

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 24.06.2002.
Prihvaćeno - *Accepted*: 09.10.2002.

UDK: 630* 114.2 (001)

Ivan Pilaš
Boris Vrbek

VLAŽNOST I VODOZRAČNI ODNOSI U TLU NA STANIŠTIMA IZVAN POPLAVNE ZONE ŠUME ŽUTICA

SOIL MOISTURE AND AIR-WATER RELATIONS IN SOILS OF SITES OUTSIDE THE FLOOD ZONE OF FOREST ŽUTICA

SAŽETAK

Istraživanje je obavljeno u dijelu Šume "Žutica" u kojem ektodinamičke smjene šumskih zajednica pokazuju dominantni trend zamočvarivanja staništa. Zamočvarivanje, odnosno degradacija, staništa vrlo je izražena na području izvan poplavne zone unutar šumske zajednice hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938) gdje dolazi do nadiranja crne johe (*Alnus glutinosa* Gertn.) na lužnjakova staništa. Problem, osim izrazito šumskogospodarske naravi (velika sredstva koja se troše na sanaciju takvih staništa radi ponovne uspostave prvobitne vegetacije), ima izrazit ekološki karakter zbog narušavanja ravnoteže prirodnih ekosustava i svih općekorisnih funkcija koje ti ekosustavi imaju. Radi utvrđivanja uzroka narušavanja stabilnosti staništa obavljeno je istraživanje dinamike vlažnosti tla kroz vegetacijsko razdoblje te pedofizikalnih svojstava na staništima s različitim stupnjem degradacije. Praćenjem je obuhvaćena toposekvencu na kojoj je izabrano šest ploha i to od najstabilnijeg staništa hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Rauš 1971.) gdje su promjene neznatne, preko staništa šume hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom s različitim stupnjem narušenosti staništa pa do šume crne johe s trušljikom (*Frangulo alnetum glutinosae* Rauš 1971), gdje su prilike najnepovoljnije. Determinirani su tipovi tala pseudoglej, pseudoglej glej te močvarno glejno amfiglejno tlo. Utvrđene su znatne razlike u vlažnosti tla između lokaliteta te u trajanju mokre faze koja se u površinskim horizontima tala kreće između 25% i 92%.

Ključne riječi: vlažnost tla, *Carex brizoides*, žutica

UVOD

INTRODUCTION

U nizinskim šumskim ekosustavima jedan od presudnih čimbenika za formiranje šumskih zajednica je vodni režim, ponajprije poplavna i podzemna voda (RAUŠ 1993). Ektodinamičke smjene šumskih zajednica su u posljednjih nekoliko desetljeća ubrzane čestim promjenama vodnog režima. Vodni režim možemo definirati kao sveukupnu dinamiku promjena kvantitativnih i kvalitativnih osobina voda i njihovog odnosa s okolinom. Kao vrlo čest uzrok smanjene količine vode kod hidromorfni tala nizinskih ekosustava navode se veći hidrotehnički zahvati, tj. umjetno kanaliziranje prirodnih tokova ili iskop novih kanala. Osim sniženja podzemne vode prisutan je u pojedinim slučajevima, zbog osobina nizinskih tipova tala, i trend kvantitativnog povećanja gornje vode što je okarakterizirano kao zamočvarenje staništa. Zamočvarenje staništa, uz pad podzemne vode, označeno je kao neposredan uzrok sušenja te promjena staništa hrasta lužnjaka u šumi Turopoljski lug (MATIĆ i SKENDEROVIĆ 1993, VUKELIĆ i RAUŠ 1993, MAYER 1995, PRPIĆ i dr. 1994).

Od nizinskih šuma zapadne posavine, šuma "Žutica" predstavlja ekosustav u kojem su se u nekoliko proteklih desetljeća dogodile izrazite promjene prirodnog karaktera staništa te gdje su primijećene najizrazitije ektodinamičke smjene šumskih zajednica. Prema fitocenološkim istraživanjima (BARIČEVIĆ 1998), utvrđeno je kako u nekim dijelovima šume na snimkama dolazi do pojave flornog sastava koji indicira narušene stanišne prilike zbog suviška vode u tlu. Takvi negativni trendovi najuočljiviji su u dijelu šume "Žutica" gdje dominira subasocijacija hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938), na čije se područje izrazito raširila šuma crne johe s trušljikom (*Frangulo alnetum glutinosae* Rauš 1968). BARIČEVIĆ (1998) napominje kako je usporedbom današnjeg rasporeda vegetacije u šumi Žutica i stanja prije 25 godina (MEDVEDOVIĆ 1985), subasocijacija na većem dijelu u regresiji dok je progresija zamjetna na daleko manjoj površini. Sukcesija vegetacije najizraženija je na površinama na kojima je došlo do sušenja hrasta lužnjaka ali je također prisutno vertikalno širenje vrsta kao što je *Carex brizoides*, na suša staništa hrasta lužnjaka i običnoga graba. Kao rezultat ovih promjena došlo je do izdvajanja subasocijacije hrasta lužnjaka i velike žutilovke s običnim grabom (*Genisto elatae quercetum roboris carpinetosum betuli*) koju BARIČEVIĆ (2002) navodi kao rezultat sušenja hrasta lužnjaka.

Obavljeno istraživanje ima za cilj utvrditi vodozračne prilike na pojedinim staništima u kojima pridolazi šumska zajednica hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938) i to u različitim stadijima progresije, odnosno regresije, prilike kod kojih dolazi do sukcesije vegetacije prema šumi johe s trušljikom (*Frangulo- Alnetum glutinosae* Rauš 1968) te prilike koje su karakteristične za pojavu zajednice hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris* /Anić 1959/ Rauš 1969). Zadatak istraživanja ponajprije je vezan uz utvrđivanje pedofizikalnih svojstava, dinamike vlažnosti te ekoloških stanja vode u tlu.

METODE ISTRAŽIVANJA

RESEARCH METHODS

Šest stajališta (P1-P6) izabrano je tako što je povučen transekt kroz odjele 144. i 145. u kojima se, prema fitocenološkoj karti 1:25000 (Baričević 1998) nalaze zajednice hrasta lužnjaka i običnoga graba, hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem i šuma crne johe s trušljikom. Pretpostavka je kako na tako malo površini različit florni sastav ponajprije dolazi zbog razlika u vodozračnim odnosima tala te njihovim pedofizikalnim svojstvima. Tri stajališta predstavljaju tipičnu sliku u tipološkom pogledu, dok se ostala tri nalaze na prijelazu.

Istraživanja flornog sastava obavljena su uobičajenom metodom kombinirane procjene abundacije i pokrovnosti te socijalibiliteta prema Braun-Blanquetu. Plohe na kojima je obavljeno fitocenološko snimanje bile su kružnog oblika radijusa 12,5 m, odn. oko 500 m².

Na stajalištima (P1-P6) obavljeno je:

- Tjedno uzimanje uzoraka tla radi određivanja trenutačne vlažnosti na dubinama 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm, 80-100 cm i 100-120 cm holandskim svrdlom.
- Opis i pedotaksonomsko određivanje tla uz uzimanje uzoraka u narušenom stanju za mehaničke analize (uzorci nisu uzeti po genetičkim horizontima nego svakih 20 cm dubine kao i kod uzoraka za trenutačnu vlažnost).
- Uzimanje uzoraka u nenarušenom stanju u Kopecky valjcima na dubinama od 10 , 30 , 50 , 70 , 90 i 110 cm.

U pedološkom laboratoriju Šumarskog instituta napravljene su sljedeće analize tla:

- Mehanički sastav pipet metodom nakon tretmana u natrij pirofosfatu
- Trenutačna vlažnost u volumnim postocima gravimetrijskom metodom sušenjem 24 sata u sušioniku na 105 C
- Volumna gustoća (V_g) u Kopecky valjcima
- Gustoća krute faze (K_g) rađena je prema Albert-Bogsovoj metodi
- Određivanje retencije vlage tla pri 0,1; 0,3 i 1,0 bara u tlačnom ekstraktoru od 5 bara, a pri 6,25 i 15 bara u tlačnom ekstraktoru od 15 bara i to u neporemećenom stanju u Kopecky valjcima.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

RESEARCH RESULTS

Ploha PI izabrana je zbog svog položaja na prijelazu između nize i grede. Na njoj su istraživane granične prilike koje dolaze između dviju šumskih zajednica odnosno zajednice hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris* /Anić 1959/Rauš1969) i subasocijacije hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938) (Fotografija 1).

Ploha PII prema flornom sastavu indicira vlažnije stanište od plohe PI tzv. vlažnu gredu. U sloju drveća prevladavaju hrast lužnjak i obični grab uz nešto primjesa johe. Za ovu snimku interesantno je izrazito smanjenje brojnosti vrste *Carex brizoides* u jesen na kraju dužeg perioda bez većih oborina tako da vegetacijska slika tada otprilike podsjeća na šumu hrasta lužnjaka i običnog graba (Fotografija 2.)

Ploha PIII dolazi na ocjeditom položaju na gredi. Ploha predstavlja izrazitu sliku vegetacije na gredi koju čini zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris typicum* Rauš 1971) s hrastom i grabom u sloju drveća i s brojom mezofilnom vegetacijom u prizemnom sloju (Fotografija 3.)

Ploha PIV predstavlja tipičnu sliku zajednice hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938). Na njoj je karakteristična izrazita brojnost *Carex brizoides* kao razli-



Fotografija 1. - Photo 1
Stanište na prijelazu između zajednice hrasta lužnjaka i običnoga graba i subasocijacije hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem
Site located on transition area between peduncled oak and common hornbeam and subassociation of peduncled oak and green weed with quaking sedge



Fotografija 2. – *Photo 2*
Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s običnim grabom
Forest of peduncled oak and green weed with common hornbeam

kovne vrste za tu subasocijaciju, s pokrovnošću od 100% i mali broj ostalih vrsta u sloju prizemnog rašća. (Fotografija 4).

Ploha PV nalazi se na prijelazu između zajednica hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem. Prema vegetacijskoj slici možemo reći kako je na njoj prisutna izrazita narušenost stanišnih prilika nastala regresijom zajednice hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem. To je najuočljivije u sloju drveća u kojem se više ne pojavljuje hrast lužnjak već joha. Pojava starih panjeva oko plohe upućuje da je tu nekad bila hrastova šuma (Fotografija 5.).

Fitocenološka snimka na plohi PVI pokazuje pripadnost zajednici joha s trušnjikom (*Frangulo alnetum glutinosae* Rauš 1968) (Fotografija 6).

Za profile na glavnim plohama **PI**, **PII**, i **PIII** utvrđeno je tlo tipa pseudoglej na zaravni. Na plohi **PI** nepropusni sloj pojavljuje se na dubini od 37 cm, a na plohi **PII** dolazi nešto pliće, tj. na 35 cm pa ta tla predstavljaju srednje duboke varijetete. Nepropusni sloj na profilu na plohi **PIII** dolazi na dubini od 52 cm pa se tu radi o dubokom varijetetu. Pojava karbonata na terenu nije utvrđena pa tla čine distričnu formu. Humusni horizonti imaju svojstva ohričnog (Aoh), svijetle su boje i male dubine.

Tlo na **profilima PIV** i **PV** spada u tip pseudoglej-gleja. Karakteristika toga tipa tla je pojava istovremenog pseudooglejavanja i hipooglejavanja. Građa profila je A-Eg-Bg-G s tim da je za determinaciju ovog tipa karakteristična pojava glejnog G horizonta na dubini ispod metra. Taj sloj ukazuje na trajniju stagnaciju podzemne vode što uvjetuje trajno anaerobne uslove i redukciju željeza i mangana. Na



Fotografija 3. – Photo 3
Šuma hrasta lužnjaka i običnoga
graba
Peduncled oak and common hornbeam forest

profilima je mramoriranje dosta izraženo. U gornjem dijelu profila može se izdvojiti nepropusni Bg horizont koji se na profilu PIV nalazi na dubini od 48 do 105 cm. Na profilu PV glejni horizont dolazi već na dubini od 76 cm ali prema morfološkim značajkama tlo nije bilo moguće svrstati u amfiglej već u pseudoglej-glej zbog jasne diferencijacije profila na horizonte tipične za taj tip tla. Dalje raščlanjenje pseudoglej – glejnog tipa na podtipove i varijetete nije još utvrđeno, što je razlogom određenih nejasnoća u klasifikaciji. Humusni horizonti pripadaju hidromorfnom Aa (anmore) tipu, tamne je boje s vidljivim slabo razloženim organskim ostacima. Ploha PVI nalazi se na močvarno-glejnom amfiglejnom mineralnom nekarbonatnom tlu. Karakteristika ovog podtipa je hidrogenizacija, uvjetovana stagnirajućom podzemnom i poplavnom vodom. Prisutni su redukcijski glejni horizont Gr na površini, nešto izraženiji Gr na dubini 65-85 cm te mješoviti Grso (41-65 cm) horizont slabije oglejen.



Fotografija 4. – *Photo 4*
 Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem
Peduncled oak and green weed with quaking sedge

Tablica 1. – *Table 1*
 Tipovi tala i morfologija profila – *Soil types and profile morphology*

Ploha PI		Ploha PII		Ploha PIII	
Pseudoglej na zaravni srednje duboki		Pseudoglej na zaravni srednje duboki		Pseudoglej na zaravni duboki	
Aoh	0-5cm	Aoh	0-5cm	Aoh	0-5cm
Eg	5-30 cm	Eg	5-27 cm	A/Eg	5-20 cm
Eg/Bg	30-40 cm	Eg/Bg	27-37 cm	Eg	20-43 cm
Bg	40-85 cm	Bg	37-87 cm	Eg/Bg	43-52 cm
C	>85 cm	C	> 87 cm	Bg	52-109 cm
				C	> 109 cm
Ploha PIV		Ploha PV		Ploha PVI	
Pseudoglej-glej		Pseudoglej-glej		Močvarno glejno amfiglejno	
Aa	0-15 cm	Aa	0-19 cm	Aa	0-21 cm
A/Eg	15-21 cm	Eg	19-45 cm	Grl	21-41 cm
Eg	21-37 cm	Bg	45-76 cm	Grso	41-65 cm
Eg/Bg	37-48 cm	G	>76	GrlI	65-85 cm
Bg	48-105 cm			G	>85
G	>105				

Klasifikacija tala obavljena je prema ŠKORIĆU (1977) i MARTINOVIĆU (1997) (Tablica 1). Istraživana tla pretežno su homogene teksture. Dominantni



Fotografija 5. – *Photo 5*
Degradirano stanište šume hrasta
lužnjaka i velike žutilovke s drhta-
vim šašom
*Degraded site of peduncled oak and
green weed with quaking sedge*

postotak zastupljenosti imaju čestice praha. Na profilima prevladavaju glinaste ilovače i lake gline, a ponegdje se pojavljuju praškasto-glinaste ilovače i pjeskovite gline sa nešto povećanom frakcijom praha, odnosno sitnog pijeska.

Od hidropedoloških konstanti, najveći značaj za vegetaciju imaju tlakovi između 1/3 (poljski vodni kapacitet), i 15 bara (pF 2,54-4,2), što otprilike predstavlja granicu biljkama pristupačne vode. Vrijednost od 6,25 bara (pF 3,8) predstavlja granicu između lakopokretljive kapilarne vode i slabo pokretne opnene vode odnosno lako i teško biljci pristupačne vode. Voda koja se drži tenzijom ispod 1/3 bara (pF 2,54), odnosno iznad poljskog vodnog kapaciteta, predstavlja uglavnom za biljku slabo iskoristivu vodu, jer se nalazi u makroporama koje brzo dreniraju. Nepristupačna voda za biljke je ona koja se drži tenzijom većom od 15 bara (pF 4,2). Pri vlaženju tla pjeskovite, odnosno praškaste teksture, dolazi kod uzorka u valjku do smanjivanja ukupne poroznosti (DOMŽAL I JURKIEWICZ



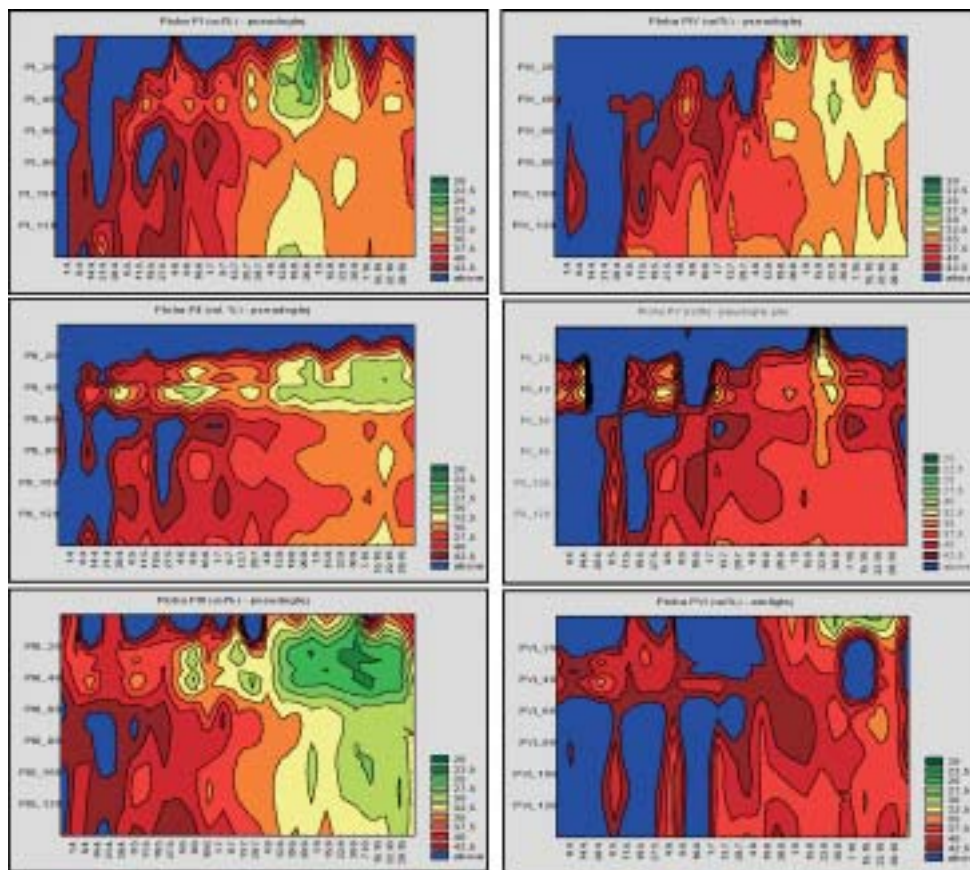
Fotografija 6. – *Photo 6*
Šuma crne johe s trušnjikom
Black alder with alder buckthorn

1984). Zbog toga se, pri višekratnom navlaživanju uzoraka kod određivanja hidropedoloških konstanti u tlačnoj membrani i ekstraktoru, djelomično gube početna svojstva tla iz pedološkog profila, što treba uzeti u obzir.

Tjedna mjerenja vlažnosti tla izražena u volumnim postocima prikazana su u obliku hidroizoklina, tj. krivulja koje povezuju točke iste vlažnosti (Slika 1). Vlažnost na pojedinom profilu tla grupirana je u stupnjeve jednake širine koji počinju od 20 vol %, a svaki daljnji stupanj uvećan je za 2,5 vol % do maksimalnog stupnja iznad 42,5 vol %. Ukupno ima deset stupnjeva i jedanaesti u koji ulazi sva vlaga iznad 42,5 vol %. Iz Slike 1. mogu se uočiti razlike u vlažnosti tla između pojedinih profila, a isto tako i razlike unutar profila u razdoblju praćenja. Najveća vlažnost dolazi u površinskim horizontima tla te s povećanjem dubine opada, a zatim dolazi do njenog ponovnog povećanja u donjim dijelovima profila, što je najočitije kod pseudoglej gleja i amfigleja. Vlažnost također kontinuirano opada po cijelom profilu kroz vegetacijsko razdoblje na kraju kojeg postiže najniže vrijednosti.

Usporedbom podataka mjerenja trenutačne vlažnosti na profilima i vrijednosti hidropedoloških konstanti, dobiveni su raspored i trajanje karakterističnih stanja vlažnosti. U razdoblju praćenja na svim profilima zabilježena je pojava stanja vlažnosti iznad poljskog vodnog kapaciteta (PVK), tj. mokre faze (Tablica 2., Slika 2.). Mokra faza uglavnom se pojavljuje u prvoj polovici vegetacijskog razdoblja. Vlažnost tla na profilima nalazila se pod tenzijom manjom od 6.25, odno-

Slika 1. – *Figure 1*
 Hidroizokline vlažnosti – *Soil moisture curves*

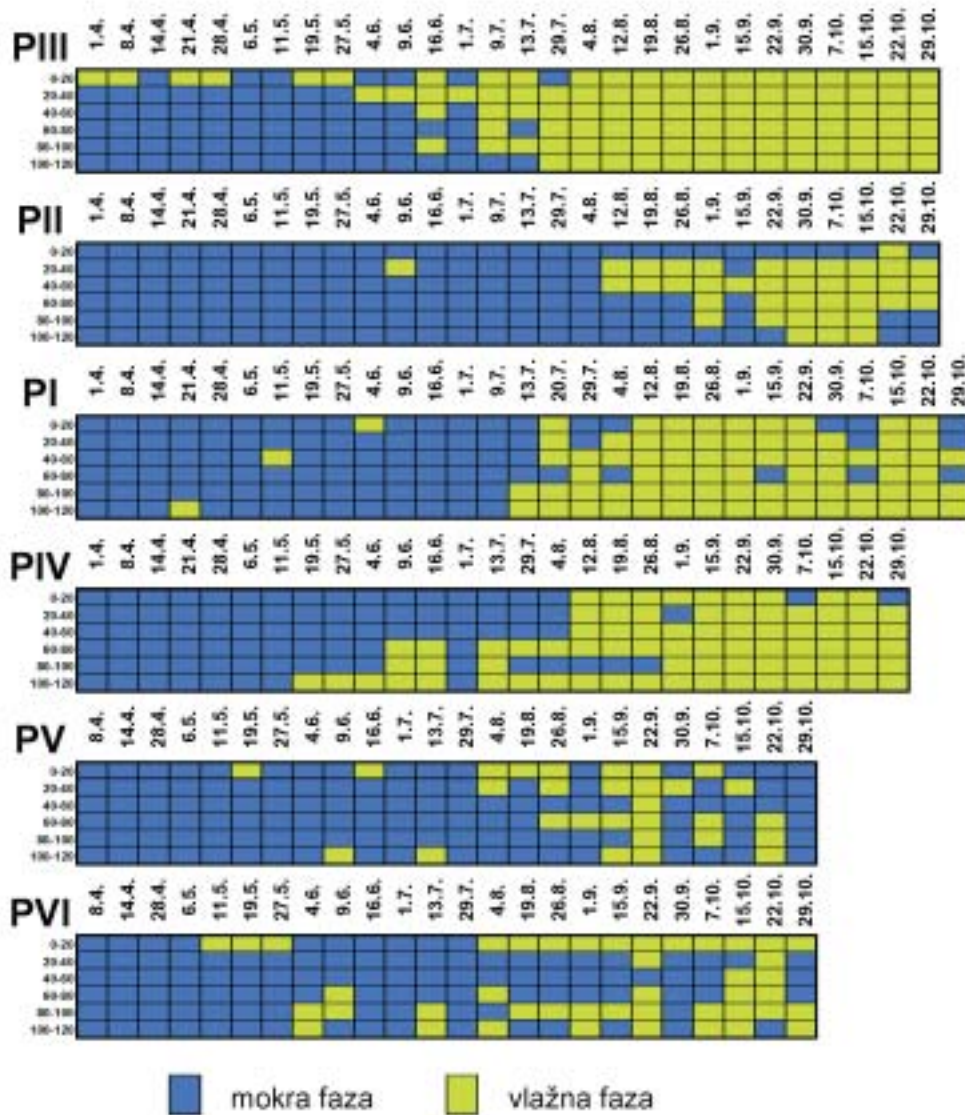


sno 15 bara, što znači kako je u tlu stalno bila prisutna dovoljna količina biljkama pristupačne vode (vlažna faza). Nije zabilježena pojava suhe faze, odnosno nedostatna količina vode u tlu tijekom razdoblja praćenja.

Tablica 2. – *Table 2*
 Trajanje mokre faze vlažnosti tla u % od trajanja vegetacijske sezone
Duration of wet phase of soil moisture in percentage of duration of vegetation season

Dubina	Ploha					
	PI	PII	PIII	PIV	PV	PVI
0-20	65,52 %	96,43 %	25,00 %	66,67 %	66,67 %	41,67 %
20-40	58,62 %	60,71 %	32,14 %	62,96 %	75,00 %	91,67 %
40-60	44,83 %	60,71 %	42,86 %	59,26 %	95,83 %	91,67 %
60-80	65,52 %	75,00 %	50,00 %	40,74 %	75,00 %	79,17 %
80-100	44,83 %	82,14 %	42,86 %	59,26 %	87,50 %	50,00 %
100-120	41,38 %	89,29 %	53,57 %	29,63 %	79,17 %	66,67 %

Slika 2. – *Figure 2*
 Raspored mokrog i vlažnog stanja vlažnosti
Distribution of wet and humid soil moisture condition



RASPRAVA DISCUSSION

Na svim profilima dominantno prevladava utjecaj površinske (oborinske) komponente vlažnosti, što je karakteristično za pseudoglejni tip tla ili u kombina-

ciji s podzemnom vodom za pseudoglej-glejni i močvarno-glejno amfiglejni tip tla. Sljed specifičnih pedovegetacijskih tipova prati mikroreljefne razlike koje su u ovom slučaju dominantni utjecajni čimbenik njihove diferencijacije. Kao rezultat prekomjernog vlaženja oborinskom vodom, na svim profilima jedan je dio vegetacijskog razdoblja prisutna pojava mokre faze, odnosno vlažnosti iznad poljskog vodnog kapaciteta, koja svojim trajanjem određuje manje ili više povoljne prilike za pridolazak hrasta lužnjaka sa pripadajućim pratećim vrstama svojstvenim za određene šumske zajednice. Osim mokre faze, ostali dio promatranog razdoblja vlažnost tla se kreće unutar raspona između poljskog vodnog kapaciteta i točke venuća tako da je stalno prisutna određena količina fiziološki aktivne vode tj. vode koju biljka može iskoristiti (vlažna faza). Vrijednost pada vlažnosti ispod točke venuća u istraživanom razdoblju (suha faza) nije zabilježena tako da, barem što se na osnovi jednogodišnjeg praćenja može tvrditi, suhoća staništa nije presudan čimbenik koji određuje stanišne prilike, već je to izrazita vlažnost tla. Stanje prekomjerne vlažnosti tla odnosno mokra faza označava nepovoljne ekološke prilike u tlu i anaerobiozis, uglavnom u prvom dijelu vegetacijskog razdoblja, dok pojavom stanja smanjene vlažnosti tla odnosno vlažne faze u drugom dijelu vegetacijskog razdoblja nastaju povoljnije ekološke prilike u tlu. Izostanak pojave suhe faze vlažnosti tla vjerojatno je posljedica i izrazito visokog intenziteta oborina koji je u lipnju bio veći od 10% vjerojatnosti oborina zabilježenih na meteorološkoj postaji "Sisak".

Dobiveni rezultati kretanja vlažnosti tla te trajanja mokre faze slični su rezultatima dobivenim istraživanjima MAYERA (1976, 1994). Na epiglejnem tlu u 80 godišnjoj kulturi lužnjaka podignutoj na staništu šume lužnjaka i velike žutilovke u Pokupskom bazenu prisutna je dugotrajna mokra faza po cijeloj dubini profila tla. Na hidromelioriranom amfiglejnem tlu u zajednici hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem u Varoškom lugu uglavnom dolazi do pojava svih triju karakterističnih faze vlažnosti po cijeloj dubini profila tla, uz nešto duže trajanje mokre faze u površinskom sloju.

U narušenim stanišnim prilikama zajednice hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem sastojina uglavnom je sastavljena od stabala crne johe koja, iako ponegdje vrlo gusto raspoređena, svojim malim krošnjama nedovoljno zastiru površinu tla te uglavnom tvore prekinut sklop. Zbog tog razloga, iako to nije u ovom istraživanju potvrđeno, moguće je pretpostaviti kako je značajno veća količina oborinske vode koja dospijeva do tla u ovakvim narušenim prilikama.

Iz rezultata dinamike vlažnosti tla u zajednici hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem na istraživanom području, vidljivo je kako izrazito mali poremećaj prirodnog kruženja vode na relaciji atmosfera – sastojina – tlo, dovodi do stvaranja izrazito nepovoljnih ekoloških prilika za normalan razvoj sastojina hrasta lužnjaka. Sadašnje stanje šume "Žutica" rezultat je uzajamnog djelovanja niza negativnih čimbenika prouzročenih brutalnim zadiranjem čovjeka u do tada malo narušeni šumski ekosustav.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

1. Istraživana je dinamika vlažnosti tla u vegetacijskom razdoblju 1999. godine te hidropedološke značajke tla na šest ploha unutar mikroreljefnih razlika od 160 cm visine i to od grede sa šumom hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris* /Anić 1959/Rauš 1969), preko nize sa šumom hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem (*Genisto elatae - Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938), do bare sa šumom crne johe s trušljikom (*Frangulo-alnetum glutinosae* Rauš 1968).
2. Pedotaksonomskom analizom pedoloških profila utvrđeni su tipovi tala; pseudoglej na zaravni duboki u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba, pseudoglej na zaravni srednje duboki i pseudoglej glej u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem te u šumi crne johe s trušljikom močvarno glejno amfiglejno tlo. Mehanički sastav tih tala također se mijenja od glinastih ilovača na višim položajima prema lakoj glini na nižim.
3. Iz pojave značajnih razlika u dinamici vlažnosti unutar pojedinih dijelova vegetacijskog perioda te razlika u ukupnom trajanju mokre faze, moguće je tvrditi kako je za promjenu flornog sastava u rasponu od šume hrasta lužnjaka i običnog graba do šume johe s trušljikom odlučujuće produženo zadržavanje oborinske vode u gornjim dijelovima profila uz pogoršanje vodno zračnih odnosa te izraženiji nedostatak zračne komponente što upućuje na manjak kisika u tlu.
4. Najpovoljniji vodno zračni režim je na pseudogleju u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba koja je ujedno najstabilnija istraživana šumska zajednica. Nepovoljne vodno zračne prilike, odnosno mokra faza, traju od 25% vegetacije u površinskom do 53,57% u sloju između 100-120 cm. U šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom mokra faza traje 66,67% vegetacije u površinskom sloju te se s dubinom smanjuje do 29,63%. U šumi johe s trušljikom trajanje mokre faze je najduže između 20-60 cm dubine (91,67 %).
5. Prilike na mikrouzvisini gdje se drhtavi šaš proširio na stanište hrasta lužnjaka i običnoga graba, određuje izrazito duga mokra faza u površinskom sloju pseudogleja (96,43%) te duža mokra faza u donjim slojevima (60,71-89,29%) u odnosu na pseudoglej u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba. Zbog izrazito anaerobnih prilika u površinskom sloju koje odgovaraju pridolasku drhtavog šaša, obični grab je svojim plitkim žilištem stvorio manje čunjeve na kojima prevladavaju povoljniji mikrostanišni uvjeti koji omogućuju njegov opstanak i na ovakvom vlažnom staništu.
6. Kod narušenih stanišnih prilika šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem, koje označava širenje crne johe na površini gdje je nekad dominirao hrast lužnjak, utvrđeno je izrazito dugo trajanje mokre faze pseudoglej gleja na dubini između 40-60 cm (95,83%) dok je u ostalim slojevima trajanje mokre faze znatno duže nego u hrastovoj sastojini, istom tipu tla i prilikama karakterističnim za tu subasocijaciju.

LITERATURA

REFERENCES

- BARIČEVIĆ, D. 1998: Ekološko-vegetacijske značajke šume Žutica. Magistarski rad., Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 154, Zagreb.
- BARIČEVIĆ, D. 2002: Zajednica hrasta lužnjaka i velike žutilovke s običnim grabom (*Genista elatae-Quercetum roboris carpinetosum betuli* /Ht. 1938/Glav. 1961) na području sušenja hrasta lužnjaka. Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama; 31-42, Zagreb.
- DOMŽAL, H., A. S. JURKIEWICZ 1984: The effect of water saturation of soil samples in estimation of water potential-moisture characteristics on the determinations of total porosity, density and soil moisture capacity. Polish journal of soil science, Vol. 17(1-2):14-21, Warszawa.
- MARTINOVIĆ, J. 1997: Tloznanstvo u zaštiti okoliša, priručnik za inženjere. Državna uprava za zaštitu okoliša, 288, Zagreb.
- MATIĆ S., J. SKENDEROVIĆ, 1993: Studija bioekološkog i gospodarskog rješenja šume Turopoljski lug ugrožene propadanjem. Glas. Šum. Pokuse 29:295-334, Zagreb, 1993.
- MAYER, B. 1975: Neki problemi interpretacije elemenata vodnog režima na humoznom amfignejnom tlu. Vodoprivreda, 39: 16-20, Zagreb.
- MAYER, B. 1994: Utjecaj dinamike vlažnosti tla, podzemne vode, oborina i defolijacije na sezonsku dinamiku radijalnog prirasta i sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u varoškom lugu. Rad. Šumar. Inst. 29(1): 83-102, Jastrebarsko, 1994.
- MAYER, B. 1995: Podzemne i površinske vode u nizinskoj šumi Turopoljski lug u razdoblju 1989.-1993. Godine. Rad. Šumar. Inst. 30(1):47-73, Jastrebarsko.
- MEDVEDOVIĆ, J. 1985: Istraživanje vodnog režima staništa u poplavnim šumama između Česme i Lonje u Posavini. Radovi Šumar. inst. 62:5-71, Jastrebarsko.
- PRPIĆ B., Z. SELETKOVIĆ, G. ŽNIDARIĆ 1994: Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug. Glas. šum. pokuse., Vol. 30; 193-222, Zagreb.
- RAUŠ, Đ. 1993: Šumarska fitocenologija. Skripta, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet:246, Zagreb.
- ŠKORIĆ, A., 1977: Tipovi naših tala. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, 131, Zagreb.

SOIL MOISTURE AND AIR-WATER RELATIONS IN SOILS OF SITES OUTSIDE THE FLOOD ZONE OF FOREST ŽUTICA

Summary

Soil moisture dynamics was researched in vegetation period in 1999, as well as hydro-pedological soil properties on six plots within micro-relief differences of 160 cm, ranging from a microelevation of Peduncled oak and common hornbeam (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris* /Anić 1959/Rauš 1969) to a depression of Peduncled oak and green weed with quaking sedge (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938) and to a swamp of black alder with alder buchthorn (*Frangulo-alnetum glutinosae* Rauš 1968). Pedological taxonomic analysis of pedological profiles defined the soil types: pseudogley on level terrain, deep in the forest of Peduncled oak and common hornbeam, pseudogley on level terrain, medium deep and pseudogley gley in the forest of Peduncled oak and green weed with quaking sedge and swampy gley - amfigley soil in the forest of black alder with alder buchthorn. Mechanical composition of soil also changes from silt and clay on higher elevations to easy clay on lower elevations. The existence of significant differences in moisture dynamics within particular segments of vegetation period and differences in overall duration of wet phase are fundamental in stating the fact that the prolonged retention of precipitation in upper profile segments, accompanied with deterioration of water-air relations and a marked absence of air component, which is indication of shortage of oxygen in soil are decisive in changes of floral composition for a range of forests from peduncled oak and common hornbeam forests to black alder with alder buchthorn forests. The most favourable water-air regime was present on pseudogley in the forest of peduncled oak and common hornbeam, which is at the same time the most stabile researched forest community. Unfavorable water-air conditions, i.e. wet phase, last from 25% of vegetation in surface layer to 53,57% in a 100-120 cm layer. The wet phase lasts 66,67% of vegetation in the surface layer and decreases to 29,63% with the increase of depth in the forest of peduncled oak with green weed. The duration of wet phase in black alder with alder buchthorn forest is the longest on 20-60 cm depth (91,67%). Conditions on microelevation, where the quaking sedge spread to habitat of peduncled oak and common hornbeam, are determined by a considerably long wet phase in the surface layer of pseudogley (96,43%) and a longer wet phase in lower layers (60,71-89,29%) in comparison to pseudogley in peduncled oak and common hornbeam forest. Due to highly anaerobic conditions in the surface layer, which are favourable for the introduction of quaking sedge, common hornbeam has formed, with its shallow root swelling, small cones with prevailing favourable micro habitat conditions which facilitate its survival even on such moist habitats. Extremely long duration of wet phase of pseudogley gley on depth of 40-60 cm (95,83%) has been determined in peduncled oak and green weed with quaking sedge forest in which the habitat conditions are disturbed and which facilitates spreading of black alder on areas of former domination of peduncled oak, while the duration of wet phase in other layers was significantly longer than in oak stand, on identical soil type and conditions characteristic for this subassociation.

Key words: Soil Moisture, *Carex Brizoides*, Žutica forest