

PRILOG POZNAVANJU EKOLOGIJE NEKIH
TIPOVA NIZINSKIH LIVADA HRVATSKE*

Mit deutscher Zusammenfassung

LJUDEVIT ILIJANIĆ

(Iz Instituta za botaniku Sveučilišta u Zagrebu)

SADRŽAJ

I. Uvod	96
II. Mikroklimatološka istraživanja	97
1. Temperatura tla i zraka	93
2. Relativna vlaga zraka i snaga isparivanja	119
III. Režim vode u tlu	129
1. Vlažnost tla	129
2. Količina ekološki inertne vode u tlu	139
3. Donja voda	145
IV. Reakcija tla (pH)	150
V. Zaključak	153
Literatura	154
Zusammenfassung	164

* Ova publikacija predstavlja u skraćenom obliku dio autorove doktorske disertacije, koja je pod naslovom »Ekološko-fitocenoška istraživanja nizinskih livada Hrvatske« izrađena 1959. godine u Botaničkom institutu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

I. U V O D

Prva istraživanja nizinskih livada Hrvatske na principima savremene nauke o biljnim zajednicama (fitocenologije, fitosociologije) proveo je, kao što je poznato, još prije tridesetak godina H o r v a t i ć (1930). Na temelju florističkog sastava tipološki su raščlanjene najvažnije nizinske livade kontinentalne Hrvatske. Istraživanja su nastavljena i na drugim područjima Hrvatske, pa je do danas poznat velik broj livadnih zajednica.

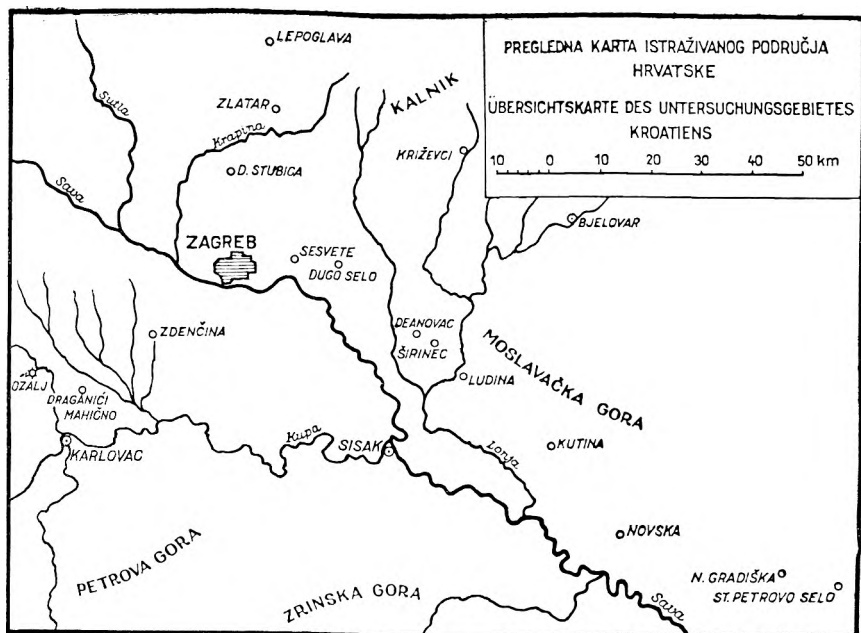
Nakon tipološkog raščlanjenja kao prve faze fitocenoloških istraživanja potrebno je da se floristički omeđene asocijacije istraže ekološki, tj. da se kauzalno objasne florističke razlike među njima. H o r v a t i ć i M o h a č e k (1934) istraživali su najvažnije tipove livada i pašnjaka na otoku Pagu, posvetivši naročitu pažnju mehaničkom sastavu, fizikalnim svojstvima, reakciji i salinitetu tla. Istodobno ovi autori započeli su analognu istraživanja na nizinskim livadama kopnenih krajeva Hrvatske. Rezultati tih istraživanja ostali su na žalost do danas neobjavljeni, odnosno samo manjim dijelom objelodanjeni su u »Nauci o biljnim zajednicama« (H o r v a t, 1949). Veći broj podataka o ekologiji nizinskih livada nalazimo i u pedološkim raspravama G r a č a n i n a (1941, 1951). Na području križevačkog kotara vršena su ljeti 1954. mjesec dana mikroklimatološka mjerenja, koja se dijelom odnose i na nizinske livade (P e n z a r, 1956).

Međutim, opsežnija sustavna istraživanja nisu dosad izvršena, pa sam stoga, potaknut prijedlogom profesora dra S. H o r v a t i ć a, sa zadovoljstvom preuzeo zadatak da započnem sustavna ekološka istraživanja nizinskih livada Hrvatske.

Istraživanja sam započeo 1955, a nastavljena su intenzivnije 1957. i 1958. u nizinskom području kontinentalne Hrvatske (sl. 1). Objektom ekoloških istraživanja bile su tri najvažnije livadne zajednice tog područja, i to asocijacije: *Arrhenatheretum elatioris* Br.-Bl. 1919, *Bromocynosuretum cristati* H-ić 1930. i *Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930.

U toku istraživanja utvrđeno je da se te tri asocijacije u istočnim dijelovima Hrvatske gube i da ih zamjenjuju druge, dosad neistražene livadne zajednice. Stoga je bilo potrebno da se u tom području najprije izvrši fitocenološko-tipološko raščlanjenje livadne vegetacije. Ta istraživanja su još u toku, pa će rezultati biti objelodanjeni u dogledno vrijeme u posebnoj raspravi, a ovdje ću iznijeti samo rezultate dosadašnjih ekoloških istraživanja na trima navedenim otprije poznatim livadnim asocijacijama.

Dosadašnjim istraživanjima bila su obuhvaćena prvenstveno dva skupa ekoloških faktora: 1. mikroklimatski (temperatura tla i zraka, relativna vlaga zraka i snaga isparivanja) i 2. režim vode u tlu (vlažnost tla, količina neiskoristive vode u tlu i donja voda). Najopsežnija istraživanja izvršena su kraj Seseva u okolici Zagreba, gdje sam na trima oko 50 m međusobno udaljenim sastojinama navedenih asocijacija izvršio brojna komparativna mjerenja u toku vegetacijske sezone. Blizina Zagreba odabrana je iz razumljivih razloga. Naime, kontinuirana komparativna istraživanja u duljem vremenskom periodu nije bilo moguće iz tehničkih



Sl. 1 — Abb. 1.

i drugih razloga vršiti na udaljenijim lokalitetima. Ipak sam povremeno, kad god su prilike dopuštale, vršio mjerenja i na nizu drugih lokaliteta na čitavom proučavanom području.

Čitavi tok i rezultate rada s najvećim interesom pratio je inicijator tih istraživanja, moj učitelj, profesor dr. Stjepan Horvatić, koji mi je dragocjenim savjetima iskusnog fitocenologa uvijek bio na pomoći. Koristim i ovu priliku da profesoru Horvatiću za sve najtoplije zahvalim.

II. MIKROKLIMATOLOŠKA ISTRAŽIVANJA

Pojedina vegetacijska područja karakteriziraju se općim klimatskim (ili makroklimatskim) prilikama, koje uslovljavaju razvitak određene klimazonalne vegetacije. Međutim, biljne zajednice, što je općenito poznato, razvijaju se na staništima u posve lokalnim klimatskim uslovima, koji su odraz specifične tzv. mikroklimе (isp. Kraus, 1911; Volk, 1930; Hann-Süring, 1939; Geiger, 1950; Walter, 1951. i dr.)

Sustavna mikroklimatološka istraživanja počinju tek početkom ovoga stoljeća. Poseban značaj pridaje mikroklimatskim faktorima Kraus (1911), koji je svojim istraživanjima udario temelje mikroklimatologije pa ga Geiger (1950:4) naziva ocem ove grane nauke.

Za ekologiju su mikroklimatološka istraživanja od naročita značenja, jer se iz makroklimatskih podataka najčešće ne može niti naslutiti kakve stvarne klimatske prilike vladaju u vegetaciji. To napose ističe istraživač ruskih stepa Keller (1932:11) riječima: »Die Verhältnisse, in denen die Steppen-, Halbwüsten- und Wüstenvegetation an der Bodenoberfläche, der Wirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt, ihr Leben führt, unterscheiden sich wesentlich von den Verhältnissen, in denen z. B. die Messungen der Lufttemperatur in den meteorologischen Stationen ausgeführt werden.« To vrijedi i za ostale klimatske faktore, i ne samo u stepskim i pustinjskim već i u drugim područjima.

Svi faktori okoline djeluju na staništu kompleksno, a djelovanje jednih faktora usko je povezano s drugima. Na žalost, nemoguće je sve faktore odjednom obuhvatiti istraživanjima. Ipak ćemo nastojati da svugdje gdje je to moguće istaknemo usku povezanost svih istraživanih faktora.

1. Temperatura tla i zraka

Za mjerenje temperature tla upotrebljavani su prilikom ovih istraživanja živini termometri. Temperatura zraka mjerena je također živinim termometrima, i to djelimično Assmannovim aspiracionim psihometrom (mali model, sl. 2) koji preporučuje Walter (1951:13), a djelimično meteorološkim termometrima na isti način kao u Gorskom kotaru (Maksić, 1950) i na području Križevaca (Penzar, 1956). Termometri su bili učvršćeni na drvenoj stativi, a komadom bijelog papira zaštićeni samo od direktna sunčeva zračenja; inače su sa svih strana izloženi žarenju okoline. U nekoliko navrata mjerena je radi usporedbe temperatura zraka u toku čitavog dana istodobno meteorološkim termometrima i aspiracionim psihometrom.

Meteorološki termometar pokazivao je nešto višu temperaturu nego suhi termometar aspiracionog psihometra. To je razumljivo ako se ima na umu da je meteorološki termometar, iako zaštićen od direktna sunčeva žarenja, bio potpuno izložen žarenju okoline. Makar apsolutne vrijednosti nisu jednake, ipak je odnos temperatura na raznim visinama iznad površine tla bio isti. Npr. temperatura zraka na 2 cm u asocijaciji *Cynosuretum* kraj Ozlja (18. VI 1955) bila je danju niža nego na 20 cm. Takav odnos utvrđen je i meteorološkim termometrom i aspiracionim psihometrom. Iz toga slijedi da se i jednim i drugim načinom dobiju isti relativni odnosi.

Temperatura prizemnog sloja zraka [prizemni sloj u Geigerovu smislu — »bodennah« (Geiger, 1950:2) — smatra se sloj zraka ispod 2 metra visine od površine tla] ovisi uglavnom o temperaturi površine tla (Geiger, 1950:7), jer se zrak zagrijava posrednim putem. Za vrijeme insolacije najjače se zagrijava površina tla, koja predaje toplinu s jedne strane u dublje slojeve tla, a s druge strane na sloj zraka neposredno iznad tla. Noću pak, odnosno uvijek kad preteže zemljina radijacija, prilike su obrnute, tj. površina tla ohlađuje se najbrže. Drugim riječima, najekstremnije prilike vladaju na površini tla i neposredno ispod ili iznad tla.

To se, međutim, odnosi na golo, neobraslo tlo, gdje je apsorpcioni sloj (Milosavljević, 1949:3) ili aktivna površina (»die aktive Oberfläche«, Walter, 1951:28) sama površina tla. Na obraslim tlima prilike

su drugačije, jer se apsorpcioni sloj nalazi obično iznad površine tla u vegetaciji. U tom pogledu Walter (1951:30) razlikuje četiri tipa biljnih zajednica:

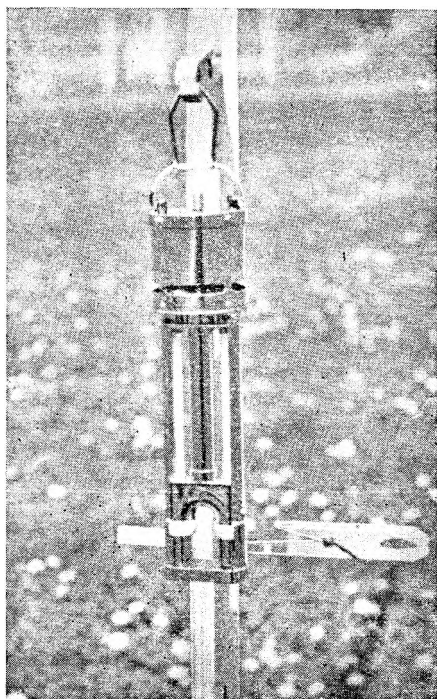
1. Otvorene zajednice s oskudnim raslinstvom (mikroklima kao kod golog tla).

2. Biljni pokrov zatvoren, ali nizak (mikroklima manje ekstremna nego u prvom slučaju, aktivna površina najčešće još na tlu).

3. Biljna zajednica viša i gušća (zračenje sunca ne dopire do tla, aktivna površina nešto ispod gornje površine sastojine).

4. Visoke, zatvorene šume (podjela u ekstremnu klimu u prostoru krošanja i jako izjednačenu klimu u prostoru stabala).

Neke biljne zajednice prolaze u svom razvoju sva ta četiri stadija. Pa i livade, na kojima se i najviše biljke ne nalaze više od jedan metar iznad površine tla, prolaze svake vegetacijske sezone drugi i treći stadij. U rano proljeće, dok još vegetacija miruje, aktivni sloj nalazi se na samoj površini tla, odnosno na prizemnim dijelovima biljaka ako je tlo potpuno obraslo.



Sl. 2. Aspiracioni psihrometar po Assmannu (mali model)

Abb. 2. Aspirations-Psychrometer nach Assmann (kleines Modell)

Dne 3. IV 1958. izmjerena je npr. u 16,30 sati u asocijaciji *Arrhenatheretum* kraj Sesveta temperatura tla i zraka:

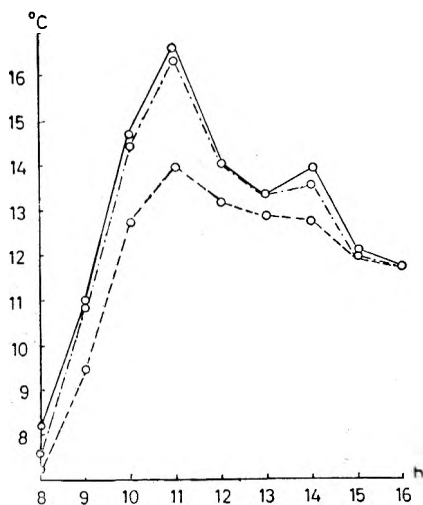
tlo na dubini od 1 cm 15,8°C
 zrak na visini od 5 cm 14,9°C
 zrak na visini od 200 cm . . . 14,3°C

(temperatura zraka izmjerena je psihrometrom)

Površina tla i zrak koji je neposredno uz tlo zagrijavaju se, dakle, najjače. U to doba vegetacijske sezone to se vrlo povoljno odražava na vegetaciju, jer su brzim zagrijavanjem najdonjeg sloja zraka (čime je uvjetovan veliki deficit zasićenja) stvoreni povoljni fizikalni uslovi za transpiraciju.

S druge strane, snažnim zagrijavanjem površinskog sloja tla vrši se i brže zagrijavanje korijenja, što pospješuje rast korijenja i apsorpciju vode (Lundegardh, 1957:131). Budući da je transpiracija ovisna i o intenzitetu apsorpcije (Nitsche, 1937), to će, indirektno, povišenje temperature tla (odnosno korijenja) utjecati povoljno i na transpiraciju. Početkom vegetacijske sezone to se odnosi na biljke, kojih je korijenje ograničeno na najgornji sloj tla, pa se one i najprije razvijaju.

Zagrijavanje tla nije jednako u svim trima istraživanim asocijacijama. Komparativna mjerenja izvršena 4. travnja 1958. kraj Sesveta (sl. 3, tab. 1) pokazuju da su najviše dnevne temperature tla na dubinama od 1 i 5 cm u ovo doba vegetacijske sezone zabilježene u asocijaciji



Sl. 3. Dnevni tok temperature tla na dubini od 1 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (—), *Cynosuretum* (- - - - -) i *Deschampsietum* (- · - · - ·); Sesvete kraj Zagreba, 4. IV 1958.

Abb. 3. Tagesgang der Bodentemperatur in 1 cm Bodentiefe in den Ass. *Arrhenatheretum* (—), *Cynosuretum* (- - - - -) und *Deschampsietum* (- · - · - ·); Sesvete bei Zagreb, 4. IV 1958.

Arrhenatheretum. Međutim, razlike između te asocijacije i asocijacije *Cynosuretum* posve su neznatne, ali se asocijacija *Deschampsietum*, naročito po maksimalnim temperaturama, prilično razlikuje. Tu je (na dubini od 1 cm) maksimalna temperatura bila za 2,7°C niža nego u asocijaciji *Arrhenatheretum*. Iako razlike nisu apsolutno jako velike, ipak se ne smiju potcijeniti, jer su temperature u to doba vegetacijske sezone još relativno niske (najviša temperatura zabilježena toga dana u asocijaciji *Arrhenatheretum* iznosila je 16,7°C), pa svako, makar i neznatno povišenje u jednoj sastojini u usporedbi s drugom, ima vrlo važan utjecaj na razvitak vegetacije.

TAB. 1. Temperatura tla (°C) na dubini od 5 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (A), *Cynosuretum* (C) i *Deschampsietum* (D); Sesvete, 4. IV 1958.

(Tab. 1. Bodentemperatur (°C) in 5 cm Bodentiefe in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (A), *Cynosuretum* (C) und *Deschampsietum* (D); Sesvete bei Zagreb, 4. IV 1958)

Sat	A	C	D
8	7,2	7,0	8,0
9	8,6	8,5	8,6
10	10,5	10,3	9,6
11	11,8	11,6	10,5
12	12,5	12,3	11,2
13	12,1	11,9	11,4
14	12,0	11,8	11,4
15	11,9	11,7	11,5
16	11,7	11,4	11,5

Čim prevladava zemljina radijacija, tlo se najbrže ohlađuje u asocijaciji *Arrhenatheretum*, a najpolaganije u asocijaciji *Deschampsietum*, što se vrlo jasno vidi po rasporedu krivulja na sl. 3. Na dubini od 5 cm dnevni maksimum u asocijaciji *Deschampsietum* se dapače niti u vremenu ne poklapa s maksimumom u drugim dvjema asocijacijama, gdje je već u 13 sati temperatura počela opadati, dok u asocijaciji *Deschampsietum* vidimo (doduše sasvim neznatni) porast sve do 16 sati (tab. 1). Ove činjenice uvjetovane su različitim osobinama tla. U asocijacijama *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum* površina tla je ravna, a asocijacija *Deschampsietum* je razvijena na džombastim tlima.¹

¹ Prema Gračaninu (1941) džombama narod naziva karakteristične mikrohumke, koji su odijeljeni malim mikrodepresijama. »U Podravini se džombe još nazivaju 'stolci' ili 'busi', po profesoru Kvakanu, a u Hrvatskom zagorju 'stubenke' (po seljaku Spoljaru iz Bistre). Etimologija riječi 'džomba' nije potpuno jasna. Prof. Filipović je mišljenja, da je riječ 'džomba' turskog porijekla i da znači 'jaružicu' ili 'udubinu'. Naš je narod, međutim, tu riječ upotrijebio kao oznaku ne za jaružice već naprotiv za mikroreljefske uzvisine, slično kao što je riječju 'brazda' označio izorinu, a ne brazdu u pravom smislu riječi.« (Gračanin, 1941:53).

Imenom džombe označene su u daljem tekstu i u ovoj raspravi prema narodnom shvaćanju mikroreljefske uzvisine, a imenom jaružice mikrodepresije, koje se nalaze između džombi. Drugi narodni nazivi za džombe, koje sam imao priliku saznati u pojedinim mjestima, bit će prigodice posebno spomenuti.

Sunčane zrake mogu ovdje neposredno doprijeti na bočne stijenke džombe (tj. »ispod površine tla«, ako površinom označimo gornju površinu džomba), a u podnevnim satima, kad je sunce visoko, i na dno jaružica. Stoga je razumljivo zašto je istoga dana (4. travnja 1958) na dubini od 30 cm maksimalna temperatura u asocijaciji *Deschampsietum* (9,3°C) iznosila čak više nego u asocijaciji *Arrhenatheretum* (9,2°C), tj. posve obrnuto nego na površini. Gornja površina džomba obrasla je naime gustim slojem mahovina, koji je vrlo dobar toplinski izolator, a također i zapreka neposrednom zračenju sunca na tim dijelovima džomba. To se jasno odražava na temperaturi površine tla.

Budući da su temperature tla na dubinama ispod 5 cm još relativno niske, a tek najgornji površinski sloj se nešto jače zagrijava (npr. 4. travnja 1958. u 11 sati u asocijaciji *Arrhenatheretum* zabilježena je na dubini od 10 cm temperatura tla 9,7°C, na 30 cm 8,7°C, a istodobno na dubini od 1 cm 16,7°C, tj. gotovo dvostruko više), to su, s obzirom na temperaturu, u najpovoljnijem položaju početkom vegetacijske sezone one biljke, kojih korijenje seže tek nekoliko cm u dubinu. Uspoređujući pak tri istraživane livadne zajednice, vidimo da su temperature površinskog sloja tla najpovoljnije u asocijaciji *Arrhenatheretum*. Do istih rezultata dolazimo i uspoređivanjem drugih faktora, o čemu ćemo kasnije govoriti.

Temperaturni odnosi, kako su naprijed opisani, ne traju dugo. Nastupom viših temperatura vegetacija se počinje brzo razvijati. Budući da su biljke različite po svojoj visini, stvaraju se vegetacijski slojevi. Zbog različitog florističkog sastava i različite množine individua pojedinih vrsta, slojevi nisu ni po gustoći ni po visini jednaki u svim trima asocijacijama.

Nešto više od mjesec dana kasnije (12. V 1958) moglo se lučiti u svakoj sastojini najmanje dva vegetacijska sloja:

1. Asocijacija *Arrhenatheretum*:

I sloj 0—30 cm. Tu se nalazi najveća masa nadzemnih dijelova većine biljaka. Sunce uopće ne dopire do površine tla, gdje je konstantna hladovina. »Ventilacija« zraka gotovo ne postoji ili je posve neznatna. U tom su sloju cvale: *Moenchia mantica*, *Taraxacum officinale*, *Plantago lanceolata*, *Cerastium caespitosum*, *Veronica chamaedrys*, *Velerianella locusta*, *Convolvulus arvensis*, *Myosotis arvensis*, *Ranunculus bulbosus*, *Veronica arvensis*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Bromus mollis*.

II sloj 30—50 cm (»rahli sloj«); oštro odijeljen od prvoga. Tu se nalaze gornji dijelovi stabljika i cvatovi nekih biljaka, npr. *Rumex acetosa*, *Poa pratensis*, *Arrhenatherum elatius* i dr.

2. Asocijacija *Cynosuretum*:

I sloj 0—20 cm. Ovaj je sloj u poređenju s analognim slojem u prethodnoj asocijaciji nešto niži i rjeđi, pa sunčane zrake dopiru mjestimično do samoga tla. U tom sloju cvale su npr.: *Taraxacum officinale*, *Ajuga reptans*, *Plantago lanceolata*. Osim cvatućih biljaka u tom se sloju nalazi najveća masa lišća većine biljaka.

II sloj 20—60 cm. Tu se nalaze gornji dijelovi nekih biljaka npr.: *Poa pratensis*, *Lychnis flos cuculi*, *Rumex acetosa*, *Alopecurus pratensis*, *Ranunculus acer*, *Gaudinia fragilis*, *Anthoxanthum odoratum* i dr. Ovaj je sloj u usporedbi s analognim slojem u asocijaciji *Arrhenatheretum* nešto gušći, pa ne postoji tako oštra granica između donjeg i gornjeg sloja.

3. Asocijacija *Deschampsietum*:

I sloj (cca) —25—0 cm. Ovaj sloj sačinjava vrlo oskudna vegetacija jaružica između džomba (pogotovo u ovo doba vegetacijske sezone). Dno jaružica je gotovo potpuno golo ili djelomično pokriveno suhim ostacima biljaka, koji prilikom košnje zaostaju u jaružicama. Tek tu i tamo vide se na dnu puzava *Lysimachia mummularia*, *Ranunculus repens*, *Gratiola officinalis*, a mjestimično *Lythrum salicaria*. Velika većina drugih biljaka raste sa površine džomba. Dno jaružica bilo je još jako vlažno (12. V), ali vode u njima više nema.

II sloj mahovina (na gornjoj površini džomba). Ovdje se može lučiti zaseban sloj mahovina, što nije slučaj u drugim dvjema asocijacijama.

III sloj 0—20 (30) cm iznad sloja mahovina. Tu su cvale vrste: *Ranunculus repens*, *Carex hirta*, *C. brizoides* i dr. Ovaj je sloj nešto gušći nego odgovarajući sloj u asocijaciji *Cynosuretum*.

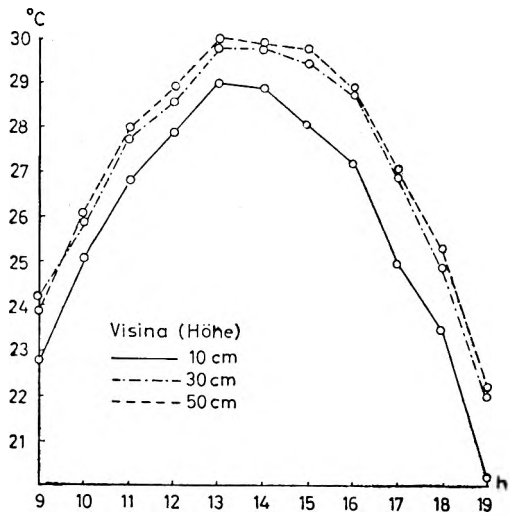
IV sloj 20 (30)—60 (70) cm. U tom sloju, koji je rjeđi nego analogni sloj u asocijaciji *Cynosuretum*, cvatu npr.: *Leucoium aestivum*, *Lychnis flos cuculi*, *Ranunculus acer* i dr.

Svi slojevi u asocijaciji *Deschampsietum* su u horizontalnom smjeru isprekidani zbog neobraslih ili vrlo slabo obraslih površina na dnu jaružica, pa je vegetacija općenito rjeđa nego u drugim dvjema asocijacijama.

Usporedo s promjenama u vegetaciji promijenili su se i odnosi između temperature tla i zraka. Apsorpcioni sloj ne nalazi se na (ili pri) samom tlu, već u sloju vegetacije između 20 (30) do 50 cm. Tu se zrak za vrijeme insolacije najbrže zagrijava, a noću, odnosno uvijek kad preteže zemljina radijacija, najbrže ohlađuje. Drugim riječima, tu vladaju najekstremnije prilike. Takvi su odnosi ustanovljeni u svim trima asocijacijama u Sesvetama, međutim u apsolutnim vrijednostima vide se razlike i s obzirom na temperature na različitim visinama u istoj asocijaciji i s obzirom na temperature na istoj visini u različitim asocijacijama.

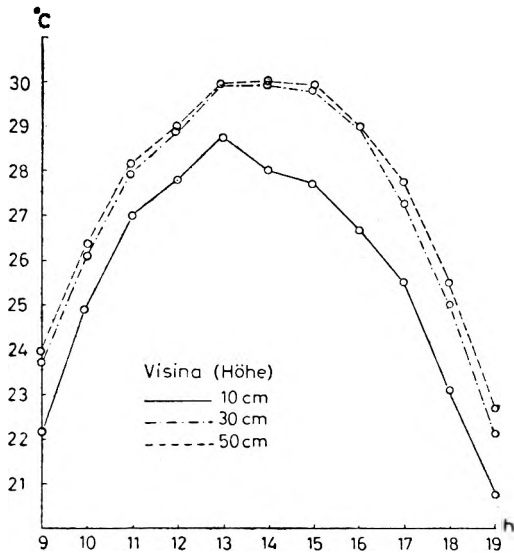
Najevidentnije su razlike između temperature na 10 i 30 cm. U asocijaciji *Cynosuretum* izmjerena je (Sesvete, 12. V 1953) maksimalna razlika 1,6°C (sl. 4), istodobno u asocijaciji *Arrhenatheretum* 2,3°C (sl. 5), a najveća u asocijaciji *Deschampsietum* 3,2°C (sl. 6). Razlike između 30 i 50 cm su, kao što se vidi na grafikonima, u svim trima asocijacijama mnogo manje.

Usporedimo li dnevni tok temperature na istoj visini u svim trima zajednicama, vidimo da se na 10 cm najsporije zagrijava zrak u asocijaciji *Deschampsietum* (sl. 7). Stoga su i maksimalne dnevne temperature ovdje niže nego u asocijacijama *Cynosuretum* i *Arrhenatheretum*, koje su s obzirom na dnevni tok temperature međusobno mnogo sličnije. Na 30 cm razlike između svih triju zajednica manje su (iako se i tu asocijacija



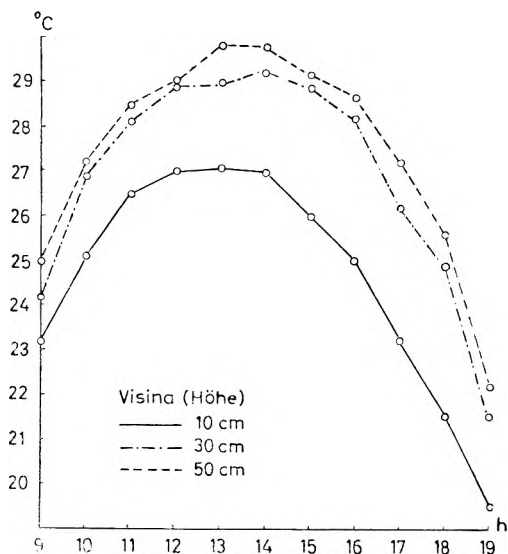
Sl. 4. Dnevni tok temperature zraka u asocijaciji *Cynosuretum*; Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

Abb. 4. Tagesgang der Lufttemperatur in der Assoziation *Cynosuretum*; Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.



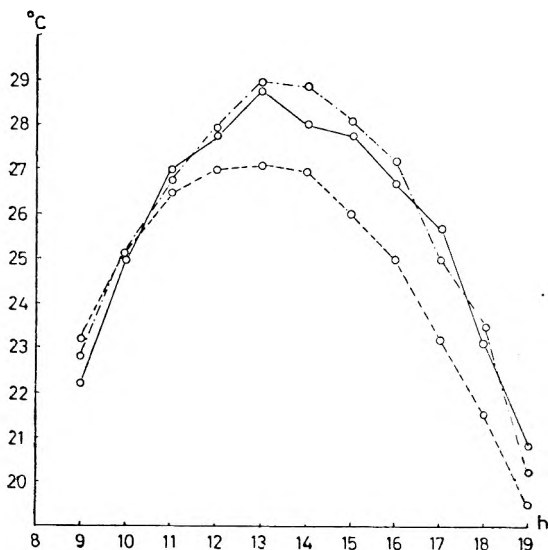
Sl. 5. Dnevni tok temperature zraka u asocijaciji *Arrhenatheretum*; Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

Abb. 5. Tagesgang der Lufttemperatur in der Assoziation *Arrhenatheretum*; Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.



Sl. 6. Dnevni tok temperature zraka u asocijaciji *Deschampsietum*; Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

Abb. 6. Tagesgang der Lufttemperatur in der Assoziation *Deschampsietum*; Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.



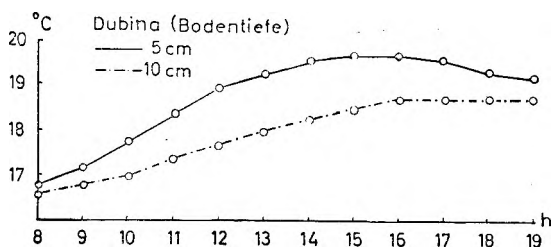
Sl. 7. Odnos između temperatura zraka na visini od 10 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (—————), *Cynosuretum* (-·-·-·-·-·-) i *Deschampsietum* (- - - - -); Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

Abb. 7. Beziehung zwischen Lufttemperaturen in 10 cm über dem Boden in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (—————), *Cynosuretum* (-·-·-·-·-·-) und *Deschampsietum* (- - - - -); Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.

Deschampsietum nešto izrazitije razlikuje od drugih dviju), a na 50 cm već su jedva zamjetljive, odnosno niti jedna asocijacija se izrazito ne razlikuje.

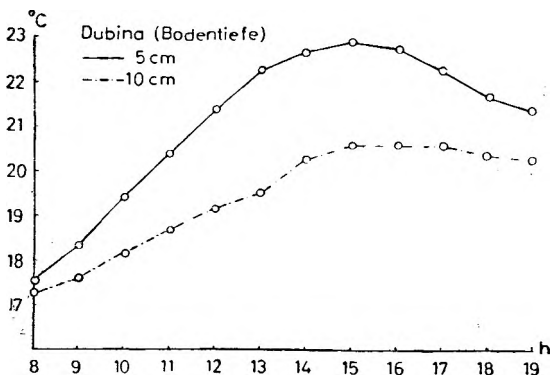
Istodobna mjerenja temperature tla (Sesvete, 12. V 1958) na dubinama 5 i 10 cm pokazuju ovo:

1. Razlike između temperatura na dubini od 5 cm (gdje se tlo danju jače zagrijava) i 10 cm nisu jednake u svim trima asocijacijama. Najmanja razlika izmjerena je u asocijaciji *Arrhenatheretum* (maksimalno 1,3°C, sl. 8), jer se tlo na 5 cm ne zagrijava mnogo brže nego na 10 cm. U asocijaciji *Cynosuretum* zagrijavanje tla na 5 cm je snažnije, pa je i razlika u uspoređenju s temperaturom na 10 cm veća. Maksimalna razlika bila je toga dana 2,8°C (sl. 9). Još veća maksimalna razlika izmjerena je u asocijaciji *Deschampsietum* (maksimalno 3,9°C, sl. 10).



Sl. 8. Dnevni tok temperature tla u asocijaciji *Arrhenatheretum*; Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

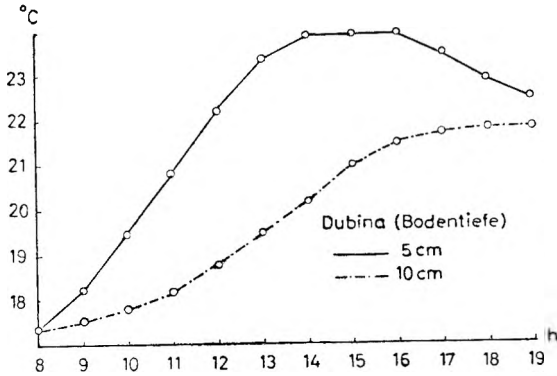
Abb. 8. Tagesgang der Bodentemperatur in der Assoziation *Arrhenatheretum*; Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.



Sl. 9. Dnevni tok temperature tla u asocijaciji *Cynosuretum*; Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

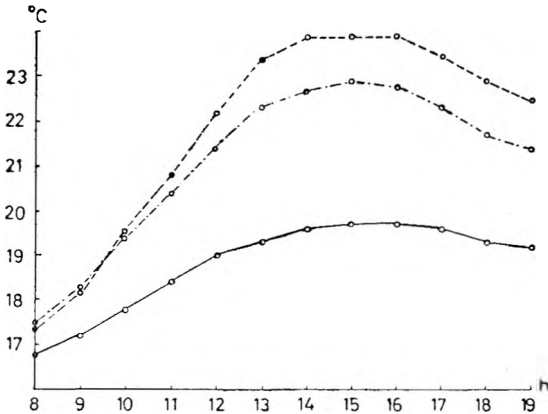
Abb. 9. Tagesgang der Bodentemperatur in der Assoziation *Cynosuretum*; Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.

2. Osim ovih jasne su i razlike između temperatura na istoj dubini u različitim asocijacijama. Tlo se i na 10 i na 5 cm za vrijeme insolacije najbrže zagrijava u asocijaciji *Deschampsietum* (sl. 11 i 12), a najsporije u asocijaciji *Arrhenatheretum* (dakle suprotno nego na početku vegetacijske sezone, 4. IV 1958). *Cynosuretum* je između. To isto utvrđeno je prethodne godine krajem mjeseca lipnja (Sesvete, 27. VI 1957), neposredno prije prve košnje, za dubine 5 i 30 cm, jedino su na dubini od 30 cm razlike između asocijacija *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum* posve neznačajne (sl. 13).



Sl. 10. Dnevni tok temperature tla u asocijaciji *Deschampsietum*; Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

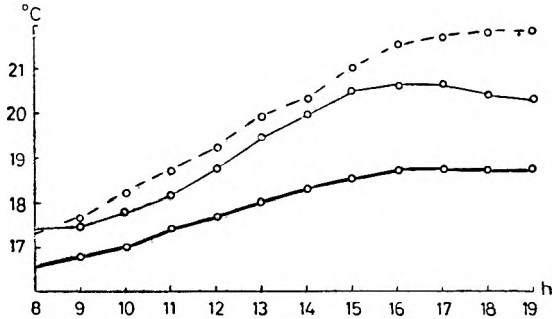
Abb. 10. Tagesgang der Bodentemperatur in der Assoziation *Deschampsietum*; Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.



Sl. 11. Odnos između temperatura tla na dubini od 5 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (————), *Cynosuretum* (.....) i *Deschampsietum* (-----); Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

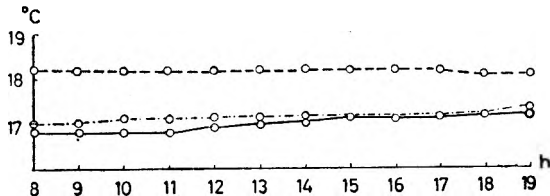
Abb. 11. Beziehung zwischen Bodentemperaturen in 5 cm Bodentiefe in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (————), *Cynosuretum* (.....) und *Deschampsietum* (-----); Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.

Zanimljiva je nadalje i usporedba temperature tla s temperaturom zraka (tab. 2, 3). Temperatura zraka na 10 cm iznad površine tla zagrijava se za vrijeme insolacije znatno brže, nego tlo na dubini od 5 cm. To je ustanovljeno za sve tri zajednice, ali je za vrijeme maksimalne dnevne temperature zraka najveća razlika u asocijaciji *Arrhenatheretum*. U 13 sati temperatura zraka bila je 28,8°C, a temperatura tla samo 19,3°C, tj. za 9,5°C niža. Istodobno je razlika u asocijaciji *Cynosuretum* iznosila 6,7°C, a u asocijaciji *Deschampsietum* samo 3,7°C.



Sl. 12. Odnos između temperatura tla na dubini od 10 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (—————), *Cynosuretum* (—————) i *Deschampsietum* (- - - - -); Sesevete kraj Zagreba, 12. V 1958.

Abb. 12. Beziehung zwischen Bodentemperaturen in 10 cm Bodentiefe in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (—————), *Cynosuretum* (—————) und *Deschampsietum* (- - - - -); Sesevete bei Zagreb, 12. V 1958.



Sl. 13. Odnos između temperatura tla na dubini od 30 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (—————), *Cynosuretum* (- - - - -) i *Deschampsietum* (- - - - -); Sesevete kraj Zagreba, 27. VI 1957.

Abb. 13. Beziehung zwischen Bodentemperaturen in 30 cm Bodentiefe in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (—————), *Cynosuretum* (- - - - -) und *Deschampsietum* (- - - - -); Sesevete bei Zagreb, 27. VI 1957.

TAB. 2. Temperatura tla i zraka ($^{\circ}\text{C}$) (Sesvete, 12. V 1958) u asocijacijama:
(Tab. 2. Boden- und Lufttemperatur ($^{\circ}$) (Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958) in den
Assoziationen:

<i>Arrhenatheretum</i>			<i>Cynosuretum</i>		
Sat (Stunde)	tlo (5 cm) (Boden, 5 cm)	zrak (10 cm) (Luft, 10 cm)	tlo (5 cm) (Boden, 5 cm)	zrak (10 cm) (Luft, 10 cm)	
9	17,2	22,2	18,3	22,8	
10	17,8	25,0	19,4	25,1	
11	18,4	27,0	20,4	26,8	
12	19,0	27,8	21,4	27,9	
13	19,3	28,8	22,3	29,0	
14	19,6	28,0	22,7	28,9	
15	19,7	27,8	22,9	28,1	
16	19,7	26,7	22,8	27,2	
17	19,6	25,5	22,3	25,0	
18	19,3	23,1	21,7	23,5	
19	19,2	20,8	21,4	20,2	

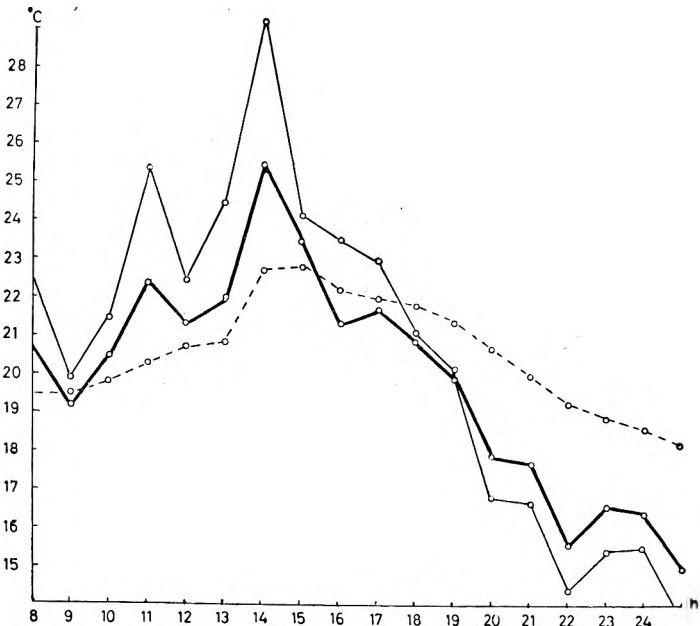
TAB. 3. Temperatura tla i zraka ($^{\circ}\text{C}$) u asocijaciji *Deschampsietum* (Sesvete,
12. V 1958)
(Tab. 3. Boden- und Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) in der Assoziation *Deschampsietum*
(Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958)

Sat (Stunde)	tlo (dub. 5 cm) (Bodentiefe 5 cm)	zrak (visina 10 cm) (Luft, Höhe ü. d. Boden 10 cm)
9	18,2	23,2
10	19,5	25,1
11	20,8	26,5
12	22,2	27,0
13	23,4	27,1
14	23,9	27,0
15	23,9	26,0
16	23,9	25,0
17	23,5	23,2
18	22,9	21,5
19	22,5	19,5

Opaska: Temperatura zraka (tab. 2, 3) mjerena je psihrometrom.

Noću pak, odnosno uvijek kad preteže zemljina radijacija, zrak u sloju vegetacije ohlađuje se brže nego tlo. To je naročito vidljivo na sl. 14, na kojoj je prikazan dnevni tok temperature tla i zraka u asocijaciji *Cynosuretum* neposredno prije prve košnje (Ozalj, 18. VI 1955). Vrlo je zanimljiva pojava da u večernjim satima, u našem slučaju između 22 i 23 sata, dolazi do izvjesnog povišenja temperature zraka. Takav »diskontinuitet na krivulji opadanja temperature u vedrim noćima« poznat je u meteorologiji, pa je i kod nas o tome pisano (P e n z a r, 1956).

Temperatura tla pokazuje već na dubini od 2 cm, a pogotovo na 10 ili 20 cm, mnogo manju dnevnu amplitudu nego temperatura zraka (tab. 4). Na 10 cm razlika između temperature u 8 sati ($18,1^{\circ}\text{C}$) i maksimalne u 18 sati ($19,5^{\circ}\text{C}$) iznosila je $1,4^{\circ}\text{C}$, što znači da je svaki sat prosječno rasla samo $0,14^{\circ}\text{C}$, a na 20 cm čašće samo $0,03^{\circ}\text{C}$.

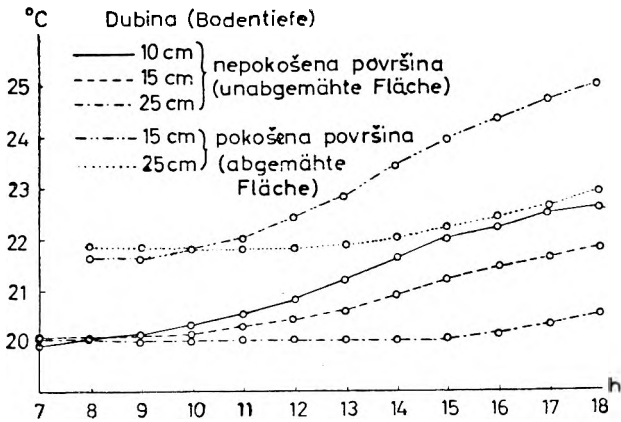


Sl. 14. Odnos između temperature tla na dubini od 2 cm (-----) i zraka na visini od 2 (————) i 20 cm (—○—) u asocijaciji *Cynosuretum*; Ozalj kraj Karlovca, 18. VI 1955.

Abb. 14. Beziehung zwischen Bodentemperatur in 2 cm Bodentiefe (-----) zur Lufttemperatur in 2 (————) und 20 cm (—○—) über dem Boden in der Assoziation *Cynosuretum*; Ozalj bei Karlovac, 18. VI 1956.

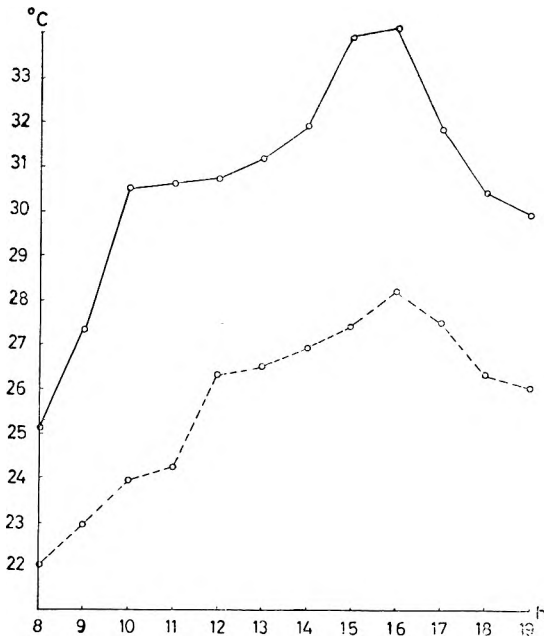
TAB. 4. Temperatura tla (°C) u asocijaciji *Cynosuretum*; Ozalj, 18. VI 1955.
(Tab. 4. Bodentemperatur (°C) in d. Ass. *Cynosuretum*; Ozalj, 18. VI 1955)

Sat (Stunde)	Dubina (Bodentiefe)		
	2 cm	10 cm	20 cm
8	19,5	18,1	17,0
9	19,5	18,1	17,0
10	19,8	18,2	17,0
11	20,3	18,3	17,0
12	20,7	18,4	17,0
13	20,8	18,6	17,0
14	22,7	18,8	17,1
15	22,8	19,0	17,1
16	22,2	19,3	17,2
17	22,0	19,5	17,3
18	21,8	19,5	17,4
19	21,4	19,5	17,5
20	20,7	19,5	17,6
21	20,0	19,4	17,7
22	19,3	19,1	17,7
23	18,9	19,0	17,7
24	18,6	18,8	17,7
1	18,2	18,5	17,7



Sl. 15. Odnos između temperatura tla na pokošenoj i nepokošenoj površini u asocijaciji *Cynosuretum*; Mahično kraj Karlovca, 20. VI 1957.

Abb. 15. Beziehung zwischen Bodentemperaturen auf abgemähter und unabgemähter Fläche in der Assoziation *Cynosuretum*; Mahično bei Karlovac, 20. VI 1957.



Sl. 16. Odnos između temperatura tla na dubini od 3 cm na pokošenoj (—) i nepokošenoj površini (- - -) u asocijaciji *Deschampsietum*; Staro Petrovo Selo; 3. VII 1957.

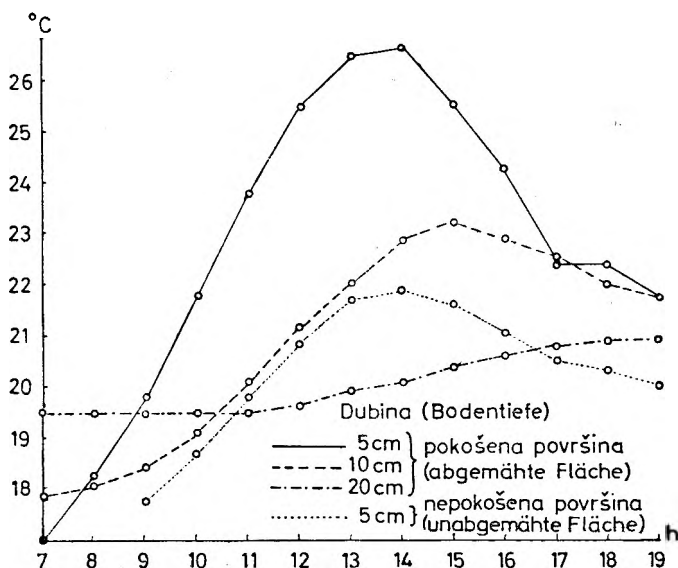
Abb. 16. Beziehung zwischen Bodentemperaturen in 3 cm Bodentiefe auf abgemähter (—) und unabgemähter Fläche (- - -) in der Assoziation *Deschampsietum*; Staro Petrovo Selo, 3. VII 1957.

Nakon prve košnje, koja se obično obavlja nešto prije ili upravo u vrijeme maksimalnih godišnjih temperatura, mikroklimatske prilike bitno se mijenjaju. Naime, uvjeti za zagrijavanje tla i prizemnog sloja zraka u istraživanim livadama relativno su isti kao i na početku vegetacijske sezone. Aktivna površina nalazi se i sada na samom tlu, bitna je međutim razlika, što se to sada izražava u najekstremnijem obliku, jer su temperature maksimalne, a to je za vegetaciju od velikog značenja. K tome treba dodati još dva vrlo važna faktora: suhoću tla i košnju.

Koliko su izmijenjeni uvjeti za zagrijavanje tla neposredno nakon košnje, vidi se iz ovih rezultata komparativnih mjerenja na većem broju lokaliteta, istodobno na nepokošenoj i pokošenoj površini:

Dne 20. lipnja 1957. izmjerena je temperatura tla na nepokošenom i pokošenom dijelu homogene sastojine asocijacije *Cynosuretum cristati* u Mahičnu kraj Karlovca (tab. II, sn. 2) na udaljenosti od nekoliko metara. Razlike u temperaturi tla takve su, da je npr. na dubini od 25 cm u pokošenom dijelu sastojine temperatura tla bila viša nego na 10 cm u nepokošenom dijelu (sl. 15).

Analogna mjerenja izvršena su kraj Staroga Petrova Sela u asocijaciji *Deschampsietum* (tab. I, sn. 4) dne 3. srpnja 1957 (sl. 16). Tu su međutim razlike još veće, jer su mjerenja vršena neposredno ispod površine tla, na dubini od 3 cm. Maksimalna razlika bila je u 15 sati 6,5°C. Za toliko



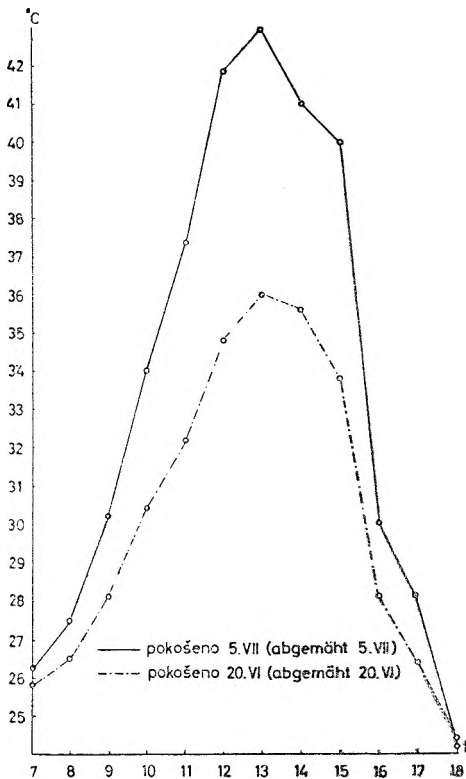
Sl. 17. Odnos između temperatura tla na pokošenoj i nepokošenoj površini u asocijaciji *Deschampsietum*; Draganići kraj Karlovca, 22. VII 1957.

Abb. 17. Beziehung zwischen Bodentemperaturen auf abgemähter und un-abgemähter Fläche in der Assoziation *Deschampsietum*; Draganići bei Karlovac, 22. VII 1957.

je, naime, temperatura tla u pokošenoj livadi bila viša od temperature u nepokošenoj na udaljenosti od svega jedan metar.

U Draganićima kraj Karlovca, također u asocijaciji *Deschampsietum* (tab. I, sn. 2), maksimalna razlika 22. srpnja 1957. na dubini od 5 cm iznosila je 4,8°C (sl. 17).

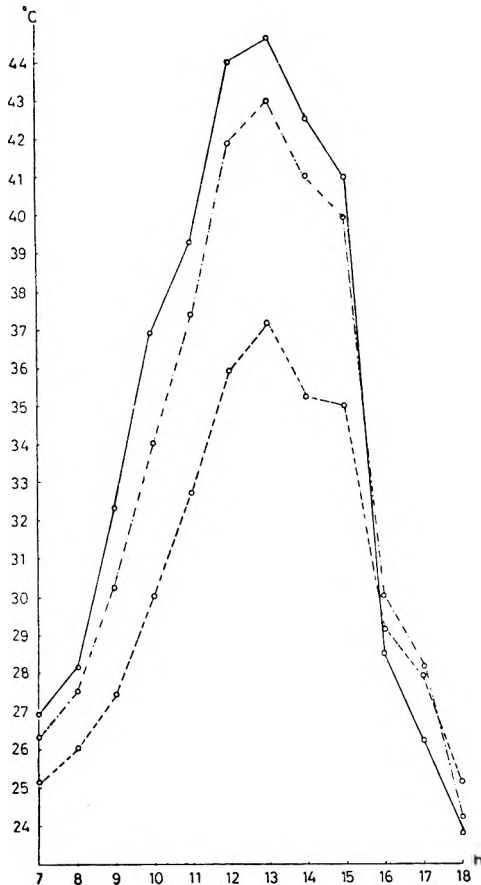
Velike razlike u temperaturi tla pokazuju i mjerenja vršena 10. srpnja 1957. u Sesvetama kraj Zagreba u asocijacijama *Arrhenatheretum* (tab. III, sn. 3), *Cynosuretum* (tab. II, sn. 3) i *Deschampsietum* (tab. I, sn. 3) na dubini od 1 cm istodobno na površinama koje su pokošene u različito vrijeme, a nalazile su se u neposrednoj blizini. Dio svake od tih sastojina pokošen je 20. lipnja, a drugi dio 5. srpnja 1957, tj. neposredno prije mjerenja.



Sl. 18. Odnos između temperatura tla na dubini od 1 cm u asocijaciji *Cynosuretum* na površinama koje su pokošene u različito vrijeme; Sesvete kraj Zagreba, 10. VII 1957.

Abb. 18. Beziehung zwischen Bodentemperaturen in 1 cm Bodentiefe auf den zu verschiedener Zeit abgemähten Flächen in der Assoziation *Cynosuretum*; Sesvete bei Zagreb, 10. VII 1957.

Na sl. 18. vidi se odnos temperature tla u toku dana u asocijaciji *Cynosuretum* na dvjema takvim površinama, koje su pokošene u različito vrijeme, kako je rečeno, a nalazile su se tik jedna uz drugu. Mjerenje je obavljeno na udaljenosti od 1 metar. Na površini pokošenoj 5. srpnja maksimalna temperatura (izmjerena u 13 sati) iznosila je 43°C, a na drugoj površini, pokošenoj 20. lipnja, 7°C manje, tj. 36,0°C. U asocijaciji *Arrhenatheretum* razlika je bila nešto manja (5,1°C), a u asocijaciji *Deschampsietum* najmanja (4,3°C).



Sl. 19. Odnos između temperatura tla na dubini od 1 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (————), *Cynosuretum* (- - - - -) i *Deschampsietum* (- · - · - ·); Sesvete, 10. VII 1957.

Abb. 19. Beziehung zwischen Bodentemperaturen in 1 cm Bodentiefe in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (————), *Cynosuretum* (- - - - -) und *Deschampsietum* (- · - · - ·); Sesvete bei Zagreb, 10. VII 1957.

Međutim, najviša apsolutna dnevna temperatura tla nije zabilježena u asocijaciji *Cynosuretum*, već u asocijaciji *Arrhenatheretum* (44,6°C), a najniža u asocijaciji *Deschampsietum* (37,2°C, sl. 19). U mahovinskom sloju pak, u asocijaciji *Deschampsietum*, iznosila je istoga dana maksimalna temperatura 50°C, što je najviša temperatura koju sam prilikom tih istraživanja izmjerio.¹

Tako visoke temperature negativno su djelovale na vegetaciju, pa je velika većina biljnih dijelova preostalih nakon košnje gotovo sasvim »izgorjela«. Najveće posljedice bile su zapažene u asocijaciji *Arrhenatheretum*, gdje je izmjerena i najviša temperatura tla.

Da su to prvenstveno posljedice visokih temperatura, sudim po vrsti *Lysimachia nummularia*. Naime, i na mnogim od tih biljaka, koje su nakon košnje — zbog puzava tijela — ostale potpuno čitave, opažala su se znatna oštećenja većine listova. Tako visoke ili dapače i mnogo više temperature nisu rijetkost, pa možemo npr. spomenuti istraživanja Volk a (1930), koji je 3. srpnja 1928. zabilježio vrlo visoke temperature u tlu, a još veće u mahovinskom sloju vegetacije, kad je maksimalna temperatura toga dana iznosila čak 70,6°C. Budući da se spomenuta istraživanja Volk a odnose na posve drugo područje i drukčiju vegetaciju, takve komparacije nisu prikladne. Tek kad bude više podataka s našeg područja, moći će se izvršiti mjerodavnije komparacije.

Na ranije pokošenim površinama nisam primijetio izrazitih posljedica visokih temperatura, pa bi, s tog gledišta, bilo preporučljivo da se košnja obavi što ranije, već do polovine lipnja. U lipnju je tlo općenito vlažnije nego u srpnju, a temperature su niže, te se do nastupa maksimalnih godišnjih temperatura u srpnju može vegetacija razvijati poslije košnje pod mnogo povoljnijim uslovima nego ako se livada kosi krajem lipnja, odnosno početkom srpnja. Time se povećava »apsorpcioni sloj« (ili »aktivna površina«), više se topline troši na transpiraciju, jer je površina listova mnogostruko povećana, a sunčane zrake prodiru u znatno manjoj mjeri do same površine tla. Sve to dovodi do smanjenja ekstremnih temperatura tla i prizemnog sloja zraka, čime se smanjuju kolebanja vlažnosti zraka i deficita zasićenja. Drugim riječima, mikroklima staništa postaje u tom slučaju mnogo umjerenija nego ako je livada pokošena neposredno prije najviših ljetnih temperatura, koje, kako smo vidjeli, mogu biti relativno vrlo visoke.

Osim prikazanih rezultata mjerenja u najgornjem sloju tla (do dubine od 30 cm), u kojem se nalazi najveća masa podzemnih dijelova biljaka

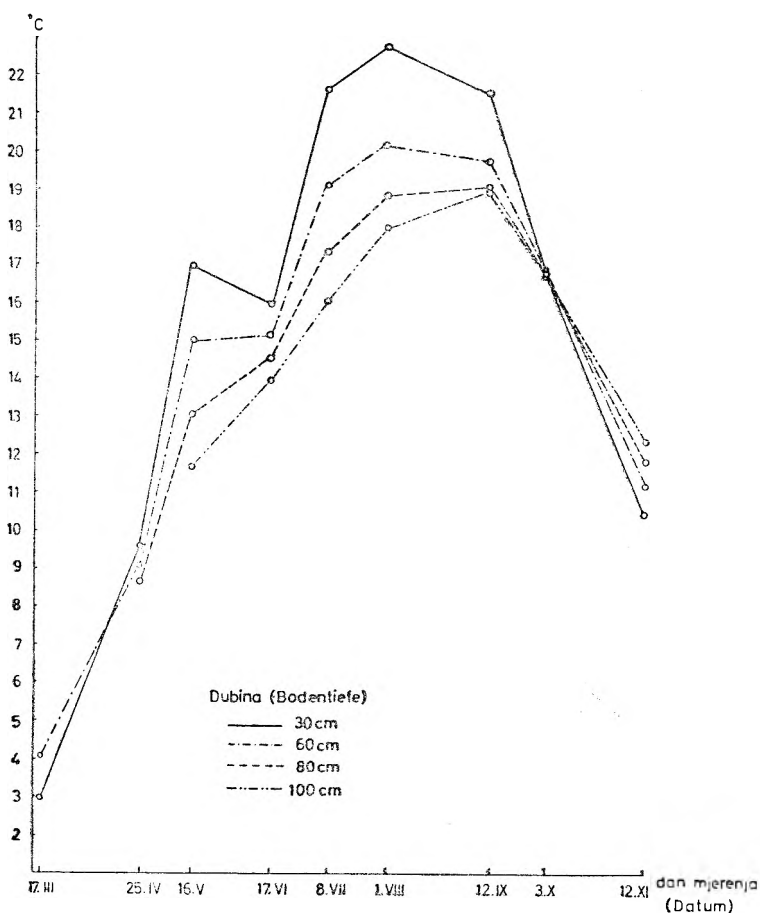
¹ Početkom srpnja 1957. godine vladale su poznate vrućine, a 10. srpnja, tj. dan mjerenja, posljednji je izrazito vrući dan, i to samo do 15 sati, nakon čega je, poslije grmljavinskog pljuska, nastupilo naglo zahlađenje.

Ako se usporede srednje dnevne temperature najvrućeg dana mjeseca srpnja (podatke posjedujem za najbližu meteorološku stanicu u Maksimiru kraj Zagreba), vidi se da je 10. srpnja sa srednjom dnevnom temperaturom 23,9°C bio »blag« prema 8. srpnja, kad je srednja dnevna temperatura zraka iznosila 30,4°C. Na temelju toga možemo sa sigurnošću zaključivati, da su u istraživanim sastojinama u Sesvetama 8. VII valdale još ekstremnije temperature (odnosno uopće mikroklimatske prilike) nego što su izmjerene 10. srpnja.

i u kojem su najveće promjene temperature u toku dana i godine, vršena su u Sesvetama za čitave vegetacijske sezone i komparativna mjerenja u trima asocijacijama do dubine od 1 m.

Tok temperature dubljih slojeva tla u asocijaciji *Arrhenatheretum* vidimo na sl. 20. Za druge dvije asocijacije ne donosim posebno sve rezultate mjerenja, jer apsolutne razlike nisu velike. Osim toga — zbog visokog nivoa donje vode, naročito u asocijaciji *Deschampsietum* — nisu mjerenja izvršena na svim dubinama toliko puta kao u asocijaciji *Arrhenatheretum*.

Već na prvi pogled može se uočiti činjenica da temperatura nije rasla kontinuirano na svim dubinama, već da je u toku mjeseca lipnja nastalo



Sl. 20. Godišnji tok temperature na raznim dubinama tla u asocijaciji *Arrhenatheretum*; Sesvete kraj Zagreba, 1958.

Abb. 20. Jahresgang der Bodentemperatur in verschiedener Bodentiefe in der Assoziation *Arrhenatheretum*; Sesvete bei Zagreb, 1958.

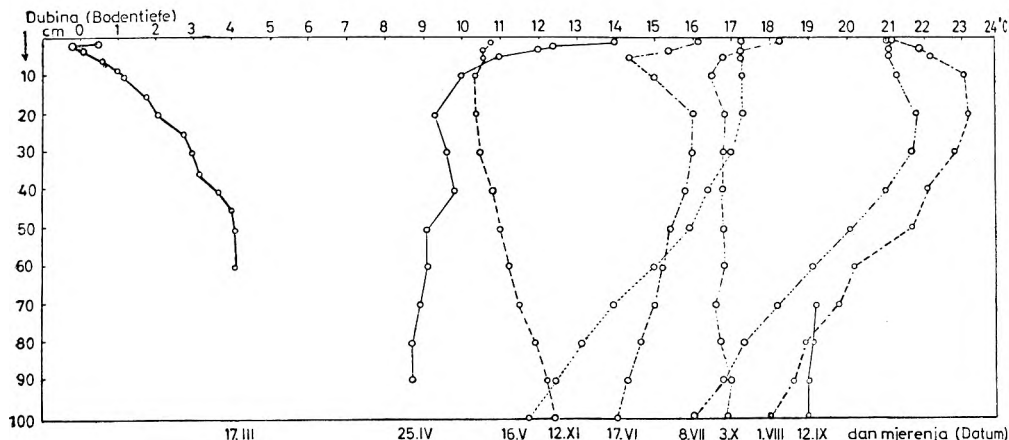
izvjesno usporenje zagrijavanja ili čak (u našem slučaju na dubini od 30 cm) izvjesno sniženje u poređenju s temperaturom, koja je izmjerena prije mjesec dana (16. V).

Uzrok sniženja su oborine. Iz podataka kišomjerne stanice Sesvete vidi se da je od 11—15. lipnja 1958. palo 69,9 mm oborina, a od toga samo u jedan dan (12. lipnja) 38,2 mm. Tih je dana i temperatura zraka bila najniža. Prema podacima meteorološke stanice u Maksimiru (Zagreb) minimalna srednja dnevna temperatura 13. lipnja bila je 12,5°C.

Sniženje temperature zabilježeno je i u asocijacijama *Cynosuretum* i *Deschampsietum*, ali je zanimljivo da se ono odrazilo u asocijaciji *Cynosuretum* samo do 20 cm, a u asocijaciji *Deschampsietum* sve do 70 cm.

Te činjenice uvjetovane su prvenstveno specifičnim osobinama tla, napose u asocijaciji *Deschampsietum*, na temelju kojih možemo objasniti navedenu promjenu. U vremenu od 28. travnja do 16. svibnja 1958. godine na području Sesveta nije uopće bilo oborina. Već je prije istaknuto da sunčane zrake u asocijaciji *Deschampsietum* mogu doprijeti mjestimično do »ispod« površine tla u jaružicama između džomba. Stoga se u to doba vegetacijske sezone tlo ovdje brže zagrijava nego u drugim dvjema asocijacijama. Usporedo sa snažnijim zagrijavanjem tla i razvitkom vegetacije suši se tlo vrlo intenzivno, a zbog loših fizikalnih i mehaničkih svojstava počinje raspucavanje i stvaranje pukotina na dnu jaružica. Polovinom lipnja 1958. pala je, kao što je navedeno, na području Sesveta obilna količina oborina. U asocijacijama *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum* dobar dio oborina zadržan je u vegetaciji, a samo se dio ocijedio do površine tla, odnosno u samo tlo. Sudeći po sniženju temperature, koje je u asocijaciji *Cynosuretum* nastupilo samo do 20 cm, a u asocijaciji *Arrhenatheretum* do 50 cm dubine, može se pretpostaviti da je oborinska voda u drugoj doprla dublje u tlo. U asocijaciji *Deschampsietum* najveća količina oborinske vode, koja je dospjela u jaružice između džomba, prodrla je — jer je tlo na dnu jaružica već bilo raspucano — neposredno u dublje slojeve i time utjecala na sniženje sve do 70 cm. Ovdje se, što izričito treba naglasiti, radi o uspoređivanju s rezultatima mjerenja prethodnog mjeseca. To još ne znači da sniženje nije možda nastupilo i u dubljim slojevima, samo nije toliko da bi temperatura bila niža od temperature prethodnog mjeseca. Pouzdano bi se to moglo utvrditi jedino da su mjerenja izvršena i na dan neposredno prije kiše.

Na sl. 21. posebno je prikazan odnos temperatura tla na čitavom profilu do dubine od 100 cm u toku vegetacijske sezone 1958. u asocijaciji *Arrhenatheretum*. Svaka krivulja na dijagramu označava temperaturu tla od 1—100 cm, odnosno do one dubine do koje je tog dana izvršeno mjerenje. Dan mjerenja označen je ispod svake krivulje. Mjerenje je vršeno ujutru između 5 i 9 sati, dakle ne uvijek u isto vrijeme. Budući da je temperatura najgornjeg sloja tla (naročito neposredno nakon košnje) u toku dana dosta promjenljiva, to je i slika najgornjeg dijela svake krivulje u dijagramu različita, što nije ovisno o godišnjem doba, već o tome da li je mjerenje izvršeno jako rano, dok se još površina tla nije počela zagrijavati (npr. 1. VIII), ili pak nešto kasnije, kad je već počelo



Sl. 21. Odnos između temperatura tla na dubinama 1—100 cm u toku vegetacijske sezone u asocijaciji *Arrhenatheretum*; Sesvete kraj Zagreba, 1958.

Abb. 21. Beziehung zwischen Bodentemperaturen in 1—100 cm Bodentiefe im Laufe der Vegetationszeit in der Assoziation *Arrhenatheretum*; Sesvete bei Zagreb, 1958.

intenzivnije zagrijavanje površinskog sloja (npr. 25. IV). Da bi te dnevne promjene isključili, uzimat ćemo prilikom kompariranja raznih krivulja samo temperature na dubinama ispod 20 cm. U tim slojevima su dnevne promjene tako neznatne, da ih se u ovom slučaju može posve zanemariti.

Početak proljeća (17. ožujka) je temperatura dubljih slojeva bila viša od temperature površinskih. Mjesec dana kasnije (25. travnja) temperature su uglavnom izjednačene, ali je tlo prema površini ipak već nešto toplije. Polovinom svibnja (16. V) tlo je na dubini od 30 cm već znatno toplije (17,0°C) nego na 100 cm (11,7°C). U lipnju (17. VI) je utjecajem oborina došlo, kao što smo prije vidjeli, do sniženja temperature do dubine od 50 cm u usporedbi s temperaturom, koja je na tim dubinama zabilježena mjesec dana ranije, a na 100 cm je povišena za 2,3°C. Zbog toga se smanjuju razlike u temperaturi između gornjih i donjih slojeva. Nakon što je obavljena košnja, zabilježen je u srpnju nagli porast temperature površinskih slojeva, pa je razlika između 30 i 100 cm iznosila 5,7°C. Početkom kolovoza (1. VIII) situacija je relativno ista, jedino su apsolutne vrijednosti na svim dubinama nešto veće. Polovinom rujna nastupilo je ohlađivanje, ali se to odrazilo samo do 70 cm. Ispod te dubine temperatura je bila čak nešto viša nego početkom kolovoza. U listopadu (3. X) vidimo gotovo potpunu izotermiju na čitavom profilu. Mjesec dana kasnije (12. studenoga) odnos temperatura je relativno isti kao početkom proljeća (17. ožujka), ali su apsolutne vrijednosti čak više nego u travnju.

Osim sustavnih mjerenja u Sesvetama, mjerena je temperatura tla prigodice, prilikom ostalih istraživanja, i na drugim lokalitetima. Budući da su mjerenja izvršena u različito vrijeme, teško je izvršiti besprijekorne

komparacije; zato ne donosimo rezultate svih tih mjerenja. Neki se rezultati ipak mogu usporediti, npr. mjerenja u asocijaciji *Deschampsietum* na dva različita lokaliteta. Prvo mjerenje izvršeno je 3. rujna 1958. kraj Novske, a drugo dva dana kasnije (5. rujna) u Ludini (tab. 5). U tabelu su unijete samo temperature na dubinama od 50 cm i dublje. To je učinjeno zato, da bi se rezultati mogli uspoređivati, jer su promjene na tim dubinama vrlo polagane, a vremenski razmak između dva mjerenja

TAB. 5. Temperatura tla (°C) u asocijaciji *Deschampsietum*
(Tab. 5. Bodentemperatur (°C) in d. Ass. *Deschampsietum*)

Dubina cm (Bodentiefe cm)	Novska (3. IX 1958)	Ludina (5. IX 1958)
50	17,0	16,9
60	16,8	16,8
70	16,7	16,8
80	16,6	16,8
90	16,5	16,7
100	16,4	16,7
110	16,2	16,6
120	16,1	16,5
130	16,0	16,3
140	15,9	16,2
150	15,8	16,2
170	15,4	—

samo 2 dana. Keller zaključuje na temelju mikroklimatskih istraživanja u stepskoj vegetaciji, da su promjene već na dubini od 31—35 cm tako malene, da se mogu uspoređivati rezultati čak i onih mjerenja, koja su izvršena u različite dane (1932:122). Pogotovo to vrijedi za veće dubine, što se može vidjeti i na primjeru Seseveta. Tu je (u asocijaciji *Arrhenatheretum*) na dubini od 100 cm od 16. svibnja do 17. lipnja 1958. godine temperatura porasla za 2,3°C, ili u prosjeku oko 0,07°C na dan, što se običnim termometrom ne može niti registrirati.

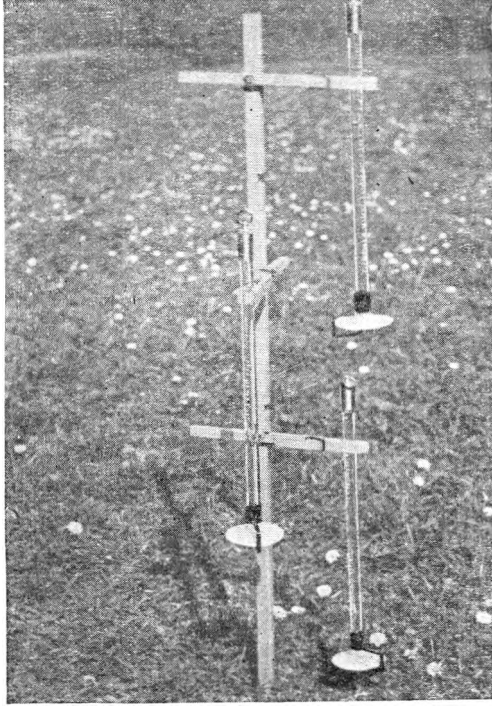
Možemo uočiti vrlo zanimljivu činjenicu da su razlike u temperaturi tla u Novskoj i Ludini — iako su ta dva lokaliteta udaljena oko 50 km jedan od drugoga — vrlo malene.

2. Relativna vlaga zraka i snaga isparivanja

Mjerenje relativne vlage zraka vršeno je prilikom tih istraživanja Assmannovim aspiracionim psihrometrom, istim kojim je mjerena i temperatura zraka (sl. 2), a snaga isparivanja Picheovim evaporimetrima novijeg tipa (firme Lambrecht, tip 1950, sl. 22), na kojima je staklena cijev graduirana u kg/m². Kao površina isparivanja služi bijeli filter papir promjera 6 cm (Carl Schleicher et Schull Nr 2282). Evaporimetri su prilikom mjerenja učvršćeni na drvenom stativu s pomoću štipaljki za epruvete.

U rano proljeće, 4. travnja 1958, prije nego se vegetacija počela naglo i bujno razvijati, izmjerena je snaga isparivanja u istim onim sastojinama u Sesvetama u kojima su vršena i komparativna mjerenja temperature.

Rezultati tih mjerenja prikazani su na tab. 6. Najveća snaga isparivanja na visini od 5 cm iznad površine tla bila je, kao što se vidi, u asocijaciji *Arrhenatheretum*, a najmanja u asocijaciji *Deschampsietum*. Uzmemo li u obzir sve faktore koji su u tim sastojinama istraživani, možemo konstatirati da su prilike za razvitak vegetacije na početku vegetacijske sezone



Sl. 22. Evaporimetri po Piche-u
Abb. 22. Verdunstungsmesser n. Piche

najpovoljnije u asocijaciji *Arrhenatheretum*. U toj asocijaciji je temperatura površinskog sloja tla (kako smo prije vidjeli) najviša, uslijed čega je moguća brža apsorpcija vode. S druge strane, vidimo da je i snaga isparivanja u atmosferi neposredno iznad površine tla također najviša, čime su ispunjeni i najpovoljniji fizikalni uvjeti za snažniju transpiraciju. Količina vode u tlu je naprotiv (kako ćemo kasnije vidjeti) u usporedbi s drugim dvjema asocijacijama najmanja, što je u to doba godine, kad je količina vode u tlu općenito vrlo velika, povoljna okolnost, jer je moguće bolje prozračivanje tla. U asocijaciji *Deschampsietum* prilike su i u tom pogledu najnepovoljnije, jer je površina tla još potpuno pod vodom.

TAB. 6. Snaga isparivanja (kg/m^2) na visini od 5 cm iznad površine tla;
Sesvete, 4. IV 1958.

(Tab. 6. Verdunstungskraft der Atmosphäre (kg/m^2) in 5 cm über dem Boden;
Sesvete bei Zagreb, 4. IV 1958)

Sat (Stunde)	<i>Arrhenatheretum</i>	<i>Cynosuretum</i>	<i>Deschampsietum</i>
8—9	0,07	0,04	0,02
9—10	0,23	0,17	0,13
10—11	0,40	0,34	0,30
11—12	0,30	0,27	0,21
12—13	0,26	0,23	0,20
13—14	0,25	0,22	0,18
14—15	0,24	0,18	0,16
15—16	0,08	0,07	0,07
Ukupno	1,83	1,52	1,27

Sve to odražava se i na vegetaciji. Dok su u asocijaciji *Arrhenatheretum* u to doba već obilno cvale vrste: *Draba praecox*, *Cardamine hirsuta*, *Bellis perennis*, *Taraxacum officinale*, u asocijaciji *Cynosuretum* cvala je toga dana samo tratinčica (*Bellis perennis*), a u asocijaciji *Deschampsietum* život se još gotovo nije osjećao. Tek tu i tamo mogli su se vidjeti cvjetni pupovi livadne režuhe (*Cardamine pratensis*), no niti jedna biljka još nije cvala.

Polovinom svibnja prilike se mijenjaju. Snaga isparivanja izmjerena na visini od 10 cm najmanja je u asocijaciji *Arrhenatheretum* (dakle obrnuto nego početkom proljeća), nešto je veća u asocijaciji *Deschampsietum*, a najveća u asocijaciji *Cynosuretum* (tab. 7). Zanimljivo je da su maksimalne vrijednosti u svim trima asocijacijama manje od onih koje su izmjerene 4. travnja. Najveća je razlika u asocijaciji *Arrhenatheretum*,

TAB. 7. Snaga isparivanja (kg/m^2) na visini od 10 cm iznad površine tla;
Sesvete, 12. V 1958.

(Tab. 7. Verdunstungskraft der Atmosphäre (kg/m^2) in 10 cm über dem Boden;
Sesvete, bei Zagreb, 12. V 1958).

Sat (Stunde)	<i>Arrhenatheretum</i>	<i>Cynosuretum</i>	<i>Deschampsietum</i>
7,30—8	0,01	0,03	0,00
8—9	0,09	0,09	0,02
9—10	0,11	0,18	0,18
10—11	0,15	0,18	0,16
11—12	0,19	0,22	0,19
12—13	0,17	0,22	0,19
13—14	0,18	0,24	0,21
14—15	0,14	0,23	0,18
15—16	0,11	0,19	0,14
16—17	0,10	0,16	0,13
17—18	0,09	0,12	0,15
18—19	0,03	0,04	0,05
Ukupno	1,37	1,90	1,60

u kojoj je 4. travnja maksimalna snaga isparivanja izmjerena od 10—11 sati iznosila $0,40 \text{ kg/m}^2$ (tab. 6), a 12. svibnja u toj istoj sastojini samo $0,19 \text{ kg/m}^2$ (tab. 7), iako je dan bio lijep, sunčan. To se podudara s navodima Waltera (1951:200), da u rano proljeće može snaga isparivanja doseći maksimalne ljetne vrijednosti, jer je apsolutna vlaga zraka malena, pa naglo povećanje temperature uvjetuje veliki deficit zasićenja.

Prethodne godine (1957), neposredno prije prve košnje (25. lipnja), u istim sastojinama asocijacija *Cynosuretum* i *Deschampsietum* utvrđeni su isti odnosi na 10 i 50 cm, tj. snaga isparivanja bila je veća u prvoj nego u drugoj asocijaciji (sl. 23).

Nekoliko dana prije toga (20. lipnja 1957) izmjerena je snaga isparivanja u asocijacijama *Cynosuretum* (tab. II, sn. 2) i *Arrhenatheretum* (tab. III, sn. 2) kraj Mahična (okolica Karlovca). Tu su, međutim, utvrđeni nešto drukčiji odnosi nego 12. svibnja 1958. u Sesvetama. Naime, maksimalne vrijednosti na 10 cm veće su u asocijaciji *Arrhenatheretum*, nego u asocijaciji *Cynosuretum* (sl. 24), tj. suprotno nego 12. V. 1958. u Sesvetama. Pri tumačenju tih rezultata treba uzeti u obzir neke veoma važne činjenice. Sastojina asocijacije *Arrhenatheretum* u Mahičnu razvijena je na nasipu željezničke pruge, dakle na umjetno stvorenom staništu. Naprotiv, sastojina asocijacije *Cynosuretum*, svega par metara udaljena od željezničke pruge, razvijena je na prirodnom staništu, na kakvima je općenito razvijena ova asocijacija. Nasip pruge je od leša, šljunka i kamena tucanika. Površina nasipa, na kojoj je razvijena ta sastojina, jako je nagnuta i eksponirana zapadu. Navedene činjenice daju s pravom naslutiti, da odnosi snage isparivanja u ovim dvjema sastojinama u Mahičnu nisu drukčiji od onih u Sesvetama zbog toga što je mjerenje u Mahičnu izvršeno prethodne godine mjesec dana kasnije (jer i to treba imati u vidu; zbog toga niti ne vršimo usporedbu dobivenih vrijednosti u kg/m^2 , već samo relativne odnose!), već u prvom redu zbog toga što sastojina asocijacije *Arrhenatheretum* ima ovdje drukčiju mikroklimu. To se može zaključiti i po obliku krivulja na dijagramima. Naime, na sl. 25 (Sesvete) krivulje (za obje asocijacije) teku paralelno i dosižu najvišu tačku (maks. snagu isparivanja) istodobno, a na sl. 24 (Mahično) vidimo nešto drukčiji tok krivulja. U asocijaciji *Cynosuretum* maksimalna snaga isparivanja bila je između 12 i 13 sati ($0,08 \text{ kg/m}^2$), a u asocijaciji *Arrhenatheretum* tek između 14 i 15 sati, i to više nego dvostruka ($0,17 \text{ kg/m}^2$). Oba dana mjerenja u Sesvetama i Mahičnu bila su lijepa, sunčana, s malim povjetarcem, pa se krivulje kakve vidimo na sl. 24. i 25. mogu smatrati tipičnima. Drukčija slika dnevnog toka snage isparivanja u asocijaciji *Arrhenatheretum* u Mahičnu (prema onoj u Sesvetama), uvjetovana je nagibom podloge i ekspozicijom, kao i specifičnim svojstvima umjetno stvorene podloge (nasip pruge). Iz istih razloga je u asocijaciji *Arrhenatheretum* (u Mahičnu) i maksimalna temperatura tla na dubini od 10 cm ($23,9^\circ\text{C}$) bila viša, nego u susjednoj sastojini asocijacije *Cynosuretum* ($22,6^\circ\text{C}$), a veća su i dnevna kolebanja. U prvoj se od 7—18 sati temperatura tla povisila za $4,7^\circ\text{C}$ (od $19,2$ na $23,9^\circ\text{C}$), a u drugoj samo $2,6^\circ\text{C}$ (od 20 na $22,6^\circ\text{C}$). Razlike su još vidljive



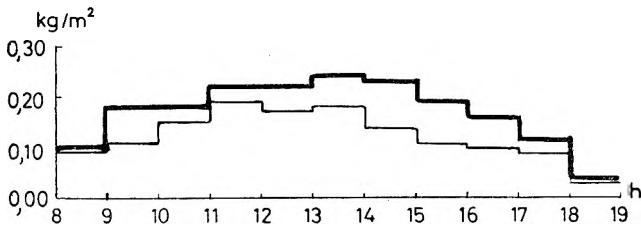
Sl. 23. Snaga isparivanja u asocijacijama *Cynosuretum* (C) i *Deschampsietum* (D); Sesvete kraj Zagreba, 25. VI 1957.

Abb. 23. Verdunstungskraft der Atmosphäre in den Assoziationen *Cynosuretum* (C) und *Deschampsietum* (D); Sesvete bei Zagreb, 25. VI 1957.



Sl. 24. Snaga isparivanja na visini od 10 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (—) i *Cynosuretum* (—); Mahično kraj Karlovca, 20. VI 1957.

Abb. 24. Verdunstungskraft der Atmosphäre in 10 cm über dem Boden in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (—) und *Cynosuretum* (—); Mahično bei Karlovac, 20. VI 1957.



Sl. 25. Snaga isparivanja na visini od 10 cm u asocijacijama *Arrhenatheretum* (—) i *Cynosuretum* (—); Sesvete kraj Zagreba, 12. V 1958.

Abb. 25. Verdunstungskraft der Atmosphäre in 10 cm über dem Boden in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (—) und *Cynosuretum* (—); Sesvete bei Zagreb, 12. V 1958.

i na dubini od 25 cm. Vidimo, dakle, i s obzirom na temperaturu tla drukčije odnose nego u Sesvetama. Sve te razlike stanišnih prilika odrazile su se i u florističkom sastavu. U sastojini na nasipu pruge u Mahičnu (tab. III, sn. 2) nazočne su vrste (npr.: *Galium cruciata*, *Verbena officinalis*, *Echium vulgare*, *Erigeron canadensis*, *Salvia verticillata*, *Melilotus officinalis*, *Scabiosa agrestis*), kojih u sastojini asocijacije *Arrhenatheretum* u Sesvetama (tab. III, sn. 3) nema. Neke od tih biljaka moraju se svakako smatrati prije ruderalnim i korovnim, nego livadnim biljkama.

Na temelju izloženog nameće se pitanje, da li bi takve sastojine asocijacije *Arrhenatheretum* trebalo izlučiti, barem kao zasebnu ekološku varijantu (ako ne možda i kao zasebnu asocijaciju). One se vidno razlikuju po florističkom sastavu, a, kao što vidimo, nastavaju i posve drukčija staništa od tipičnih livadnih sastojina ove asocijacije, kakve nalazimo npr. u okolici Ozlja, Jastrebarskog, Križevaca (sl. 26) i drugdje u zapadnom dijelu istraživanog područja.

Poslije prve košnje, 22. srpnja 1957, mjerio sam snagu isparivanja u asocijacijama *Cynosuretum* i *Deschampsietum* u Draganićima kraj Karlovca (tab. 8). Budući da je biljni pokrov košnjom uklonjen, znatno su izmijenjeni uvjeti pod kojima se vrši isparivanje. Snaga isparivanja bila je znatno veća nego na istoj visini prije prve košnje. Npr. u asocijaciji

TAB. 8. Snaga isparivanja (kg/m^2) na visini od 10 cm iznad površine tla; Draganići kraj Karlovca, 22. VII 1957.

(Tab. 8. Verdunstungskraft der Atmosphäre (kg/m^2) in 10 cm über dem Boden; Draganići bei Karlovac, 22. VII. 1957).

Sat (Stunde)	<i>Cynosuretum</i>	<i>Deschampsietum</i>
8—9	0,10	0,09
9—10	0,16	0,16
10—11	0,22	0,20
11—12	0,24	0,24
12—13	0,27	0,24
13—14	0,31	0,27
14—15	0,21	0,20
15—16	0,00	0,00
16—17	0,00	0,00
17—18	0,00	0,00
18—19	0,00	0,00
Ukupno	1,51	1,40

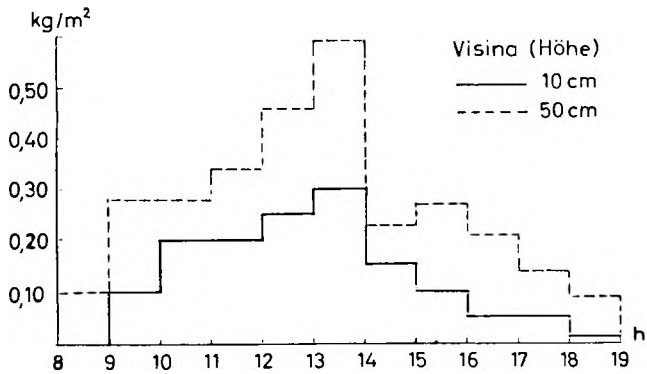
Opaska: Nešto poslije 15 sati nastupio je kratak grmljavinski pljusak, nakon kojeg je zrak bio zasićen vodenim parama, pa je, kao što se na tabeli vidi, isparivanje prestalo!



Sl. 26. Asocijacija *Arrhenatheretum*; Gušćerovac kraj Križevaca; 26. V. 1954.
Abb. 26. Die Assoziation *Arrhenatheretum*; Gušćerovac bei Križevci, 26. V. 1954.

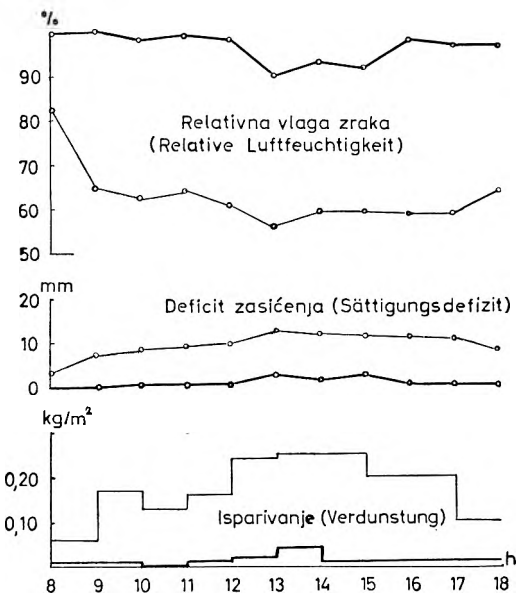
Cynosuretum maksimalna snaga isparivanja, zabilježena toga dana, iznosila je $0,31 \text{ kg/m}^2$ (od 13—14 sati); prije prve košnje u Mahičnu (20. lipnja 1957) na istoj visini i u istoj asocijaciji samo $0,08 \text{ kg/m}^2$ (sl. 24), a u Sesvetama (25. lipnja 1957) $0,12 \text{ kg/m}^2$ (sl. 23). Međutim, razlike između asocijacija mnogo su manje nego prije košnje.

Osim navedenih komparativnih istraživanja, kojima je bila svrha da se utvrde razlike između sastojina različitih asocijacija, izvršeno je i niz komparativnih mjerenja u raznim slojevima iste sastojine. Neke ćemo ovdje prikazati. Vrlo velika razlika u snazi isparivanja na 10 i 50 cm izmjerena je 3. srpnja 1957. u asocijaciji *Deschampsietum* u okolici Starog Petrova Sela (sl. 27). Maksimalna razlika iznosila je od 13—14 sati $0,29 \text{ kg/m}^2$, a za čitavi dan (od 8—19 sati) $1,58 \text{ kg/m}^2$ (tab. 9). Drugim riječima, na jednom kvadratnom metru slobodne površine na visini od 50 cm isparilo bi se u tom vremenu $1,58 \text{ kg}$ vode više nego na visini od 10 cm. U ovoj je sastojini, što želim posebno istaknuti, zabilježena i najveća maksimalna snaga isparivanja ($0,59 \text{ kg/m}^2$) koje sam prilikom ovih istraživanja izmjerio. Moguće je, da su uzrok toga visoke temperature, koje su tih dana vladale. Zato je teško reći, samo na temelju tih mjerenja, da se rezultat može smatrati karakterističnim za istočni dio istraživanog područja, iako bi se na temelju makroklimatskih podataka moglo i to zaključivati.



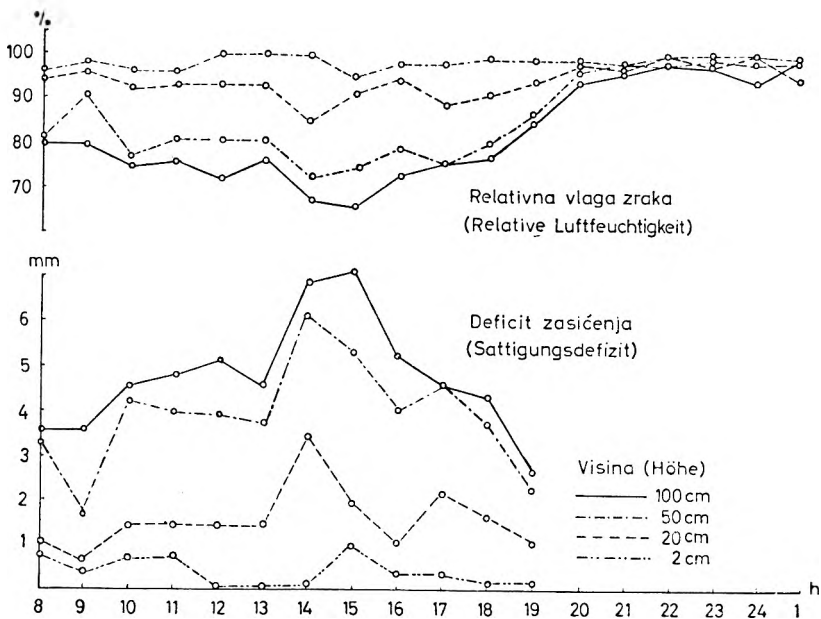
Sl. 27. Snaga isparivanja u asocijaciji *Deschampsietum*; Staro Petrovo Selo, 3. VII 1957.

Abb. 27. Verdunstungskraft der Atmosphäre in der Assoziation *Deschampsietum*; Staro Petrovo Selo bei Nova Gradiška, 3. VII 1957.



Sl. 28. Mikroklimatske prilike na visini od 10 (—) i 50 cm (---) iznad površine tla u asocijaciji *Deschampsietum*; Slapno kraj Ozlja, 19. VI 1957.

Abb. 28. Mikroklimatische Verhältnisse in 10 (—) und 50 cm (---) über dem Boden in der Assoziation *Deschampsietum*; Slapno bei Ozalj, 19. VI 1957.



Sl. 29. Dnevni tok relativne vlage zraka i deficita zasićenja u asocijaciji *Cynosuretum*; Ozalj kraj Karlovca, 18. VI 1955.

Abb. 29. Tagesgang relativer Luftfeuchtigkeit und des Sättigungsdefizites in der Assoziation *Cynosuretum*; Ozalj bei Karlovac, 18. VI 1957.

TAB. 9. Snaga isparivanja (kg m^{-2}) u asocijaciji *Deschampsietum*; Staro Petrovo Selo, 3. VII 1957.

(Tab. 9. Verdunstungskraft der Atmosphäre in d. Ass. *Deschampsietum*; Staro Petrovo Selo, 3. VII. 1957).

Sat (Stunde)	Visina (Höhe über dem Boden)	
	10 cm	50 cm
8—9	0,00	0,10
9—10	0,10	0,28
10—11	0,20	0,28
11—12	0,20	0,34
12—13	0,25	0,46
13—14	0,30	0,59
14—15	0,15	0,23
15—16	0,10	0,27
16—17	0,05	0,21
17—18	0,05	0,14
18—19	0,01	0,09
Ukupno	1,41	2,99

Još zanimljiviju sliku daju nam rezultati mjerenja 19. lipnja 1957. kraj sela Slapna (sl. 28) u asocijaciji *Deschampsietum* (tab. I, sn. 1).

Osim snage isparivanja mjerena je ovdje svakog punog sata još i relativna vlaga zraka, a iz dobivenih podataka izračunat je deficit zasićenja. Tu su doduše apsolutne razlike između 10 i 50 cm manje nego kraj Starog Petrova Sela, ali su relativne razlike mnogo veće. Naime, na visini od 10 cm zrak je veći dio dana bio gotovo potpuno zasićen vlagom, a prema tome je i deficit zasićenja bio posve malen. Stoga je i maksimalna snaga isparivanja od 12—13 sati bila samo 0,04 kg/m², a čitavi dan 0,13 kg/m²; istodobno iznosila je na 50 cm 1,76 kg/m². Omjer za čitavi dan iznosio je približno 1:13,5 (u Starom Petrovu Selu 1:2,1!).

To nam vrlo zorno predočava vanredno velike razlike između donjeg i gornjeg sloja vegetacije.

»Die Blätter ein und derselben Pflanze befinden sich somit unter verschiedenen klimatischen Bedingungen, die unteren zumeist in feuchterer, die oberen in trockenerer Luft.

Es wird deshalb z. T. verständlich, dass die höheren Blätter, wie es schon aus den Versuchen von R i p p e l und A l e x a n d r o w hervorgeht, immer xeromorphe Strukturen aufweisen« (W a l t e r, 1926: 68).

Odgovarajuće rezultate dobio je W a l t e r (1931) i mjerenjem osmot-skih vrijednosti na listovima iz raznih visina na istim biljkama.

Rezultati mjerenja kraj Staroga Petrova Sela i kraj Slapna zaslužuju posebnu pažnju i s drugog gledišta. Pokušajmo usporediti brojčane vrijednosti u obje sastojine. Usporedba doduše ne može biti potpuno mjerodavna, jer su mjerenja u Slapnu vršena 19. lipnja, a u Starom Petrovu Selu dva tjedna kasnije (3. srpnja). Međutim, oba mjerenja obavljena su po lijepom, sunčanom vremenu s malim povjetarcem, dakle općenito pod istim okolnostima. Unatoč tome razlike u snazi isparivanja između navedenih sastojina (naročito na visini od 10 cm) tako su velike da ih možemo smatrati u prvom redu odrazom različite mikrokline, a ne gore navedenih okolnosti, koje bi govorile protiv. Tome u prilog govori i činjenica, da se jedna od tih sastojina asocijacije *Deschampsietum* nalazi na zapadnoj odnosno jugozapadnoj, a druga na istočnoj granici svoga rasprostranjenja (kako je ovim istraživanjima utvrđeno), pa se i makroklimatske prilike tih dvaju lokaliteta dosta bitno razlikuju. To se odražava i u mikroklimi, a također i u florističkom sastavu obiju sastojina (usp. snimke 1. i 4. na tab. I).

Analogna mjerenja kao u Slapnu izvršena su 18. lipnja 1955. u jednoj sastojini asocijacije *Cynosuretum* kraj Ozlja (tab. II, sn. 1) na visinama 2, 20, 50 i 100 cm iznad površine tla. Budući da tada nisam imao na raspolaganju evaporimetre, izmjerena je samo relativna vlaga zraka i izračunat je deficit zasićenja. Rezultati su prikazani na sl. 29. I u toj sastojini vidimo velike mikroklimatske razlike između raznih slojeva zraka u vegetaciji. Maksimalni deficit zasićenja na visini od 2 cm zabilježen je u 15 sati (1,06 mm), a istodobno na visini od 100 cm preko 6 puta veći (7,19 mm). Krivulje deficita zasićenja (i relativne vlage zraka) na 20 i 50 cm nalaze se između krivulja na 2 i 100 cm što se i očekivalo, ali su vrijednosti

izmjerene na 50 cm bliže onima na 100 cm, a vrijednosti na 20 cm bliže onima na 2 cm. Drugim riječima, sloj zraka od 50—100 cm iznad površine tla (s obzirom na relativnu vlagu zraka i deficit zasićenja!) jasno se luči od sloja 2—20 cm. Noću se razlike jako smanjuju, jer je zrak, uslijed snižavanja temperature, na svim tim visinama gotovo potpuno zasićen vodenom parom.

III. REŽIM VODE U TLU

Voda je, uz temperaturu i svjetlo, ekološki faktor koji najevidentnije utječe na razvitak i sastav vegetacije. To ne može previdjeti nitko tko je ikada promatrao kako se vegetacija bitno mijenja na udaljenosti od nekoliko koraka ako je tlo s obzirom na vlažnost promijenjeno. Voda uvjetuje, bilo direktno bilo indirektno, niz različitih fizikalnih i kemijskih svojstava tla, a o njezinoj količini i rasporedu u toku vegetacijske sezone ovisi da li će biljke imati dovoljno vode na raspolaganju. Količina vode u tlu ovisi osim o količini oborina još i o svojstvima tla, kao i o drugim okolnostima (inklinaciji terena, ekspoziciji, obraslosti i dr.). Različita tla uz jednake opće klimatske prilike sadrže različite količine vode (Wal ter, 1932).

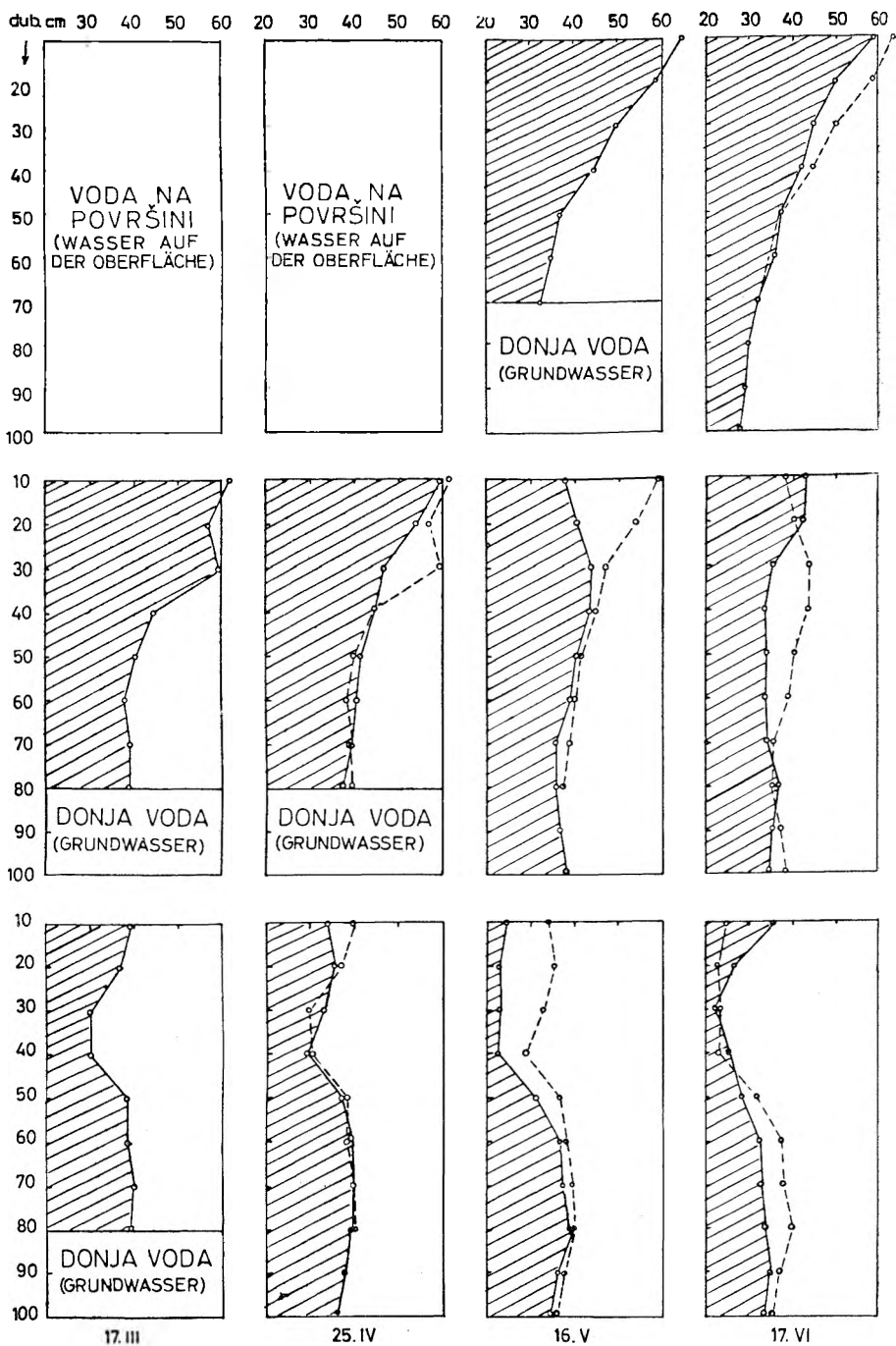
Zbog važnosti poznavanja režima vode u tlu, na mnogim agrometeorološkim stanicama, gdje je to moguće, vrše se kontinuirana mjerenja sadržaja vode u tlu (isp. U h lig, 1951). Režimu vode u tlu posvećena je i prilikom ovih istraživanja naročita pažnja, što se, kako ćemo vidjeti, pokazalo opravdanim.

1. Vlažnost tla

Vlažnost tla mjerio sam sušenjem tla u sušioniku na 100—105°C do konstantne težine. Količina vode izražena je u težinskim postocima (na 100 grama suhog tla). Budući da za uzimanje proba tla nisam imao na raspolaganju prikladna svrdla (isp. U h lig, 1951; Ba i e r, 1952), morao sam uvijek kopati profil tla. Tom prilikom uzimao sam probe i za ostala mjerenja (aciditet tla, kalcijev karbonat), a izmjerio sam istodobno i temperaturu tla i vršio opažanja u vezi s mehaničkim sastavom tla, vlagom, dubinom korijenja, množinom kišnih glista i dr.

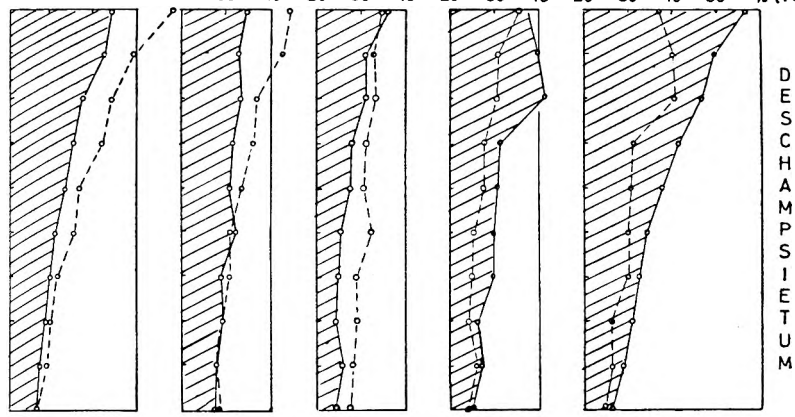
Nakon uzimanja proba i izvršenih mjerenja, profil tla je zatrpan. Površinski sloj tla je na početku kopanja odstranjen u većim dijelovima, koji su nakon mjerenja i zatrpavanja ponovno pažljivo sastavljeni na površini, tako da priležu, što je moguće bolje, jedan do drugog. O tome sam naročito vodio računa na onim lokalitetima, gdje su mjerenja u toku godine više puta ponovljena. Za naredno mjerenje na istom mjestu kopao sam dijelom na starom profilu, a dijelom na novoj površini (30—40 cm dalje), kako bi probe bile uzete na onom mjestu, gdje slojevi tla još nisu poremećeni kopanjem (isp. M ü l l e r, 1956).

Osnovu za uspoređivanje vlažnosti tla u trima istraživanim asocijacijama čine, prvenstveno, podaci dobiveni komparativnim mjerenjem u toku vegetacijske sezone 1958. godine kraj Sesveta. Mjerenja su vršena jedanput mjesečno, od polovine ožujka do polovine studenoga. Rezultati

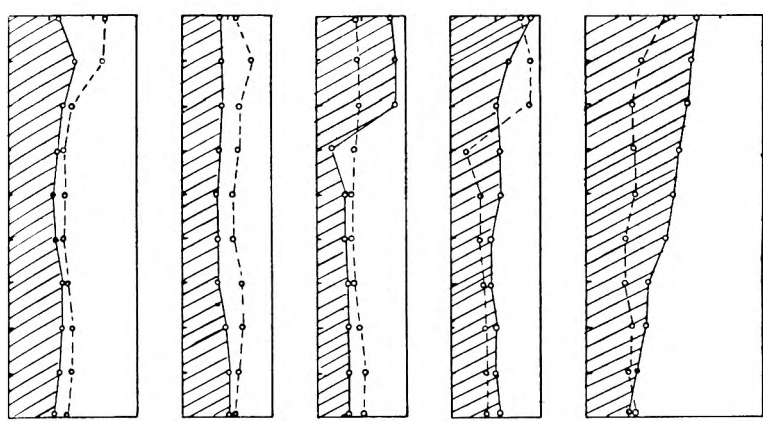


Sl. 30. Vlažnost tla u toku vegetacijske sezone u asocijacijama *Deschampsietum* (gore), *Cynosuretum* (u sredini) i *Arrhenatheretum* (dolje); Se-svete kraj Zagreba, 1958.

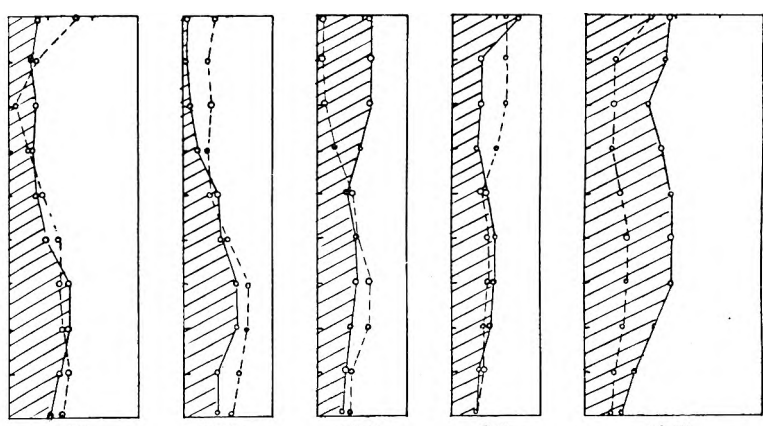
20 30 40 50 20 30 40 20 30 40 20 30 40 20 30 40 50 % (vode u tlu)



DESCHAMPSIETUM



CYNOSURETUM



ARRHENATHERETUM

8.VII

1.VIII

12.IX

3.X

12.XI

Abb. 30. Bodenfeuchtigkeit während der Vegetationszeit in den Assoziationen *Deschampsietum* (oben), *Cynosuretum* (in der Mitte) und *Arrhenatheretum* (unten); Sestvete bei Zagreb, 1958.

mjerenja prikazani su grafički u tri horizontalne kolone dijagrama (sl. 30). Svaka kolona prikazuje vlažnost tla u jednoj asocijaciji. Ime asocijacije napisano je na desnoj strani kraj posljednjeg dijagrama svake kolone. Svaki pak dijagram u koloni predočava vlažnost tla od 10—100 cm* (u tež. %, iscrtkana površina) onoga dana, kada je mjerenje izvršeno (datum je ispod dijagrama u donjoj koloni).

Uspoređivanjem dijagrama slijeva nadesno može se vidjeti kretanje vlažnosti tla na čitavom profilu u jednoj asocijaciji u toku vegetacijske sezone. Da bi se količina vode u tlu bilo kojeg dana mjerenja mogla lakše komparirati s količinom koja je prethodno izmjerena (prošli mjesec), na svakom je dijagramu pored pune krivulje (desna granica iscrtkane površine: ———), koja označava momentano stanje, ucrtana i isprekidana krivulja (- - - - -), koja označava količinu vode u tlu prilikom prethodnog mjerenja. Kompariranjem dijagrama, koji stoje jedan nad drugim, mogu se lako uočiti razlike između triju asocijacija za svaki navedeni dan.

U asocijaciji *Deschampsietum* mjerenja su započeta dva mjeseca kasnije nego u drugim dvjema asocijacijama, jer je još 25. travnja 1958. površina tla bila pokrivena vodom. Tri tjedna kasnije (16. svibnja) na dubini od 10 cm tlo je u asocijaciji *Deschampsietum* sadržavalo 64,4% vode. No u dubljim slojevima, sve do podzemne vode koja se tada nalazila na dubini od 70 cm, smanjuje se postotak vode u tlu. Smatram da je to uvjetovano različitim kapacitetom tla za vodu u gornjim i donjim slojevima tla, što zaključujem na temelju motrenja teksture tla na čitavom profilu.

Do polovine lipnja (17. VI) smanjuje se količina vode u tlu do 40 cm unatoč velikoj količini oborina (69,9 mm) koje su pale od 11—15. lipnja. Veliki dio oborina zadržan je u vegetaciji, naročito u gustom mahovinskom sloju. Onaj pak dio koji je dopro do površine ocijedio se uslijed »zbijenosti« i nepropusnosti tla na površini u jaružice između džomba, a odatle — jer su već nastale pukotine na dnu jaružica — u dublje slojeve. U sloju od 50—70 cm količina vode praktički je ista kao i mjesec dana ranije, dok su u dubljim slojevima (do 100 cm) nastale promjene utoliko što se donja voda spustila ispod jednog metra. Uz pretpostavku da se tlo u tom sloju već »ocijedilo«, može se izmjerena količina vode uzeti kao »poljski kapacitet« (»die Feldkapazität«, Müller, 1956:30).

Poslije prvog otkosa nastavlja se dalje isušivanje tla. Ono je intenzivnije samo do 60 cm (8. VII), i to tako da se najbrže suši površinski sloj (do 10 cm), a dublji slojevi sve sporije. Ispod 60 cm je količina vode prema količini vode u lipnju samo neznatno smanjena. Početkom kolovoza (1. VIII) gornji sloj (do 50 cm) isušuje se i dalje snažno, dok u sloju ispod toga gotovo i nema razlike prema stanju od 8. srpnja. Naprotiv je u

* Radi boljeg pregleda i lakše orijentacije, kod prikazivanja količine vode u tlu uzete su na dijagramima, u tekstu i tabelama srednje dubine na kojima je izmjerena količina vode, a probe su stvarno uzete iz pojedinih slojeva debljine 5 cm (stoga npr. oznaka »10 cm« za dubinu na kojoj je uzeta proba predstavlja sloj tla od 8—13 cm). Tako treba shvatiti oznake za dubinu u svim slučajevima ako nije na vidljiv način drukčije označeno.

narednom mjesecu (12. IX) zabilježeno dalje smanjenje količine vode u tlu na čitavom profilu, izuzev na 10 cm, gdje je stanje praktički nepromijenjeno.

Tek početkom listopada (3. X) počinje se površinski sloj tla (do 30 cm) znatnije navlaživati, i to, što je veoma zanimljivo, najjače na 30 cm, a slabije u sloju iznad i ispod. U toku listopada nastavlja se dalje »punjenje« profila oborinskom vodom, pa u prvoj polovini studenoga (12. XI) vidimo istu sliku kao polovinom lipnja.

Asocijacija *Cynosuretum*. Na početku proljeća (17. III), iako voda nije ležala na površini slobodno kao u asocijaciji *Deschampsietum*, ipak je prilikom gaženja po tlu još pištalo pod nogama. Tlo je sadržavalo veliku količinu vode (na 10 cm čak 61,4%), a na stijenci iskopanog profila tla vidjela se još tu i tamo u rupicama cijedna voda. To je znak da je tlo na čitavom profilu još uvijek prezasićeno.

Čim je u toku mjeseca svibnja počeo snažniji razvitak vegetacije, tlo se intenzivnije isušuje, naročito u površinskom sloju do 30 cm. Smanjenje se, iako posve neznatno, vidi i u dubljim slojevima. Neposredno prije prvog otkosa, kad je livadna vegetacija najbujnije razvijena, vidi se dalje relativno veliko smanjenje količine vode u tlu, ali samo ispod 20 do 60 cm. U površinskom sloju nastupilo je naprotiv čak izvjesno povećanje vlažnosti, kao posljedica već prije spomenutih oborina u lipnju.

Nakon prve košnje, u mjesecu srpnju, dosta se smanjuje količina vode u površinskom sloju do 20 cm, a malo smanjenje zabilježeno je i u dubljim slojevima sve do 100 cm. Ovo se smanjenje nastavlja još većim intenzitetom na čitavom profilu i početkom kolovoza, kad se razvija vegetacija poslije prve košnje.

Prve rujanske kiše (10. rujna palo je 27,6 mm oborina) uvjetovale su jače navlaživanje tla u površinskom sloju do 30 cm, dok je u dubljim slojevima sadržaj vode još manji nego u kolovozu. Tek početkom listopada povećala se količina vode u dubljim slojevima, vjerojatno na račun vode iz površinskog sloja. Stoga je na dubinama između 20 i 30 cm ponovo smanjena vlažnost tla. Dio vode potrošen je sigurno i transpiracijom biljaka, jer su se livade nakon druge košnje opet lijepo zazelenjele. Kontinuirano »punjenje« čitavog profila počinje tek u studenome.

Asocijacija *Arrhenatheretum*. Polovinom mjeseca ožujka (17. III) površina tla u toj asocijaciji već je prilično »suha«, pa ne pišti pod nogama kao u asocijaciji *Cynosuretum*. Mnoge biljke (*Ranunculus bulbosus*, *Arrhenatherum elatius*, *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium*, *Cerastium caespitosum*, *Galium mollugo* i dr.) pokazuju vidne znakove aktivnog života, pa je ta sastojina već lijepo tamnozelena. Količina vode na čitavom profilu do donje vode (koja se nalazi na dubini od 80 cm) ne prelazi 40%, a na 30—40 cm niti 30%. Veća količina vode u površinskom sloju (iznad 30 cm prema površini) nego na 30—40 cm, može se objasniti utjecajem oborina, koje su pale u prvoj polovini mjeseca (21,1 mm). To se znatno odrazilo sve do 20 cm, jer tlo u to doba godine sadrži još relativno veliku količinu vode.

Mjesec dana kasnije (25. IV), iako je između 14. i 18. travnja pala velika količina oborina (46,2 mm), nešto se smanjuje količina vode do 10 cm. To je znak da vegetacija, prvo, zadržava dio oborina (jer već sačinjava gusti pokrov na površini tla) koje uopće ne dopru do tla, i da, drugo, transpiracijom intenzivno troši vodu koja se nalazi u tlu. Razina donje vode nalazi se već ispod 100 cm.

Do polovine svibnja (16. V) vidno se smanjila količina vode sve do dubine od 40 cm. Tako relativno veliko smanjenje količine vode odgovara bujnom razvitku vegetacije u toj sastojini, koja očito crpi veliku količinu vode prvenstveno iz površinskih slojeva. To je ujedno vidljiv znak da se u to doba vegetacijske sezone pretežnim dijelom razvijaju biljke čije korijenje ne seže u dublje slojeve ili seže samo manjim dijelom. Na 50 cm smanjenje vlažnosti je manje, a u dubljim slojevima, iako vidljivo, ipak sasvim nezatno.

Nakon oborina u lipnju dolazi do povećanja količine vode u površinskom sloju, dok se u dubljim slojevima vidi dalje smanjenje vlažnosti tla. Po tome se daje naslutiti da se sada već bujno razvijaju i biljke čije korijenje seže u dublje slojeve, npr. *Lotus corniculatus* i *Salvia pratensis*. Prema podacima koje navodi E s k u c h e (1955:96), korijenje prve biljke seže do 45 cm, a druge do 75 cm. Tačnu dubinu do koje seže korijenje tih biljaka u našoj sastojini nisam mogao utvrditi.

U mjesecu srpnju, osim u površinskom sloju do 10 cm u kojem je nastupilo izrazitije smanjenje vlažnosti, nema naročitih promjena. To je u skladu s činjenicom da je biljni pokrov košnjom uklonjen, pa tlo gubi vodu uglavnom evaporacijom sa površine (za razliku od asocijacije *Deschampsietum*, o čemu će biti govora u narednom poglavlju), dok zalihe u dubljim slojevima ostaju uglavnom nepromijenjene. U kolovozu, kad se vegetacija već ponovo razvija poslije prve košnje, slijedi snažno isušivanje tla. Već 1. VIII izmjerena je na dubinama od 10 do 40 cm minimalna količina vode (cca 21%). Smatram da se tlo u toku kolovoza još jače isušivalo, jer je to period najsnažnijeg razvitka vegetacije prije druge košnje, a količina oborina iznosila je u čitavom mjesecu svega 33,6 mm.

Kao posljedica kiše, koja je pala neposredno prije mjerenja u rujnu, slijedi povećanje vlažnosti tla do 40 cm. Ispod te dubine zabilježeno je dalje smanjenje. Početkom listopada u površinskom sloju do 10 cm vlažnost se i dalje povećava, no između 20 i 40 cm (slično kao u asocijaciji *Cynosuretum*) sadržaj vode je, prema stanju od 12. rujna, opet nešto smanjen. U dubljim slojevima razlike gotovo i nema, ali se ipak vidi tendencija povećanja vlažnosti. U listopadu je vlažnost znatno povećana na čitavom profilu.

Kompariramo li sve tri asocijacije međusobno, stvorit ćemo ove zaključke:

Vrlo su velike razlike u vlazi površinskog sloja tla (do 30 cm) na početku vegetacijske sezone. Najvlažnija je asocijacija *Deschampsietum*. Ona se razvija na nešto nižem terenu nego asocijacija *Arihenatheretum* i *Cynosuretum* (H o r v a ti ć, 1930), pa je izložena jačem navlaživanju jer

se dio oborinske vode s viših položaja ocjedjuje na niže. To pogotovo vrijedi za ono godišnje doba, kad je tlo i na višim položajima dosta vlažno. Tad voda s viših terena poplavljuje džombastu površinu tla u asocijaciji *Deschampsietum*. Budući da su ta tla teško propusna za vodu (Horvatić, 1930; Gračanin, 1941), voda u proljeću dugo stagnira na površini. U asocijaciji *Arrhenatheretum*, naprotiv, voda se brzo ocjeduje dijelom po površini na niže položaje, a dijelom u dublje slojeve tla, jer je struktura i tekstura tla mnogo povoljnija, a razina donje vode niža. U tlu ima mnogo nekapilarnih pora (hodnici krtica i kišnih glista), pa je prodiranje vode u dublje slojeve znatno brže. Stoga tlo u toj zajednici sadrži najmanju količinu vode. Asocijacija *Cynosuretum* nalazi se između ta dva ekstrema.

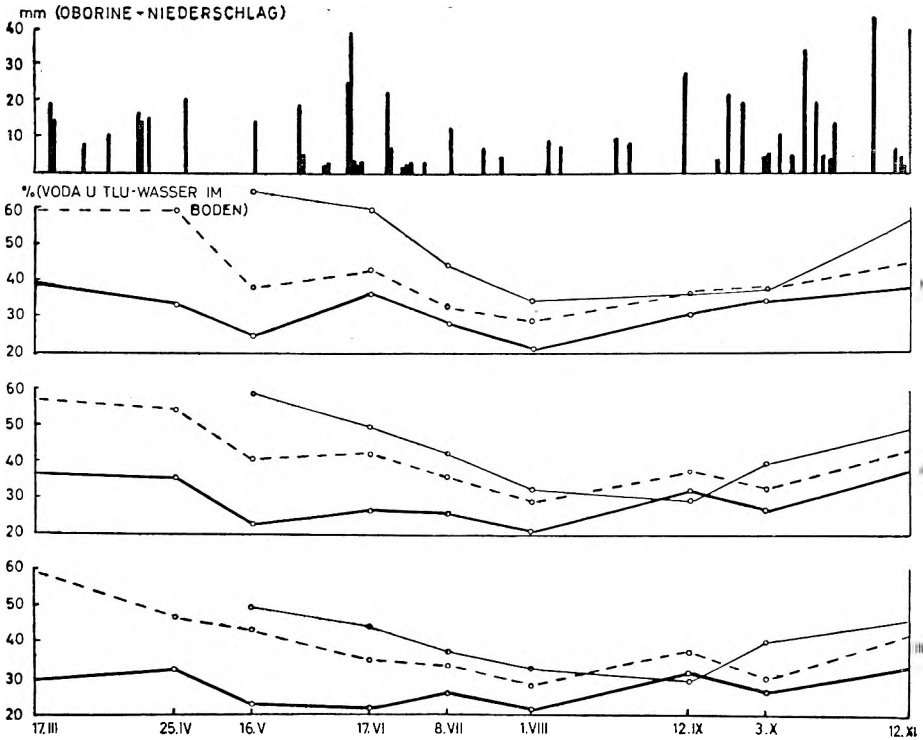
Takva je situacija u tim zajednicama na početku vegetacijske sezone. Međutim, čim se ispari voda s površine tla, u asocijaciji *Deschampsietum* započinje intenzivno isušivanje u površinskom sloju. Ono se kontinuirano nastavlja do kraja ljeta, što nije slučaj u drugim dvjema asocijacijama. Iz tog se razloga smanjuju procentualne razlike u količini vode između prve i ostalih asocijacija. Dapače, krajem ljeta bilo je tlo u asocijaciji *Deschampsietum* na nekim dubinama u površinskom sloju manje vlažno nego u asocijacijama *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum* (npr. 12. IX na dubini od 20 cm količina vode u asocijaciji *Cynosuretum* iznosila je 37,8%, u asocijaciji *Arrhenatheretum* 32,0%, a u asocijaciji *Deschampsietum* 31,1%). U dubljim slojevima (naročito ispod 50 cm) nema velikih procentualnih razlika između tih asocijacija, ali je zanimljivo da je u asocijacijama *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum* izmjerena češće veća količina vode u tlu nego u asocijaciji *Deschampsietum* (nakon što se podzemna voda spusti naniže). To, međutim, nije od bitne važnosti, jer je glavna masa korijenja ograničena na površinski sloj tla, gdje su, kao što vidimo, razlike između asocijacija mnogo veće, a također i kolebanje vlažnosti u toku godine.

Utjecaj oborina veoma je različit u trima istraživanim zajednicama (sl. 31). U asocijaciji *Arrhenatheretum* su oborine koje padnu na vegetacijskoj sezoni veoma važne za povećanje vlažnosti tla u površinskom sloju. To je za vegetaciju od vanredno velikog značaja jer se upravo u tom sloju, kako je prije istaknuto, nalazi glavna masa korijenja. Nakon oborina u prvoj polovini lipnja vlažnost tla povećala se od 24,6% (16. V) na 36,2% (17. VI), a na 20 cm od 22,9% na 26,3%. U asocijaciji *Cynosuretum* povećanje je bilo manje: na 10 cm od 38,0% na 42,8%, a na 20 cm od 40,2 na 42,3%. Slično povećanje vidljivo je i u rujnu. Na temelju grafički prikazanih podataka o količini oborina u čitavoj vegetacijskoj sezoni (sl. 31) može se zaključiti da je do povećanja došlo (iako ne možda tako velikog i tako duboko u tlu kao u navedenim slučajevima) u još nekoliko navrata. Na dijagramu to nije vidljivo zbog toga jer je izrađen samo na temelju izvršenih mjerenja, a ne i na temelju pretpostavke. U asocijaciji *Deschampsietum* se utjecaj oborina u površinskom sloju uopće ne osjeća, odnosno neuporedivo manje (ako je godina kišovitija od 1958) nego u asocijacijama *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum*.

Isti rezultati dobiveni su u srpnju 1957. godine, također u Sesvetama. Probe su uzete 10. VII neposredno prije kiše i 12. VII, nakon što je u međuvremenu palo 66,2 mm oborina. Količina vode bila je (na dubini 8—13 cm):

	10. VII	12. VII
u asocijaciji: <i>Arrhenatheretum</i>	19,4%	29,7%
<i>Cynosuretum</i>	30,9%	45,5%
<i>Deschampsietum</i>	35,8%	34,6%

Iako je u svim asocijacijama pala jednaka količina oborina (jer se nalaze na istom lokalitetu), vlažnost tla povećala se samo u prvim dvjema zajednicama, a u asocijaciji *Deschampsietum* izmjereno je čak



Sl. 31. Utjecaj oborina tokom vegetacijske sezone na vlažnost tla na dubinama od 8—13 cm (I), 18—23 cm (II) i 28—33 cm (III) u asocijacijama *Arrhenatheretum* (————), *Cynosuretum* (-----) i *Deschampsietum* (-·-·-·); Sesvete, 1958.

Abb. 31. Einfluss der Niederschäge während der Vegetationszeit auf die Bodenfeuchtigkeit in 8—13 cm (I), 18—23 cm (II) und 28—33 cm (III) Bodentiefe in den Assoziationen *Arrhenatheretum* (————), *Cynosuretum* (-----) und *Deschampsietum* (-·-·-·); Sesvete bei Zagreb, 1958.

malo smanjenje. Ta činjenica uvjetovana je specifičnim svojstvima džombastog tla, o čemu je već prije bilo govora.

Nakon izloženog, potpuno je razumljivo zašto se većina biljaka u asocijaciji *Arrhenatheretum*, a nešto manje i u asocijaciji *Cynosuretum*, brzo »oporavila« od posljedica velikih vrućina početkom srpnja 1957, pošto je do kraja mjeseca palo 155,6 mm oborina. Već 30. srpnja sastojina asocijacije *Arrhenatheretum* bila je bujno razvijena s dominantnom vrstom *Arrhenatherum elatius*. Kad sam iskopao jedan busen s najvećom masom pripadnoga korijenja, uvjerio sam se da se ono nalazi pretežnim dijelom do dubine od 20 cm. Livada busike bila je naprotiv u velikom »zaostatku«.

Očito je, dakle, da za razvitak vegetacije ima oborinska voda veću važnost u asocijacijama *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum* nego u asocijaciji *Deschampsietum*. Biljke tu ovise u prvom redu o zalih vode koja je dospjela u tlo do proljeća, a djelomično sigurno i o donjoj vodi, ako je razina dovoljno visoka. Takve ekološke prilike objašnjavaju nam i činjenicu da se *Deschampsietum* kosi najčešće jednom godišnje, odnosno, kad se i kosi dvaput, prinosi su mnogo manji nego na livadama pahovke i krestaca.

Početkom jeseni, kad nakon obilnijih oborina počinje »punjenje« profila tla vodom, dolaze opet do izražaja specifične razlike među tim livadama. U asocijacijama *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum* profil se puni od površine prema dubljim slojevima postepeno, a u asocijaciji *Deschampsietum* voda prodire većim dijelom direktno kroz pukotine na dnu jaružica u dublje slojeve navlažujući stijene pukotina. Pri tom voda nosi s površine i sitne čestice tla, koje se talože na dnu pukotina i zatrpavaju ih. Navlaživanjem počinju bubriti koloidne čestice tla, pa se povećava obujam tla a pukotine se sužuju i zatvaraju. Te je činjenice utvrdio već prije Gračanin (1941, 1951) proučavajući genezu džomba.

Pukotine se zatvaraju najprije u donjem dijelu, gdje su najuže, pa oborinska voda ne može uslijed toga više slobodno prodirati u dublje slojeve, već se zaustavlja na sve manjim dubinama, gdje su pukotine još otvorene, navlažujući tlo. Budući da su pukotine najšire u najgornjem dijelu, tj. na samom ušću pukotine na dnu jaružica (»grlo«) i neposredno ispod, to će se i najveći dio oborinske vode, čim su pukotine u dubljim slojevima zatvorene, slijevati u taj najgornji dio pukotine. Zbog toga će se tlo na toj dubini i najjače navlaživati. Na taj način možemo objasniti rezultate mjerenja 3. listopada 1958, što nam ih prikazuje pretposljednji dijagram u gornjoj koloni na sl. 30. Tu vidimo da je količina vode u tlu najviše povećana u sloju 20—30 cm, a znatno manje ispod i iznad. Nakon daljih oborina tlo se potpuno zasićuje vodom, a jer je u takvom stanju nepropusno za vodu, suvišak vode stagnira na površini sve do proljeća kad započne ponovno snažnije isparivanje. Alteracija prekomjernog navlaživanja i prekomjernog isušivanja neophodan je uvjet za razvitak džombastih tala (Gračanin, 1941).

Na istraživanom području takva su tla najtipičnije razvijena u Savskoj nizini istočno od Zagreba, a tu je i centar rasprostranjenja asocijacije

Deschampsietum. Seljaci ta tla vrlo dobro (po zlu) poznaju, pod raznim imenima u raznim mjestima. To također vrijedi i za busiku (*Deschampsia caespitosa*). Npr. u Širincu narod zove džombasta tla »grli« (vjerojatno po jaružicama, koje naročito ljeti, kad je tlo raspucano, izgledaju kao neka »grla«). Busiku pak zovu u tom mjestu »lasača«, po metlici čiji ogranci s klasićima izgledaju kao nježne »lasi« kose. U Deanovcu zovu je »oštrica« po oštrom lišću, a u okolici Ivanić-Grada »grlevača«, jer raste na »grlima«. Džombasta tla nazivaju u Dugom Selu »grebenje« ili »stoli«, misleći time na mikroreljefske uzvisine, a u okolici Sesveta »rovje«. Taj naziv odnosi se na mikroreljefske udubine. U križevačkoj okolici nazivaju džombe »stupine«. Ovdje međutim džombe nisu tako tipične, a pogotovo ne u još zapadnijim dijelovima Hrvatske (npr. okolica Ozlja ili Hrvatsko zagorje), gdje uslijed humidnije klime ljeti nije tako snažno izražen period suše kao u istočnijim krajevima. Stoga je razumljivo da narod u tim krajevima, gdje džombe nisu tako izrazite, dovodi njihov postanak u vezu s gaženjem stoke, koja na tim livadama pase rano u proljeće i koncem ljeta poslije košnje. Naprotiv, u području tipičnih džomba samo izuzetno sam čuo takvo mišljenje među tamošnjim stanovnicima.

Osim upravo izloženih komparativnih istraživanja količine vode u tlu 1958. godine u Sesvetama, koja su za poznavanje režima vode u trima istraživanim asocijacijama od najveće važnosti jer su obavljena sustavno u toku čitave vegetacijske sezone, mjerenja su u manjem opsegu vršena na istom lokalitetu i 1957. godine, zatim u drugoj polovini vegetacijske sezone 1956. (poslije prve košnje) u okolici Ozlja. Dobiveni su analogni rezultati kao i 1958. godine. Prigodice, uz ostala istraživanja, izmjerena je količina vode i na mnogim drugim lokalitetima. Rezultate nekih od tih mjerenja donosimo ovdje zato jer su probe, iako istodobno, uzete pod različitim okolnostima, bilo u istoj, bilo u različitim asocijacijama. Kraj sela Ljupine, nedaleko od Nove Gradiške, izmjerena je 13. lipnja 1957. god. količina vode u tlu na dva mjesta u istoj homogenoj sastojini asocijacije *Cynosuretum* (tab. II, sn. 5). Dio sastojine bio je pokošen nekoliko dana prije, a drugi je dio bio još nepokošen. Profil tla iskopan je tako, da je jednim dijelom zahvaćao u nepokošenu, a drugim dijelom u pokošenu površinu iste sastojine. Probe su uzete na suprotnim stijenama profila, na udaljenosti od 150 cm. Dobiveni su ovi rezultati:

dubina cm	pokošena površina % vode	nepokošena površina % vode
8—13	35,1	33,7
28—33	28,5	27,9
48—53	30,7	28,3

Razlike, iako nisu velike (jer je na pokošenom dijelu sastojine biljni pokrov uklonjen tek nekoliko dana prije), ipak su jasno vidljive sve do 50 cm. Na nepokošenoj površini tlo se brže suši. Još veće razlike nađene su u asocijacijama *Cynosuretum* i *Arrhenatheretum* u okolici Ozlja u

srpnju 1956. godine, kad je u tu svrhu ostavljen dio livade nepokošen, a drugi je dio pokošen već 19. lipnja. Mjerenje je izvršeno 7. srpnja. U međuvremenu palo je 80,1 mm oborina. Rezultati mjerenja bili su ovi:

	Količina vode u tlu na dubini 0—10 cm	
	pokošena površina % vode	nepokošena površina % vode
<i>Arrhenatheretum</i>	37,9	31,1
<i>Cynosuretum</i>	40,5	34,1

Razlike su očite. Obraslo tlo bilo je znatno suše. Treba, međutim, uzeti u obzir da je na pokošenu površinu dospjela stvarno veća količina oborina, jer je u obrasloj zadržan dio oborina u samoj vegetaciji, odakle se voda direktno isparila. Iz toga slijedi zaključak u vezi s košnjom livada, napose u zapadnim krajevima Hrvatske, gdje je uslijed humidnije klime i relativno velike prosječne količine oborina u lipnju i srpnju moguć rast otave. Prema tome, a to smo već i s obzirom na temperaturu utvrdili, preporučljivo je prvu košnju završiti što ranije. Na taj način smanjuje se potrošnja vode iz tla, a, s druge strane, tlo upija veći dio oborinske vode, koja dopijeva direktno do površine tla. Time se povećavaju zalihe vode neophodno potrebne za rast otave, što je neobično važno naročito u srpnju, kad u pravilu nastupaju najviše godišnje temperature. Kao posljedica toga može se očekivati veći prinos otave. Ti rezultati nadalje pokazuju koliko je potrebno voditi računa o tome, da se mjerenja u terenu obavljaju pod što je moguće jednoličnijim okolnostima, jer se u protivnom može vrlo lako doći do posve pogrešnih zaključaka. Ako bismo, na primjer, usporedili količinu vode u tlu na nepokošenoj površini asocijacije *Cynosuretum*, koja je u našem slučaju iznosila 34,1% (7. VII 1956), s količinom vode u pokošenoj površini asocijacije *Arrhenatheretum* (37,9%), tad bismo očito dobili posve drukčije odnose nego što oni stvarno jesu, ako se mjerenja vrše pod analognim uvjetima. To ujedno ukazuje na potrebu, da se takva mjerenja vrše sustavno i kroz dulji period. Stoga se i dosadašnja istraživanja ne mogu smatrati završenima, već predstavljaju osnovu za dalja sustavna istraživanja na tom području.

2. Količina ekološki inertne vode u tlu

U prethodnom poglavlju vidjeli smo kako se kretala vlažnost tla u toku vegetacijske sezone. Iako su razlike među trima zajednicama tako velike da se može zaključivati o bitno različitim stanišnim prilikama, ipak je važno još i ustanoviti koliki dio postojeće vode u tlu mogu biljke iskoristiti, odnosno koliki dio ne mogu iskoristiti.

Već 1859. godine utvrdio je Sachs (Burgerstein, 1904: 138) pokusima s biljkama duhana, da je u različitim tlima različit procenat vode, koju biljke ne mogu iskoristiti. Stupanj vlažnosti kod kojega biljke

venu, izražen u postocima suhog tla, nazvali su Briggs i Schantz »koeficijent venjenja« (Jost, 1917:184). Koeficijentom venjenja izražava se, prema tome, količina neiskoristive vode tla. Ona se u literaturi označuje i drugim nazivima npr. »mrtva voda«, »inertna voda« i dr. (Gračanin, 1950; Müller, 1956).

Količinu inertne vode određivao sam ekološkom metodom* kako je opisuje Gračanin (1950:145). U međuvremenu je Gračanin (1959) usavršio »ekološku metodu određivanja inertne vode tla«, pa će biti zanimljivo i važno pokuse ponoviti i po toj usavršenoj metodi. Dosad postoji i niz različitih drugih metoda, kojima se želi ustanoviti količina inertne vode tla. »Predložene metode uglavnom su ekološke i fizikalne. Ekološkim metodama određuje se ono stanje vlažnosti tla, kod kojega biljke trajno venu, dok se fizikalnim metodama određuju neke fizikalne konstante (higroskopska voda, ... itd.), kojima se pokušava izraziti stanje vlažnosti, kod kojega biljke više ne mogu primati vodu. Fizikalne metode primjenjuju naročito pedolozi. One su jednostavne i brze, no njihova pouzdanost nije do danas sa sigurnošću utvrđena« (Gračanin, 1959:155).

Müller (1956) npr. uzima dvostruku vrijednost higroskopiciteta kao količinu mrtve vode u tlu. Sam međutim na istom mjestu (1956:30) napominje: »In der Feuchtwiese 16 c war der Wert für 1 Hy so niedrig, dass zu erwägen wäre, ob nicht in humosen Böden 3 Hy als totes Wasser anzunehmen sind.«

No i kod ekoloških metoda nailazimo na niz teškoća, jer rezultati ovise o mnogim faktorima, npr. o volumenu tla, o broju biljaka na jedinici površine, o visini stupca i dr., kako je to dokazao Gračanin (1959). Do danas još ne postoji jedinstveno mišljenje svih autora o tome da li koeficijent venjenja ovisi samo o svojstvima tla ili još i o vrsti biljaka, o starosti biljaka, relativnoj vlazi zraka i dr. (Walter, 1950; Laatsch, 1954; Lundegardh, 1957; Gračanin, 1959). Prema tome teško je sa sigurnošću pretpostaviti da su rezultati dobiveni pokusima u znatno drukčijim uvjetima od uvjeta u kakvima žive biljke na staništu apsolutno pouzdani. Unatoč svemu tome izvjesne zakonitosti tako su očite da se podaci dobiveni istom metodom mogu smatrati (barem kao relativne vrijednosti) podesnima za komparaciju. U tom svjetlu treba promatrati i rezultate ovih istraživanja.

Kao pokusne biljke uzео sam nekoliko vrsta istraživanih asocijacija, i to: *Deschampsia caespitosa* (*Deschampsietum*), *Bromus racemosus* i *Cynosurus cristatus* (*Cynosuretum*) i *Arrhenatherum elatius* (*Arrhenatheretum*). Tlo na kojem su vršeni pokusi uzeto je u Sesvetama u svakoj od triju asocijacija na dubinama od 5—105 cm (5—15, 25—35, 45—55, 65—75, 95—105 cm), na istim onim profilima gdje je određivan i sadržaj vode u tlu, kako bi rezultati bili što prikladniji za komparaciju. Plodovi pokusnih biljaka također su sabrani u odgovarajućim asocijacijama (tj. svaka biljka u sastojini »svoje« asocijacije) na istom lokalitetu. Za svaku vrstu određivan je koeficijent venjenja (u dvije paralelne probe) na tlu iz različitih dubina, kako je gore navedeno. Rezultati ovih pokusa sadržani su u tab. 10, 11. i 12.

* U najnovije vrijeme Gračanin je revidirao pojmove »fiziološki« i »ekološki« (v. Gračanin, 1960), pa je u skladu s tim i ovdje izraz »fiziološkom metodom« (v. Gračanin, 1950:145) zamijenjen izrazom »ekološkom metodom«.

TAB. 10. Koeficijent venjenja vrste *Deschampsia caespitosa* na tlu iz asocijacije *Deschampsietum*

(Tab. 10. Welkungskoeffizient der Art *Deschampsia caespitosa* auf dem Boden aus der Assoziation *Deschampsietum*)

Tlo iz dubine (cm) Boden aus der Tiefe (cm)	Koeficijent venjenja (% »mrtve vode«) Welkungskoeffizient (% »totes Wasser«)
5— 15	36,6 ± 0,9
25— 35	31,8 ± 1,5
45— 55	24,3 ± 0,1
65— 75	20,1 ± 1,3
95—105	16,3 ± 1,4

TAB. 11. Koeficijent venjenja vrsta *Bromus racemosus* i *Cynosurus cristatus* na tlu iz asocijacije *Bromo-Cynosuretum cristati*

(Tab. 11. Welkungskoeffizient der Arten *Bromus racemosus* und *Cynosurus cristatus* auf dem Boden aus der Assoziation *Bromo-Cynosuretum cristati*)

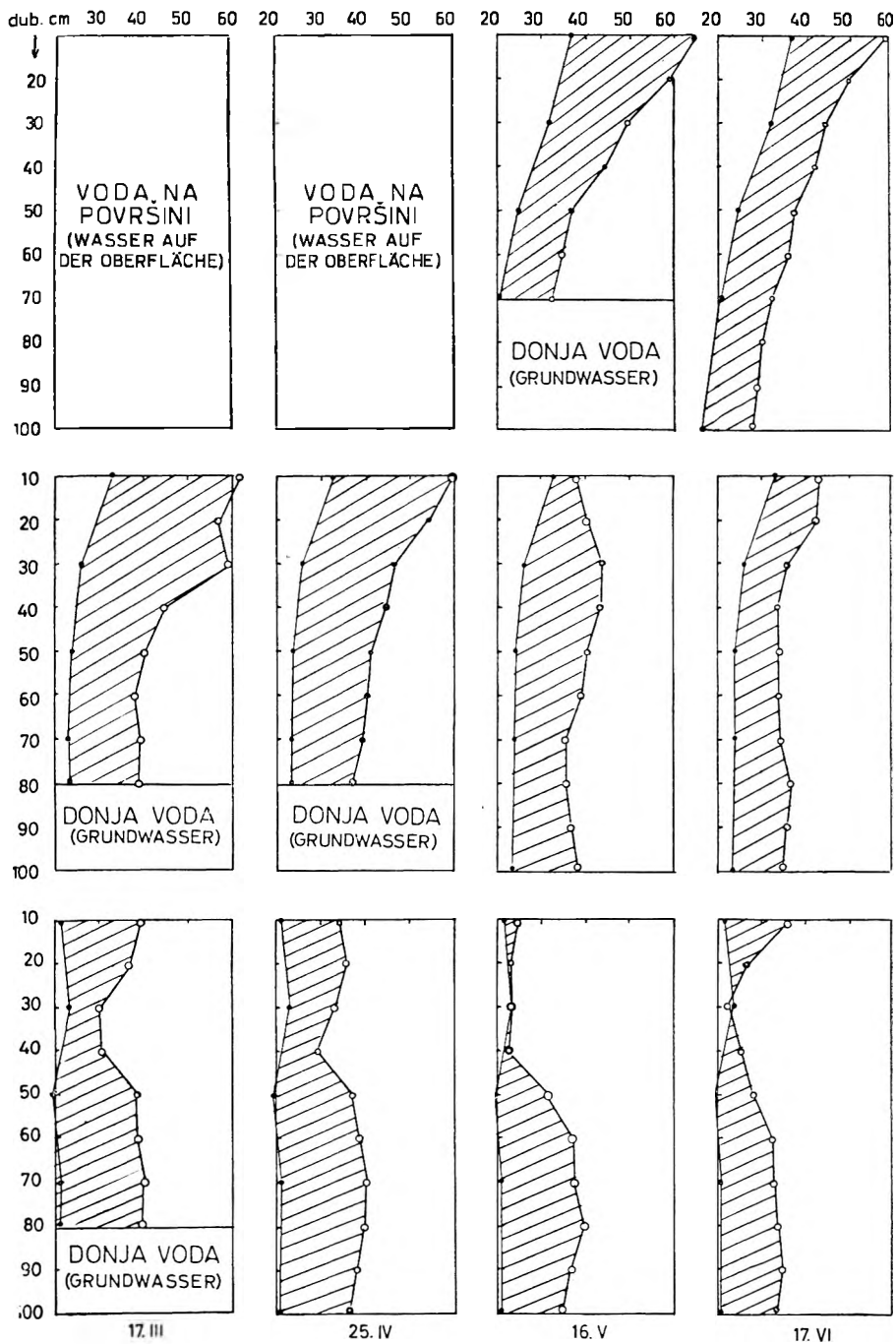
Tlo iz dubine (cm) Boden aus der Tiefe (cm)	Koeficijent venjenja (% »mrtve vode«) Welkungskoeffizient (% »totes Wasser«)	
	<i>Bromus racemosus</i>	<i>Cynosurus cristatus</i>
5— 15	32,9 ± 0,1	27,2 ± 0,2
25— 35	25,8 ± 0,4	21,6 ± 0,6
45— 55	23,8 ± 0,2	20,8 ± 0,2
65— 75	23,5 ± 0,5	18,1 ± 0,3
95—105	23,5 ± 0,2	21,1 ± 0,1

TAB. 12. Koeficijent venjenja vrste *Arrhenatherum elatius* na tlu iz asocijacije *Arrhenatheretum*

(Tab. 12. Welkungskoeffizient der Art *Arrhenatherum elatius* auf dem Boden aus der Assoziation *Arrhenatheretum*)

Tlo iz dubine (cm) Boden aus der Tiefe (cm)	Koeficijent venjenja (% »mrtve vode«) Welkungskoeffizient (% »totes Wasser«)
5— 15	21,3 ± 0,5
25— 35	23,0 ± 0,4
45— 55	19,3 ± 0,6
65— 75	20,9 ± 0,2
95—105	20,5 ± 0,1

Uspoređivanjem navedenih podataka dolazimo do općeg zaključka, da površinski sloj tla sadrži najveću količinu inertne vode, a dublji slojevi manje. To se može dovesti u vezu u prvom redu sa svojstvima tla (i to vjerojatno sa mehaničkim sastavom tla i količinom humusa), jer su pokusi vršeni sa istom vrstom na tlu iz raznih dubina. Pokusi sa dvjema vrstama iz asocijacije *Cynosuretum* na istom tlu pokazuju istu pravilnost, ali je koeficijent venjenja u svim slučajevima bio veći kod vrste *Bromus racemosus*, nego kod vrste *Cynosurus cristatus*. To govori u prilog pret-



Sl. 32. Količina iskoristive vode u tlu (iscrtkana površina) u toku vegetacijske sezone u asocijacijama *Deschampietum* (gore), *Cynosuretum* (u sredini) i *Arrhenatheretum* (dolje); Sesvete kraj Zagreba, 1958.

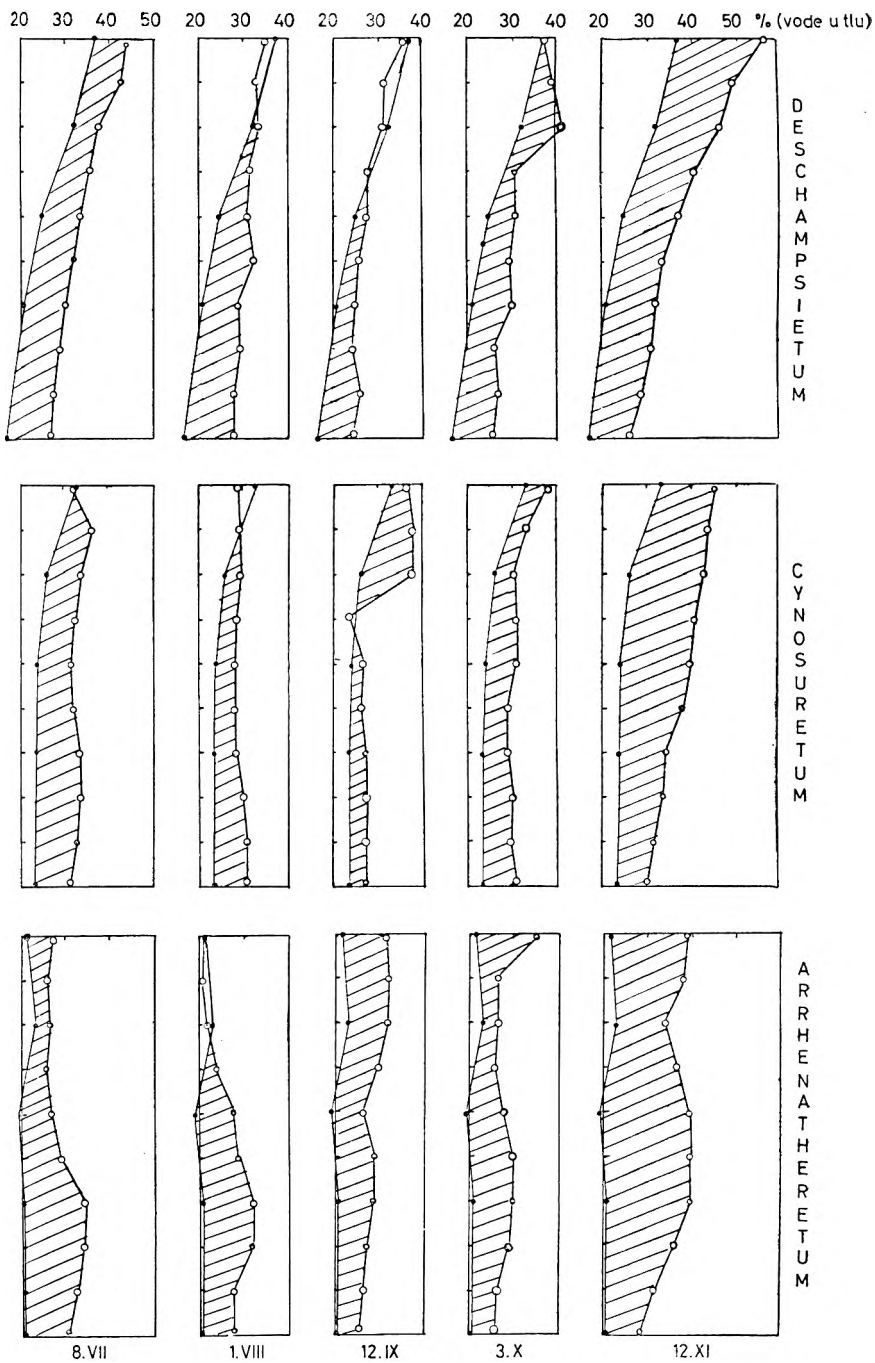


Abb. 32. Menge des im Boden ausnutzbaren Wassers (schraffierte Fläche) während der Vegetationszeit in den Assoziationen *Deschampsietum* (oben), *Cynosuretum* (in der Mitte) und *Arrhenatheretum* (unten); Sesvete bei Zagreb, 1958.

postavci, da koeficijent venuća ovisi i o vrsti biljke. Potrebno je međutim istaknuti i činjenicu da su sjemenke ove posljednje vrste klijale u mnogo manjem broju, pa je i površina tla u pokusnoj posudici bila uvijek manje obrasla, nego kod ostalih vrsta. Stoga u daljim razmatranjima uzimamo u obzir iz asocijacije *Cynosuretum* samo *Bromus racemosus*.

Ako poblizhe kompariramo sve rezultate, vidimo da u pojedinostima postoje dosta velike razlike, naročito u površinskom sloju (do 35 cm), gdje je kolebanje vlažnosti takvo, da doseže kritičnu tačku. Najveći postotak mrtve vode u površinskom sloju nalazi se u asocijaciji *Deschampsietum*, nešto manje u asocijaciji *Cynosuretum*, a najmanje u asocijaciji *Arrhenatheretum*. Drugim riječima, vrsta *Arrhenatherum elatius* može na svom staništu mnogo bolje iskoristiti postojeću vodu u tlu, nego vrste *Bromus racemosus* i *Deschampsia caespitosa* na svojim staništima. Očito je, dakle, da jednaka ukupna količina vode u tlu ne znači i jednake uvjete s obzirom na snabdijevanje biljaka vodom.

Na temelju ovih rezultata i rezultata mjerenja vlažnosti tla (sl. 30) grafički je prikazan odnos iskoristive i neiskoristive vode prema ukupnoj momentanoj količini vode u tlu za svaki dan, kad je izvršeno mjerenje (sl. 32). Na svakom dijagramu iscrtkana površina označava dio iskoristive (aktivne) vode u tlu, a bijela površina dijagrama s lijeve strane iscrtkanog polja količinu neiskoristive (inertne) vode, odnosno koeficijent venjenja za jednu (naprijed navedenu) vrstu u svakoj asocijaciji.

Do mjeseca svibnja ima u svim trima asocijacijama dovoljna količina iskoristive vode. Polovinom toga mjeseca u asocijaciji *Arrhenatheretum* već je potrošena gotovo sva aktivna voda u površinskom sloju. To je posljedica vrlo bujnog razvitka biljaka u ovoj asocijaciji, gdje vegetacija, kao što smo vidjeli, ima početkom vegetacijske sezone u usporedbi s drugim dvjema asocijacijama najpovoljnije prilike za razvitak. Vlažnost tla dosegla je ovdje na nekim dubinama kritičnu tačku. Ipak se prema opažanjima u toj sastojini ne bi moglo reći, da je to imalo vidljivih negativnih posljedica, iako se najveća masa korijenja nalazi upravo u tom sloju. Razlog su, naime, oborine koje su nakon toga pale, što je povećalo zalihu iskoristive vode u tlu. To se može zaključiti na temelju prije prikazanog utjecaja oborinske vode na vlažnost tla u toj asocijaciji.

Ova činjenica, tj. da je kiša pala upravo u »kritičnom času«, nije slučajna. Ako usporedimo prosječne količine oborina na čitavom području (Padavine u Jugoslaviji, Beograd, 1957), na kojem je kod nas rasprostranjena asocijacija *Arrhenatheretum*, vidimo da uopće najveća količina oborina u toku vegetacijske sezone padne upravo u svibnju i lipnju. Ta je količina relativno vrlo velika. Npr. u Zlataru (Hrv. zagorje) padne u svibnju prosječno 114 mm oborina, u Stubici 122 m, a u Lepoglavi čak 141 mm (prosjeak za razdoblje 1925—1940). U takvim klimatskim uvjetima ne »oskudijeva« vegetacija niti za najbujnijeg razvitka (osim, razumije se, kad padne krajnje mala količina oborina). Za to svjedoči i činjenica, da je polovinom lipnja, unatoč intenzivnoj potrošnji vode, povećana količina raspoložive vode u tlu, izuzev na 30 cm gdje je postotak vode bio približno jednak koeficijentu venjenja.

Početak srpnja bilo je na čitavom profilu iskoristive vode, što omogućava rast otave. Međutim, već početkom kolovoza, zbog vanredno male količine oborina u mjesecu srpnju 1958. godine, biljke su iscrple svu raspoloživu vodu do dubine od 30 cm. Ovo se stanje sigurno još i pogoršalo, jer se suša nastavlja i u kolovozu (srpanj i kolovoz 1958. godine bili su naročito sušni mjeseci, znatno iznad prosjeka; u srpnju je u Sesvetama palo samo 26,1 mm oborina, a u kolovozu 33,6 mm, što je gotovo tri puta manje od prosjeka 1925—1940). Iako mjerenja vlažnosti tla nisu vršena kasnije u toku kolovoza, to se sa sigurnošću može pretpostaviti na temelju vrlo slabo razvijene otave. U rujnu su prilike već povoljnije. To se odrazilo u »oživljavanju« vegetacije, što se može suditi i po smanjenoj količini vode u tlu početkom listopada od 20—40 cm dubine.

U asocijaciji *Cynosuretum* bilo je sve do početka srpnja dovoljno iskoristive vode u tlu. Početkom srpnja smanjuje se vlažnost do dubine oko 10 cm do kritične tačke. To je nepovoljnije nego u asocijaciji *Arrhenatheretum*. Do početka kolovoza već je tlo »suho« i na 20 cm, a količina aktivne vode u dubljim slojevima približava se minimumu. U rujnu se nastavlja smanjivanje iskoristive vode u dubljim slojevima, ali se u površinskom sloju, kao posljedica oborina, stanje vidno popravlja.

U asocijaciji *Deschampsietum* bilo je još u srpnju poslije prve košnje na čitavom profilu aktivne vode. No već 1. kolovoza sva iskoristiva voda potrošena je do dubine od 30 cm. Treba istaknuti da svu tu vodu nisu potrošile samo biljke, već da je dio vode izgubljen iz tla isparivanjem s neobrasle površine tla. To naročito dolazi do izražaja upravo u toj asocijaciji. Dno jaružica je najvećim dijelom bez vegetacije. Osim toga tlo je u to doba godine jako raspucano, pa se ne smije zanemariti niti isparivanje iz dubljih slojeva kroz pukotine. Time se još više povećava gubitak vode iz tla, a to se veoma nepovoljno odražava na vegetaciju, naročito za vrijeme tako sušnog ljeta kakvo je bilo 1958. godine. Početkom rujna, posve suprotno nego u asocijacijama *Cynosuretum* i *Arrhenatheretum* gdje se vidno popravila situacija nakon kiše u površinskom sloju, u asocijaciji *Deschampsietum* stanje se još pogoršava. Tlo je »suho« sve do 40 cm. Dapače, vlažnost tla približuje se kritičnoj tački i u dubljim slojevima. Ovakve prilike vidno su se odrazile u vrlo slabom razvitku biljaka, a opažena su i oštećenja. Sastojina, o kojoj je riječ, nije uopće košena drugi puta, a to se odnosi na veliku većinu sastojina ove asocijacije koje sam u to vrijeme obišao na čitavom području. Do početka listopada prilike su se nešto popravile, ali — zbog specifičnih uvjeta pod kojima se navlažuje tlo u ovoj asocijaciji, o čemu je prije bilo govora — samo u slojevima ispod 10 cm. Najgornji sloj još uvijek je »suh«. Tek u prvoj polovini mjeseca studenoga bilo je na čitavom profilu dovoljno aktivne vode.

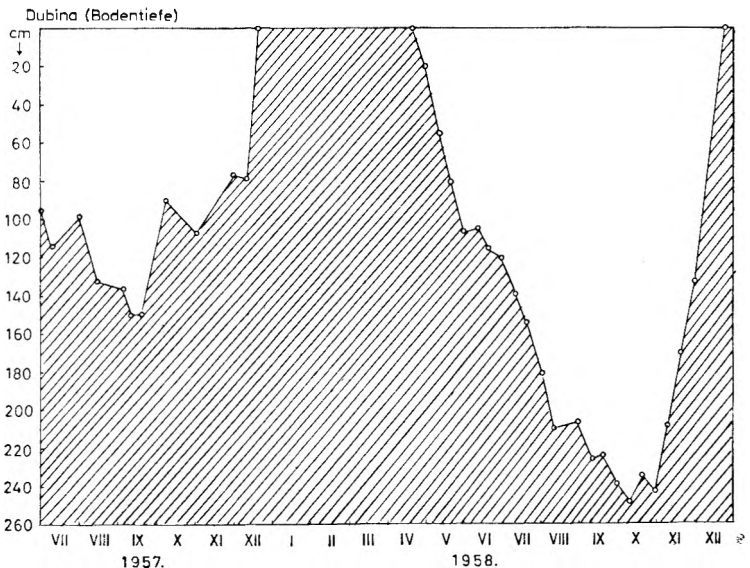
3. Donja voda

Veliko značenje za razvitak nekih biljnih zajednica može imati i donja voda (isp. Ellenberg, 1952; Tüxen, 1954; Eskuche, 1955; Müller, 1956; Zarzycki, 1958). Napose to vrijedi za vegetaciju

nizinskih područja. Zbog toga sam prilikom istraživanja posvetio pažnju i donjoj vodi, i gdje god je bilo moguće izvršio mjerenje dubine na kojoj se nalazi nivo donje vode.

Mjerenja su vršena djelomično kopanjem profila do donje vode, dijelom komparacijom s razinom vode u susjednom bunaru, a jednim dijelom bušenjem tla pomoću »holandskog« svrdla. Ova istraživanja nisu na žalost imala veći opseg. Za opsežnija istraživanja, tj. za kontinuirana mjerenja u toku nekoliko godina na mnogim tipičnim livadnim sastojinama, bilo bi naime potrebno u svakoj odabranoj sastojini ukopati u tlo odgovarajuće drvene, željezne ili drenažne cijevi, u kojima se razina vode diže ili spušta kao u okolnom tlu (isp. Seifert, 1932; Horn, 1954; Müller, 1956; Zarzycki, 1958). To nam zasad nije bilo moguće. Upoređivanje pak s razinom vode u bunarima ne može se smatrati potpuno pouzdanim, kako to i vlastito iskustvo pokazuje. Da bi se greške što više izbjegle, kopao sam u takvom slučaju povremeno profil tla u sastojini do donje vode i uspoređivao s razinom u susjednom bunaru. Na temelju obaju mjerenja dobivena je interpolacijom podataka slika o kolebanju nivoa donje vode u sastojini.

Kontinuirana mjerenja od polovine 1957. do kraja 1958. godine provedena su u asocijaciji *Deschampsietum* u Sesvetama (sl. 33). Kolebanje nivoa je, kao što se vidi, vrlo veliko, ali znatno manje u 1957. nego u 1958. godini, kad se donja voda spušta gotovo do 250 cm ispod površine.



Sl. 33. Kolebanje nivoa donje vode u asocijaciji *Deschampsietum*; Sesvete kraj Zagreba, 1957—1958.

Abb. 33. Schwankung des Grundwasserstandes in der Assoziation *Dechampsietum*; Sesvete bei Zagreb, 1957—1958.

Ove razlike prema 1957. godini mogu se dovesti u vezu s oborinama u vegetacijskoj sezoni:

Količina oborina (IV—IX) — Sesvete

1957. god.	572,9 mm
1958. god.	355,2 mm

Šesnaestogodišnji prosjek (1925—1940) za Sesvete (IV—IX) iznosi 480 mm oborina. Prema tome palo je u vegetacijskoj sezoni 1957. godine 92,9 mm oborina više, a 1958. godine 124,8 mm manje od prosjeka. Vidimo da je razlika između 1957. i 1958. godine još veća (217,7 mm).

Na temelju tih mjerenja u asocijaciji *Deschampsietum* u Sesvetama možemo zaključiti, da donja voda ima ovdje utjecaja na vegetaciju. No vrlo je značajno, da je taj utjecaj najmanji upravo onda kad bi bio najpotrebniji. Za sušnog ljeta, kad je već iscrpna gotovo sva zaliha iskoristive vode u tlu, spušta se i donja voda do dubine na kojoj nije dostupna biljkama (npr. 1958). Jasno je da ta okolnost još više pogoršava životne prilike u toj asocijaciji.

Vrlo velika suša u srpnju i kolovozu 1958. godine vladala je na čitavom istraživanom području, pa se rezultati dobiveni mjerenjem u rujnu 1958. god. i na drugim lokalitetima mogu uzeti kao mjerilo za ekstremne dubine, do kojih se spušta donja voda krajem ljeta. Rezultati tih mjerenja sabrani su u tab. 13. Pokušajmo te podatke usporediti s podacima iz Sesveta, gdje su mjerenja vršena kontinuirano svakih 10 dana. Uspoređivanje ćemo vršiti s onim danom mjerenja u Sesvetama, koji je najbliži danu mjerenja na drugom lokalitetu.

U Novskoj je donja voda 3. IX 1958. bila na dubini od 172 cm, što je prema mjerenjima od 30. VIII u Sesvetama (206 cm) za 34 cm manje.

TAB. 13. Razina donje vode u asocijaciji *Deschampsietum*

Tab. 13. Grundwasserstand in d. Ass. *Deschampsietum*

Lokalitet (datum, 1958) Lokalität (Datum, 1958)	donja voda na dubini (cm) Grundwasser in der Tiefe (cm)
Novska (3. IX)	172
Ludina (5. IX)	180
Širinec (8. IX)	248
Deanovec (10. IX)	245
Dugo Selo (16. IX)	225
Sesvete (17. IX)	220
Draganići (19. IX)	350
Desinec (19. IX)	260
Slapno (21. IX) (1)	320
Slapno (21. IX) (2)	540
Zdenčina (27. IX)	370
Križevci (30. IX)	190

Slična je situacija i u Ludini dva dana kasnije. U Širincu (8. IX) i Deanovcu (10. IX) donja voda je cca 20 cm dublje nego u Sesvetama (10. IX). U Dugom Selu (16. IX) nema gotovo nikakve razlike (samo 5 cm) prema Sesvetama (17. IX).

Iako se ti rezultati ne podudaraju u potpunosti s mjerenjima u Sesvetama, što nije moguće niti očekivati, ipak razlike nisu ni izdaleka tako velike, kao što ih pokazuju mjerenja u Zdenčini, Draganićima i pogotovo u Slapnu (druga sastojina), gdje je podzemna voda nađena 21. IX tek na dubini od 540 cm, a u Sesvetama dan ranije na 224 cm.

Ako lokalitete na tab. 13. razvrstamo prema geografskom smještaju, idući od istoka prema zapadu, možemo uočiti da je razina donje vode na lokalitetima koji se nalaze istočnije od Sesveta, bliže površini nego u zapadnijem području. Prema tome moglo bi se zaključiti da je u istočnijim krajevima donja voda od većeg značenja za tu asocijaciju. Tome u prilog govore i mjerenja koja su u nekoliko navrata vršena u vrijeme pune vegetacijske sezone. Npr. u Sesvetama je krajem lipnja 1957. godine donja voda utvrđena na dubini od 95 cm. Još i na toj dubini primijećeni su korjenčići biljaka. Nekoliko dana kasnije (3. VII) slična je situacija i u okolici Staroga Petrova Sela. Donja voda bila je na dubini od 102 cm. U Slapnu (okolica Ozlja) kopan je profil dva tjedna ranije (17. lipnja 1957), pa bi se očekivalo da je donja voda bliže površini. Međutim, nije utvrđena niti na 200 cm, do koje dubine je kopan profil. U Draganićima je 22. srpnja 1957. kopan profil do 170 cm. Donja voda nije nađena, a u Sesvetama je još 30. VII bila na 98 cm.

U asocijacijama *Cynosuretum* i *Arrhenatheretum* u Sesvetama razina donje vode nalazi se dublje nego u asocijaciji *Deschampsietum*. Nekoliko podataka koji to ilustriraju sabrano je u tab. 14.

TAB. 14. Razina donje vode (dub. cm) u asocijacijama *Deschampsietum*, *Cynosuretum* i *Arrhenatheretum* (Sesvete)
(Tab. 14. Grundwasserstand (die Tiefe cm) in d. Ass. *Deschampsietum*, *Cynosuretum* und *Arrhenatheretum* (Sesvete, bei Zagreb))

Datum	<i>Deschampsietum</i>	<i>Cynosuretum</i>	<i>Arrhenatheretum</i>
28. VI 1957	95	120	—
17. III 1958.	voda na površini	90	95
25. IV 1958.	voda na površini	90	120
16. V 1958.	75	104	—

Vrlo zanimljivi podaci dobiveni su iz okolice Nove Gradiške, gdje sam 12. i 13. lipnja 1957. god. u dvije, floristički nešto različite sastojine asocijacije *Cynosuretum* (tab. II, sn. 4 i 5) ustanovio dubinu na kojoj se nalazi donja voda. Zahvaljujući ljubaznosti Kuša Radoslava, tada apsolutno biologije, koji je prema uputstvima još u nekoliko navrata kopao na istim mjestima, ovi su podaci upotpunjeni (tab. 15).

TAB. 15. Razina donje vode (dub. cm) u asocijaciji *Cynosuretum*
(okolica Nove Gradiške)

(Tab. 15. Grundwasserstand (die Tiefe cm) in d. Ass. *Cynosuretum*
(bei Nova Gradiška)

Istoč. perifer. N. G.	Kraj sela Ljupine
95 (12. VI 1957)	125 (13. VI 1957)
76 (13. XI 1957)	144 (14. XI 1957)
81 (23. IV 1958)	91 (23. IV 1958)
175 (4. X 1958)	210 (5. X 1958)

U sastojini kraj Nove Gradiške bila je donja voda svaki put kad je mjerjenje izvršeno bliže površini nego u sastojini kraj sela Ljupine, pa se florističke razlike među ovim dvjema sastojinama vjerojatno mogu dovesti i u vezu s različitim režimom donje vode, to više što je njezin nivo (naročito u prvoj sastojini) na razmjerno maloj dubini.

Usporedimo li nivo donje vode u ovim sastojinama s nivoom u asoc. *Deschampsietum* u Sesvetama, vidimo da je u posljednjoj mnogo veće kolebanje, jer se nivo ljeti dublje spušta:

	<i>Deschampsietum</i> (Sesvete) voda na površini	<i>Cynosuretum</i> (N. Gradiška)	<i>Cynosuretum</i> (Ljupina)
23. IV 1958.		81	91
4. X 1958.	243	175	210 (5. X)

Najmanje je kolebanje u sastojini asocijacije *Cynosuretum* kraj N. Gradiške, gdje se niti nakon velike suše, kakva je bila ljeti 1958. godine, donja voda nije spustila do početka listopada ispod dva metra. U drugoj sastojini kolebanje je nešto veće, ali je i tu donja voda samo nešto ispod dva metra (210 cm). U Sesvetama pak, u asocijaciji *Deschampsietum*, gdje je još 23. IV voda bila na površini, početkom listopada spustila se do blizu 250 cm.

Podatke iz Nove Gradiške možemo potkrijepiti i mjerenjima (tab. 16) u bunaru (ul. Zlate Dupko 69), koji se nalazi cca 200 m udaljen od prve sastojine (tab. II, sn. 4). I za te podatke zahvaljujem Kušu Radoslavu, koji se rado odazvao molbi i obavio mjerenja u bunaru. Visinske razlike terena vrlo su male. To se može zaključiti po razlikama, koje su dobivene istodobnim komparativnim mjerenjem razine vode u bunaru i u sastojini o kojoj je riječ:

	voda na dubini (cm)	
	<i>Cynosuretum</i>	bunar
12. VI 1957.	95	65
13. XI 1957	76	60

Na tab. 16. jasno je vidljivo da se od početka vegetacijske sezone pa sve do prve košnje voda nalazi blizu površine i da ne pokazuje velike i nagle promjene. Još 1. srpnja 1958. donja voda nalazila se bliže od jednog metra (96 cm), a godinu dana ranije dosiže tu dubinu tek početkom kolovoza.

TAB. 16. Razina vode u bunaru (Nova Gradiška, Zlate Dupko 69)
(Tab. 16. Wasserstand im Brunnen (Nova Gradiška, Zlate Dupko 69))

Datum	dubina (cm)	Datum	dubina (cm)
12. VI 1957.	65	15. IV 1958.	28
28. VI	80	1. V	31
16. VII	89	15. V	60
1. VIII	97	1. VI	76
16. VIII	121	15. VI	78
1. X	122	1. VII	96
15. X	116	15. VII	116
1. XI	103	1. VIII	142
13. XI	110	15. VIII	162
1. III 1958.	27	1. IX	187
1. IV	30	15. IX	202

Iako podaci o kolebanju razine vode u bunaru nisu, kako je već istaknuto, potpuno pouzdani za zaključivanje o režimu donje vode u livadi, ipak nam daju prilično vjernu sliku, jer su upotpunjeni višekratnim komparativnim mjerenjima na samom staništu.

Usporedbom svih podataka možemo doći do zaključka, da je istraživana livadna vegetacija u istočnijim (manje humidnim) nizinskim krajevima Hrvatske »upućena« u većoj mjeri na donju vodu, a u zapadnijim (humidnijim) više na oborine ili snabdijevanje vodom »odozgo«. Koliko je to tačno, pokazat će buduća opsežnija istraživanja koja su u planu.

IV. REAKCIJA TLA

Ovom se faktoru pridaje važnost u ekološkim istraživanjima tek u novije vrijeme. Prema Me vi u s u (1927:40) W h e r r y je prvi rezultata svojih istraživanja o rasprostranjenju paprati *Camptosurus rhizophyllus* (1916) upozorio na ovisnost rasprostranjenja biljaka o reakciji tla. Nakon spoznaje o važnosti tog faktora za život i rasprostranjenje bilja i biljnih zajednica »... reakcija tla postala je najjednoč središnji problem u odnosu biljnog svijeta i kemijskog sastava tla« (H o r v a t, 1949:171).

Do danas ima već veoma mnogo podataka o reakciji tla na staništima mnogih biljaka i biljnih zajednica. Niz autora utvrdili su, međutim, da je reakcija tla, kao i svi drugi faktori okoline, podvrgnuta stalnim promjenama u toku godine (E l l e n b e r g, 1939, 1950, 1958; S c h ö n c h a r, 1952). Zato nije moguće u svakom slučaju uspoređivati rezultate pojedinih mjerenja. »Denn es ist nicht gleichgültig zu welcher Zeit die Proben entnommen wurden« (E l l e n b e r g, 1950:43). Osim toga vrlo su različite metode određivanja reakcije tla (usp. A r r h e n i u s, 1922; W i e g n e r,

1926; Mevius, 1927; Seifert, 1932; Weaver, 1938; Nikolić, 1948; Ellenberg, 1950; Gračanin, 1950; Braun-Blanquet, 1951; Thun, 1955; Lundegardh, 1957), kako s obzirom na pripravljanje proba tla za mjerenje, tako i s obzirom na to da li se mjerenje obavlja kolorimetrijski ili elektrometrijski, a sve to, kako ističe Ellenberg (1950), ima velikog utjecaja na rezultate mjerenja.

»Es ist daher sehr verständlich, dass die Meinungen über die Bedeutung des Säuergrades für das Gefüge der Pflanzengemeinschaften heute beträchtlich auseinanderweichen. Behandelt man aber die Proben gleichmässig und bestimmt ganze Jahreskurven, so ergeben sich zwischen Säuregrad und Pflanzenbestand auffallend enge Beziehungen« (Ellenberg, 1950:43).

Mjerenjem reakcije tla do dubine 100 cm jedanput mjesečno u tri navrata u Sesvetama, pokušao sam utvrditi kakve se promjene dešavaju u našim istraživanim asocijacijama i da li postoje neke pravilnosti u tom pogledu.

Reakciju tla (pH) određivao sam elektrometrijski staklenom elektrodom u suspenziji destilirane vode. Omjer na zraku osušenog tla i vode uziman je 1:2,5 (20 grama tla u 50 ccm vode).

Rezultati mjerenja u Sesvetama prikazani su na tab. 17, 18. i 19.

TAB. 17. Reakcija tla (pH) u asocijaciji *Deschampsietum* (Sesvete, 1958)
(Tab. 17. Bodenreaktion (pH) in d. Ass. *Deschampsietum* (Sesvete, 1958))

Dubina (cm) Bodentiefe (cm)	12. IX	3. X	12. XI	prosjeck Mittelwerte	amplituda Amplitude
10	5,3	4,7	6,7	5,5	2,0
20	5,3	4,9	6,8	5,6	1,9
30	5,4	5,0	6,9	5,7	1,9
40	5,6	5,1	7,1	5,9	2,0
50	6,1	5,3	6,9	6,1	1,6
60	6,8	5,9	7,5	6,7	1,6
70	7,3	6,7	7,9	7,3	1,2
80	7,3	7,0	7,7	7,3	0,7
90	7,9	7,0	7,9	7,6	0,9
100	7,7	7,1	8,3	7,7	1,2

TAB. 18. Reakcija tla (pH) u asocijaciji *Cynosuretum* (Sesvete, 1958)
(Tab. 18. Bodenreaktion (pH) in d. Ass. *Cynosuretum* (Sesvete, 1958))

Dubina (cm) Bodentiefe (cm)	12. IX	3. X	12. XI	prosjeck Mittelwerte	amplituda Amplitude
10	5,0	4,9	6,6	5,5	1,7
20	—	5,5	7,7	6,2	1,5
30	5,2	6,2	7,2	6,2	2,0
40	6,6	6,5	7,7	6,9	1,2
50	7,4	6,6	7,4	7,1	0,8
60	7,6	6,9	7,9	7,4	1,0
70	7,4	6,9	7,7	7,3	0,8
80	7,4	7,1	8,0	7,5	0,5
90	7,7	7,0	8,0	7,5	1,0
100	7,6	7,1	7,9	7,5	0,8

TAB. 19. Reakcija tla (pH) u asoc. *Arrhenatheretum* (Sesvete, 1958)
(Tab. 19. Bodenreaktion (pH) in d. Ass. *Arrhenatheretum* (Sesvete, 1959))

Dubina (cm) Bodentiefe (cm)	12. IX	3. X	12. XI	prosjeck Mittelwerte	amplituda Amplitude
10	6,0	5,1	6,5	5,8	1,4
20	5,5	—	6,8	6,1	1,3
30	6,7	6,0	7,2	6,6	1,2
40	—	6,1	7,3	6,7	1,2
50	6,7	6,3	7,3	6,7	1,0
60	7,0	6,4	7,2	6,8	0,8
70	7,2	6,4	7,7	7,1	1,3
80	7,3	6,9	7,7	7,3	0,8
90	7,6	7,0	8,0	7,5	1,0
100	7,5	6,9	7,9	7,4	1,0

U svim trima asocijacijama vrijednost pH raste od površine prema dubljim slojevima. U površinskom sloju tlo pokazuje kiselu do slabo kiselu reakciju, a u dubljim slojevima neutralnu do slabo alkaličnu. Reakcija se mijenja i vremenski, pa su u sva tri navrata dobiveni drukčiji rezultati. Promjene teku, međutim, više-manje paralelno u svim trima asocijacijama. Naime, kad su zabilježene najmanje vrijednosti u jednoj asocijaciji, istodobno su zabilježene i u drugim dvjema. To je u skladu s rezultatima *Ellenberg* (1939) i *Schönhara* (1952). Amplitude su veće u površinskom sloju (gdje su, kao što smo prije vidjeli, i promjene ostalih faktora veće) nego u dubljim slojevima.

TAB. 20. Reakcija tla (pH) u asocijaciji *Deschampsietum*
(Tab. 20. Bodenreaktion (pH) in d. Ass. *Deschampsietum*)

Dubina (cm) Bodentiefe	Novska 3. IX	Ludina 5. IX	Deanovec 10. IX	Sesvete 12. IX	Slapno 21. IX	Zdenčina 27. IX	Križevci 30. IX 1958.
10	5,5	4,2	4,8	5,3	5,0	4,6	5,0
30	—	4,9	4,3	5,4	—	4,9	5,3
50	7,2	4,9	4,4	6,1	4,5	4,9	6,1
70	7,0	5,9	4,9	7,3	—	4,7	6,4
90	7,5	5,9	5,2	7,9	4,9	4,6	6,8
110	7,8	5,8	5,9	—	—	—	—
130	7,8	6,2	6,3	—	—	—	—
150	7,7	6,8	5,8	—	—	—	—
170	—	7,8	—	—	—	—	—

Na drugim lokalitetima mjerenja su izvršena samo prigodice i ne uvijek na čitavom profilu, pa nam nije moguće izvršiti brojnije komparacije, naročito za asocijacije *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum*. Nešto veći broj mjerenja na raznim dubinama izvršen je u asocijaciji *Deschampsietum*. Reakcija tla, kao što se vidi na tab. 20, dosta se razlikuje na raznim lokalitetima. To se moglo naslutiti već na temelju *Gračanin*ovih istraživanja džombastih tala, na kojima je ta asocijacija i najtipičnije razvijena. »Reakcija džomba može biti kisela, neutralna i alkalična« (*Gračanin*, 1951:28). To se iz navedenih podataka (a uzimajući u obzir čitavi profil tla) može isto reći i za asocijaciju *Deschampsietum*.

V. ZAKLJUČAK

U ovoj su raspravi prikazani rezultati višegodišnjih ekoloških istraživanja koja sam vršio u nizinskom području kontinentalne Hrvatske s ciljem da se utvrde bitne ekološke razlike među trima najvažnijim livadnim zajednicama tog područja. To su asocijacije *Arrhenatheretum elaticris* Br.-Bl. 1919, *Bromo-Cynosuretum cristati* H-ić 1930 i *Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930. Dosadašnjim istraživanjima postignuti su ovi najvažniji rezultati:

Komparativnim mikroklimatološkim mjerenjima u toku vegetacijske sezone utvrđeno je da među istraživanim zajednicama postoje vidljive mikroklimatske razlike.

Razlike su najveće u površinskom sloju tla, gdje je i najveća masa podzemnih dijelova biljaka, i u najdonjem sloju zraka, gdje je najveća masa nadzemnih dijelova biljaka. U dubljim slojevima tla i u višim slojevima zraka razlike su sve manje.

Međusobni odnos triju asocijacija s obzirom na istraživane faktore nije isti, niti su razlike jednake u svako doba vegetacijske sezone. Zbog toga je nužno vršiti komparativna istraživanja u toku čitave vegetacijske sezone, a prilikom uspoređivanja rezultata treba uvijek naglasiti u kojoj su fazi razvitka vegetacije izvršena mjerenja.

Najveće razlike ustanovljene su u režimu vode površinskog sloja tla. U tom pogledu asocijacija *Deschampsietum* posebno se razlikuje od asocijacija *Arrhenatheretum* i *Cynosuretum*, koje su međusobno mnogo sličnije.

U asocijaciji *Deschampsietum*, osim što voda u proljeću dugo stagnira na površini, tlo sadrži mnogo veću količinu vode nego u drugim dvjema asocijacijama. Krajem ljeta razlike se, međutim, smanjuju toliko da je količina vode procentualno povremeno ista ili čak i manja nego u asocijacijama *Cynosuretum* i *Arrhenatheretum*.

Asocijacija *Deschampsietum* ovisi uglavnom o rezervi vode koja je akumulirana u tlu u toku jeseni i zime, jer se utjecaj oborina na vlažnost tla za vrijeme vegetacijske sezone — zbog specifičnih svojstava džombastog tla — u površinskom sloju gotovo niti ne osjeća. Iz tih razloga količina vode u tlu smanjuje se konstantno do kraja ljeta. Budući da tlo sadrži veliku količinu ekološki inertne vode, ubrzo poslije prvog otkosa postaje u površinskom sloju »suho«. To se vrlo nepovoljno odražava na vegetaciju, pa se te livade kose najčešće samo jednom godišnje.

Naprotiv, u asocijacijama *Cynosuretum* i *Arrhenatheretum* vlažnost površinskog sloja tla podliježe stalnim kolebanjima u toku vegetacijske sezone, što je uvjetovano oborinskom vodom, koja ovdje znatno utječe na vlažnost. Osim toga, biljke mogu postojeću vodu u većoj mjeri iskoristiti jer tlo sadrži manju količinu inertne vode. Prema tome su uvjeti za razvitak vegetacije u tim dvjema asocijacijama mnogo povoljniji, što se očituje i u tome, da se livade toga tipa kose redovno dvaput godišnje, ponekad (naročito *Arrhenatheretum*) čak i triput, a samo izuzetno jedanput.

Utjecaj donje vode na razvitak triju istraživanih zajednica nije jednak na čitavom istraživanom području. Idući od zapada prema istoku, u nizinskom području značaj donje vode raste. U zapadnom dijelu područja klima je humidnija, pa biljke »podmiruju« svoje potrebe prvenstveno oborinskom vodom. Prema istoku klima postaje sve manje humidna, pa je vegetacija u većoj mjeri »upućena« na donju vodu.

Reakcija tla podliježe, kao i ostali ekološki faktori, stalnim promjenama u toku godine. Zbog toga se mogu dovoljno mjerodavno uspoređivati samo rezultati onih mjerenja, koja su obavljena istodobno. Promjene reakcije tla zbivaju se paralelno u svim trima zajednicama, ali po vrijednosti nisu jednake.

Prema izloženom, razlike u režimu vode u tlu možemo smatrati najbitnijim ekološkim razlikama između asocijacije *Deschampsietum caespitosae* H-ić, koja je u okviru razreda evropskih nizinskih livada (*Molinio-Arrhenatheretea* Tx) na temelju florističkog sastava izdvojena u zaseban red *Deschampsietalia* H-ić, s jedne strane, i asocijacija *Bromo-Cynosu-retum cristati* H-ić i *Arrhenatheretum elatioris* Br.-Bl., koje su zajedno u okviru sveze *Arrhenatherion* Br.-Bl. podređene redu *Arrhenatheretalia* Pawl., s druge strane.

Sistematska pripadnost istraživanih asocijacija dvjema različitim vegetacijskim jedinicama ima, prema tome, osim florističke i ekološku osnovu.

L I T E R A T U R A

- Arrhenius, O.*, 1922: Bodenreaktion und Pflanzenleben mit spezieller Berücksichtigung des Kalkbedarfs für die Pflanzenproduktion. Leipzig.
- Ascherson, P. und Graebner, P.*, 1896—1938: Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. Leipzig.
- Baier, W.*, 1952: Ergebnisse von Bodenfeuchteuntersuchungen in Stuttgart-Hohenheim. Ber. Dtsch. Wetterdienstes in der US-Zone, Nr. 37, Bad Kissingen.
- Braun-Blanquet, J.*, 1948/49: Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens. Vegetatio, Vol. I, 29—41, Den Haag.
- Braun-Blanquet, J.*, 1951: Pflanzensoziologie. Wien.
- Burgerstein, A.*, 1904: Die Transpiration der Pflanzen. Jena.
- Curtis, O. F. and Clark, D. G.*, 1950: An Introduction to Plant Physiology. New York — Toronto — London.
- Domac, R.*, 1950: Flora za određivanje i upoznavanje bilja. Zagreb.
- Eggler, J.*, 1950.: Pflanzenwelt und Bodensäure. Mitt. Naturwiss. Vereins für Steiermark, Band 77/78, Graz.
- Ellenberg, H.*, 1939: Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen, Heft 5, Hannover.
- Ellenberg, H.*, 1950: Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie, Band I, Stuttgart.
- Ellenberg, H.*, 1952a: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie, Band II, Stuttgart.

- Ellenberg, H.*, 1952b: Auswirkungen der Grundwassersenkung auf die Wiesen-
gesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig. Angew. Pflanzensoz.
6, Stolzenau/Weser.
- Ellenberg, H.*, 1954: Ueber einige Fortschritte der kausalen Vegetationskunde.
Vegetatio, Vol. V—VI, 199—211, Den Haag.
- Ellenberg, H.*, 1958: Bodenreaktion (einschliesslich Kalkfrage). Handb. d.
Pflanzenphysiologie, Band IV, 638—708, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Eskuche, U.*, 1955: Vergleichende Standortuntersuchungen an Wiesen im
Donauried bei Herbertingen. Jahreshfte d. Vereins für vaterländ. Na-
turkunde in Württemberg, 109. Jahrg., zweites Heft, 33—135, Stuttgart.
- Filzer, P.*, 1936: Untersuchungen über das Mikroklima in niederwüchsigen
Pflanzengesellschaften. B. B. C, Band 55 B, 301—346.
- Fiori, A.*, 1923—1929: Nuova flora analitica d'Italia. Vol. I—III, Firenze.
- Geiger, R.*, 1950: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der
Mikroklimatologie, III Aufl., Braunschweig.
- Görbing, J.*, 1926: Bodenreaktion und Kalkzustand. Berlin.
- Gračanin, M.*, 1941: Geneza džomba (Zur Genesis der Dschombenböden).
Poljopriv. nauč. smotra, 3, 53—63, Zagreb.
- Gračanin, M.*, 1950: Metodika ekoloških istraživanja tla. Prir. za tipol. istraž.
i kartir. veg., 89—207, Zagreb.
- Gračanin, M.*, 1951: Pedologija III dio (Sistematika tala). Zagreb.
- Gračanin, M.*, 1959: Prilog ekološkoj metodi određivanja inertne vode tla
(Ein Beitrag zur ökologischen Bestimmungsmethode des kritischen Was-
sergehaltes des Bodens). God. zbor. Filozof. fak. Prir.-mat. od., Kn. 10
(1957), No 9, 153—165, Skopje.
- Gračanin, M.*, 1960: Zur Begriffsbestimmung des »physiologischen« und des
»ökologischen« Verhaltens der Pflanzen (Prilog k određenju pojma »fi-
ziološkog« i »ekološkog« odnosa biljaka.) God. zbor. Filozof. fak. Prir.-mat.
od., Kn. 11 (1958), No 9, 87—93, Skopje.
- Hann-Süring, 1939*: Lehrbuch der Meteorologie. V Aufl. Leipzig.
- Hayek, A.*, 1927—1933: Prodromus florae peninsulae Balcanicae. Vol. I—III,
Berlin.
- Hegi, F.*: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band I—VII.
- Horn, G.*, 1954: Stand und Gang des Grundwassers und sein Einfluss auf die
Erträge. Angew. Pflanzensoz., 8, 130—136, Stolzenau/Weser.
- Horvat, I.*, 1931: Brdske livade i vrištine u Hrvatskoj (Die Berg- Wiesen und
Heiden in Kroatien.) Acta Bot., Vol. VI, 76—90, Zagreb.
- Horvat, I.*, 1939: Prilog poznavanju cretova u Hrvatskom Zagorju (Ein Beitrag
zur Kenntnis der Moore in Hrvatsko Zagorje). Hrv. geogr. glas., 8—9—10,
69—79, Zagreb.
- Horvat, I.*, 1942: Biljni svijet Hrvatske. Zemljopis Hrvatske II, 383—481,
Zagreb.
- Horvat, I.*, 1949: Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb.
- Horvatić, S.*, 1930: Soziologische Einheiten der Niederrungswiesen in Kroatien
und Slavonien. Acta Bot., Vol. V, 57—118, Zagreb.
- Horvatić, S.*, 1931a: Die verbreitetsten Pflanzengesellschaften der Wasser-
und Ufervegetation in Kroatien und Slavonien. Acta Bot., Vol. VI,
91—108, Zagreb.

- Horvatić, S.*, 1931b: Bilješke o nekim manje poznatim biljkama iz hrvatske flore (Notes sur quelques plantes peu connues dans la flore croate). Acta Bot., Vol. VI, 56—65, Zagreb.
- Horvatić, S.*, 1935: Neuer Beitrag zur Kenntnis der Leucanthemum-Formen in der Flora Jugoslaviens. Acta Bot., Vol. X, 61—100, Zagreb.
- Horvatić, S.*, 1939: Splošna primerjava vegetacije nižinskih travnikov Slovenije z ono Hrvatske i Slavonije. Zbor. Prir. društva, I zv., 40—43, Ljubljana.
- Horvatić, S.* 1954: Ilustrirani bilinar, Zagreb.
- Horvatić, S.*, 1961: Vegetacijska karta otoka Paga (s općim pregledom vegetacije Hrvatskoga primorja). Manuskript.
- Horvatić, S.* i *Mohaček, M.*, 1934: Tipovi livada i pašnjaka na otoku Pagu (Die Typen der Wiesen und Weiden auf der Insel Pag). Arhiv Min. poljopr., god. I, sv. 2, Beograd.
- Horvatić, S.* i *Tomažić, G.*, 1941: Travniška vegetacija reda *Arrhenatheretalia* v nižinskem pasu Slovenije. Zbor. Prir. društva, zv. 2, Ljubljana.
- Ilijanić, Lj.*, 1957: Ekološko-fitocenološka istraživanja livada u Hrvatskoj (Ökologisch-phytozoölogische Untersuchungen der Niederrungswiesen in Kroatien — Vorläufige Mitteilung). Acta Bot., Vol. XVI 109—112, Zagreb.
- Javorka, S.*, 1925: Magyar flora (Flora hungarica) I—II, Budapest.
- Javorka, S—Csapody, V.*, 1934: Magyar flora kepekben (Iconographia florum hungaricam). Budapest.
- Jost, L.*, 1917: Physiologie. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Jena.
- Kausch, W.*, 1954: Neuere Methoden zur Bestimmung der physiologisch wirksamen Bodenfeuchte. Angew. Pflanzensoz., 8, 117—126, Stolzenau-Weser.
- Keller, B.*, 1932: Die Methoden zur Erforschung der Ökologie der Steppen- und Wüstenpflanzen. Handb. d. biol. Arbeitsmeth., Abt. XI, Teil 6, 1—128, Berlin-Wien.
- Koch, W.*, 1926: Die Vegetationseinheiten der Linthebene. Jahrb. d. St. Gall. Naturwiss. Ges., Band 61, Teil II (1925), 1—144, St. Gallen.
- Kraus, G.*, 1911: Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena.
- Laatsch, W.*, 1954: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden und Leipzig.
- Lieth, H.*, 1958: Konkurrenz und Zuwanderung von Wiesenpflanzen. Ein Beitrag zum Problem der Entwicklung neu angelegten Grünlandes. Zeitschr. f. Acker- und Pflanzenbau, Band 106, Heft 2, 205—223, Berlin und Hamburg.
- Lundegardh, H.*, 1957: Klima und Boden. Fünfte Aufl., Jena.
- Maksić, B.*, 1950: Mikroklimatološka stanica za fitocenološka istraživanja. Prir. za tipol. istraž. i kartir. veg., 208—227, Zagreb.
- Mevius, W.*, 1927: Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. Naturwissenschaft und Landwirtschaft, Heft 11, Freising-München.
- Milosavljević, M.*, 1949: Meteorologija. Beograd.
- Molisch, H.*, 1930: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Sechste Aufl., Jena.
- Müller A.*, 1956: Über die Bodenwasser-Bewegung unter einigen Grünland-Gesellschaften des mittleren Westertales und seiner Randgebiete. Angew. Pflanzensoz., 12, Stolzenau/Weser.
- Müller-Stoll, W. R.*, 1935/1936: Ökologische Untersuchungen an Xerothermpflanzen des Kraichgaus. Zeitsch. f. Bot., Band 29, 161—253, Jena.
- Nikolić, S.-Antić, M.-Krištof, S.*, 1948: Praktikum iz agrikulturne kemije. Drugo izd., Beograd.

- Nitsche, H.*, 1937: Der Einfluss der Wurzelabkühlung auf Wasseraufnahme und Transpiration der Pflanzen. *Ö. B. Z.*, Band 86, 161—197, Wien.
- Oberdorfer, E.*, 1957.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Jena.
- Penzar, I.*, 1956a: Diskontinuitet na krivulji opadanja temperature u vedrim noćima. *Radovi Geofiz. inst.*, ser. III, br. 5, Zagreb.
- Penzar, I.*, 1956b: Mikroklimatološka istraživanja Geofizičkog instituta u kotaru Križevci 1953. god. *Radovi Geofiz. inst.*, ser. III, br. 7, Zagreb.
- Savezna uprava Hidrometeorološke službe FNRJ, 1952: Prilozi poznavanju klime Jugoslavije. 1. Temperatura, vetar i oblačnost 1925—1940, Beograd.
- Savezni hidrometeorološki zavod, 1957: Prilozi poznavanju klime Jugoslavije. 2. Padavine u Jugoslaviji 1925—1940, Beograd.
- Schönchar, S.*, 1952: Untersuchungen über die Korrelation zwischen der floristischen Zusammensetzung der Bodenvegetation und der Bodenazidität sowie anderen chemischen Bodenfaktoren. *Mitt. d. Vereins f. Forstl. Standortskartierung*, Nr 2, Stuttgart.
- Seifert, F.*, 1932: Boden und Bodenwasser. *Handb. d. biol. Arbeitsmeth.*, Abt. XI, Teil 5, 729—822, Berlin-Wien.
- Stocker, O.*, 1923: Klimamessungen auf kleinstem Raum an Wiesen-, Wald- und Heidepflanzen. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, Band 41, 145—150, Berlin.
- Thun, R., Herrmann, R., Knickmann, E.*, 1955: Die Untersuchung von Böden. *Handb. d. landwirtschaftl. Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch)*. Dritte Aufl., Radebeul und Berlin.
- Tüxen, R.*, 1954: Pflanzengesellschaften und Grundwasser-Ganglinien. *Angew. Pflanzensoz.*, 8, 64—98, Stolzenau/Weser.
- Uhlig, S.*, 1951: Die Untersuchung und Darstellung der Bodenfeuchte. *Ber. Dtsch. Wetterdienstes in der US-Zone*, Nr. 30, Bad Kissingen.
- Volk, H. O.*, 1930/1931: Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. *Zeitschr. f. Bot.*, Band 24, 81—185, Jena.
- Walter, H.*, 1926: Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. *Naturwissenschaft und Landwirtschaft*, Heft 9, Freising-München.
- Walter, H.*, 1931: Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung (Untersuchungen über den osmotischen Wert). Jena.
- Walter, H.*, 1932: Die Wasserverhältnisse an verschiedenen Standorten in humiden und ariden Gebieten. *B.B.C.*, Band 49 (Erg. Bd.), 495—514.
- Walter, H.*, 1950: Grundlagen des Pflanzenlebens. 3. Aufl., Stuttgart.
- Walter, H.*, 1951: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I Teil: Standortlehre. Stuttgart.
- Walter, H.*, 1954: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. II Teil: Arealkunde. Stuttgart.
- Warming, E. und Graebner, P.*, 1933: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Vierte Aufl., Berlin.
- Weaver, J. E. and Clements, F. E.*, 1938: *Plant Ecology*. Sec. Ed. New York and London.
- Wiegner, G.*, 1926: Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. Berlin.
- Zarzycki, K.*, 1958: Die wichtigsten Grünlandgesellschaften des oberen Weichseltales und die Grundwasser-Ganglinien. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, Vol. XXVII, Nr 3, 383—428, Warszawa.

TABELA I

Asocijacija *Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930

Broj snimke (Nr. d. Aufnahme)	1	2	3	4
Lokalitet (Lokalität)	Slapno	Draga- nići	Sesvete	Petrovo Selo
Datum	19. VI 1957.	22. VII 1957.	25. VI 1957.	3. VII 1957.
Veličina snimke m ² (Grösse d. Aufnahmefläche m ²)	25	25	25	25
Svojtvene vrste asocijacije: (Charakterarten der Assoziation:)				
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.	1.2	2.2	3.2	3.2
<i>Gratiola officinalis</i> L.	1.1	1.1	1.1	2.1
<i>Juncus effusus</i> L.	1.2	1.2	1.2	.
<i>Carex nemorosa</i> Rebernt.	.	.	1.2	1.2
<i>Inula salicina</i> L.	.	.	.	+1
Svojtvene vrste sveze Deschampsion i reda Deschampsietalia: (Charakterarten des Verbandes <i>Deschampsion</i> und der Ordnung <i>Deschampsietalia</i>)				
<i>Lotus tenuifolius</i> Rchb.	+1	1.1	1.1	+1
<i>Succisella inflexa</i> (Kluck) Beck	(+1)	+1	+1	+1
<i>Cardamine pratensis</i> L.	1.1	+1	1.1	.
<i>Ranunculus flammula</i> L.	+1	+1	.	.
<i>Trifolium hybridum</i> L.	.	.	1.1	+1
<i>Leucoum aestivum</i> L.	.	.	+2	.
<i>Orchis palustris</i> Jacq.	.	.	+1	.
<i>Teucrium scordium</i> L.	.	.	.	+1
Svojtvene vrste razreda Molinio-Arrhenatheretea: (Charakterarten der Klasse <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> :)				
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Trifolium patens</i> Schreb.	+1	+1	1.1	+1
<i>Lychnis flos cuculi</i> L.	+1	+1	1.1	+1
<i>Holcus lanatus</i> L.	2.1	1.1	+1	.
<i>Ranunculus acer</i> L.	1.1	+1	1.1	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	+1	1.1	+1	.
<i>Trifolium pratense</i> L.	+1	+1	1.1	.
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	+1	.	+1	+1
<i>Carex hirta</i> L.	.	1.1	+1	+1
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	+1	+1	+1
<i>Juncus articulatus</i> L.	1.1	.	+1	.
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	1.1	.	+1	.
<i>Bromus racemosus</i> L.	+1	.	+1	.

<i>Cynosurus cristatus</i> L.	.	+1	+1	.
<i>Rumex acetosa</i> L.	+1	.	+1	.
<i>Serratula tinctoria</i> L.	+1	.	+1	.
<i>Poa trivialis</i> L.	.	.	+1	+1
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1.1	.	.	.
<i>Succisa pratensis</i> Mnch.	.	.	+1	.
<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis	.	.	+1	.
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	.	.	+1	.
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	.	.	+1	.
<i>Leucanthemum leucolepis</i> (Briq. et Cav.) H-ic	.	.	+1	.
<i>Carex distans</i> L.	.	.	+1	.
<i>Cirsium canum</i> (L.) M. B.	.	.	+1	.
<i>Trifolium repens</i> L.	.	.	+1	.
Pratilice:				
(Begleiter:)				
<i>Ranunculus repens</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1.1	+1	+1	.
<i>Rumex crispus</i> L.	+1	+1	1.1	.
<i>Galium palustre</i> L.	+1	.	+1	+1
<i>Lythrum salicaria</i> L.	.	+1	+1	+1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+1	.	.	+1
<i>Ajuga reptans</i> L.	.	+1	+1	.
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mer.	+1	1.1	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> L.	1.1	.	.	.
<i>Myosotis palustris</i> Roth.	+1	.	.	.
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliot	+1	.	.	.
<i>Taraxacum palustre</i> Lam. et DC.	.	.	1.1	.
<i>Agrostis alba</i> L.	.	.	+1	.
<i>Carex brizoides</i> L.	.	.	+2	.

TABELA II

Asocijacija *Bromo-Cynosuretum cristati* H-ić 1930

Broj snimke (Nr. d. Aufnahme) Lokalitet (Lokalität)	1 Ozalj	2 Mahično	3 Se- svete	4 Nova Gradiška	5 Lju- pina
Datum	16. VI 1955.	20. VI 1957.	25. VI 1957.	12. VI 1957.	13. VI 1957.
Veličina snimke m ² (Grösse d. Aufnahmefläche m ²)	25	25	25	30	100
Svojtvene vrste asocijacije: (Charakterarten der Assoziation:)					
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	2.1	2.1	2.1	2.1	3.2
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	+1	1.1	(+1)	+1	.
<i>Trifolium patens</i> Schreb.	2.2	.	2.1	+1	.
<i>Poa trivialis</i> L.	+1	+1	1.1	.	.
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	.	.	1.1	.	.
Svojtvene vrste sveze Arrhenatherion i reda Arrhenatheretalia: (Charakterarten des Verbandes <i>Arrhenatherion</i> und der Ordnung <i>Arrhenatheretalia</i> :)					
<i>Rumex acetosa</i> L.	1.1	+1	+1	1.1	+1
<i>Centaurea jacea</i> L.	+1	+1	+1	+1	.
<i>Ononis hircina</i> Jacq.	(+1)	.	1.1	.	+1
<i>Daucus carota</i> L.	1.1	+1	1.1	.	.
<i>Crepis biennis</i> L.	.	.	+1	.	.
Svojtvene vrste razreda Molinio-Arrhenatheretea: (Charakterarten der Klasse <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> :)					
<i>Bromus racemosus</i> L.	1.1	2.1	2.1	1.1	1.1
<i>Trifolium pratense</i> L.	3.2	1.1	1.1	+2	1.1
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Leucanthemum leucolepis</i> (Briq. et Cav.) H-ić	1.1	1.1	+1	.	1.1
<i>Lotus tenuifolius</i> Rchb.	1.1	+1	1.1	1.1	+1
<i>Poa pratensis</i> L.	+1	+1	+1	1.1	1.1
<i>Ranunculus acer</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	.
<i>Lychnis flos cuculi</i> L.	1.1	.	1.1	1.1	+1
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	1.1	+1	1.1	1.1	.
<i>Holcus lanatus</i> L.	3.2	1.1	1.1	.	.
<i>Carex hirta</i> L.	+1	+1	1.1	.	.
<i>Trifolium repens</i> L.	1.1	+1	1.1	.	.
<i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	+1	+1	.	+1	.
<i>Gratiola officinalis</i> L.	(+1)	+1	.	+1	.
<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis	+1	.	1.1	+1	.
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	+1	1.1	+1	.

<i>Phleum pratense</i> L.	.	+1	+1	.	+1
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	.	.	1.1	1.1	2.1
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	+1	+1	+1
<i>Moenchia mantica</i> (Torn.) Bartl.	.	.	+1	+1	+1
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1.1	.	.	+1	.
<i>Succisa pratensis</i> Mch.	+1	.	(+1)	.	.
<i>Alectorolophus</i> sp. div.	+1	.	.	1.1	.
<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	.	1.1	+1	.
<i>Oenanthe media</i> Gris.	.	.	+1	.	+1
<i>Cirsium canum</i> (L.) M. B.	.	.	.	+1	+1
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.	+2
<i>Carex distans</i> L.	.	.	.	+1	.
Pratilice:					
(Begleiter:)					
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Galium palustre</i> L.	+1	.	+1	+1	1.1
<i>Ajuga reptans</i> L.	+1	.	+1	+1	1.1
<i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>euornicul.</i>	.	1.1	1.1	.	1.1
<i>Senecio jacobaea</i> L.	(+1)	+1	.	.	.
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mer.	+1	+1	.	.	.
<i>Galium verum</i> L.	+1	.	+1	.	.
<i>Briza media</i> L.	+1	.	+1	.	.
<i>Agrostis alba</i> L.	.	+1	.	+1	.
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	.	.	1.1	.	+1
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	.	+1	.	+1
<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+1	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	.	+1	.	.	.
<i>Rumex crispus</i> L.	.	.	1.1	.	.
<i>Lolium perenne</i> L.	.	.	+1	.	.
<i>Medicago lupulina</i> L.	.	.	+1	.	.
<i>Bellis perennis</i> L.	.	.	.	+1	.
<i>Stellaria graminea</i> L.	.	.	.	+1	.

TABELA III

Asocijacija *Arrhenatheretum elatioris* Br.-Bl. 1919

Broj snimke (Nr. d. Aufnahme) Lokalitet (Lokalität) Datum	1 Ozalj 19. VI 1956.	2 Mahično 20. VI 1957.	3 Sesvete 27. VI 1957.
Veličina snimke m ² (Grösse d. Aufnahmefläche m ²)	25	20	25
Svojtstvene vrste asocijacije: (Charakterarten der Assoziation:)			
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) M. K.	2.2	3.2	3.2
<i>Ononis hircina</i> Jacq.	1.2	(+1)	+2
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. B.	1.1	.	2.2
<i>Pastinaca sativa</i> L.	1.1	2.1	.
Svojtstvene vrste sveze Arrhenatherion i reda Arrhenatheretalia: (Charakterarten des Verbandes <i>Arrhenatherion</i> und der Ordnung <i>Arrhenatheretalia</i> :)			
<i>Daucus carota</i> L.	2.1	1.1	1.1
<i>Crepis biennis</i> L.	1.1	+1	1.1
<i>Poa trivialis</i> L.	1.1	+1	.
<i>Rumex acetosa</i> L.	+1	+1	1.1
<i>Centaurea jacea</i> L.	1.1	.	+1
<i>Gallium mollugo</i> L.	.	1.1	1.2
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	+1	.	.
Svojtstvene vrste razreda Molinio-Arrhenatheretea: (Charakterarten der Klasse <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> :)			
<i>Leucanthemum leucolepis</i> (Briq. et Cav.) H-ic	1.1	+1	1.1
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	+1	+1	+1
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	1.1	+1	.
<i>Holcus lanatus</i> L.	3.2	.	1.1
<i>Trifolium pratense</i> L.	1.1	.	1.1
<i>Alectorolophus</i> sp. div.	1.1	.	1.1
<i>Potentilla reptans</i> L.	.	1.1	+1
<i>Cerastium caespitosum</i> Gilib.	.	+1	1.1
<i>Bromus racemosus</i> L.	1.1	.	.
<i>Moenchia mantica</i> (Torn.) Bartl.	.	.	1.1
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	.	.	1.1
<i>Poa pratensis</i> L.	.	.	1.1
<i>Bromus mollis</i> L.	.	.	1.1
<i>Trifolium repens</i> L.	.	.	+1
<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis	.	.	+1

Pratilice:
(Begleiter:)

<i>Galium verum</i> L.	1.1	+1	1.1
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+1	1.1	+1
<i>Achillea millefolium</i> L.	+1	+1	1.1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	+1	+1	+1
<i>Medicago lupulina</i> L.	+1	+1	+1
<i>Stenactis annua</i> (L.) Nees	1.1	1.1	.
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	1.1	.	1.1
<i>Plantago lanceolata</i> L.	1.1	.	1.1
<i>Bellis perennis</i> L.	+1	.	1.1
<i>Lotus corniculatus</i> L. ssp. <i> eucorniculatus</i>	1.1	.	+1
<i>Medicago sativa</i> L.	+1	.	+1
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	+1	.	1.1
<i>Salvia pratensis</i> L.	.	+1	1.1
<i>Briza media</i> L.	1.1	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1.1	.	.
<i>Equisetum arvense</i> L.	.	+1	.
<i>Scabiosa agrestis</i> W. K.	.	+1	.
<i>Galium cruciata</i> (L.) Scop.	.	+1	.
<i>Verbena officinalis</i> L.	.	+1	.
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	.	+1	.
<i>Salvia verticillata</i> L.	.	+1	.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	.	+1	.
<i>Echium vulgare</i> L.	.	+1	.
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L) Beauv.	.	+1	.
<i>Medicago falcata</i> L.	.	.	+1
<i>Lolium perenne</i> L.	.	.	+1
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	.	+1
<i>Geranium dissectum</i> Jusl.	.	.	+1
<i>Stellaria graminea</i> L.	.	.	+1
<i>Vicia sepium</i> L.	.	.	+1
<i>Ajuga reptans</i> L.	.	.	+1
<i>Picris hieracioides</i> L.	.	.	1.1
<i>Rumex crispus</i> L.	.	.	+1
<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	.	+1

ZUSAMMENFASSUNG

BEITRAG ZUR KENNTNIS DER ÖKOLOGIE EINIGER NIEDERUNGSWIESENTYPEN
KROATIENS

Ljudevit Ilijanić

In der vorliegenden Abhandlung* werden die Ergebnisse mehrjähriger ökologischer Untersuchungen des Verfassers dargestellt, die sich auf Wiesen-Gesellschaften *Arrhenatheretum elatioris* Br.—Bl. 1919, *Bromo-Cynosuretum cristati* H-ic 1930 und *Deschampsietum caespitosae* H-ic 1930 einiger Niederungsgebiete Nordkroatiens (Abb. 1) beziehen.

Diese Untersuchungen umfassen in erster Linie zwei Gruppen ökologischer Faktoren: 1) die mikroklimatischen Verhältnisse (Boden- und Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Verdunstungskraft der Atmosphäre) und 2) den Wasserhaushalt des Bodens (Bodenfeuchtigkeit, Menge des ausnutzbaren Wassers, Welkungskoeffizient und Grundwasser). Das hauptsächlichliche Forschungsgebiet war die Umgebung von Sesvete (bei Zagreb). Dort wurden im Laufe der Vegetationszeit an drei ungefähr 50 m voneinander entfernten Beständen der obgenannten Wiesentypen (Tab. I, Aufn. 3; Tab. II, Aufn. 3; Tab. III, Aufn. 3) zahlreiche vergleichende Messungen vorgenommen.

Die bisherigen Untersuchungen führten zu den folgenden wichtigsten Ergebnissen:

Die vergleichenden mikroklimatischen Messungen zeigten, dass zwischen den drei untersuchten Wiesengesellschaften auffallende mikroklimatische Unterschiede bestehen.

Am grössten sind diese Unterschiede in der untersten Luftschicht mit der dort überwiegenden Masse der oberen Pflanzenteile, sowie auch in der oberen Bodenschicht, wo sich auch die Hauptmasse der unteren Pflanzenteile befindet. In tieferen Boden- und höheren Luftschichten nehmen die Unterschiede allmählich ab.

Mit Rücksicht auf die untersuchten Faktoren sind die gegenseitigen Beziehungen dieser drei Assoziationen während der ganzen Vegetationszeit verschieden. Daher ist es notwendig vergleichende Untersuchungen zur Zeit der ganzen Vegetationszeit durchzuführen.

Zu Beginn des Frühlings, so lange sich die aktive Oberfläche teilweise noch an der Bodenoberfläche selbst, bzw. an den untersten ebenerdigen Pflanzenteilen befindet, beobachtete man tagsüber, zur Zeit der stärksten Einstrahlung im *Arrhenatheretum* die schnellste Erwärmung der Bodenoberfläche, während sie im *Deschampsietum* am langsamsten vonstatten ging (Abb. 3, Tab. 1). Das *Cynosuretum* steht in dieser Hinsicht zwischen

* Diese Abhandlung stellt gekürzte Wiedergabe eines Abschnittes der im Jahre 1959 zur Erlangung der Doktorwürde vom Verfasser im Botanischen Institut der Naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät der Universität Zagreb unter Leitung von Prof. Dr. S. Horvatic ausgearbeiteten Inaugural-Dissertation »Ökologisch-phytozoologische Untersuchungen der Niederungswiesen Kroatiens« dar.

den beidgenannten Assoziationen, jedoch in unmittelbarer Nähe der ersten. Auch die Verdunstungskraft der Atmosphäre war im *Arrhenatheretum* die stärkste und im *Deschampsietum* die schwächste (Tab. 6).

Im Mai, wenn die Vegetation schon üppig entwickelt ist, ändern sich die mikroklimatischen Verhältnisse. Die aktive Oberfläche befindet sich nunmehr in der Vegetationsschicht 20 (30)—50 cm über der Erdoberfläche. Hier herrscht ein extremeres Mikroklima als in der Schicht bis 10 cm oder an der Bodenoberfläche (Abb. 4, 5, 6, 14). Es ändern sich auch die Beziehungen zwischen den Assoziationen selbst. Im Gegensatz zu April, wurde tagsüber zur Zeit der Einstrahlung im *Deschampsietum* die rascheste und im *Arrhenatheretum* die langsamste Erwärmung der obersten Bodenschicht (in 5 und 10 cm Bodentiefe) gemessen (Abb. 11, 12). Auch hinsichtlich der Verdunstung änderten sich die Verhältnisse. Im *Cynosuretum* konnten die höchsten maximalen Werte, im *Deschampsietum* geringere und im *Arrhenatheretum* die niedrigsten verzeichnet werden (Tab. 7).

Nach der ersten Mahd — wenn die Pflanzendecke beseitigt ist und die aktive Oberfläche sich abermals an der Bodenoberfläche befindet — sind die Erwärmungsbedingungen des Bodens relativ die gleichen wie zu Beginn der Vegetationszeit. Die Erwärmung der Bodenoberfläche (und der Oberflächenschicht) erfolgt wieder im *Arrhenatheretum* am schnellsten, langsamer im *Cynosuretum* und im *Deschampsietum* am langsamsten (Abb. 19). Zur Zeit der nächtlichen Ausstrahlung, bzw. immer wenn die Ausstrahlung überwiegt, ist auch die Bodenabkühlung im *Arrhenatheretum* die schnellste. Mit anderen Worten herrschen im *Arrhenatheretum* im Vergleich mit zwei anderen untersuchten Wiesen (in der Oberflächenschicht und in der an den Boden grenzenden Luftschicht), unmittelbar nach der ersten Mahd, sowie zu Beginn der Vegetationszeit die extremsten Temperaturverhältnisse. (Das heisst aber nicht, dass auch die Lebensbedingungen hier die schlechtesten seien).

Obwohl die Verhältnisse hinsichtlich der Bodenerwärmung relativ die gleichen, wie zu Beginn des Frühlings sind, besteht jedoch ein wesentlicher Unterschied darin, dass die Temperaturen jetzt weitaus höher sind. Die Pflanzendecke wird durch die Mahd entfernt, und die Bodenfeuchtigkeit nähert sich ihrem niedrigstem Werte. All das wirkt, vornehmlich an jenen Flächen, die unmittelbar vor dem Eintritt der maximalen Jahrestemperaturen abgemäht werden, ungünstig auf die Vegetation.

Auf diesen Flächen ist das Mikroklima viel extremer als dort wo die Heuernte früher erfolgte (Abb. 18). Es wäre also, von diesem Standpunkt aus betrachtet, äusserst wichtig, die Heuernte je eher, etwa schon Mitte Juni durchzuführen. Der Boden ist bei bedeutend niedrigeren Temperaturen im Juni im untersuchten Gebiete allgemein feuchter, als im Juli. Demzufolge kann sich also die unterste Vegetationsschicht nach erfolgter Mahd bis zu Beginn der maximalen Jahrestemperaturen unter bedeutend günstigeren mikroklimatischen Bedingungen entwickeln. Dadurch wird

bis zu Beginn der Sommerhitze die Blattoberfläche (gleichzeitig auch die aktive Oberfläche) vielfach vergrössert, extreme Temperaturen werden aber auf diese Weise gemildert. »Sobald nämlich der Boden von Pflanzen ganz bedeckt ist, werden die Sonnenstrahlen von den Blättern zurückgehalten und gelangen nur zum geringsten Teil bis zur Bodenoberfläche« (W a l t e r, 1951 : 26). Da mehr Wärme zur Transpiration verbraucht wird, werden auch die Temperaturverhältnisse der untersten Luftschicht gemildert, ebenso wie Schwankungen der Luftfeuchtigkeit bzw. des Sättigungsdefizites.

Unter den drei untersuchten Wiesengesellschaften wurden allerdings die grössten Unterschiede im Wasserhaushalt des Bodens festgestellt. Das *Deschampsietum* unterscheidet sich in dieser Hinsicht besonders vom *Arrhenatheretum* und *Cynosuretum*, die untereinander mehr Ähnlichkeit aufweisen.

Im *Deschampsietum* enthält der Boden bis zur ersten Mahd in der Oberflächenschicht eine bedeutend grössere Wassermenge als in den beiden übrigen Gesellschaften (Abb. 30). Gegen Sommerende verringern sich dagegen die Unterschiede dermassen, dass die Wassermenge zeitweilig prozentuell die gleiche oder noch geringer als im *Cynosuretum* und *Arrhenatheretum* ist. Das *Deschampsietum* hängt nämlich grösstenteils von der im Laufe des Herbstes und des Winters im Boden angesammelten Wasserreserve ab. Der Niederschlagseinfluss auf die Bodenfeuchtigkeit während der Vegetationszeit ist — wegen der spezifischen Eigenschaften des Dschombenbodens (Bultenbodens) auf dem diese Wiesengesellschaft vorkommt — in der Oberfläche kaum bemerkbar (Abb. 31). Daher nimmt auch die Wassermenge in der Wurzelschicht bis zum Sommerende stetig ab. Da der Boden (vor allem in der Oberflächenschicht) grosse ökologisch inerte Wassermengen enthält (Tab. 10), tritt nach der ersten Mahd in der oberen Schicht »Dürre« ein. Das wirkt äusserst ungünstig auf die Vegetation, so dass derartige Wiesen zumeist einmal jährlich gemäht werden können.

Im *Cynosuretum* und *Arrhenatheretum* hingegen, unterliegt die Bodenfeuchtigkeit der Oberflächenschicht während der ganzen Vegetationszeit ständigen Schwankungen. Diese Erscheinung ist auf das Niederschlagwasser, das hier auf die Feuchtigkeitserhöhung bedeutenden Einfluss hat, zurückzuführen (Abb. 31). Der Boden enthält eine geringere Menge inerten Wassers, als im *Deschampsietum* (Tab. 11, 12), und die Pflanzen sind imstande, das vorhandene Wasser reichlicher aufzunehmen. Es zeigt sich also, dass die vorhandenen Lebensbedingungen für die Pflanzen in diesen beiden Assoziationen weit günstiger sind; bestätigt wird das durch die Tatsache, dass diese Wiesen regelmässig zweimal jährlich, manchmal (besonders das *Arrhenatheretum*) sogar auch dreimal und nur in vereinzelt Fällen einmal gemäht werden können.

Die Grundwassereinwirkung ist auf die untersuchten Wiesengesellschaften innerhalb des ganzen Gebietes nicht die gleiche. Die Bedeutung des Grundwassers ist vom Westen in östlicher Richtung im Anstieg. Im

westlichen Teil zeichnet sich das Klima durch grössere Feuchtigkeit aus, so dass die Pflanzen ihren Bedarf vorwiegend aus dem Niederschlagswasser »decken« können. Weiter ostwärts ist das Klima weniger humid und daher ist die Vegetation hier in grösserem Mass vom Grundwasser abhängig.

Die Bodenreaktion unterliegt, ebenfalls wie auch die übrigen ökologischen Faktoren, steten Veränderungen (Tab. 17, 18, 19). Diese finden mehr oder weniger parallel in allen drei Gesellschaften statt.

Auf Grund des Angeführten können die Unterschiede im Wasserhaushalt des Bodens als die wichtigsten ökologischen Unterschiede zwischen der Assoziation *Deschampsietum caespitosae* H-ic einerseits, und den Assoziationen *Bromo-Cynosuretum cristati* H-ic und *Arrhenatheretum elatioris* Br.—Bl. anderseits betrachtet werden.

Demgemäss hat die Unterordnung der Assoziation *Deschampsietum* zu einem besonderen Vegetationsverband (*Deschampsion* H-ic) bzw. einem besonderen Ordnung (*Deschampsietalia* H-ic) ausser der floristischen auch eine ökologische Grundlage.