

MIKROKLIMATOLOŠKA MJERENJA U ŠUMAMA ROMANIJE KOD SARAJEVA

Mustafa Handžić - Sarajevo

S a d r Ź a j - U ovoj radnji opisan je način mikrometeorološkog mjerenja u sumama Romanije kod Sarajeva. Ova mjerenja izvršena su u toku nekoliko ljetnih dana sa standardnim meteorološkim instrumentima. Za smjestaj instrumenata upotrebljen je zaklon, koji je konstruisan u Meteorološkom zavodu u Sarajevu. Obrada podataka ovog osmatranja ograničena je na promatranje promjene temperature u prizemnom sloju vazduha debelom 2 m. Istice se inverzno i rastućegradijentno stanje, kao i njihove izmjene u dnevnom hodu temperature u sumi raznih vrsta, obzirom na vrstu rastinja.

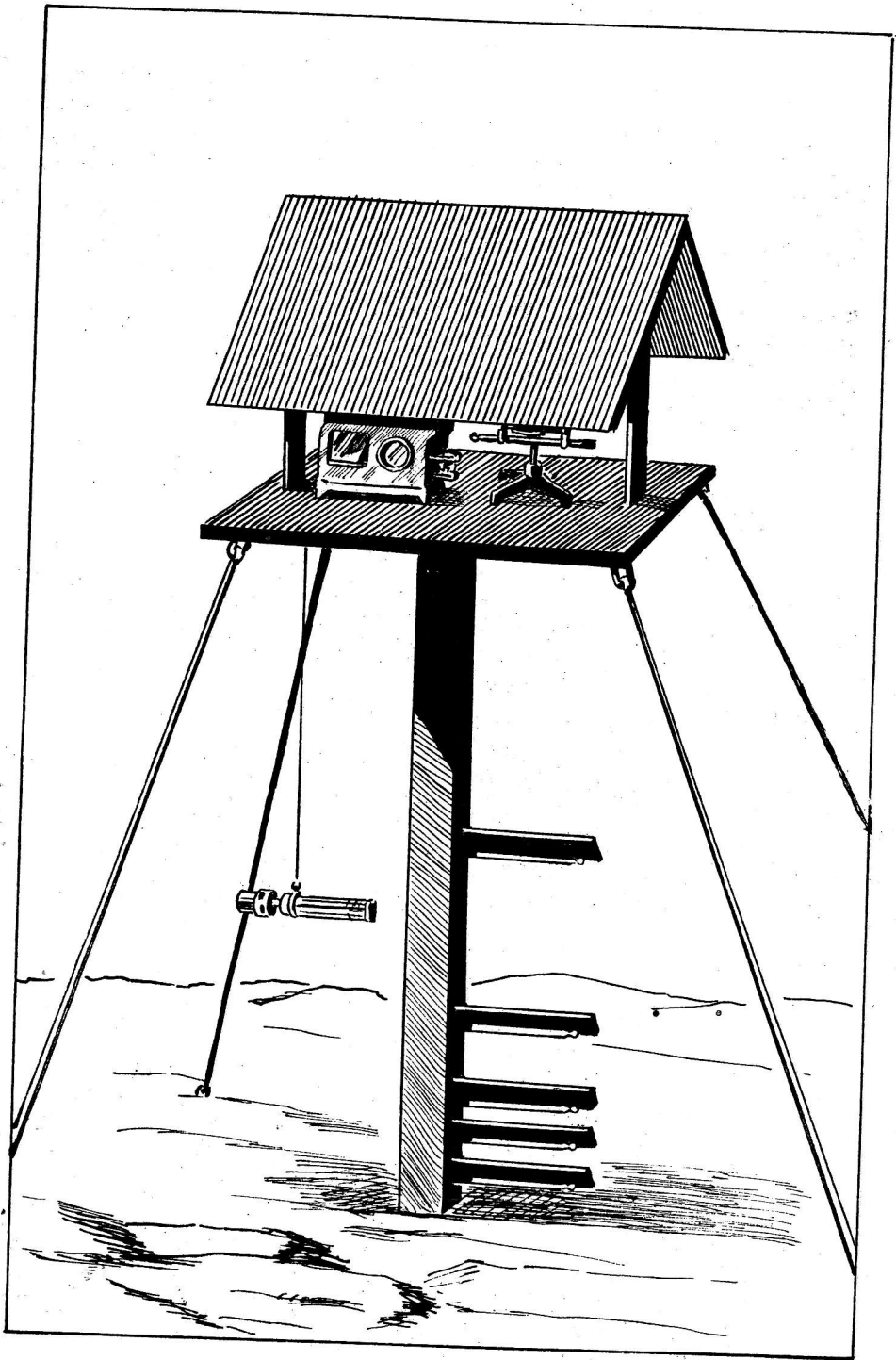
MICROCLIMATOLOGICAL MEASURING IN THE FORESTS OF ROMANIA NEAR SARAJEVO

S u m m a r y - In this paper micrometeorological measuring in the forests of Romanija near Sarajevo (Bosnia) have been described. They were carried out during several summer days with standard meteorological instruments.

The Meteorological Institute at Sarajevo constructed a shelter for installing the instruments.

The treatment of the data of the observations are limited to the observing of changes of temperature in the surface layer of air 2 metres thick. An inverse and increasing gradient state is prominent as well as their changes in the diurnal march of the various kinds of forests with regard to their vegetation.

Meteorološka služba u našoj republici dobila je u posljednje dvije godine nekoliko zahtjeva za specijalna meteorološka mjerenja. Ti zahtjevi upućeni su nam od: Instituta za naučna sumarska istraživanja, Poljoprivredne komore Sarajevo, Poljoprivrednog zavoda Sarajevo, Poljoprivredno-sumarskog fakulteta u Sarajevu i t.d. Zahtjevi su bili da se izvrše meteorološka mjerenja temperature i vlaznosti vazduha, vjetrova i padavina u sumama Bjelašnice i Romanije, na livadama i mocvarama u Čapljinskom bazenu, na planinskim pašnjacima Vlasica i t.d. Sva ta mjerenja



Sl. 1. Zaklon za smještaj instrumenata

trebalo je prema zahtjevu izvršiti na poseban način, koji u našoj meteorološkoj praksi dotada nije bio uobičajen. Trebalo je vršiti mjerenja meteoroloških elemenata u prizemnim slojevima vazduha i u vezi s tim posmatrati promjene s visinom u tom prizemnom sloju vazduha, dakle vršiti mikrometeorološka mjerenja. U isto vrijeme trebalo je vršiti takvo mjerenje na više odabranih mjesta u jednom području i utvrđivati razlike u osmotrenim vrijednostima. Ovo posljednje mjerenje ne bismo mogli nazvati mikromjerenjem zbog toga, što obuhvata veće područje, u kom je pod raznim prirodnim uvjetima smješteno više mikrometeoroloških stanica. Ranije su takva mjerenja nazivana mezoklimatskim mjerenjima (prof. H. Pasić).

Predmet je ove radnje da se opiše način, na koji se pristupilo takvim mjerenjima u sumama Romanije, kao i neki rezultati tog mjerenja.

Zahtjev za ovo mjerenje postavio je šumarski fakultet u Sarajevu, a trebalo je izvršiti mikrometeorološka mjerenja istovremeno u sumi bijelog bora, smrčevoj sumi, miješanoj sumi i na livadama nastalim izgaranjem šuma. Jedno sistematsko mjerenje, koje bi trajalo duže vremena, nije bilo moguće ostvariti s obzirom na postojeće finansijske mogućnosti. Jedina je mogućnost bila izvršiti osmatranja u nekoliko dana, a poslije izvršenog osmatranja odabrati za obradu samo karakteristične dane, kao što su potpuno vedri, potpuno oblačni ili dani sa specifičnim vremenskim situacijama.

Prema tome, ovo je osmatranje organizovano u trajanju od šest punih dana. Prva tri dana osmatranja izvršena su na četiri mjesta na samoj Romaniji, a preostala tri dana u sumama Semeća kod Visegrada. Čitanja instrumenata vršena su u razmaku od po jedan sat u toku vidnog dijela dana, dok je po noći osmatrano u 22, 01 i 04 sata. Posao osmatranja na svakoj stanici obavljala su po dva osmatrača. Smještaj osmatrača bio je pod satorima i njihovo prisustvo kod instrumenata bilo je stalno kroz cijelo vrijeme osmatranja preko dana i preko noći.

Smještaj instrumenata

Za mjerenja ovakve vrste trebalo je kao prvi problem riješiti pitanje smještaja instrumenata na stanici. Valjalo se odluciti da li treba termometre izložiti suncu ili ih staviti u sjenu, te kako i na koji način napraviti sjenu. Obzirom da su mjerenja vršena u sumi, i da bi termometri, koji bi bili izloženi suncu, povremeno padali u prirodnu sjenu krosnji sumskog drveća i tim mijenjali uvjete mjerenja, odluceno je da se za sve instrumente napravi pogodna sjena (zaklon). Razumljivo, vodilo se racuna, da taj zaklon ima zanemarujući utjecaj na poremećaj prirodnih vrijednosti mjerenih elemenata.

Zaklon (sl.1.) sastoji se od drvenog stupa, a na jednom njegovom kraju smjestena je mala, sa strana otvorena kućica. Drugi kraj stupa ukopava se oko 50 cm u zemlju. Stup je izbusen na 5, 20, 30, 50 i 100 cm iznad zemlje. Pri osmatranju postavljaju se u te rupe termometri. Iznad svakog termometra u stup je uglavljena po jedna drvena zaluzina. Položaj zaluzina zakrenut je u odnosu prema horizontalnoj ravnini za oko 40 stepeni. Tim je postignuto zaklanjanje termometara od direktnog zračenja sunca. Dužina zaluzine je kod postavljenog zaklona okrenuta u pravcu istok zapad i duža je od termometra. Termometri, smješteni na taj način imaju preko cijelog dana zaklon prema suncu, a ujedno i potpuno omogućenu cirkulaciju vazduha. Svi su termometri na jednoj strani stupa, a to je pri postavljenom zaklonu istočna strana. Druga ili zapadna strana stupa slobodna je i tu se vrše mjerenja s aspiracionim psihrometrom. Iznad stupa, kome je vrh visok nad zemljom 1,8, nalazi se drvena ploča naslonjena na sam stup i jednim jakim sarašom pricvršćena za nj. Na toj ploči stoji pri mjerenju termograf, higrograf i stativ s ekstremnim termometrima, kojima je visina tačno na dva metra iznad zemlje. Sve to prekrivaju dvije drvene plohe naslonjene na dva dovoljno visoka stupca, koji izrastaju iz sredine kracih ivica ploče. Te su ploče međusobno spojene sarkama po dužoj ivici i mogu pomoću jednog zareznika mijenjati veličinu ugla, koji zatvaraju. To je potrebno, da bi nastala sjena nad instrumentima preko cijelog dana.

Mjerenja aspiracionim psihrometrom vršena su na tri visine, i to na 20, 100 i 200 cm. Svi aspiratori bili su iste proizvodnje i jednakog tipa. Mjerenja aspiratorom obavljena su na nešto drugaciji način, nego se to obično u praksi radi. Aspirator ima pri mjerenju horizontalni položaj viseći na spagi, i usto se još obrće oko spage na kojoj visi, tako da rezervoari termometara obilaze po krugu na istoj visini i primaju temperaturno stanje iz uskog sloja vazduha određene visine. Tim načinom isključuje se mogućnost, da ventilator aspiratora poremeti sloj vazduha, u kom se vrši mjerenje. Spaga na kojoj visi aspirator, prelazi preko jedne koturace na ploči zaklona i drugim krajem, na kome se nalazi aljka, vjesa se na stupu zaklona za određenu visinu.

Izbor mjesta za mjerenja

Na području Romanije izabrana su za mjerenja četiri mjesta. Ta mjesta nisu imala međusobno veću udaljenost od 1 km, a međusobna razlika u nadmorskoj visini nije bila veća od 20 metara. Visina se kretala između 1280 do 1300 m. Svaka je stanica postavljena u sredinu, koja je specifična po rastinju te sredine. Vrsta sume i nagibi terena birani su ovako:

1. Mjesto Rasoline. Teren obrašćao čistom šumom bijelog bora starosti oko 50 godina. Zemljiste u šumi zatravljeno i ravno.

2. Mjesto Lisina. Teren livada, koja je nastala izgaranjem šume. Vidi se na zemlji tragovi izgorjelog drveća. Rubovi šuma udaljeni su više od 100 metara. Zemljiste nagnuto prema jugu oko 10 stepeni i obraslo travom.

3. Mjesto Pod vrazijom kosom. Teren obrašćao miješanom šumom i to: smrčom, jelom i bijelim borom. Ima i manjih proplanaka. Zemljiste u blagom nagibu prema jugu i obraslo travom.

4. Mjesto Padina prema Jasiku. Teren obrašćao gustom smrčevom šumom. Zemljiste nagnuto oko 20 stepeni prema sjeveru i obraslo rijetkom travom.

U prvom i četvrtom slučaju imamo stanice u istovrsnim šumama i to u prvom slučaju bijeli bor, a u četvrtom smrča. U trećem slučaju imamo miješanu šumu, a u drugom teren bez šume.

Podaci osmatranja

U ovim mjerenjima vršeno je osmatranje: temperature vazduha na šest visina, vlažnosti vazduha na 3 visine, ekstremnih temperatura na dvije visine, brzine vjetra na visini od dva metra, oblačnosti i svih ostalih meteoroloških pojava, koje su nastajale u tom vremenskom periodu, i temperature tla na četiri dubine.

Prikupljeni materijal osmatranja predstavlja veliku količinu podataka, koja se može obradivati sa raznih gledišta, Šumari koji su bili investitori tog posla, podaci su potrebni za proučavanje specifičnih meteoroloških uvjeta u šumi bijelog bora i usporedbu s podacima u smrčevoj šumi te da u tome traže razloge izumiranja bijelog bora kod nas. S meteorološkog gledišta obraditi sve ove podatke znači napraviti prilično opsezan posao, a izlaganje tog posla znatno bi preslo ovdje dogovoreno vrijeme. Zbog toga iznijet ću samo obradu temperature na 5 cm i njen odnos prema temperaturi na 200 cm.

Temperature na 5 cm

Govoriti ću prije svega o temperaturama osmatranim u šumi bijelog bora, dakle o temperaturama osmatranim na stanici 1.

Za vedrih dana redovno se u dnevnom hodu temperature zapauzavaju slijedeće:

Dva dnevna maksimuma, i to prvi manji maksimum, koji dolazi na jedan sat prije zenitalnog položaja sunca i drugi veći, koji dolazi dva do tri sata poslije zenitalnog položaja sunca. Ova dva maksimuma zvat ćemo prijedodnevni i popodnevni maksimum. Među njihovim vrijednostima redovno se javlja izvjesna razlika, koja se prividno smanjuje smanjivanjem oblačnosti. Za potpuno vedrih dana ta se razlika svodi na svega nekoliko desetinki stepena, a kod oblačnih dana ona prelazi vrijednost od dva stepena.

Između spomenutih maksimuma prirodno i redovno javlja se jedan pad temperature s minimumom tačno u doba zenitalnog položaja sunca. Ovaj minimum je uzročnik pojavi spomenutih maksimuma, i zašad ćemo reći, da se uzrok njegovoj pojavi nalazi u obliku krosnji bijelog bora. Naime krosnje bijelog bora zatvaraju najviše vertikalni pravac.

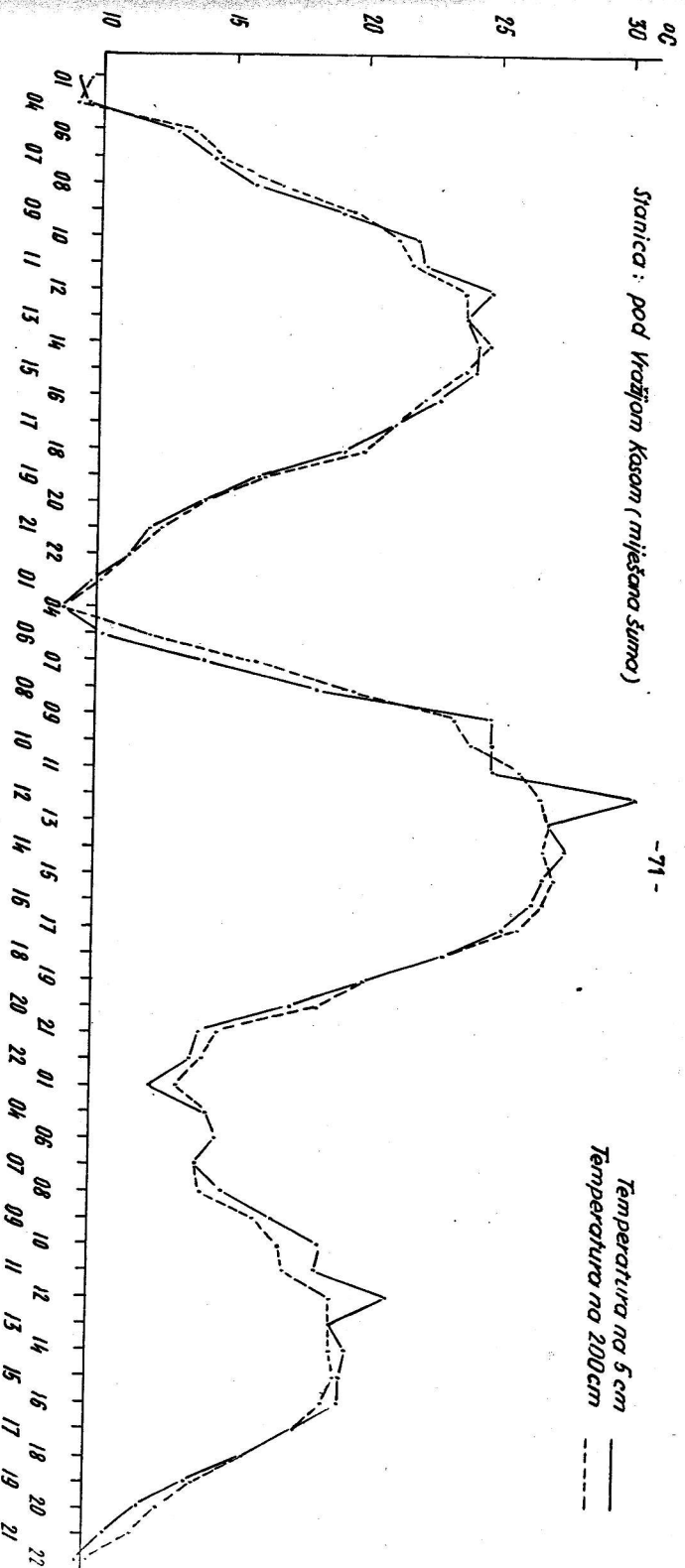
Posljedice te pojave su u tome, da dnevni maksimum u šumi bijelog bora, zbog prekida u prijedodnevnom porastu temperature nikad ne dostiže onaj maksimum, koji imaju livade i proplanci. On zaostaje za maksimumom temperature na livadi ili proplanku za 2 do 4 stepena Celzijusa. Osim toga pravi dnevni maksimum temperature u sumi vremenski zaostaje za 1 do 1,5 sat iza maksimuma na livadi i proplanku.

Nestabilno stanje prizemne temperature, koje se odražava u popodnevnim casovima, ne javlja se u preostalom dijelu dnevnog hoda temperature. Naprotiv, prijedodnevni porast i popodnevni pad idu u skladu s temperaturama na dva metra. Minimum dnevnog hoda pada normalno pred izlazak sunca.

Na stanici, koja se nalazila na livadi, nema navedenih pojava. U dnevnom hodu postoji samo po jedan maksimum i minimum. Karakteristično je ovdje, da i kratkotrajne sjene oblaka uzrokuju pad temperature. Tako je na pr. u 11 sati 8.VIII. sunce bilo prekriveno oblakom svega 10 minuta, a to je prouzrokovalo pad temperature za $0,9^{\circ}\text{C}$. Taj pad vrijednosti temperature zapažen je samo još u miješanoj sumi, dok se u čistim sumama bora i smrce nije uopće osjetio.

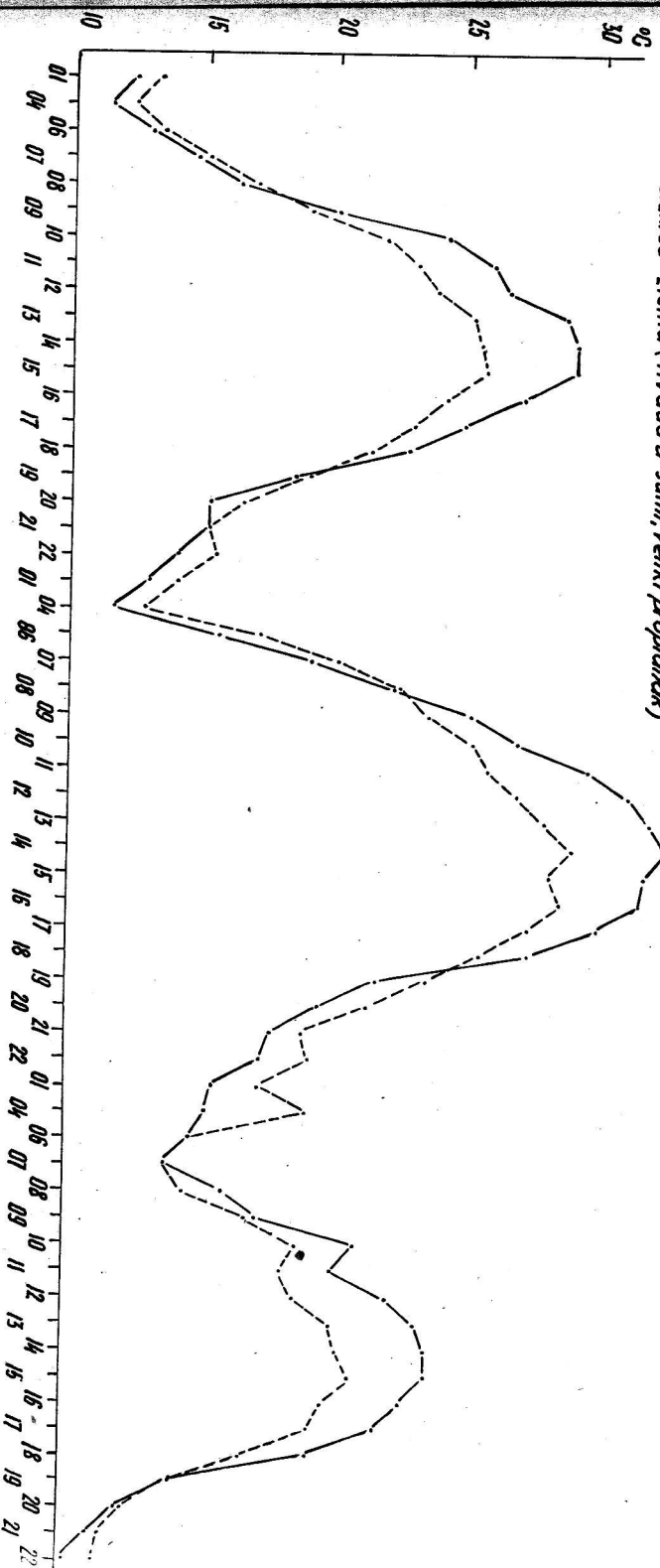
U miješanoj šumi podaci prizemnih temperatura upućuju nas također na izvjesne specifičnosti, koje su odraz te sredine. Tu se maksimum prizemne temperature javlja redovno, kad je sunce u zenitalnom položaju. Poslije tog maksimuma temperatura u narednom satu padne, zatim opet raste do drugog dnevnog maksimuma, koji je u ovom slučaju redovito manji od prvog. Dakle obratno od pojave u sumi bijelog bora, gdje je drugi maksimum veći. Da prvi maksimum dolazi u doba, kada je sunce u zenitalnom položaju, daje nam objašnjenje opet oblik krosnje smrce i jele, koje su ovdje u pretežnoj količini.

Stanica : pod Vrožijam Kasom (mješana šuma)



- 71 -

Stanica : Lisina (Tvrda u šumi, veliki proplatak)

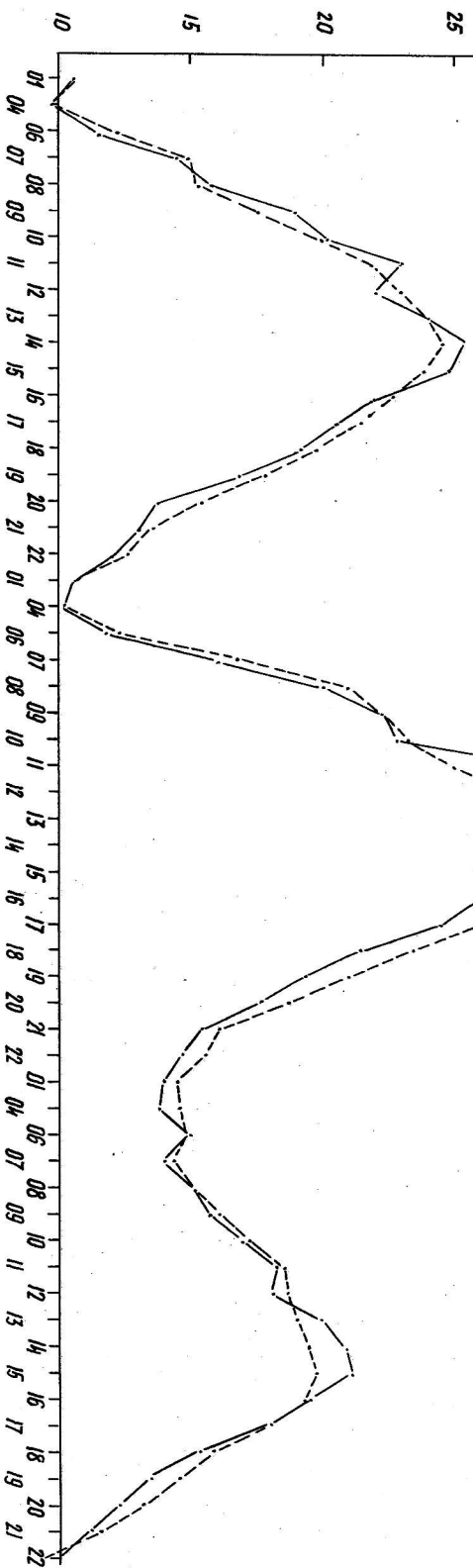


Sl. 3. Hlad temperature po satima u razdoblju od tri dana

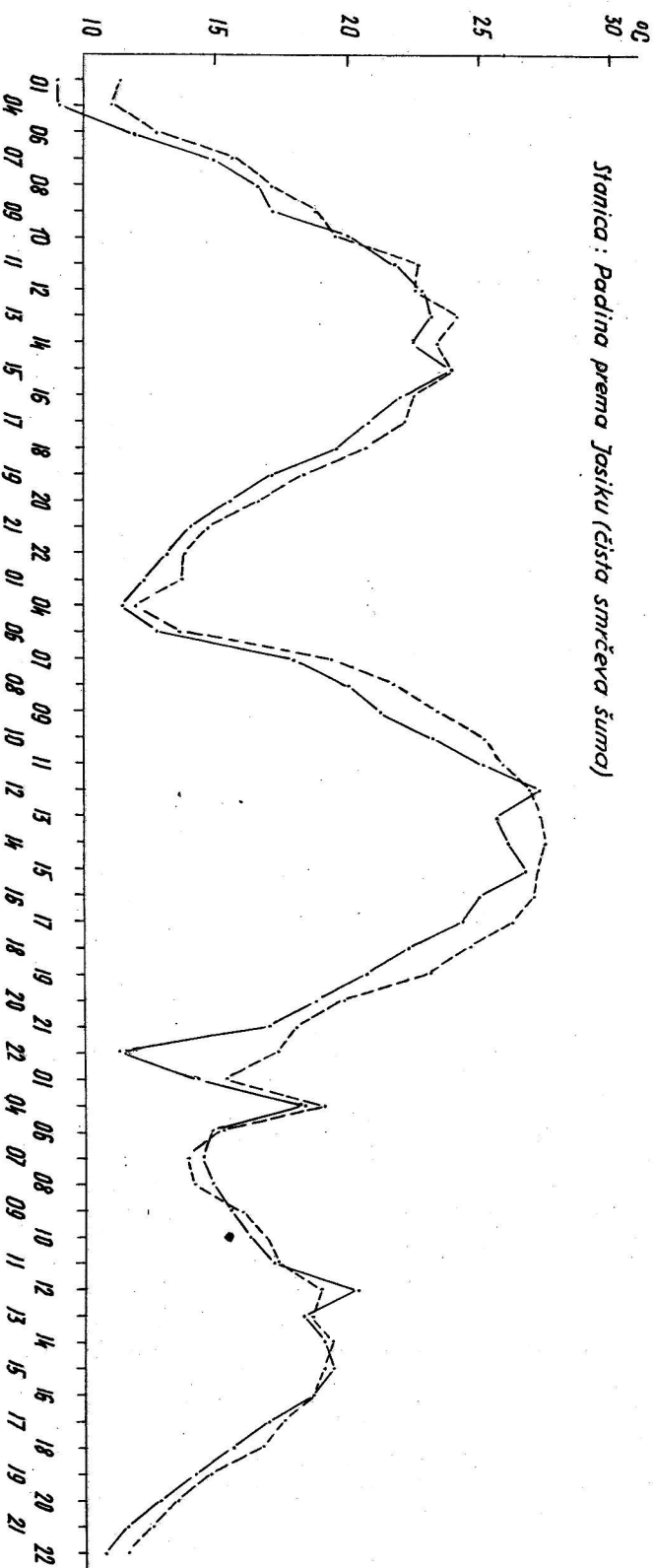
0°C

Stanica : Rosolina (čista bijelog bora šuma)

- 12 -

Temperatura na 5cm
Temperatura na 200cm

Stanica : Padina prema Jasiku (čista smrčeva šuma)



Sl. 2. Hod temperature po sortima u razdoblju od tri dana

Jela i smrčca u doba zenitalnog položaja sunca propuštaju najveći dio sunčeva direktnog zračenja do zemlje, jer je vertikalni pravac u sumi takve vrste najviše otvoren. Nadalje, pad temperature i pojavu sekundarnog minimuma i poslije drugog blago izraženog maksimuma, za sad ćemo pripisati uvjetima miješane sume. Ti se uvjeti mogu odvojeno proučiti samo u jednovrsnim sumama, kao što smo to učinili kod prve stanice, koja se nalazila u čistoj sumi bijelog bora i kao što ćemo vidjeti na slijedećoj stanici smještenoj u čistoj smrčevoj sumi.

Drugi dnevni maksimum temperature u miješanoj sumi pada u 14 sati. Karakteristično je za sumu takve vrste da prizemna temperatura poslije pojave drugog maksimuma ostaje stalna ili je kroz 2 do 3 naredna sata u vrlo blagom opadanju.

Smrčeve sume, u kojima je bila smještena naša četvrta stanica, dale su podatke, koji se razlikuju u slijedećem: prvo dnevne amplitude temperature znatno su smanjene, a to bi mogla biti i posljedica sjeverne strane (osoja) zbog čega nije najsretnije izvršen izbor tog mjesta, ali i pored toga dnevni hod temperature daje nam već očekivane rezultate prema rezultatima u miješanoj sumi. Naime, i tu dolazi do pojave maksimuma tačno u podne, zatim u narednom satu temperatura opada praveći sekundarni minimum i poslije ponovo raste u drugi popodnevni maksimum, koji je i u ovom slučaju manji od prvog maksimuma.

Objasnjenje pojave prvog dnevnog maksimuma dato je u obliku i raspodjeli krosnji sumskog drveća. Istim objasnjenjem obuhvaćena je i pojava sekundarnog minimuma u sumi bijelog bora. Međutim ovo objasnjenje ne može se primjeniti na pojavu sekundarnog minimuma u smrčevoj pa ni u miješanoj sumi. Zbog tog treba potražiti objasnjenje ove pojave u mikro-uvjetima kod drugih mjerenih elemenata. U tom cilju promatrat ćemo vrijednosti temperature istovremeno osmotrene na 5 cm i 2 metra.

Promjene temperature s visinom

Ako vrijednosti temperatura sa šest promatranih visina naneseemo na grafikon, dobit ćemo snop krivih linija, koji je uglavnom ograničen linijama, koje potjecu od podataka sa 5 cm i onih sa 2 metra. Zbog preglednosti mnogo je bolje promatrati grafikon izrađen samo od podataka sa te dvije visine, a on je i priložen ovom predavanju. Posmatrajući taj grafikon lako se mogu zapaziti četiri različita stanja u odnosu ovih dviju temperaturnih krivulja. To su:

1. stabilno stanje,
2. rastuće gradijentno stanje
3. inverzno stanje i
4. potpuno nemirno ili labilno stanje

Stabilnim stanjem nazivam ono temperaturno stanje vazduha u mikro-sloju, u kom vazduh ima izvjesne konstantne osobine porasta ili pada temperature sa porastom ili padom visine, ili postoji izotermno stanje u mikro-sloju vazduha, ali samo u slucajevima, kada se to stanje održava duze vrijeme.

Rastućim gradijentnim stanjem nazivam ono stanje u mikro-sloju, kada temperatura opada sa porastom visine.

Inverznim stanjem nazivam ono stanje u mikro-sloju, kada temperatura raste sa porastom visine.

Nemirnim stanjem nazivam ono stanje u mikro-sloju, koje nastaje čestim kratkotrajnim izmjenama inverznog i rastućeg gradijentnog stanja.

Za objašnjenja pojave stanja potrebno je poznavati, šta je aktivna površina u sumi. Pod aktivnom površinom općenito se razumije ona površina, koja je izložena suncu i koja prima i daje toplinu, pa na taj način ozivljava kretnje sloja vazduha u neposrednoj blizini. Kod livada, pjescara, kamenjara, vode i t.d. aktivnu površinu predstavlja sama površina, koja se zagrijava. Kod površina, koje su obrasle izvjesnim rastinjem, aktivnu površinu predstavljaju gornji dijelovi kruna tog rastinja. Kod zbjunja visokotrajnih pašnjaka i nasada izvjesnih kulturnih biljaka aktivna površina nije visoko iznad površine zemljišta, te se vazduh iz aktivne površine miješa s prizemnim vazduhom stvarajući specifične uvjete. Međutim kod suma, prema Gajgeru, aktivna površina, koja se javlja na krunama stabala, predstavlja glavnu površinu, iznad koje se odvijaju gotovo svi meteorološki procesi. Površina zemlje u sumi dobiva svega $1/25$ do $1/20$ sunceve energije. Ta energija, koja prolazi kroz područje kruna, stvara sada na zemlji drugu aktivnu površinu - i prostoru u kome su se vršila mjerenja, daje specifičnost, koje su predmet ove radnje. Gornja aktivna površina u sumi je aktivna u dva pravca prema zemlji i u suprotnom pravcu, zbog čega je izvjesne pojave, dobivene našim osmatranjima, moguće objasniti jedno uzevši u obzir to činjenično stanje.

Sad ćemo pogledati izmjene navedenih stanja na dijagramima, koji su iscrpani za sve četiri stanice. Ta stanja na dijagramima ocrtavaju se presijecanjem temperaturnih krivulja. U sumi bijelog bora, prema dijagramu, prevladava inverzno stanje, a to je i dokaz, da je glavna aktivna površina iznad krošnji. Rastuće gradijentno stanje uspostavlja se dosta kasno u prijedodnevnom casovima. U doba podneva redovno je u sumi bijelog bora inverzija u prizemnom sloju, a kasnije jedan sat dolazi ponovo do rastućeg gradijentnog stanja, koje sada traje dva do tri sata. Prema tim podacima moglo bi se zaključiti, da u sumi ove vrste kada dođe do rastućeg gradijentnog stanja, vazduh iz prizemnog sloja počinje da se miješa s onim u gornjoj aktivnoj površini. Na taj način dolazi do pada temperature u prizemnom sloju i do uspostave inverzije. Kada bismo izvršili mjerenje u cijelom sloju vazduha ispod krošnji, vjerovatno bi se potvrdio ovaj zaključak, a tim bi bila objasnjena i pojava sekundarnog minimuma, koji dolazi u doba zenitalnog položaja sunca.

Izmjena rastućeg gradijentnog i inverznog stanja na livadama u skladu je s izmjenom insolacije i radijacije. Interesantno je napomenuti, da velicina gradijenta u vedrom danu na dva metra visine dostize vrijednost od $3,6^{\circ}\text{C}$. Noćne inverzije na livadi imaju znatno manje vrijednosti negativnog gradijenta. Noćno inverzno stanje u prizemnom sloju prestaje i prelazi u rastuće gradijentno, kad se javlja magla i kad se stvara rosa.

U smrčevim šumama vrlo rijetko dolazi do gradijentnog stanja, a ukoliko dođe, ono je kratkotrajno. Vjerovatno je, da tu oblici krosnji usporavaju razmjenu temperature prizemnog sloja sa slojem aktivne površine. Sama aktivna površina je u takvoj sumi drukčija od one nad šumom bijelog bora s obzirom na veliku hrpatost njene daljne granice. U oblačnom danu, kad je aktivnost u prostoru iznad krosnji smanjena, češća je pojava rastućeg gradijentnog stanja pri zemlji. U takvim danima čini se, da veću aktivnost ima površina pri zemlji te dolazi do češćih izmjena rastućih gradijentnih i inverznih stanja. Najveći nemir u hodu dnevnih temperatura je u smrčevim šumama i porēd toga sto je tu pretežno inverzno stanje. To se naročito odražava kad se porede temperature mjerēnje na visinama do dva metra.

U miješanim šumama izmjena stanja je uglavnom kao neka kombinacija čistih šuma i livada.

O svemu tome moglo bi se bez sumnje još mnogo čega reći i ne ulazeći u obrade drugih promatranih elemenata. S obzirom na dozvoljeni opseg smatram, da je ovo ipak jēdno obavještenje o načinu, na koji smo pristupili mjerēnjima vrste, kao i obradi prikupljenih podataka.