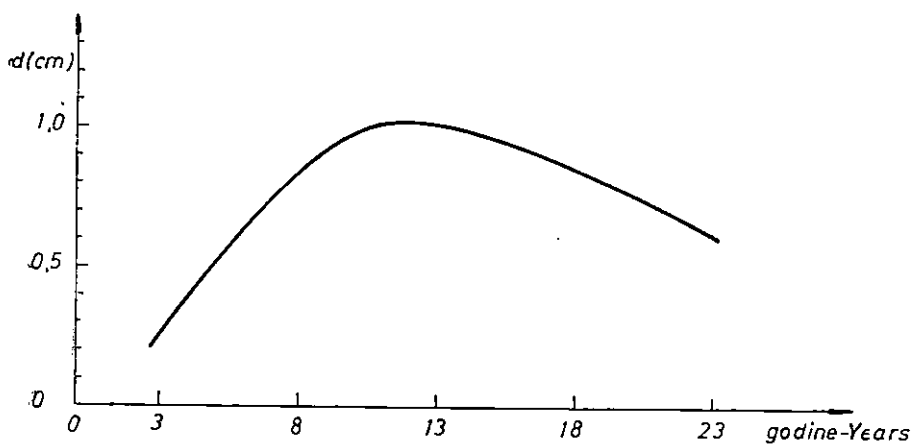
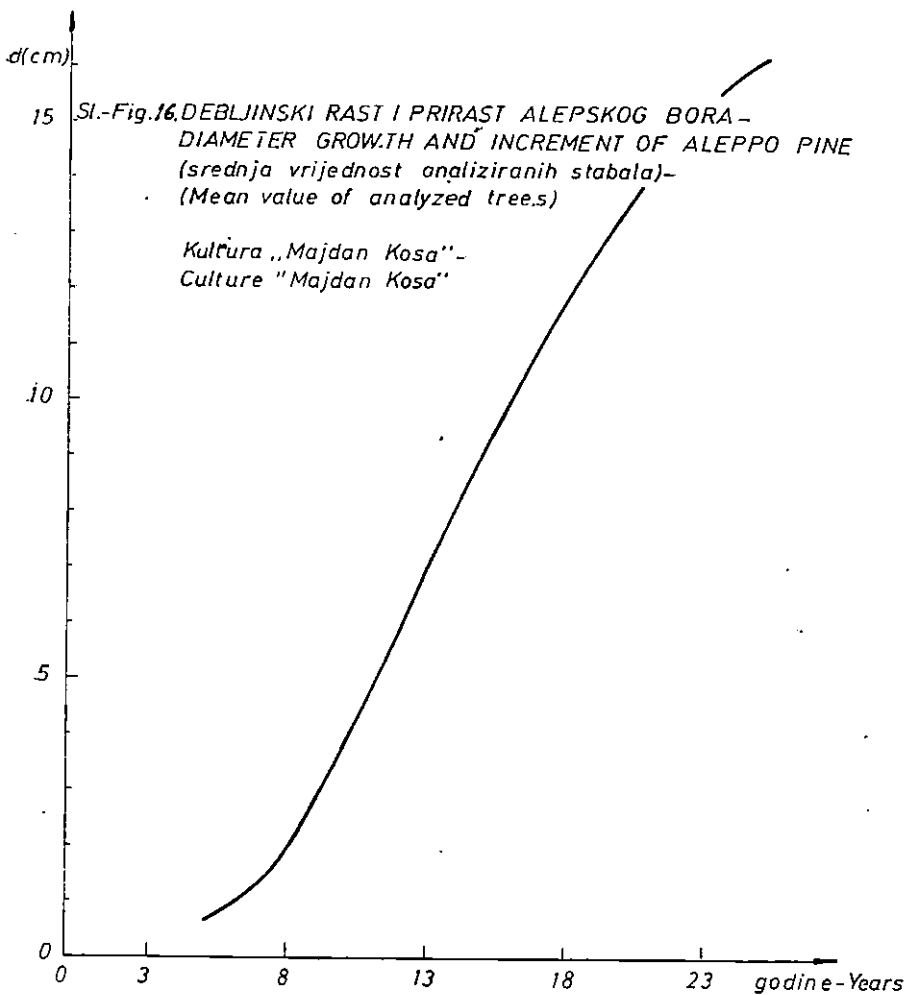
Na temelju podataka analiziranih stabala iz komparativnih kultura (Tab. 12) možemo konstatirati neznatne razlike dobivenih rezultata. Maksimalni visinski prirast za stabla u predjelu »Majdan-Kosa« — istok, »Rupotine« i »Bućine« kreće se od 0,54 — 0,70 cm godišnje. Debljinski je maksimalni prirast 0,71 — 1,24 cm/god.

Ako se usporede podaci u Tab. 12, gdje su iskazani rezultati za iste starosti stabla broj 3 i 6 promatrane kulture »Majdan-Kosa« s onima iz komparativnih kultura, vidi se da razlike postoje za pojedina razdoblja, od po 5 godina, ali u globalu one nisu značajne.

Sl.-Fig.15. VISINSKI RAST I PRIRAST ALEPSKOG BORA-  
HEIGHT GROWTH AND INCREMENT OF ALEPPO PINE  
(srednja vrijednost analiziranih stabala)-  
(Mean value of analyzed trees)

Kultura „Majdan Kosa”-  
Culture "Majdan Kosa"





Daljnijim istraživanjima tijekom razvoja kultura moći ćemo vidjeti, da li će se pojaviti signifikantne razlike u razvoju stabala na koja utječe cementna prašina prema onima, koja nisu u zoni onečišćenja i kod kojih se mogu očekivati takve razlike između količina ukupnog taloga.

### 8. *Gospodarenje u kulturama alepskog bora — Management in Aleppo Pine cultures*

Gospodarenje šumama prilagođujemo trima osnovnim kriterijima: ekonomskom, fizičkom i socijalnom. Sve su šume značajne za sva tri kriterija, pa kada govorimo o šumi, a posebno o šumskoj kulturi treba naglasiti koji od kriterija ima za konkretne uvjete prioritet ne ispuštajući iz vida i sve ostale. Kojem od kriterija dajemo prioritet, zavisi o potrebama društva te o potencijalnim mogućnostima šume s obzirom na biološke i stojbinske prilike. Kompleksno iskorišćivanje šumskog tla je pravilo u svim područjima naše zemlje, a posebno u sredozemlju i submediteranu.

Kulture alpskog bora s uspjehom možemo podizati na čitavom području sredozemlja, na području kojega se zbog njegovih geoloških, orografskih, klimatskih i drugih prilika kao imperativ nameće u prvi plan fizički kriterij. Isto tako kretanje društvenoga i privrednog razvoja ističe upravo na tome području socijalni kriterij, tj. rekreativnu i estetsku funkciju svim šumama, a posebno kulturama alepskog bora. Ta dva kriterija (fizički i socijalni) zajednički sadrže ono što popularno zovemo »indirektne koristi« od šuma. One u području sredozemlja prevladavaju nad tzv. »direktnim koristima« o kojima vodi računa ekonomski kriterij. Alepski bor daje i znatnu količinu drvne mase (u ophodnji od 60 godina prosječna proizvodnja je oko 6 m<sup>3</sup>/god.) o kojoj također treba voditi računa, a to znači da je i ekonomski kriterij ovdje značajan, no zbog velike važnosti prva dva kriterija on ovdje služi samo da pridonese povećanju ukupnih vrijednosti.

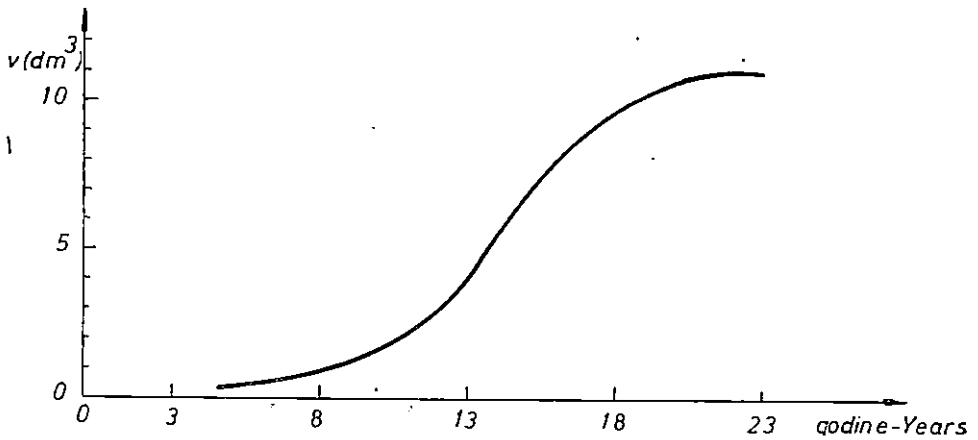
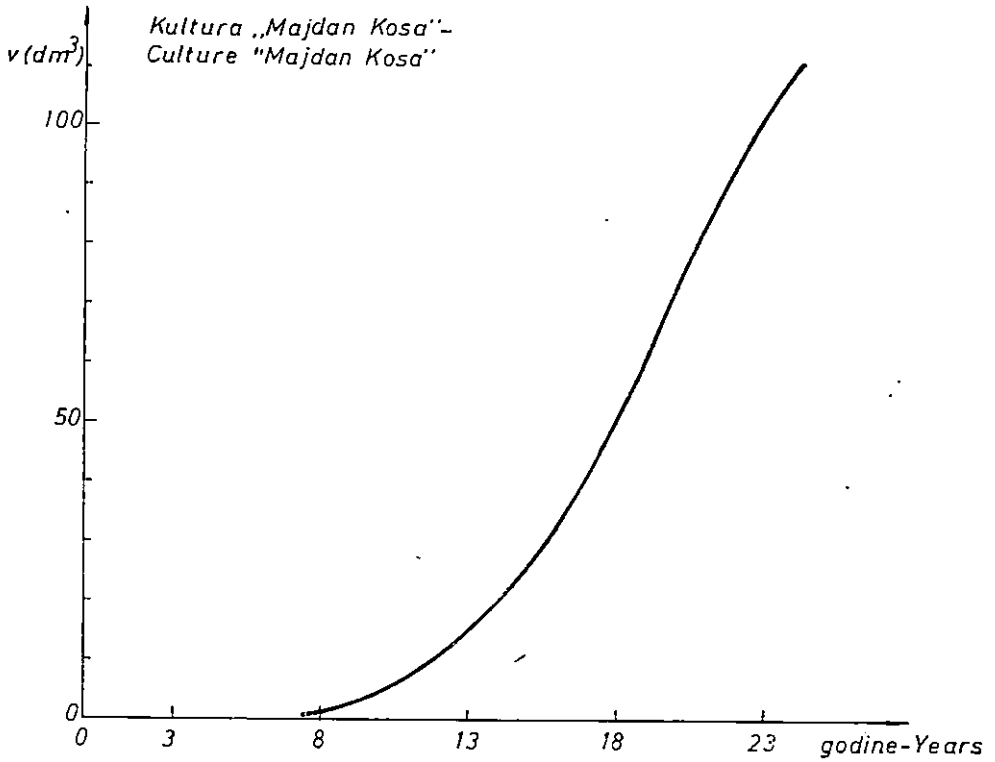
Definirajući kriterije po prioritetu uz uzimanje u obzir društvenih potreba naznačili smo i cilj gospodarenja. Za kulture alepskog bora možemo općenito odrediti slijedeći cilj gospodarenja: usklađivanje svih triju kriterija, što znači zadovoljavanje socijalnog kriterija vodeći računa i o osnovnim principima fizičkog kriterija s time da ekonomski kriterij upotpunjuje naprijed navedene.

Estetsku i rekreativnu funkciju najbolje će izvršiti srednjedobne kulture alepskog bora s pravilnim rasporedom po površini umjerenoga do malog broja stabala bujno razvijenih krošanja s grupimičnim pomlatkom ili podstojnom etažom.

Zadovoljenje fizičkog kriterija ili zaštitu tla, kultura, pejzaža itd. vrlo dobro mogu obaviti sve kulture alepskog bora, ali što su homogenije, dobrog obrasta i s gusto razvijenom etažom, to je njihova funkcija svrshodnija.

To znači da s gledišta navedenih kriterija u kulturama alepskog bora treba gospodariti po principu raznodobne grupimične šume, sastavljene od grupa različite starosti. Tlo treba biti pokriveno vegetacijom borove kulture kao i podstojne etaže. Ophodnja bi se trebala kretati između 50 i 70 godina. Broj stabala po ha do te dobi može se kretati kako slijedi:

Sl.-Fig. 17. VOLUMNI RAST I PRIRAST ALEPSKOG BORA-  
VOLUME GROWTH AND INCREMENT OF ALEPPO PINE  
(srednja vrijednost analiziranih stabala)-  
(Mean value of analyzed trees)



10 godina	1500	50 godina	340
20 godina	950	60 godina	260
30 godina	660	70 godina	200
40 godina	480		

Spomenuti broj stabala omogućuje pomlađenje u dobi poslije 50 godina starosti. To je upravo normalno da se može dobiti mladik u grupama do dobi od 60 godina, kada starija sastojina treba biti zamijenjena mladom.

Predloženi je broj stabala po ha nešto viši od onoga koji je predložio J. Pardé, ali on je pošao od ekonomskog kriterija (proizvodnja smole).

Takvim gospodarenjem zajamčena je najsvrsishodnija uloga borovih kultura u zaštiti čovjekova okoliša. Polazeći od konstatacije da su najproduktivnije šume ujedno i najveći proizvođači kisika i potrošači ugljičnog monoksida, predloženi način gospodarenja može doživjeti korekcije samo u smislu smanjenja ophodnje na 50—60 godina.

S čišćenjem i proredama treba početi već u desetoj godini kada je debljinski prirast još znatan, a nikako ostaviti tako velik broj stabala kakav je u našim mladim 20—30 godišnjim kulturama.

Predloženi broj stabala vrijedi za srednje prilike i normalno je da će taj broj biti nešto manji na boljim staništima, a nešto veći na lošijima. No, u svakom slučaju odstupanja od navedenih vrijednosti ne bi trebala biti velika.

## 9. ZAKLJUČAK — CONCLUSION

Istraživanjima o utjecaju borovih kultura na čistoću zraka u kliško-solinskom bazenu u vremenu od 1971. do 1976. god. došli smo do slijedećih zaključaka:

1. Kliško-solinski bazen ima velik broj krutih onečišćivača kao i onih kemijskog porijekla. Glavni izvori svih onečišćivača su tvornica cementa »10. kolovoz«, kamenolom »Kosa« i prometnice (cesta Split—Sinj i druge). Količina krutih čestica — sedimenta u okolini tvornice do 300 m udaljenosti doseže vrijednost od preko 2000 mg/m<sup>2</sup>/dan, a posebno jugozapadno i sjeverozapadno od tvornice. Vrijednosti iznad MDK\* (500 mg/m<sup>2</sup>/dan) zahvaćaju područje i do 1000 m oko tvornice. Količina dima prelazi MDK (0,05 mg/m<sup>3</sup>) samo u najbližoj okolini tvornice također na pravcima glavnih vjetrova, dok prosječne vrijednosti koncentracija SO<sub>2</sub> ne premašuju MDK (0,150 mg/m<sup>3</sup>).

2. Prosječna dnevna vrijednost ukupne taložne tvari (prašine) zavisi o učestalosti smjera i jačine vjetra. Najveća je u smjeru glavnog vjetra od izvora. Uz 4 puta manju učestalost vjetra koncentracija ukupnog taloga smanjuje se za 2 puta.

3. Istraživana kultura alepskog bora širine 230 m zadržava na krošnjama i u svojoj unutrašnjosti 70% ukupne količine prašine koja dođe do kulture.

\* MDK = maksimalno dozvoljena koncentracija prema JUS-u Z.B.0.001.

4. Koncentracija ukupnog taloga od izvora u pravcu smjera vladajućeg vjetrova 5 puta je manja u kulturi nego ispred nje, dok je za 30 % manja od koncentracije iza kulture.

5. Količina ukupnog taloga od 2019 mg/m<sup>2</sup> dnevno, izmjerena pred kulturom smanjena je pri prolasku kroz kulturu na dužini od 90 m ispod MDK od 500 mg/m<sup>2</sup>/dan.

6. Kultura alepskog bora apsorbira oko 50 % ukupne količine sumpornog dioksida koji kroz nju prolazi. Također zadrži i 25 % ukupne koncentracije dima koji dođe do kulture.

7. Koncentracija sumpornog dioksida i dima slijedi podjednaki trend po mjesecima. Za vrijeme proljeća i ljeta izmjerena je koncentracija skoro za 50 % manja od prosjeka jesen—zima.

8. Na pravcu najveće učestalosti smjera i jakosti vjetrova pojas kultura trebao bi u takvim nepovoljnim uvjetima kakvi vladaju oko tvornica cementa biti širok 400—500 m. Na ostalim pravcima oko tvornica pojas od 200—250 m sasvim je dovoljan. Pojas od 230 m širine, koliki je bio u našem primjeru, nije bio dovoljno širok da smanji količinu onečišćivača (krutih) izvan kulture ispod MDK. Tako je na mjernom mjestu broj 6 količina taloga izmjerena s 619 mg/m<sup>2</sup>/dan, iako je to mjesto 120 m iza kulture (na profilu tvornica — kultura).

9. Postotak mineralnih tvari na suhu tvar iglica i do 17 % ne utječe negativno na rast i prirast stabala. U kulturama koje smatramo čistima postotak mineralnih tvari na suhu tvar iglica alepskog bora iznosio je oko 8 % (podatak, dobiven za mjerno mjesto Drvenik).

10. Postotak mineralnih tvari na suhu tvar iglica alepskog bora najveći je na donjim granama, a najmanji na vršnim granama bez obzira na visinu stabla i stupanj onečišćenja zraka.

11. Odnos koncentracije ukupne taložne tvari u kulturi i postotka pepela na suhu tvar iglica je konstantan i jednak 20.

12. Prosječni dobni prirast po hektaru u kulturi »Majdan-Kosa« (starost 24 godine) na glavnom pravcu vladajućeg vjetrova je 5 m<sup>3</sup> isto kao i na dijelu kulture istočno od tvornice, gdje je koncentracija onečišćivača manja ili u »Rúpotinama« gdje je koncentracija neznatna.

13. Sastojine na koje utječu kruti onečišćivači cementne prašine zadržavaju dugo značajan visinski prirast i do dobi od 20 godina. Debljinski prirast ranije kulminira.

14. Prosječni dobni prirast drvne mase u kulturama alepskog bora do dobi od 30 godina iznosi oko 5 m<sup>3</sup> po hektaru godišnje, a proizvodnja se može računati s iznosom od oko 6 m<sup>3</sup> godišnje.

Iz svega proizlazi da se kulture alepskog bora uspješno mogu primijeniti kao zaštitni pojasi oko industrijskih objekata kao tampon zona između industrijskih zona i zona za stanovanje, a također i kao grupe drveća uz javne objekte, škole, prometnice i u svim slučajima gdje postoji mogućnost većih izvora onečišćivača u području sredozemlja.

## CONCLUSION

By investigating the influence of Pine cultures on the purity of air in the Klis-Sloin basin in 1971—1976, the author came to the following conclusions:

1. In the Klis-Solin basin there occur a considerable number of pollutants, both solid ones and those of chemical origin. The main source of all pollutants are the cement works "10th August", the quarry "Kosa", and the traffic highways (highway Split-Senj and others). The amount of deposited solid particles in the environs of these works up to a distance of 300 m reaches a value of over 2000 mg/m<sup>3</sup>/day, particularly SW and NW of the works. The values over the permissible maximum concentration MDK\* (500 mg/m<sup>3</sup>/day) affect an area even up to 1000 m around these works. The amount of smoke exceeds the MDK (0.05 mg/m<sup>3</sup>) only in the nearest proximity of the works, namely, in the main directions of the winds, while the average concentrations of SO<sub>2</sub> do not exceed MDK (0.150 mg/m<sup>3</sup>).

2. The average daily amount of the total deposit (dust) depends on the frequency of the wind direction and the intensity. The highest amount of the deposit is found in the direction of the main wind from the source of the pollution. If the frequency of the wind is 4 times lower, the concentration of the total deposit is 2 times weaker.

3. The investigated Aleppo Pine culture 230 m in width retains on its crowns and in its interior 70% of the total amount of dust which reaches the culture.

4. The concentration of the total deposit from the source of the pollution in the direction of the prevailing wind drops inside the culture to 1/5 of the one in front of the culture, while it is by 30% lower than the concentration behind the culture.

5. The amount of the total deposit of 2019 mg/m<sup>2</sup>/day measured in front of the culture is reduced while passing for 90 m through the culture below the MDK of 500 mg/m<sup>2</sup>/day.

6. The Aleppo Pine culture absorbs ca. 50% of the total amount of sulphur dioxide passing through it. It also retains 25% of the total concentration of the smoke reaching the culture.

7. The concentration of sulphur dioxide and smoke follows an trend throughout the months. The concentration measured in spring and summer was almost by 50% lower than the concentration for the autumn-winter period

8. In the direction of the highest frequency of wind direction and intensity the culture belt should be — under such unfavourable conditions as prevail round the cement works — from 400 to 500 m in width. In other directions round the works a 200—250 m belt would be quite satisfactory. The protective belt of 230 m in width, as it was in our example, was not wide enough to reduce the amount of (solid) pollutants outside the culture below the MDK (500 mg/m<sup>2</sup>/day). Thus at point

---

\* MDK = Permissible maximum concentration according to the JUS (Jugoslav Standard) Z.B.0.001.



of measurement No. 6 the amount of deposit was 619 mg/m<sup>2</sup>/day although this point lay 120 m behind the culture (in the profile cement works-Aleppo Pine culture).

9. The percentage of mineral substances per dry matter of the needles even to as much as 17% does influence adversely the growth and increment of the trees. In cultures considered by the author as pure the percentage of mineral substances per dry matter of the needles of Aleppo Pine amounted to ca 8% (data obtained at the Drvenik measuring point).

10. The percentage of mineral substances per dry matter of the Aleppo Pine needles is greatest on the lower branches, and lowest on the terminal branches, irrespective of tree height and degree of air pollution.

11. The ratios of the concentration of total matter deposited in the culture to the percentage of ashes per dry matter of the needles is constant, equalling 20.

12. The mean annual increment per hectare in the culture of "Majdan-Kosa" (aged 24 years) in the main direction of the prevailing wind is 5 m<sup>3</sup> as it is in the part of culture E of the works, where the concentration of pollutants is lower, or in the locality of "Rupotine", where the concentration is insignificant.

13. Stands influenced by the solid pollutants of cement dust retain for a long time a significant height increment even to the age of 20 years. The diameter increment culminate earlier.

14. The mean annual volume increment in the Aleppo Pine culture up to the age of 30 amounts to ca. 5 m<sup>3</sup>/ha, while the productive capacity can be estimated with ca 6 m<sup>3</sup>/ha yearly.

From all of which it follows that Aleppo Pine cultures can be successfully used as protective belts round industrial buildings, as buffer zones between industrial and residential zones, also as tree groups alongside public buildings, schools, traffic routes and whenever there exists a possibility of larger sources of pollutants in the Mediterranean region.

#### LITERATURA — REFERENCES

- Androić M., Borov četnjak gnejzdar, Biološko-ekološka studija, *Glasnik za šumske pokuse, knj. 13*, 1957, str. 351—450.
- Androić M., Osnovi zoekologije, Zagreb 1970.
- Bartoli M., Études en cours (Contrat avec la D.G.R.S.F.), *Unité de Recherches Forêt-Environnement C.N.R.F.*, Nancy 1972.
- Berindan C., Interrélation pollution atmosphérique et espaces verts en tant que principe protecteur des villes industrielles, *Centre belge d'Étude et de Documentation des Eaux, n° 301*, déc. 1968.
- Berge H., Phytotoxische Immissionen, P. Parey, Berlin 1963.
- Bertović S., Klimatski podaci SR Hrvatske (Prilog doktorskoj disertaciji), Zagreb 1964.
- Bičanić B., O cilju gospodarenja u šumama na nižim položajima mediteranske zone Dalmacije i njegovom ostvarenju, *Šum. List*, 1961.
- Blohin B., The Carbon cycle, *Sci. Amer.*, 1970, 3, 223.
- Brahe T., Biologija, Izd. Mladost, Zagreb 1975.

- Boudy P., Économie forestière Nord-Africaine, (tome I—II), Larousse, Paris 1948, 1950, 1951.
- Bunuševac T., Značaj šuma i potreba njihove zaštite, *Zaštita prirode*, Beograd 1951.
- Čirić M., Pedologija za šumare, Beograd 1962.
- De Cormis, Quelques aspects de l'absorption du soufre par les plantes soumises à une atmosphère contenant du CO<sub>2</sub>, *Air Pollution, Proc., Wageningen* 1968.
- Dekanić I., »Senjska Draga« — Historijat radova na pošumljavanju, III. Kongr. Jug. Druš. Prouč. Zemlj., Zagreb 1967, str. 173—174.
- Detrie J. P., La Pollution atmosphérique, Dunod, Paris 1969, 559 pp.
- FAO, Forêts et pâturage, Rome 1952.
- Filipan T., Određivanje onečišćenja atmosfere (nekim organskim otapalima) — plinskom kromatografijom, *Sigurnost u pogonu*, 1971, 5, 117.
- Filipan T. i Vodopija J., Ispitivanje ostataka pesticida za vrijeme tretiranja zelenih površina grada Zagreba aviosolom DM, *Sigurnost*, 1972, 4, 4.
- Filipan T., Plinska kromatografija pri određivanju onečišćenja zraka u urbanim sredinama, *Sigurnost*, 1972, 1, 80.
- Filipan T., Određivanje tragova metala u zagađenom zraku atomskom apsorpcionom spektrometrijom, *Sigurnost*, 1972, 2.
- Filipan T., Poboljšan sakupljač uzoraka za analizu onečišćenja zraka, *Sigurnost u pogonu*, 1971, 7/8, 191.
- Filipan T., Prilog poznavanju ukupne zagađenosti zraka nekog okoliša, *Sigurnost*, 1973, 4.
- Filipan T. i Mušac I., Utjecaj onečišćenja zraka na vegetaciju, *Sigurnost*, 1973, 4.
- Filipovski Đ. i Čirić M., Zemljišta Jugoslavije, Beograd 1963.
- Gaussen H., Théorie et classification des climats et microclimats, 8ème Congrès int. de botanique, Paris 1954.
- Glaser R. — Solberg R. A. — Scott F. M., *Amer. J. Bot.*, 1962, 49.
- Golubović U. i Meštrović Š., Turistička renta kao funkcija šumskih sastojina uz Jadransko more i magistralu, *Šum. List*, 1966, 11/12.
- Garber K., Luftverunreinigung und ihre Wirkungen, Berlin 1967.
- Glesinger E., The role of Forestry in World Economic Development, *Fifth World Forestry Congress, vol. I, Seattle* 1960.
- Haselhoff E. — Lindau G., Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch, Berlin 1903.
- Hilst G. R., Meteorological Management of Air Pollution (in *Stern: Air Pollution*), Acad. Press. New York — London 1968.
- Horvat A., Osvrt na tehniku pošumljavanja krških površina sadnjom biljaka i perspektive njezinog razvoja, *Šum. List*, 1961.
- Horvat I., Nauka o šumskim zajednicama, Zagreb 1949.
- Horvat I., Šumske zajednice Jugoslavije, Zagreb 1950.
- Jovančević M., O brzini rasta i potrebi proširenja mediteranskih borova na južno-dalmatinskom kopnu, *Šumarstvo*, 1957.
- Katz M., *Ind. Eng. Chem.*, 41, 1949.
- Kevo R., Značenje nacionalnih parkova i prirodnih rezervata, *Zavod za zaštitu prirode*, Zagreb 1961.
- Kišpatić J., Smeđa pjegavost kestena, *Šum. List*, 1962, 1.
- Klepac D., Utvrđivanje prirasta po metodi izvrtaka, *Šum. List*, 1955, str. 603—621.
- Klepac D., O osmom zasjedanju evropske komisije za šume FAO u Rimu, *Šum. List*, 1956, str. 245—248.
- Klepac D., Jedna brza metoda za utvrđivanje prirasta, *Šum. List*, 1957, str. 274—292.
- Klepac D., Deveto zasjedanje evropske komisije za šume FAO u Rimu, *Šum. List*, 1958, str. 61—65.
- Klepac D., Funkcionalni odnos između debljine kore i prsnog promjera za naše važnije listopadno drveće, *Šum. List*, 1958, str. 251—267.

- Klepac D., Projekt o unapređenju Mediterana, *Savez poljoprivredno-šumarskih komora*, Beograd 1958, str. 1—53.
- Klepac D., Prilog boljem poznavanju uređivanja šuma alepskog bora, *Šum. List*, 1960, str. 74—84.
- Klepac D., Peti svjetski šumarski kongres, *Jug. sav. centar za poljoprivredu i šumarstvo*, Beograd 1961, str. 1—60.
- Klepac D., Nuove tendenze nell'assistentamento delle foreste disetanee in Jugoslavia, *Monti e Boschi*, 1962, 5.
- Klepac D., Izračunavanje maksimalne produkcije u prirodnim šumama, *Šum. List*, 1962, str. 330—339.
- Klepac D., Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina, *Izd. Znanje, Zagreb* 1963.
- Klepac D., Smjernice o estetskom i rekreativnom uređenju Medvednice, *Šum. List* 1964, str. 1—9.
- Klepac D., Uređivanje šuma, *Izd. Znanje, Zagreb* 1965.
- Klepac D., Značenje i uloga šuma u budućnosti, *Šumarstvo* 1969, str. 25—32.
- Klepac D., Cours sur les principes d'aménagement suivis en Yougoslavie en fonction aussi des effets touristiques-récréatifs (*San Vito di Cadore, 21—26 septembre, 1970*), (litograf.).
- Klepac D., Prijedlog petogodišnjeg plana (1976—1980) znanstvenih šumarskih istraživanja na kršu, *Referat za Savjetovanje u Zadru, 1976*.
- Kohout R., Materna J., Sorption and propagation of sulfur dioxide in the assimilation organs of some forest woody plants, *Proc. Conf. Effect. Ind. Emissions Forestry, Janske Lazne, Czechoslovakia 1966*, 17 pp.
- Lampidius F., Die Bedeutung der SO<sub>2</sub>-Filterung des Waldes im Blickfeld der forstlichen Rauchschadentherapie, *Wissen. Z. techn. Univ. Dresden*, 17, 1968.
- Lunc L. B., Gorodskoe zelenoe stroitelstvo, *Strojizdat, Moskva* 1966.
- Matković P., Biljka, čovjek, prostor, *Split* 1970.
- Meštrović Š., Uspijevanje primorskog bora (*P. pinaster* Ait.) u kulturama SR Hrvatske, *Šum. List*, 1972, 5/6.
- Middleton J. T., *Arch. Environ. Health*, 1964, 8.
- McCormick R. A., Air Pollution Climatology (in *Stern: Air Pollution*), *Acad. Press, New York—London* 1968.
- Mladinović D., Splitsko gravitaciono područje razmatrano s geološko rudarskog stajališta, *Zbornik DIT-a, Split* 1958.
- Morozov G. F., Nauka o šumi (prijevod), *Zemun* 1940.
- Neiburger M., Atmosfera (u: *Haberti-Flok: Prirodni izvori*), *Beograd* 1967.
- Ovington J. D., Quantitative Ecology and the Woodland ecosystem concept, *Adv. Ecol. Res.*, 1962, 1, pp. 103—192.
- Panov A., Alepski i brucijski bor, *Šum. List*, 1957.
- Padré J., Dendrométrie, *Nancy* 1961.
- Pesson P., Écologie forestière, Éd. Gauthier-Villars, *Paris* 1974.
- Petračić A., Uzgajanje šuma, *Zagreb* 1955.
- Rich S., Effect of Trees in Forests in Reducing Air Pollution, *University of Massachusetts*, 1971.
- Robinson E., Effect on the Physical Properties of the Atmosphere (in *Stern: Air Pollution*), *Acad. Press, New York—London* 1968.
- Rol R., Jacamon M., Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux, 3ème région méditerranéenne, *Paris* 1968.
- Silvy-Leligois O., Cours de Géographie Forestière, *Nancy* 1961.
- Šimunović M., Melioracija degradirane makije resurekcijom i sjetvom alepskog bora nakon pripreme tla požarom, *Šumarstvo*, 1956, 145—156.
- Šimunović M., Pošumljivanje na terase u degradiranoj zoni krša, *Šum. List*, 1957, 1/2.
- Stafford B., Heck W., Effect of Air Pollutants on Vegetation (in *Stern: Air Pollution*), *Acad. Press, New York—London* 1968.

- Stemberger M.*, Problem erozije tla u NR Hrvatskoj s osobitim osvrtom na krš (Naučne osnove borbe protiv erozije), Beograd 1955.
- Stern A. C.*, Air Pollution, vol. 1/II, Acad. Press, New York—London 1968.
- Šafar J.*, Osnovna razdioba područja Hrvatske na sjemenarske jedinice, Šum. List. 1958.
- Šafar J.*, Nacionalni parkovi Hrvatske, Nacionalni park Plitvička Jezera, Zagreb 1958.
- Škorić A.*, Pedološki praktikum, Zagreb 1965.
- Špoljarić Z.*, Štete u šumarstvu u poljoprivredi od eskalacije industrijskih postrojenja Trbovlje—Hrastnik, Zagreb 1942 (rukopis).
- Šumarsko-tehnički priručnik, Nakladni Zavod Znanje, Zagreb 1966.
- Tebbens B. D.*, Gaseous Pollutants in the Air (in *Stern: Air Pollution*), Acad. Press, New York—London 1968.
- Thomas M. D.*, *Hendricks R. H.*, Air Pollution Handbook, McGraw-Hill, New York 1956.
- Tomašević A.*, Komparativna istraživanja uspijevanja kultura alepskog bora (*P. halepensis* Mill.) na vapnenastoj i flišnoj podlozi unutar prirodnog areala (magistarski rad), Zagreb 1974.
- Ugrenović A.*, Upotreba drveta i sporednih produkata šuma, Zagreb 1948.
- Ulrich B.*, Chemische Wechselwirkungen zwischen Waldökosystemen und ihrer Umwelt, *Forstarchiv*, 1972, 3 p. 41—43.
- Vouk V.*, Biologija, *Šum. Encikl*, Zagreb 1963.
- Walter H.*, Die Klimadiagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschafliche Zwecke, *Ber. dtsh. bot. Ges.*, Berlin 1955.
- Wanta R. C.*, Meteorology and Air Pollution (in *Stern: Air Pollution*), Acad. Press, New York—London 1968.