

NEKA SVOJSTVA TALA U EKOSUSTAVIMA NIZINSKIH ŠUMA I MOČVARNIH TRAVNJAKA U KRIŽEVAČKOM I VRBOVEČKOM PODRUČJU U POREDBI S PRIDOLASKOM VRSTA DRVEĆA

SOME SOIL PROPERTIES IN THE ECOSYSTEMS OF THE LOWLAND SWAMPY GRASSLANDS IN THE KRIŽEVCI AND VRBOVEC REGIONS COMPARED TO THE GROWTH OF TREE SPECIES

Vilim IVANEK*

SAŽETAK: Uradu se iznose rezultati analiza svojstava tla u pedološkim profilima do dubine 150 cm u odnosu na floristički sastav drveća u šumama crne johe (Alnus glutinosa Gärnt), poljskog jasena (Fraxinus angustifolia Vahl), hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) i njihovih prijelaza.

Ekosustavi su uglavnom razvijeni na močvarnim i pseudoglejnim tlima nastalim na podlozi aluvijalnih nanosa uz donje vodotoke Lonje, Glogovnice, Česme i njihovih pritoka.

Najvlažnija su tla u šumama crne johe (Alnus glutinosa Gärnt), dok se na tlima šuma poljskog jasena (Fraxinus angustifolia Vahl), izmjenjuju u pravilu tijekom godine prekomjerno navlaživanje i isušavanje tla tijekom ljeta. Ove izmjene vlažnosti tla uz pojavu prizemnog rašča stvaraju uvjete za oglinjavanje površinskog horizonta i početni razvoj mikroreljefa džombi.

Pod šumom hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) tlo je svježe i rjeđe plavljenovo poplavnom vodom.

Glinasta i teško glinasta tekstura tla je pod šumom poljskog jasena (Fraxinus angustifolia Vahl), a pretežno ilovasta pod šumom crne johe (Alnus glutinosa Gärnt) i hrasta lužnjaka (Quercus robur L.). Porastom dubine profila tla pojavljuje se obično lakši teksturni sastav tla.

Količina humusa u tlu je najveća pod šumom crne johe (Alnus glutinosa Gärnt), a najmanja pod šumom hrasta lužnjaka (Quercus robur L.).

Reakcija (pH) tla mijenja se s dubinom pedološkog profila od kisele do neutralne.

Ekološku povezanost između pedoloških svojstava tla i % zastupljenosti pojedinih vrsta drveća potvrđuju primjeri vrlo jake pozitivne korelacije između % čestica tla < 0,002 mm na dubini 25-30 cm i % zastupljenosti poljskog jasena (Fraxinus angustifolia Vahl), i vrlo jake negativne korelacije s % hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) u sastojini šume.

Utvrđena je vrlo jaka koleracija između glinovitosti i % humusa u tlima šume poljskog jasena (Fraxinus angustifolia Vahl) i hrasta lužnjaka (Quercus robur L.).

Ova ekološka istraživanja prilog su pravilnjem programiranju iskorištanja i zaštite ekosustava nizinskih šuma.

Ključne riječi: nizinske šume, crna joha (Alnus glutinosa Gärnt), poljski jasen (Fraxinus angustifolia Vahl), hrast lužnjak (Quercus robur L.), svojstva profila tla, ekosustav.

* Prof. dr. sc. Vilim Ivanek, dipl. inž. Poljoprivredni institut Križevci

UVOD – Introduction

Malo je podataka o istovremenim istraživanjima staništa i biljnog pokrova spontanih ekosustava. Najčeće se odvojeno obavljaju fitocenološka istraživanja i kartiranja od pedoloških istraživanja i kartiranja.

Glavni razlog takvog stanja je dosadašnji odvojeni razvoj ovih znanosti s različitim ciljevima i metodama istraživanja. U odvojenom gledanju na tlo i biljni pokrov nije se ni dovoljno posvećivala pozornost razlika i odnosima između svojstva tla biljnih zajednica ekosustava šuma, travnjaka i obradivih površina.

Te ekološke odnose i razlike između svojstva tla, osobito u biljnim zajednicama spontanih ekosustava šuma, mogu najbolje reprezentirati njihovi floristički sastavi, osobito sloja drveća.

Glede svojstva tla i okomitu zonaciju, ekosustav šuma dijelimo prema A n i č u (1942) na: a) nizinske šume, b) šume brežuljaka i nižeg gorja, c) šume sredogorja, d) planinske šume i e) visokoplaninske šume.

I ova podjela ima kao osnovu ekološka načela koja ukazuju na različitu povezanost staništa i biljnog pokrova.

Ekološki odnosi između svojstva staništa i biljnog pokrova u spontanom ekosustavu šuma posebno su značajni jer odražavaju stoljetni i višestoljetnu borbu šumskog drveća za opstanak i međusobno prilagođavanje na određenom staništu. Na te odnose između biljnih vrsta, njihovih zajednica i svojstava staništa ukazuju brojni podaci literature.

Tako je Ellenberg (1974) utvrdio za mnoge biljne vrste ekološke indekse (brojeve) za određena svojstva staništa, pomoću kojih se utvrđuju svojstva staništa.

Šumski biljni pokrov koji nije bio pod značajnijim antropogenim utjecajima, može svojim botaničkim sastavom biti najbolji pokazatelj svojstva staništa.

Upravo to mogu biti glavni razlozi da se suvremena fitocenološka i pedološka istraživanja i kartiranja objedine, kao ekološka istraživanja koja bi utvrđivala ne samo stanja u prirodi, već i bolja saznanja o načinu čuvanja.

nja prirode i predviđala promjenu biljnog pokrova s promjenom svojstva staništa.

Fitocenološka istraživanja biljnih zajednica, facija-
sa itd, u ekološkim istraživanjima trebala bi biti polazi-
šte za pedološka, mikroklimatska i ostala istraživanja
staništa.

S ovakvim istovremenim fitocenološkim i pedolo-
škim istraživanjima stvarala bi se sigurnija osnova za
pravilnija programiranja uzgoja, iskorištavanja i zaštite
spontanih ekosustava.

S takvim ciljem prikazuju se u ovom radu ekološki
odnosi između svojstva tla spontanog biljnog pokrova,
osobito njegovog drveća, u ekosustavu nizinskih šuma
u tipu zajednica šuma crne johe (*Alnus glutinosa Gärnt*),
poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia Vahl*) i hrasta
lužnjaka (*Quercus robur L.*) na križevačkom i vrbo-
večkom području.

Pregledna karta istraživanog područja sjeverozapadne Hrvatske
Map of researched Nort-West Croatia region



MATERIJAL I METODE RADA – Material and work methods

U istraživanju ekoloških odnosa između svojstva tla i florističkog sastava zajednice ekosustava nizinskih šuma primjenjena je ekološka metoda istraživanja koju je objavio Ivanek (1978, 1995).

Florističko snimanje šumskih biljnih zajednica obavljeno je utvrđivanjem % zastupljenosti pojedinih biljnih vrsta, a posebno u sloju drveća šuma u tipu crne johe (*Alnus glutinosa Gärnt*), poljskog jasena (*Fraxinus*

angustifolia Vahl) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) starih 60-120 godina. Na sredini floristički snimljenog lokaliteta površine 50-200 m² uzimani su uzorci tla za pedološke analize iz sljedećih dubina: 0-15, 18-22, 25-30, 45-50, 70-75, 100-105, 120-125 i 145-150 cm.

Pedološke analize tla obavljene su u pedološkom laboratoriju Poljoprivrednog instituta Križevci po uobičajenim laboratorijskim metodama. Mehanički sustav

tla utvrđivan je pipet metodom s Na pirofosfatom, a reakcija (pH) u H₂O i 1M KCl-u elektrometrijskim putem sa staklenom elektrodom. Količina humusa utvrđivana je metodom po Tjurinu, a količina fiziološki aktivnog fosfora i kalija Al-metodom po Egner, Riehm Domingu.

Neka svojstva pedološkog profila tla uspoređivana su s % zastupljenosti poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia Vahl*) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) metodom korelacije i regresije.

EKOLOŠKI ČIMBENICI U EKOSUSTAVU NIZINSKIH ŠUMA – Ecological factors in lowland forests ecosystem

Geografski položaj. Područje istraživanja nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske, kojeg prikazuje pregledna karta. Područje ograničava na zapadu Lonja, na istoku Velika, na jugu Česma, a na sjeveru Kalničko gorje. Najveće područje pojasa nizinskih šuma nalazi se u širokim nizinama i depresijama južnog i jugozapadnog dijela križevačkog i vrbovečkog područja, koje se razgranjuje u sve uže nizine i doline uz brojne vodotoke, do njihovih izvorišta u Kalničkom gorju.

Hidrografske prilike određuju vodotoci koji uglavnom izviru u Kalničkom gorju i teku prema jugu. Najvažniji vodotoci su Lonja na zapadnoj strani, te Česma i Velika na južnoj i istočnoj strani, a između su Glogovnica i Črnete s pritocima.

Geološki supstrat. U dalekoj geološkoj prošlosti ovo je područje predstavljalo jugozapadni rubni dio velike Panonske ulegnine, odnosno Panonskog mora (jezera).

Tektonska orografska kretanja, osobito u dijelovima križevačkog i vrbovečkog područja koje se nastavlja na Zagrebačku goru na zapadu i na Kalničku goru na sjeveru, stvorila su današnji reljef s brojnim povišenim terasama, pristrancima, brežuljcima i bregovima, između kojih su u južnom i jugozapadnom dijelu ostale široke ulegnine i depresije, koje se uzvodno uz vodotoke sužavaju prema Kalničkom gorju.

Vodotoci s pritocima, koji imaju uglavnom izvorište u Kalničkom gorju, stoljećima i milenijima su erozijom donosili u te ulegnine i depresije aluvijalne i deluvijalne nanose, sastavljene od erodirane pleistocenske ilovine, praha, prapor, rhomboida pjeska, abichi lapora i ponegdje bliže izvorištu i šljunka.

Tako je nastajala uglavnom aluvijalno karbonatna geološka podloga, osobito oko onih vodotoka koji imaju svoje izvorište u Kalničkom gorju ili prolaze razne karbonatne laporaste slojeve tercijara.

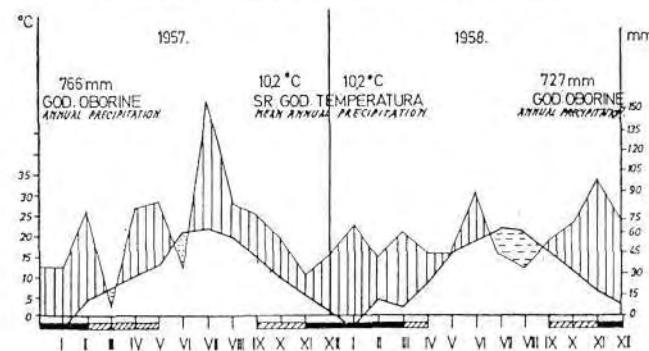
Reljef je ravničarski s nadmorskom visinom od 105 do oko 125 m. Prema izvorištu vodotoka u Kalničkom gorju nadmorska visina sve užih dolina je još viša. U tom reljefu nizina i dolina pojavljuju se visinske razlike u mikroreljefu s povišenijim priobalnim dijelom uz vodotok i priterasnim dijelom uz pristranke te prudove. I ove, naoko male razlike u reljefu i mikroreljefu, stvara-

le su razlike u navlaživanju koje su utjecale na tvorbu različitih varijeteta močvarnih i pseudoglejnih tala i razonizaciju biljnih zajednica ekosustava nizinskih šuma, močvarnih travnjaka i močvara. Mnoge prvočne karakteristike reljefa i mikroreljefa, u odnosu na korito vodotoka te navlaživanje, promijenjene su posljednjih desetljeća mjerama odvodnje.

Klimatske prilike odgovaraju promjenjivom tipu nešto vlažnije umjereno kontinentalne klime. Višegodišnja prosječna temperatura zraka iznosi 9,8°C, a varirala je u pojedinim godinama od 8,5 do 10,0°C. Višegodišnja prosječna količina oborina iznosi 822 mm, a varirala je od 663 do 1200 mm.

Ne samo da postoje klimatska variranja između pojedinih godina, već postoje razlike između suhih i vlažnih razdoblja u godini. To nam kao primjer prikazuje i grafički prikaz klime po Waltheru za 1957. i 1958. godinu.

KLIMAGRAM PO H. WALTERU
KRIZEVCI 1957. i 1958. godine
CLIMATIC DIAGRAM ACCORDING TO H. WALTER



Tumač – Legend:

1. mjeseci sa srednjom minimalnom temperaturom zraka ispod 0°C
months with mean minimal air temperature below 0°C
2. mjeseci s apsolutnom minimalnom temperaturom zraka ispod 0°C
months with absolute minimal air temperature below 0°C
3. hod oborina po mjesecima – *precipitations per months*
4. hod prosječne temperature zraka po mjesecima
mean air temp. per months
5. vlažni period – *wet period*
6. suhi period – *dry period*
7. srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca je: -8,8°C 1957.; 5,8°C 1958.
mean air temperature minimum of the coldest month: -8,8°C 1957.; 5,8°C 1958.
8. apsolutni minimum temperature zraka je: -21,5°C 1957.; -19,5°C 1958.
absolute air temperature minimum: -21,5°C 1957.; -19,5°C 1958.

Područje ekosustava nizinskih šuma pod ovakvim promjenjivim klimatskim prilikama, podvrgnuto je posebno izmjeni prekomjernog navlaživanja i isušivanja tla.

Tla nizinskih šuma i močvarnih travnjaka pripadaju skupini močvarnih i pseudoglejnih tala. Prema Mayeru (1992), čine poseban razdjel hidromorfnih tala.

Biljni pokrov predstavljaju zajednice nizinskih šuma i močvarnih travnjaka, a u manjoj mjeri obradive površine – oranice.

Prema fitocenološkoj karti Rauša (1977) nizinske šume na ovom području čine:

- šuma crne johe, veza i poljskog jasena (*Frangulo-Alnetum glutinosae ulmetosum laevis* Rauš 71),
- šuma crne johe s trušljikom (*Frangulo-Alnetum glutinosae typicum* Rauš 71),
- šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae typicum* Glav. 59),
- šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* Horv. 38),
- šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i rastavljenim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 38),
- šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 71),
- šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s dlakavim šašem (*Querco-Carpinetum croaticum caricetosum pilosae* Horv. 38).

Iz popisa zajednice šuma vidljivo je da je glavno drveće crna joha (*Alnus glutinosa* Gärnt), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) i hrast lužnjak (*Quercus robur* L.).

Prema fitocenološkoj karti Ivanečka (1959) uz nizinske šume pojavljuju se zajednice močvarnih livada.



Slika 1. Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), vrbe (*Salix* sp.) i crna joha (*Alnus glutinosa* Gärnt.) na staništu sveze visokih šaševa (*Magnocaricion W. Koch*) u jwesen (Poljanski lug)

Foto: V. Ivanek

Na najnižim depresijama razvijene su zajednice sveze visokih šaševa (*Magnocaricion W. Koch*) s prorijeđenim drvećem crne johe i ponegdje poljskog jasena (sl. 1). U Bereku (kod Bađincea), pojavljuje se u rakitu (*Salix* sp.) i crnu johu (*Alnus glutinosa* Gärnt) i ostaci vodene pirevine (*Glyceria aquatica*) (Sl. 2).



Slika 2. Rakita (*Salix* sp.), crna joha (*Alnus glutinosa* Gärnt) uz stanište vodene pirevine (*Glyceria aquatica* L.) u proljeće (Bađinec)

Foto: V. Ivanek

Nešto manje plavljenih travnjačkih staništa od visokih šaševa i vodene pirevine pripadaju livadnoj zajednici lisičjeg šaša (*Caricetum tricostato-vulpinae* H-ić 1930) i livadnoj zajednici oštре busike (*Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930), koji se nalaze u njihovoј blizini kao što su vrbe rakita (*Salix* sp.), crna joha (*Alnus glutinosa*), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) i drugo bilje (sl. 3).



Slika 3. Šuma crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt) u proljeće (Kabal)

Foto: V. Ivanek

Pod utjecajem odvodnje, osobito na povišenjem reljefu, pojavljuje se livadna zajednica krestaca (*Bromo-Cynosuretum cristati* H-ić 1930) i oranice.

Antropogeni utjecaji. U davnini prije naseljavanja čovjeka ovo je područje bilo pod močvarama i nizinskim šumama. Na rubno povišenijim pristrancima i terasama, čovjek je stvarao naselja i širio poljoprivre-

dni proizvodni prostor s antropogenim ekosustavima, uglavnom travnjaka i oranica. Širenjem antropogenih ekosustava, šume su se sve više udaljavale od naselja, tj. na ona staništa koja nisu bila prikladna za obradu tla. Ta se udaljenost danas najveća kod mjesta Dubrave, najstarijeg većeg naselja ovog područja.



Slika 4. Sušenje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) uz odvodni kanal (Poljanski Lug)

Foto: V. Ivanek

Mnoga druga manja mjesta i zaseoci s poljoprivrednim površinama predstavljaju danas rezultat mozaičnog širenja antropogenog ekosustava na račun spontanih ekosustava šuma i močvara. To nam najbolje potvrđuju i nazivi poljoprivrednih površina kao npr. Čret, Berek, Trstenik, Rakitnica itd., čije je porijeklo močvarno travnjačko stanište, ili Jasenovac, Jalševlje, Bukvik, Lušći, Krč, Krčevina, Lug itd, koji ukazuju na šumsko porijeklo.

Najveći utjecaj na promjene ekoloških odnosa imaju u posljednjim desetljećima ovog stoljeća regulacije pojedinih vodotoka i melioracijski zahvati odvodnje. Prema postojećim podacima regulacija vodotoka Glogovnica započeta je početkom XX. stoljeća, a posljednjih desetljeća izvedena je i na ostalim vodotocima ovog područja.

Mjere odvodnje obavljene su manje-više na većim površinama, koje pripadaju travnjačkim biljnim zajednicama sveze visokih šaševa (*Magnocaricion*), livanđnoj zajednici šaša (*Caricetum tricostato-vulpinae*) i zajednici oštре busike (*Deschampsietum caespitosae*).

Melioracijske mjere odvodnje obuhvatile su i neka šumska područja koja pripadaju šimama vrba (*Salix* sp.), crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), a imaju utjecaja na susjedne drveća. (Sl. 4).

Prema karti Prpića i sur. (1992) ovo područje u svom najjužnijem graničnom dijelu prema Savi uz srednji i donji tok Lonje, ima oštećenost šumskog drveća 12.6-15%. Sjeverni dijelovi ovog područja do Kalničke gore imaju najmanju oštećenost u Hrvatskoj, ispod 5%.

Propadanjem pojedinih vrsta drveća, šuma postaje otvoreni prema klimatskim prilikama, osobito oborinama i svjetlu. Šumsko tlo lako dolazi pod veći utjecaj varijabilnih klimatskih prilika, osobito jačeg vlaženja oborinskom vodom, ali i bržeg isušivanja. Brže se rastvara listinac, a rast grmlja i prizemnog lišća je intenzivniji. Mijenjaju se procesi pedogeneze, naročito u površinskom horizontu, osobito u zoni korijenovog sustava prizemnog rašča.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Research results

Različiti stanišni uvjeti u ovom nizinskom pojasu omogućili su razvoj više šumskih zajedница. Njihove razlike ovise o vrsti drveća, grmlja i prizemnog rašča.

U svim tim zajednicama šuma, osnovu čini crna joha (*Alnus glutinosa* Gärnt), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) i hrast lužnjak (*Quercus robur* L.). Svojom starošću od 60 do 120 godina i različitom zaступljenosti na istraživanim lokalitetima, najbolje reprezentiraju svojstva pedološkog profila i ekologiju spontanog rasploda.

Šuma crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt)

Najniže šumske tanjuraste i koritaste depresije reljefa na koje se slijeva i duže stagnira poplavna voda i gdje je podzemna voda plitka, najčešća su staništa šume crne johe. Podzemna voda je u prosjeku na dubini 40-70 cm za vrijeme ljeta ili do same površine u vlažno doba godine.

U južnom i jugozapadnom dijelu uz Lonju i Česmu, crnu johu nalazimo u mješavini s visokim šašem (*Magnocaricion*). Manji areali u vlažnim nizinama obično su

samonikle sastojine izložene devastaciji. S visokim šaševima nalazimo je i u kanalima uz željezničke pruge, kao i u drvoređima s vrbama uz vodotoke sve do njihovih izvorišta.

U tipičnoj šumi crne johe u sloju drveća pojavljuje se crna joha (*Alnus glutinosa* Gärnt) s najvećim postot-

kom. Znatno manji udio ima poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.).

Na lok. 533 blizu vodotoka Česme kod Kabla, crna joha je u masi drveća zastupljena sa 98%.

Svojstva tla ovog lokaliteta prikazuju tablica 1. (Slika. 5).

Tablica 1. Pedološka svojstva tla u šumama crne johe (*Alnus glutinosa*)

Table 1 Pedological soil properties in the forest of black alder (*Alnus glutinosa*)

Dubina tla u cm	% čestica tla (Ø u mm)					pH u H ₂ O	% humu- sa KCl	% N(uku- pni) (Brem ner)	mg/100 g tla (Al-metoda)	
	2-0,2	0,2- 0,02	<0,002	1 M	(Al-method)				P ₂ O ₅	K ₂ O
Depth in cm	0,02	0,002								
Šuma crne johe s trušljikom (Frangulo-Alnetum glutinosae typicum Rauš 1971)										
Black alder forest with alder bukkthorn (Frangulo-Alnetum glutinosae typicum Rauš 1971)										
Lok. 553 Kabal										
0-15	0,41	43,49	34,15	21,95	5,43	4,42	15,75	0,68	4,65	13,5
18-22	0,15	41,15	34,90	23,80	5,39	4,40	8,97	0,44	2,35	13,3
25-30	0,06	41,44	33,65	24,85	5,63	4,55	5,23	0,28	2,35	14,7
45-50	0,09	44,81	33,10	22,00	6,39	5,33	-	-	-	-
70-75	0,10	41,45	34,15	24,30	6,54	5,56	-	-	-	-
100-105	0,07	46,08	31,20	22,65	6,85	5,52	-	-	-	-
120-125	0,12	40,43	35,05	24,40	6,83	5,47	-	-	-	-
145-150	0,12	32,93	40,00	26,95	6,75	5,47	-	-	-	-
Lok. 526 Radnički Dol										
0-15	0,18	42,17	40,85	15,80	5,65	4,04	4,85	0,27	4,65	1,9
18-22	0,86	44,79	35,90	18,45	6,55	5,00	5,37	0,17	3,90	1,9
25-30	2,80	55,00	27,00	15,20	6,98	5,60	1,01	0,07	4,65	1,1
45-50	2,94	63,41	19,00	14,65	7,27	5,98	-	-	-	-
70-75	7,90	59,35	18,40	14,35	7,23	5,93	-	-	-	-
100-105	2,45	52,30	23,75	21,50	6,49	5,07	-	-	-	-
120-125	0,71	62,74	17,95	18,60	6,46	4,61	-	-	-	-
145-150	0,80	58,35	23,90	16,95	6,65	5,06	-	-	-	-

Iz tablice je vidljivo da je tlo ilovaste teksture. Reakcija (pH) je na granici između jako kisele i kisele. Količina humusa je znatno veća nego u tlu ostalih šuma i močvarnih livada. Česta je karakteristika, a to je i slučaj na ovom lokalitetu, da je količina nerastvorene organske tvari lišća i prizemnog rašča na površini vrlo velika. Zbog toga je tlo bogato opskrbljeno dušikom i obrašteno nitrofilnom prizemnom vegetacijom.

Na melioriranim staništima crne johe smanjuje se razina humusa, a stanište više nije jednolično vlažno tokom čitave godine.

Takov primjer u tablici 1 pokazuje pedološka analiza profila tla šume crne johe na lok. 526 u Radničkom dolu.

Iz tablice 1. vidljivo je da je na lok. 526 količina humusa, dušika i fiziološki aktivnog fosfora (P₂O₅) i kalija (K₂O) niža nego na lok. 553.

Šuma lok. 526 je zbog odvodnje u degradacijskoj fazi razvoja.

U promjenjivim uvjetima vlaženja staništa i njegovog povremenog isušivanja koje nastaje smanjenjem

utjecaja visoke podzemne vode i dužine djelovanja površne vode, pojavljuju se, uz procese oglinjavanja površinskog horizonta tla sve više poljski jasen.



Slika 5. Kaljužnica (*Caltha palustris L.*) u djelomično odvodnjrenom staništu crne johe (*Alnus glutinosa Gärnt*) u proljeće

Foto: V. Ivanek

Šuma poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia Vahl.*)

Šumu poljskog jasena nalazimo u nizinama vodotoka Velika, Česma, Glogovnica, Črvec i Lonja. Često se pojavljuje fragmentalno na manjim arealima uz močvarne livade oštре busike i livadnog šaša. Na nekim nizinskim livadama, pretežno zajednice oštре busike (*Deschampsietum caespitosae*) nalazimo i danas osamljena drveća poljskog jasena kao ostatak nekadašnje šume poljskog jasena.

U šumi poljskog jasena u sloju drveća dominantan je poljski jasen, a znatno manje hrast lužnjak i crna joha. Na lok. 551 blizu sela Bolč uz česmu je uski pojasište poljskog jasena s kasnim drijemovcem, u kojoj je zastupljen poljski jasen oko 84%. Hrast lužnjak je zastupljen rubno s oko 6%.

Na lokalitetu šume poljskog jasena br. 558 kod mjesta Lupoglav uz vodotok Lonju u sloju drveća zastupljen je poljski jasen oko 63%, a hrast lužnjak 32%. U prizemnom rašču koje pokriva 95% površine, uglavnom je oštra busika. Na tom se lokalitetu jasno uočava veza između degradirane šume poljskog jasena i hrasta lužnjaka i močvarne livade oštре busike. Na tom lokalitetu (Lupoglav) razvijen je i mikroreljef džombi s dubinom 10-15 cm.

Posebno je interesantna šuma poljskog jasena s crnom johom koja je u završnoj fazi svojeg razvoja na lok. 559 kod mjesta Majkovec. Šuma se prostire u središnjem, najnižem dijelu nizimen između mjesta Majkovec i vodotoka Lonje.

U sloju drveća zastupljen je poljski jasen 71%, crna joha 24%, a prisutan je rubno s (+) hrast lužnjak.

Prema flornom sastavu i razvoju tipičan je lok. 569 kod Poljanskog luga, gdje se nakon odvodnje staništa visokih šaševa (*Magnocaricion*) pojavljuje na nekošenom dijelu podmladak poljskog jasena s 86% i crne johe s 10%. Hrasta lužnjaka na tom staništu nema. Ovo stanište nakon odvodnje prije 20 godina pokazuje progresivnu sukciju šume poljskog jasena i početnu tvorbu mikroreljefa džombi. Na nekim mjestima razlike u mikroreljefu džombi dosežu i do 15 cm.

Na košenom dijelu lok. 569 tabl. 2. razsvija se zajednica livadnih šaševa (*Caricetum tricostato-vulpinae H-ić 1930*).

Treba istaći da na ovom staništu glinastog površinskog horizonta nakon iskopanih odvodnih kanala stagnira na glinastom površinskom horizontu samo izravna oborinska voda za vrijeme oborinskih maksimuma, a ljetne suše djeluju na raspucavanje tla (sl. 9).

Na ovom području nalazimo dosta šuma u kojima se uz poljski jasen pojavljuje hrast lužnjak. Po florističkom sastavu to su prijelazi. Jedan takav prijelaz predstavlja i lok. 574 šume "Otok" kod Svinjarevca. Šuma je razvijena na povišenom ali ravnom prudu Česme, koji je viši i do 1 m od rukava česme koji ga okružuje. Na tom lokalitetu zastupljen je poljski jasen s 52%, a hrast lužnjak s 35%. Podmladak poljskog jasena sve se više širi, dok se podmladak hrasta lužnjaka ne pojavljuje. Šuma je također u progresivnoj sukciji prema šumi poljskog jasena.

Pedološka svojstva profila tla šume poljskog jasena na lok. 551, 559, 558, 574 i 569 prikazuju tablica 2.

Tablica 2. Pedološka svojstva tla u šumama poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*) i na prijelazu prema šumi hrasta lužnjaka (*Quercus robur*)

Pedological soil properties in European ash (*Fraxinus angustifolia*) forests and their transitions towards Peduncled oak (*Quercus robur*) forest

Dubina tla u cm	% čestica tla (Ø u mm)				pH u H ₂ O	% humu- sa	% N(uku- pni)	NO ₃ (Brem) mg/100 g tla	mg/100 g tla (Al-metoda)			
Depth in cm	2-0,2	0,2-	0,02-	<0,002	1 M	KCl	Ner)	(Al-method)	P ₂ O ₅	K ₂ O		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Šuma poljskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i>)												
European ash (<i>Fraxinus angustifolia</i>) forest												
Lok. 551 Bolč nad. visina 110 m												
0-15	0,48	22,22	27,95	49,35	5,98	5,24	6,34	0,53	3,90	5,8	12,2	
18-22	0,16	20,34	25,55	53,95	6,00	4,72	4,18	0,28	3,10	0,9	9,4	
25-30	0,16	26,44	28,65	44,75	6,62	5,57	2,23	0,14	5,44	0,9	6,4	
45-500	0,06	40,69	27,55	31,70	7,01	6,00	-	-	-	-	-	
70-75	0,04	31,76	34,00	34,20	7,35	5,89	-	-	-	-	-	
100-105	0,04	20,01	40,50	39,45	8,08	6,88	-	-	-	-	-	
120-125	0,06	19,19	27,55	53,20	7,99	6,50	-	-	-	-	-	
145-150	0,20	20,10	33,85	45,85	8,01	6,85	-	-	-	-	-	
Lok. 559 Majkovac nad. visina 112 m												
0-15	0,59	16,11	24,90	58,40	5,97	5,16	9,78	0,51	6,20	4,6	15,4	
18-22	0,21	11,79	25,55	62,45	6,23	5,45	5,41	0,35	3,10	3,8	13,0	
25-30	0,13	14,62	15,95	69,30	6,28	5,18	4,52	0,29	3,90	3,8	12,4	
45-50	0,07	11,23	18,35	70,35	7,09	5,82	-	-	-	-	-	
70-75	0,37	10,38	18,30	70,95	7,68	6,31	-	-	-	-	-	
100-105	0,10	18,10	35,75	46,05	7,93	6,13	-	-	-	-	-	
120-125	0,32	24,23	39,05	36,40	8,16	6,12	-	-	-	-	-	
145-150	0,26	22,44	35,85	41,45	7,96	6,08	-	-	-	-	-	
Lok. 558 Lupoglav nad. visina 105 m												
0-15	0,26	21,09	30,45	48,20	5,65	4,45	4,86	0,27	6,99	4,1	16,7	
18-22	0,67	20,68	29,15	49,50	6,69	4,53	4,53	0,24	3,90	3,8	14,7	
25-30	0,34	24,01	27,10	48,55	5,83	4,76	3,12	0,17	3,90	2,5	12,4	
45-50	0,10	20,35	30,00	49,55	6,51	5,34	-	-	-	-	-	
70-75	0,16	28,99	29,15	41,70	6,92	5,36	-	-	-	-	-	
100-105	0,05	32,00	33,50	34,45	7,32	5,92	-	-	-	-	-	
120-125	0,78	32,72	32,80	33,70	7,58	6,39	-	-	-	-	-	
145-150	0,46	44,19	31,95	23,40	7,79	6,11	-	-	-	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prijelaz šume poljskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i>) i hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i>)											
Transition of European ash (<i>Fraxinus angustifolia</i>) and Peduncled oak (<i>Quercus robur</i>) forest											
Lok. 574 Svinjarac šuma "Otok" nad. visina 104 n											
0-15	1,01	23,14	20,30	55,55	5,74	4,63	15,44	0,63	3,87	4,8	16,2
18-22	0,37	22,23	21,10	56,30	5,93	4,49	8,87	0,39	4,65	2,9	9,7
25-30	0,22	38,38	20,55	40,85	6,52	4,85	2,47	0,12	5,42	1,7	5,8
45-50	0,05	48,50	21,25	30,20	7,37	5,76	-	-	-	-	-
70-75	4,70	54,85	19,00	21,45	8,31	6,46	-	-	-	-	-
100-105	4,72	64,08	18,95	12,25	8,74	6,53	-	-	-	-	-
120-125	9,47	62,43	17,75	10,35	8,26	6,89	-	-	-	-	-
Zajednice sveze visokih šaševa (<i>Magnocaricion W Koch</i>)											
Associations of tall carnation grasses (<i>Magnocaricion W Koch</i>)											
Lok. 569 Polj. Lug nad. visina 104 m											
Nakon odvodnje pojavljuje se pomladak poljskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i>)											
After drainage wild young plants of European ash (<i>Fraxinus angustifolia</i>) appear											
0-15	0,87	19,58	22,95	56,60	5,54	4,72	14,79	0,78	1,55	3,6	18,4
18-22	0,60	20,45	20,85	58,10	5,68	4,77	12,26	0,74	1,16	2,4	23,5
25-30	0,19	20,66	17,25	61,90	5,83	5,08	7,71	0,58	1,16	2,4	10,6
45-50	0,02	38,18	27,45	34,35	7,09	5,79	-	-	-	-	-
70-75	0,10	41,90	29,50	28,50	7,75	6,20	-	-	-	-	-
100-105	0,24	47,86	25,80	26,10	7,69	6,19	-	-	-	-	-
120-125	0,03	49,22	28,50	22,25	7,38	6,30	-	-	-	-	-
145-150	0,05	34,15	33,20	22,60	7,92	6,34	-	-	-	-	-

Iz tablice 2 vidljivo je da su pod šumom poljskog jasena površinski horizonti tla glinasti do teško glinasti. Razlike postoje ne samo u količini čestica gline $<0,002$ mm već i u debljini glinastog površinskog horizonta. To ukazuje da su čimbenici ogljavljivanja u dosadašnjoj pedogenetičnoj tla imali različit intenzitet i dužinu trajanja.

Kao i na ostalim staništima nizinskih šuma važnu ulogu ima proces hidrogenizacije, koja se u toj šumi poljskog jasena sve rijede obavlja poplavnom vodom susjednih vodotoka, a sve češće izravnom oborinskom vodom koja stagnira na nepropusnom glinastom površinskom horizontu. U šumi poljskog jasena godišnje variranje klimatskih prilika je izrazitije pa se pojavljuju veće razlike između vlažnih i suhih razdoblja nego u šumi zatvorenije krošnje hrasta lužnjaka.

Promjenjivost kontinentalne klime jače se ispoljava na tlo preko prozirnih krošnji poljskog jasena. Isto tako šuma poljskog jasena prema istraživanjima u bazenu Spačve, koje navodi Rauš (1987), daje za oko 28% godišnje manju masu listine i grančica koje pokriva tlo od šume hrasta lužnjaka.

Sve su to razlozi da se u šumama poljskog jasena pojavljuje više prizemnog rašča koje podnosi izmjenu

prekomjernog navlaživanja obično u proljeće i prekomjernog isušivanja u ljetu. Među tim biljnim vrstama posebno se ističe oštra busika.

Svi ti florni i klimatski čimbenici staništa koji djeluju na odgovarajućoj prethodnoj diferencijaciji mehaničkog sastava aluvijalnih geoloških sedimenata potiču tvorbu glinastih čestica tla (oglinjavanje) u površinskom horizontu. Taj proces utječe s vremenom i na regresijski razvoj šuma poljskog jasena, a praćen je ponegdje početnim razvojem tla s mikroreljefom džombi.

Prema tome, mikroreljef tla džombi, čiju je genezu na moćvarnim livadama opisao Gračanin (1941), ima pravo ishodište u manje-više teško glinastom horizontu tla šuma poljskog jasena kao i na odvodnjениm staništima visokih šaševa (*Magnocaricion*). Budući da je takvo stanište sve više i isključivo pod utjecajem oborinske vode započinju istovremeno i procesi zakiseljavanja površinskog glinastog horizonta i ispiranje karbonata.

Zbog toga su u šumama poljskog jasena površinski horizonti do 15 cm dubine jako kisele i kisele reakcije (pH), a na dubini 50-70 cm počinje obično neutralna reakcija koja većom dubinom prelazi u slabo alkaličnu reakciju.

Taj intenzitet površinskog zakiseljavanja i ispiranja karbonata također ovisi o odnosima vlaženja tla između oborinske, podzemne i poplavne vode vodotoka, te procesima razgradnje organskog kompleksa.

Količine humusa i ukupnog dušika na ovim lokalitetima se razlikuju. Pokazuje se izvjesna ovisnost između količine čestica gline <0.002 mm i % humusa (Graf. 2).

Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom (P_2O_5) je slaba, a kalijem (K_2O) osrednja.

Mnoga staništa šuma poljskog jasena i crne johe u posljednjih 100 i više godina najčešće su pretvarana u močvarne livade, a nakon detaljne odvodnje i u oranice.

Da su ove šume crne johe i poljskog jasena zauzimale velike površine u prošlosti, potvrđuju nam i veći livadni i oranični kompleksi uz vodotoke Lonje, Črneca i Glogovnice, koji nose nazive Jasenovac, Šenkovića, Jalševlje itd.

Šume hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) nalaze se u južnom i jugozapadnom dijelu tog područja. To su pretežno povišeniji priobalni ili priterasni dijelovi, te prudovi i terase aluvijalnih mnanosa meandriranih vodotoka Glogovnice, Lonje, osobito Česme i njihovih pritoka.

Staništa hrasta lužnjaka imaju bolju vertikalnu dreniranost i odvodnju površinskih voda od staništa šuma crne johe i poljskog jasena, te močvarnih travnjaka.

Šumu hrasta lužnjaka poznatu pod nazivom Slavonska šuma opisao je hrvatski književnik Josip Kozarac u svojim djelima kao šumu s velebnim hrastovima sa sivkastom korom izrovanom ravnim brazdama koje teku duž cijelog i do 20 m visokog stabla sa snažnom širokom krošnjom. Gdje je tlo malo vlažnije pojavljuje se jasen sa sitno naboranom korom, a na vrhu mu je prozirna krošnja.



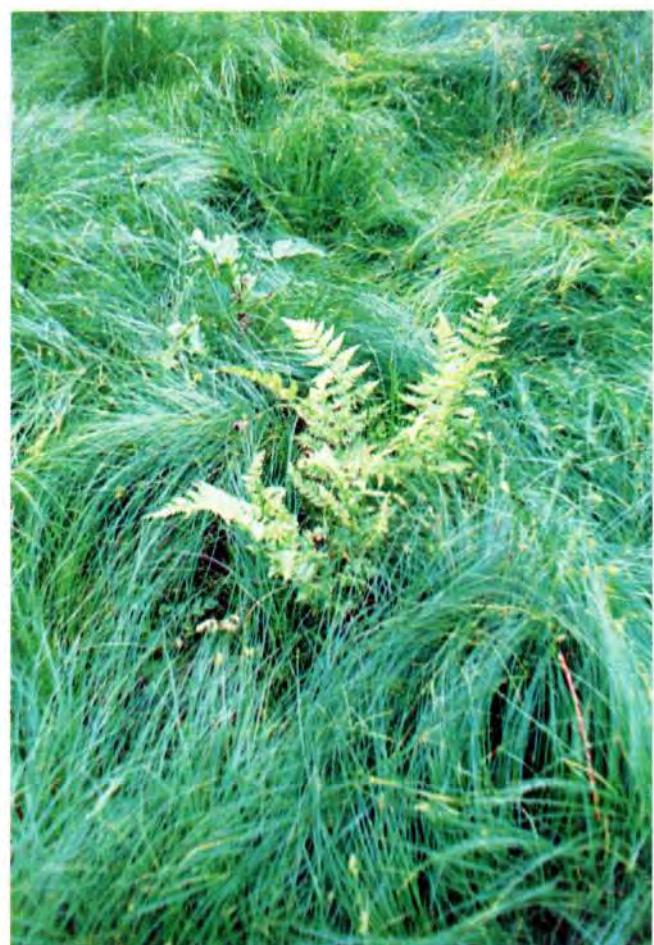
Slika 6. Prorijedena šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) s lelujavim šašom (*Carex brizoides L.*) u proljeće (Bolčanski Lug)

Foto: V. Ivanek

U zajednicama šume hrasta lužnjaka nalazimo u sloju drveća najviše hrast lužnjak (*Quercus robur L.*), a manje grab (*Carpinus betulus L.*) i poljski jasen (*Fraxinus angustifolia Vahl.*) i drugo drveće.

Na lok. 550 (Bolčanski lug), hrast lužnjak (*Quercus robur L.*) zauzima 91%, grab (*Carpinus betulus*) 7%, a ostalo drveće 2% (sl. 6).

Prizemno rašće je zbog sjene u krošnji i debelog sloja listinca slabo razvijeno, tek na 10% površine. Na mjestima prorijedene šume pojavljuje se pretežno lelujavi šaš (*Carex brizoides L.*) o do 100% uz rijetku pojavu bujadu (sl. 7). Starost hrasta lužnjaka je oko 85 godina.



Slika 7. Lelujavi šaš (*Carex brizoides L.*) i bujad (*Pteridium aquilinum L.*) u prorijedenoj šumi hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) u proljeće (Bolčanski Lug)

Foto: V. Ivanek

Na lokalitetu šume hrasta lužnjaka šume "Šikava" br. 549 kod Cirkvene, u sloju drveća hrast lužnjak (*Quercus robur L.*) zauzima 93%, a obični grab (*Carpinus betulus*) oko 5%. Ispod drveća je debeli listinac i nema prizemnog rašća, jer su krošnje tako gusto zatvorene da ne postoje značajniji uvjeti za razvoj prizemnog rašća.

Šuma ovog lokaliteta stara je oko 120 godina, a stanište je manje vlažno nego na lok. 550.

Na priobalnom dijelu uz vodotok Velika kod Hrsova na lok. 547 nalazimo šumu hrasta lužnjaka s prijelazom prema šumi poljskog jasena. Hrast lužnjak je zastupljen 65%, a poljski jasen 25%.

Pedološka svojstva profila tla pod šumama hrasta lužnjaka na lok. 550, 549 i 547 prikazuje tablica 3.

Tablica 3. Pedološka svojstva tla u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur*)

Table 3 Pedological soil properties in the forest of Peduncled oak (*Quercus robur*)

Dubina tla u cm Depth in cm	% čestica tla (Ø u mm)						% humu- sa	N N(uku- pnj)	NO ₃ (Brem) mg/100 g tla (Al-metoda)		
	Soil particles in mm			pH u						P ₂ O ₅	K ₂ O
	2-0,2	0,2-	0,02-	<0,002	H ₂ O	1 M	KC1				

Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* Horv. 1938)

Peduncled oak forest with big broom and carnation grasa (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* Horv. 1938)

Lok. 550 (Bolčanski Lug) nad. visina 116 m

0-15	0,34	42,86	36,80	20,00	5,78	4,97	3,90	0,20	3,10	4,8	10,7
18-22	0,84	44,01	34,30	20,85	5,92	4,86	2,40	0,11	4,65	1,1	7,7
25-30	0,40	41,45	35,75	22,40	5,80	4,10	1,23	0,08	2,35	2,2	4,3
45-50	0,39	36,21	34,05	29,35	6,63	0,51	-	-	-	-	-
70-75	0,22	46,83	35,15	19,80	8,18	6,73	-	-	-	-	-
100-105	1,06	50,64	32,50	15,80	7,99	6,63	-	-	-	-	-
120-125	0,28	50,47	32,55	16,70	7,97	6,84	-	-	-	-	-
145-150	0,29	52,91	32,45	14,35	8,29	6,80	-	-	-	-	-

Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpio betuli-Qercetum roboris typicum* Rauš 71.)

Peduncled oak and European hornbean forest (*Carpio betuli-Qercetum roboris typicum* Rauš 71.)

Lok. 549 šuma Šikava nad. visina 118 m

0-15	0,55	47,40	31,50	20,55	5,32	4,01	5,53	0,58	6,20	4,7	15,3
18-22	0,67	45,58	29,90	23,85	5,71	4,30	2,92	0,17	5,44	4,3	8,9
25-30	0,24	44,21	30,25	25,30	6,26	4,93	1,20	0,11	5,44	1,5	7,7
45-50	0,13	41,32	29,40	29,15	6,81	5,29	-	-	-	-	-
70-75	0,04	46,06	30,90	23,00	6,98	5,49	-	-	-	-	-
100-105	0,07	47,43	31,30	21,20	8,06	6,12	-	-	-	-	-
120-125	0,03	50,77	31,60	17,60	7,89	6,35	-	-	-	-	-
145-150	0,08	49,72	31,20	19,00	8,19	6,46	-	-	-	-	-

Lok. 547 Hrsovo (Velika) nad. visina 117 m s florističkim elementima šume poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*)

Loc. 547 Hrsovo (Velika) Peduncled oak (*Quercus robur*) forest with floristic elements of European ash (*Fraxinus angustifolia*)

0-15	0,12	39,28	30,30	30,30	5,77	4,51	4,08	0,24	6,20	15,7	12,4
18-22	0,09	40,16	28,45	31,30	5,98	4,50	2,47	0,18	6,99	16,1	10,4
25-30	0,06	32,09	30,10	37,75	6,42	4,89	1,85	0,16	13,94	14,1	12,1
45-50	0,13	14,32	32,35	53,20	6,63	5,20	-	-	-	-	-
70-75	0,05	9,45	36,25	54,25	7,35	5,87	-	-	-	-	-
100-105	0,04	21,56	51,15	27,25	7,42	6,02	-	-	-	-	-
120-125	0,04	13,81	31,45	54,70	7,36	6,17	-	-	-	-	-
145-150	0,03	18,27	32,75	48,95	7,56	6,24	-	-	-	-	-

Iz tablice je vidljivo da je tlo na lok. 550 i 549 ilovaste teksture, a na lok. 547 izražena je glinovitost.

Reakcija (pH) tla je kisela, a na lok. 549 jako kisela. S povećanjem dubine profila, reakcija (pH) tla prelazi u slabo alkaličnu. Veće razlike u reakciji (pH) tla dubinom profila su na lok. 549 koji je na povišenijoj terasi starijeg aluvija, isključivo pod utjecajem oborinskih voda. Razlike u količini humusa i ukupnog dušika nisu velike. Veće su razlike u količini fiziološki aktivnog fosfora na lok. 547 koji predstavlja mlađu šumu.

Usporedimo li ovo tlo s tлом pod šumama poljskog jasena vidi se da je najveća razlika u teksturi tla pa se može zaključiti da na tipičnim ilovastim tlima šume hrasta lužnjaka čistih sastojina postoji znatno veća propusnost tla i mogućnost korištenja podzemne vode kapilarnim dizanjem.

Prijelaz šume hrasta lužnjaka prema šumi poljskog jasena prikazuje lok. 547. U čitavom profilu tlo je glinastije od tla tipičnih šuma hrasta lužnjaka, a mlađi lužnjaci u ovoj šumi slabije su vitalnosti.

Šume hrasta lužnjaka u gospodarskom pogledu predstavljaju svojom kvalitetom stabala posebnu vrijednost. U ekološkom pogledu ove šume čuvaju svojom gustom krošnjom i debelim slojem listine povoljna fizikalna svojstva tla, a time i njegovu dobru efektivnu plodnost.

Prorjeđivanje drveća u tim šumama omogućuje veći globalni utjecaj varijabilne kontinentalne klime i veći porast prizemnog rašća, a time se potiču i procesi hidrogenizacije tla koji su tipični na otvorenijim staništima šuma poljskog jasena.

Ekološki odnos između svojstava tla i zastupljenosti drveća u ekosustavu nizinskih šuma

Ecological relationships between soil properties and tree presence in lowland forest ecosystem

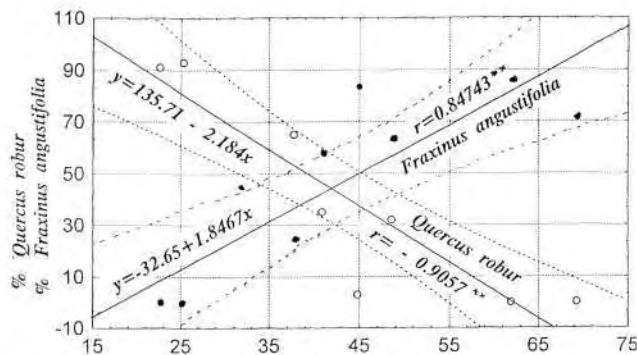
Reprezentativni prikaz tih odnosa između florističkog sastava drveća i svojstva tla nizinskih šuma na dubini 25-30 cm prikazuje tablica 4, a grafički prikaz korelacije i regresije koje prikazuje graf. 1. i 2. jasno održavaju dimaću ekološku ravnotežu između glinovitosti tla i % zastupljenosti hrasta lužnjaka i poljskog jasena u ekosustavu nizinskih šuma. One istovremeno ukazuju na ograničavajuću mogućnost razvoja hrasta lužnjaka u uvjetima glinastog površinskog hori-

zonta tla. Takav glinasti horizont može u oglinjavanju nastati slijedom prirodne pedogeneze, a može se ubrzati i primjenom mepriskladnih melioracijskih mjera odvodnje.

Na veće oglinjavanje tla utječe i korijenov sustav prizemnog rašća, što ukazuje na vrlo jaku pozitivnu korelaciju i regresiju između % čestica tla <0,002 mm i % humusa na dubini 25-30 cm na staništima šuma hrasta lužnjaka i poljskog jasena (graf. 2.).

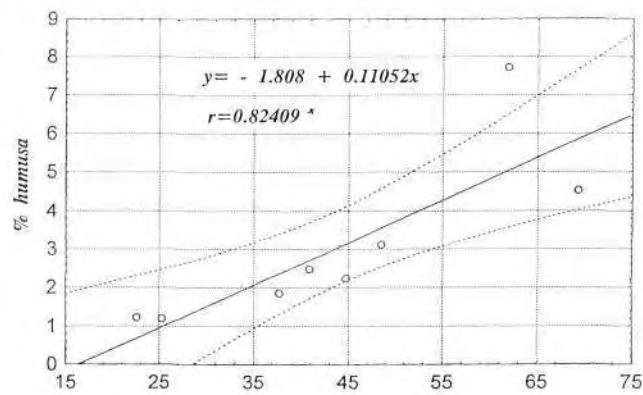
Tablica 4. Ekološki odnos između % zastupljenosti drveća i svojstva tla na dubini 25-30 cm u ekosustavu nizinskih šuma
Ecological relationships between tree presence and soil properties at the depth of 25-30 cm in lowland forest ecosystem

Lokalitet Locality	Broj Num- ber	Udio drveća u % Part of trees in %					Svojstva tla - Soil properties		
		Alnus gluti- nosa	Fraxi- nus angu- sti- folia	Quer- cus robur	Ostalo drveće Other trees	% čes- tica tla <0,002 mm Soil par- ti- cles	pH u H_2O	1M KC1 u %	
Kabal	553	98	-	-	2	24,85	5,63	4,55	5,23
Rad. Dol	526	94	-	-	6	15,20	6,98	5,60	1,01
Bolč	551	1	84	6	9	44,75	6,62	5,57	2,23
Majkovac	559	24	71	+	5	69,30	6,28	5,18	4,52
Lupoglav	558	-	63	32	5	48,55	5,83	4,76	3,12
Svinjarec	574	-	52	35	7	40,85	6,52	4,85	2,47
Polj. Lug	569	10	86	0	4	61,90	5,83	5,08	7,71
Hrsovo	547	-	25	65	10	37,75	6,42	4,89	1,85
Bolč	550	-	0	91	9	22,40	5,80	4,10	1,23
Cirkvena	549	-	0	93	7	25,30	6,26	4,93	1,20
Hrsovo	547	-	25	65	10	37,75	6,42	4,89	1,85



Graf. 1. Korelacije i regresije između % čestica tla $< 0,002$ mm na dubini tla 25-30 cm i % zastupljenosti hrasta lužnjaka (*Quercus robur*), odnosno poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*) u florističkom sastavu ekosustava nizinskih šuma

Graph. 1. Correlations and regressions between % of soil particles $< 0,002$ mm at the depth of 25-30 cm and % of British oak (*Quercus robur*) presence and European ash (*Fraxinus angustifolia*) in floristic composition of lowland forest ecosystem



Graf. 2. Korelacije i regresije između % čestica tla $< 0,002$ mm i % humusa na dubini tla 25-30 cm u ekosustavu nizinskih šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*)

Graph. 2. Correlations and regressions between % of soil particles $< 0,002$ mm and % of humus at the depth of 25-30 cm in lowland forest ecosystem of British oak (*Quercus robur*) and European ash (*Fraxinus angustifolia*)

Sličnu korelacijsku povezanost utvrdio je Ivanek (1994) između glinovitosti i % humusa u tlu i na močvarnim i dolinskim travnjacima na dubini tla 0-15 cm.

Ovi rezultati jasno ukazuju na složene i dinamične ekološke odnose i procese progresije i regresije u razvoju pojedinih zajednica i njihovog tla u ekosustavu nizinskih travnjaka koji su vezani na promjenu teksture tla.

Diskusija – Discussion

Intenzivniji razvoj ekosustava šuma pa i prašuma, započeo je u ovim krajevima krajem pleistocena u postglacijsalu, kada su klimatske prilike postale slične današnjima.

Nizinske šume razvijale su se pretežno na podlozi tla koje se stvaralo na aluvijalnim nanosima susjednih

vodotoka i koje su činile na ovom području čestice pijeska, sitnog pijeska, praha i gline. Njihovim nejednakim taloženjem oko maticе meandriranih vodotoka i njegovih rukava stvarale su se depresije, niži dijelovi nizina te uzdugnuti priterasni, priobalni dijelovi nizina i prudovi. Na oko male razlike u reljefu i nadmorskoj visini utjecale su na preraspodjelu oborinske vode, trajanja poplavne vode, dubini i kapilarno uzdizanje podzemne vode, razvoj i rajonizaciju biljnog pokrova, kao i na druge čimbenike tvorbe tla.

Usporedna pedogeneza tla i razvitak spontanog biljnog pokrova nizinskih šuma, močvara i travnjaka dovele je do jake ekološke povezanosti svojstava tla i florističkog sastava biljnog pokrova.

Od mnogih svojstava tla u odnosu na biljni pokrov koja su se utvrđivala u ovom radu je tekstura tla, reakcija (pH) tla, % humusa i biljna hraniva.

Tekstura tla je najvažnije fizikalno svojstvo po kojem se uz razlike u navlaživanju razlikuje stanište poljskog jasena od staništa crne johe, a osobito hrasta lužnjaka.

Teško glinasti površinski horizont u šumama poljskog jasena ima debljinu i do 100 cm. Što je tanji ili ga nema, takvo se stanište prikladnije i za razvoj hrasta lužnjaka. Sve veća debljina površinskog glinastog horizonta je u pozitivnoj korelaciji s vremenskom dužinom procesa ogljavljivanja, koji se obijao u uvjetima takvog biljnog pokrova koji je podnosi izmjenično prekomjerno navlaživanje tla i prekomjerno isušivanje za vrijeme suhog ljeta. Ekološki uvjeti na takvim staništima pogodovali su u početku progresijskom razvoju šuma poljskog jasena, obično do onog momenta kada je takvo stanište plavilo povremeno poplavna voda sa strane vodotoka. Sprečavanjem poplava sa strane susjednih vodotoka odvodnjom, ova staništa primaju uglavnom izravnu vodu oborina. Kapilarno dizanje donje vode sve je sporije što je glinastiji površinski horizont deblji. Zbog toga i progresivni sve deblji glinasti površinski horizont potiče konačno i regresijski razvoj poljskog jasena i sve veću pojavu oštretih busika i drugih biljaka u prizemnom raščetu koje podnosi promjenjive klimatske prilike prekomjernog vlaženja tla, obično u proljeće i jesen, i prekomjernog sušenja tla u ljetu.

Ovako različita hidrogenizacija površinskog horizonta tla potiče uz tvorbu ne samo glinastog površinskog horizonta, već i pedogenezu tla s mikroreljefom džombi, koja tako započinje u spontanom ekosustavu nizinskih šuma, uglavnom poljskog jasena. To dokazuju i džombaste livade koje imaju naziv Jasenovac.

Mehanizam tvorbe tla s mikroreljefom džombi temelji se na svojstvu bubrenja i kontrakcije glinastih čestica tla, što dovodi do raspucavanja tla na onim mjestima koja ne povezuje zbijeni busi oštreti busici pa ostaje taj dio tla izdignut.

Treba istaći da se tvorba tla s mikroreljefom džombi na močvarnim livadama koja su nastala na staništima šuma poljskog jasena nastavlja još intenzivnije, pa se pojavljuju i veće razlike između vrha džombi i dna jaružice i do 35 cm (Ivanek, 1978, 1979, 1982, 1989). U šumama poljskog jasena te su razlike manje.

Glinasta tekstura površinskog horizonta tla nizinskih šuma, močvara i travnjaka umanjuje efektivnu plodnost tla koju ne može znatnije popraviti ni primjena melioracijskih mjeri odvodnje (sl.).

U reakciji (pH) tla nema značajnijih razlika kao u mehaničkom sastavu tla. Površinski horizonti tla u nizinskim šumama su najkiseliji, a dubinom se kiselost smanjuje. Razlike u reakciji (pH) tla između površine tla dubine 0-15 cm i dubine 100-105, odnosno 145-150 cm su ipak različite. Čini se da su te razlike specifičnost svakog lokaliteta i odnosa vlaženja tla oborinskom, poplavnom ili podzemnom vodom na različitim aluvijalnim geološkim supstratima.

Treba napomenuti da su Ivanek i sur. (1991) utvrdili godišnji težinski prosjek reakcije (pH) oborinske vode u Križevcima 5.38, a pH vode vodotoka u gornjem toku je u rasponu 7.90 do 8.12 s prosjekom 8.03. Donje vode prema reakciji (pH) tla u nizinskim šumama uglavnom su neutralne do slabo alkalične reakcije.

Ipak treba istaći da je utvrđena najniža pH vrijednost tla u površinskom horizontu u šumi hrasta lužnjaka lok. 549. Ona iznosi u H_2O 5.32, a u 1M KCl-u 4.01 i najviše se približila niskoj pH vrijednosti acidofilnih šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena, koje nalazimo na povišenim terasama, brežuljcima i bregovima ovog područja.

Humus je također vrlo značajan pokazatelj svojstva staništa i biljnog pokrova, ali nije tako postojan na antropogene utjecaje kao tekstura tla. Obično melioracijske mjeri odvodnje potiču i mineralizaciju organske tvari i time se smanjuje % humusa. Takav je primjer stanište crne johe na lok. 526 u Radničkom dolu gdje je količina humusa na dubini 0-15 cm samo 4.85% dok je na lok. 553 u istoj zajednici 15.75%.

Zbog toga količina humusa i njegov raspored u pedološkom profilu, u odnosu na biljni pokrov, spada među pokazatelje progresivnog ili regresivnog smjera razvoja staništa i njegovog biljnog pokrova u zajednicama ekosustava nizinskih šuma, ali i močvarnih travnjaka. U velikoj mjeri ovisi o antropogenih utjecajima.

Biljni pokrov nizinskih šuma i močvarnih travnjaka koji ih okružuju, pokazuje u odnosu na navedena svojstva tla i antropogeni utjecaj takve korelacijske ovisnosti, koje omogućuju utvrđivanje svojstva tla na osnovi poznavanja florističkog sastava biljnih zajednica. Ipak treba istaći da je taj ekološki odnos jako složen, jer se u šumama radi o tri sloja biljnog pokrova. To je sloj drveća, sloj grmlja i sloj prizemnog rašča.

Sloj drveća koji je u ovim ekološkim istraživanjima uzet u obzir, svojim florističkim sastavom i 60-120 godišnjim porastom, izgledom, vitalnošću, ocjenom progresijskog ili regresijskog stadija, odražava najpotpunije svojstva tla. Udio i botanički sastav grmlja često je rezultat većeg ili manjeg antropogenog djelovanja na sloj drveća.

Prizemno rašče obično je najvarljivije u florističkom sastavu, jer pojedine biljne vrste prizemnog rašča brže mijenjaju svoju zastupljenost u pojedinim godinama ovisno o svjetlu, vlažnosti i antropogenom utjecaju.

To su razlozi da smo u ovom radu pozornost posvetili odnosu između zastupljenosti drveća i svojstava tla.

U ovim ekološkim istraživanjima nisu birani lokaliteti samo čistih zajednica već i njihovi prijelazi s ciljem da se utvrdi sukcesija razvitka tla i biljnog pokrova, osobito između šuma poljskog jasena i hrasta lužnjaka. Ti odnosi pokazuju njihovu rasplodnu reakciju i prilagođavanja na različita svojstva staništa prije 60-120 godina.

Zbog promjena u procesima hidrogenizacije, osobito nastalim pod radikalnim antropogenim utjecajem odvodnje, mogu se u biljnim zajednicama nizinskih šuma ubrzati ponegdje procesi progresije, a još više procesi regresije u razvoju šumske zajednice.

Te promjene od prošlosti do danas nastale su najviše zbog širenja poljoprivrednog proizvodnog prostora, osobito širenja antropogenih travnjaka koji danas pripadaju ekstenzivno iskorištavanim zajednicama livađnog šaša, oštре busike (sl. 8, 9). Na nešto povišenijim staništima nastalo je stanište zajednice krestaca.



Slika. 8. Tratine prvog otkosa livadnih zajednica šaša (as. *Caricetum tricostato-vulpinæ* H-ić 1930) i oštре busike (as. *Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930) nastalih na bivšim staništima crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) kod Koritne

Foto: V. Ivanek

Ovakva ekološka istraživanja u nizinskim šumama nastavak su zbog toga dosadašnjih ekoloških istraživa-

nja Ivaneka (1959, 1972, 1978, 1982, 1989, 1990, 1993) na prirodnim nizinskim travnjacima koji su u prošlosti bili pod nizinskim šumama i močvarama. I danas ta staništa imaju svoje sličnosti, ali i razlike koje su uvjetovane ne samo antropogenim biljnim pokrovom travnjačkih biljnih vrsta već i jačim varijabilnim klimatskim utjecajem na stanište prirodnih travnjaka kojeg ne štite krošnje drveća i listinac (sl. 7, 8 i 9).



Slika. 9. Mikroreljef tla džombi ispunjen vodom u livadnoj zajednici oštrednice (as. *Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930.) u proljeće

Foto: V. Ivanek



Slika. 10. Raspucani površinski glinasti horizont u odvodnom kanalu (Poljanski Lug)

Foto: V. Ivanek

Rezultati ovih ekoloških istraživanja nizinskih šuma mogu poslužiti ne samo inventarizaciji biljnog pokrova i njihovih svojstva tla već pravilnom programiranju uzgoja, korištenja i zaštite raznolikosti ekosustava nizinskih šuma koji je danas najugroženiji s melioracijskim zahvatima odvodnje (sl. 10), a i drugim civilizacijskim aktivnostima čovjeka s kojima se zagadjuje tlo, voda i zrak.

ZAKLJUČAK – Conclusion

Ekosustav nizinskih šuma sastavljen od zajednica u tipu crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt), poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) razvijen je na križevačkom i vrbovečkom području kao najniži vegetacijski pojas na močvarnim i pseudoglejnim tlima. Usporedni razvoj tla i biljnog pokrova u ovom ekosustavu glavni je razlog da floristički sastav drveća odražava svojstva tla u pedološkim profilima.

Tako je pod šumama poljskog jasena glinasta do teško glinasta tekstura tla. Pod šumama crne johe nalazimo najvlažnije tlo s najviše humusa. Pod šumama hrasta lužnjaka tlo je s najpovoljnijim fizikalnim svojstvima.

Ekološku povezanost između svojstva tla i flornog sastava drveća u nizinskim šumama potvrđuju i primjeri vrlo jake pozitivne korelacije između % čestica tla <0.002 mm na dubini 25-30 cm i % zastupljenosti

poljskog jasena i vrlo jake negativne korelacije između % čestica tla <0.002 mm na dubini 25-30 cm i % zastupljenosti hrasta lužnjaka u sastojinama šume.

Vrlo jaka korelacija između % čestica <0.002 mm i % humusa na dubini 25-30 cm u tlu pod šumama hrasta lužnjaka i poljskog jasena ukazuje na važnost biljnog pokrova u ogljavljivanju i humizaciji tla.

Rezultati ovih usporednih fitocenoloških i pedoloških, odnosno ekoloških istraživanja, daju osnovu za izradu ekološke karte i programiranje pravilnog uzgoja, korištenja i zaštite tla i biljnog pokrova u ekosustavu nizinskih šuma, a time ukazuju na veliko značenje ekoloških istraživanja za održavanje raznovrsnosti biljnog pokrova i tla.

Istraživanja su također ukazala da je ekosustav nizinskih šuma, osobito šume crne johe i poljskog jasena bio glavno ishodište močvarnim travnjacima koji pripadaju zajednicama šaša i oštrednice.

LITERATURA –References

- Anić, M. (1942): Šume, Zemljopis Hrvatske II, str. 539-558, Zagreb.

- Ellenberg, H. (1974): Zeigerwert der Gefässpflanzen Miteuropas Acta Geobotanica IX Göttingen

- Gračanin, M. (1941): Geneza džomba, Poljoprivredna naučna smotra, Zagreb.
- Gračanin, M. (1951): Pedologija III dio, Sistematika tla, Zagreb.
- Horvat, I. (1942): Biljni svijet, Zemljopis Hrvatske, Zagreb.
- Horvat, I. (1950): Šumska zajednica Jugoslavije, Zagreb.
- Horvat, I., Horvatić, S., Gračanin, M., Tomasec, G., Maksić, B., (1950): Priručnik za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije, Zagreb.
- Horvatić, S. (1955): Vegetacijska karta općine Križevci.
- Ivanek, V. (1959): Vegetacijska karta općine Vrbovec.
- Ivanek, V. (1978): Prilog metodici ekoloških istraživanja na prirodnim travnjacima. Polj. znanstvena smotra 44 (54).
- Ivanek, V. (1978): Rasprostranjenost mikroreljefa džombi na staništima prirodnih livadnih zajednica. Polj. znan. smotra 44 (54).
- Ivanek, V. (1978): Mehanički sastav tla i kvaliteta sijena dolinskih i močvarnih livada i livadnih zajednica. Polj. znan. smotra 44 (54).
- Ivanek, V. (1982): Mikroreljef i mehanički sastav tla kao pokazatelji poljoprivredne vrijednosti močvarnih travnjačkih tala. Zemljiste i biljka, Vol. 31, No 1.
- Ivanek, V. (1989): Utjecaj mehaničkog sastava tla (teksture) na botanički sastav, kvalitetu i produktivnost livade. Poljoprivredna znanstvena smotra. Vol. 54, br. 3-4.
- Ivanek, V. (1990): Utjecaj reakcije (pH) na botanički sastav, kvalitetu i produktivnost ekosistema nizinskih livada. Poljoprivredna znanstvena smotra. Vol. 55, br. 1-2, str. 69-96.
- Ivanek, V., Marijana Ivanek-Martinčić, Višnja Šojat, Z. Živičnjak (1991): reakcija (pH) oborina u korelaciji s količinom oborina i srednjom dnevnom temperaturom zraka na području Križevaca, Koprivnice i Varaždina u 1988. godini. Šumarski list br. 3-5/91, str. 173-192.
- Ivanek, V. (1993): Biljni pokrov i staništa Kalničko-križevačke regije. Znanstveni skup Križevci u prošlosti i suvremenosti. Križevci 14-16. X 1993. Zbornik u tisku.
- Ivanek, V. (1995): Metoda ekoloških istraživanja u spontanim i antropogenim ekosustavima. Agro-nomski glasnik br. 1-2, str. 13-33, Zagreb.
- Klapp, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. Berlin.
- Kovačević, J. (1971): Poljoprivrdna fitocenologija, Zagreb.
- Maksić, B., Šikić, M., Penzor, I., Knežević, M. (1962): Klimatske i agroklimatske osebine južnog kalničkog prigorja. Hidrometeorološki zavod NR Hrvatske, Zagreb.
- Mayer, B. (1992): Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju XX. stoljeća. Šume u Hrvatskoj, str. 19-32, Grafički zavod Hrvatske.
- Ožegović, (1955): Geološka karta Kalničke gore (elaborat).
- Prpić, B. (1992): Ekološka i gospodarska vrijednost šuma u Hrvatskoj. Šume u Hrvatskoj, str. 237-262, Grafički zavod Hrvatske.
- Rauš, Đ. (1977): Fitocenološka osnova i vegetacijska karta šuma, Šumarija Vrbovec.
- Rauš, Đ. (1987): Šumarska fitocenologija, Zagreb.
- Rauš, Đ., Trinajstić, I., Vučelić, J., Medvedović, J. (1992): Biljni svijet hrvatskih šuma. Šume u Hrvatskoj, str. 33-78. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.
- Škorić, A. (1990): Postanak i razvoj i sistematika tla. Zagreb.
- Šoštarić-Pisačić, K., Kovačević, J. (1968): Travnjačka flora i njena poljoprivredna vrijednost, Zagreb.
- Trinajstić, I., Rauš, Đ., Vučelić, J., Medvedović, J. (1992): Vegetacijska karta šumskih zajednica Hrvatske. Šume u Hrvatskoj, str. 79-80. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb.
- xxx: Šumsko gospodarstvo "Mojica birta" Bjelovar p. j. Šumarija Vrbovec odjel 1-24. Osnova gospodarenja Bolčansko-Žabljački Lug odjel 1-63 važi od 1. 1. 1986.
- xxx: "Hrvatske Šume" Uprava šuma Bjelovar. Osnova gospodarenja Vrbovečke prigorske šume, odjel 1-25, Šumarija Vrbovec, važi od 1. 1. 1991.
- xxx: Ekološko gospodarski tipovi šuma područja Biologore. Radovi br. 57, Šumarski institut Jastrebarsko. Autori D. Čestar, V. Hren, B. Kovačević, J. Martinović, Z. Pelcer, Zagreb, 1983.
- xxx: Ekološko gospodarski tipovi šuma gorja Hrvatskog Zagorja. Radovi br. 48. Šumarski institut Jastrebarsko, Autori D. Čestar, V. Hren, B. Kovačević, J. Martinović, Z. Pelcer, Zagreb, 1982.

Summary: The paper presents the results of soil properties analysis in pedological profiles down to the depth of 150 cm in relation to floristic tree composition in the forests of black alder (*Alnus glutinosa* Gärnt), European ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), Peduncled oak (*Quercus robur* L.) and their transitions.

Ecosystem is mainly developed on marsh and pseudogley soils that originated from Holocene alluvium close to lower courses of the rivers Lonja, Glogovnica, Česma and their tributary streams.

The moistest soils are in the forest of black alder (*Alnus glutinosa* Gärnt). Excessive moistening exchanges with land reclamation during summer all the year round on the soils of European ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.). These exchanges of soil moisture with the appearance of ground vegetation condition clay development in surface soil horizons and initial development of rugged microrelief.

In the forests of Peduncled oak (*Quercus robur* L.) the soil is fresh and less frequently flooded by flood water. Clay and heavy clayey soil texture is under the forest of European ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) and predominantly loam soils under the forest of black alder (*Alnus glutinosa* Gärnt) and Peduncled oak (*Quercus robur* L.). By increasing soil depth lighter texture composition generally appears.

The amount of humus in the soil is the biggest under the forest of black alder (*Alnus glutinosa* Gärnt) and the smallest one under the forest of Peduncled oak (*Quercus robur* L.). Soil reaction (pH) varies with the depth of pedological profile from acid to neutral.

Ecological correlation between pedological soil properties and % of individual tree species presence is confirmed by very strong correlation between % of soil particles <0.002 mm at the depth of 25-30 cm and % of European ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) presence and Peduncled oak (*Quercus robur* L.) presence.

Very strong correlation is established between clay soil and % of humus under the forests of European ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) and Peduncled oak (*Quercus robur* L.).

These ecological investigations make contribution to more regular programming of exploitation and protection of lowland forests ecosystem.

Key words: lowland forests, black alder (*Alnus glutinosa* Gärnt), European ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), Peduncled oak (*Quercus robur* L.), soil profile properties, ecosystem.