

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 24. 07. 2006
Prihvaćeno - *Accepted*: 09. 10. 2006.

UDK: 630*4

Miljenko Županić*, Ivan Pilaš*, Boris Liović*

UTJECAJ UGLJIKOVODIKA NA PRIRAST I PREŽIVLJAVANJE SADNICA HRASTA LUŽNJAKA, POLJSKOG JASENA I CRNE JOHE

INFLUENCE OF HYDROCARBON ON INCREMENT AND SURVIVAL OF PEDUNCLED OAK, NARROW-LEAVED ASH AND COMMON ALDER SEEDLINGS

SAŽETAK

Šuma Žutica koja se nalazi na području Ivanić grada zauzima površinu od 5.107,49ha. Iskorišćivanje nafte u šumi Žutici počelo je 60-ih godina prošlog stoljeća, a trenutačno je približno 6,3% površine šume zauzeto objektima INA-Naftaplina. Tehnologija pridobivanja nafte zahtijeva značajne radove koji jako narušavaju cjelovitost šumskog kompleksa, a zbog dotrajalih cjevovoda često dolazi do izlivanja. Fluidi koji se transportiraju iz dubine zemlje i kroz cjevovode imaju jak dendrocidni učinak i njihovo onečišćenje proizvodnih profila tla dovodi do sušenja biljnog pokrova.

Najznačajnije vrste drveća u šumi Žutica su hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha pa su one odabrane za ispitivanje utjecaja ugljikovodika. Istraživanje je obavljeno kroz dva pokusa koji su postavljeni u prirodnim uvjetima šume Žutica, odnosno u kontroliranim uvjetima u Jastrebarskom.

Manje koncentracije ukupnih, odnosno mineralnih ulja u tlu u vrijednostima od 1.762,820mg/kg, odnosno 564,355mg/kg imale su pozitivan učinak na prirast biljaka. Povećane koncentracije nafte, odnosno ukupnih i mineralnih ulja u tlu na 5.085,4mg/kg, odnosno 2.528mg/kg imalo je za rezultat smanjeno preživljenje biljaka crne joha. Poljski jasen, prema rezultatima ovog istraživanja, ima znatno rezistentnija svojstva spram onečišćenja tla naftom od hrasta lužnjaka i crne joha te ga treba koristiti pri sanaciji šumskih površina, ali imati u vidu i da takvo stanište zadovoljava i ostale uvjete nužne za njegov pridozrak.

Ključne riječi: nafta, ugljikovodici, izlivanje, sušenje, hrast lužnjak, poljski jasen, crna joha, prirast, preživljavanje

* Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

UVOD

INTRODUCTION

Odumiranje šuma je složeni proces prisutan na sve većim šumskim površinama. Jedan dio odumiranja prouzročen je direktnim antropogenim utjecajem. Zbog velikih potreba za naftom, ljudi su prisiljeni devastirati šumske površine. Tehnologija crpljenja nafte zahtijeva krčenje šuma i skidanje sloja humusa zbog izgradnje bušotinskih krugova, pristupnih cesta i cjevovoda. Tim se narušava cjelovitost šumskih sastojina, što negativno utječe na njihovu vitalnost i zdravstveno stanje. Pored ovog negativnog utjecaja, značajno je djelovanje tvari kao što su nafta, kondenzat, slana voda i razni spojevi koje usprkos zatvorenosti tehnološkog procesa, pucanjem cjevovoda dospijevaju u sastojine. Takvim onečišćenjem dolazi do odumiranja biljnog pokrova, bakterija, gljiva i ostalih mikroorganizama koji obitavaju u pedosferi, a ulazak nafte u ekološki profil tla dovodi do potpunog sušenja drveća.

Dendrocidni utjecaj navedenih fluida koji onečišćuju tlo ovisi o njihovoj koncentraciji u proizvodnim profilima. KAZANTSEVA i dr. (1993), navode kako je za 70 % - tno preživljenje sadnica granična vrijednost koncentracije nafte za četinjače 1-1,5%, a za listače 5-6%. GASHEV i dr. (1991), navode kako čak i minimalne koncentracije nafte u tlu (1-2%) imaju retardantni učinak na klijanje sjemena i rast klijanaca. Preventivne mjere zaštite su neučinkovite jer se cjevovodi nalaze ispod površine tla pa se akcidenti primjećuju tek kad dođe do sušenja stabala ili kod izbijanja fluida na površinu tla. Nakon takvih izlijevanja bušotinskog fluida, prilazi se standardnim metodama sanacije koje su u šumskim uvjetima teško izvedive pa na onečišćenim površinama ostaju povišene koncentracije mineralnih ulja u tlu. Uz propuštanje cijevi i isplačne jame, doprinose devastaciji tla samim iskopom i mogućom kontaminacijom u okoliš. Kako je šuma obnovljivi prirodni resurs, a nafta neobnovljivi, zatvaranjem eksploatacijskih polja moći će se ponovno obnoviti šumske površine. Nakon zatvaranja bušotina i isplačnih jama, prilazi se sanaciji istih prema utvrđenim programima. Nakon tog postupka prilazi se pošumljavanju saniranih površina.

Cilj ovog istraživanja je utvrditi utjecaj mineralnih ulja na rast i razvoj sadnica triju glavnih vrsta drveća u šumi Žutica: hrast lužnjak (*Quercus robur* L.), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) i crna joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Rezultati će pokazati je li neka od ovih triju vrsta otpornija na zagađenje tla naftom te bi bila pogodnija za pošumljavanje zagađenih ili saniranih površina i njihovo privedenje stanju u kakvom su se nalazile prije negativnih antropogenih utjecaja.

MATERIJALI I METODE RADA

MATERIALS AND METHODS OF WORK

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

RESEARCH AREA

Šuma Žutica nalazi se na području šumarije «Novoselec». U njoj je vrlo značajno naftno i plinsko polje. 6,3% cijele površine šume Žutica zauzimaju objekti

koji služe za iskorištavanje prirodnih naftnih resursa (isplačne jame, ceste, naftovodi, plinovodi, zaštitne površine oko bušotina). U šumi Žutica nalazi se oko 300 bušotina čijom je izgradnjom uz pristupne ceste i naftovode razbijena cjelovitost šumskog kompleksa (Slika 1.). Takvo narušavanje, uz pojavu raznih abiotičkih i biotičkih čimbenika, pridonijelo je pojavi procesa propadanja šuma.

Na području šume Žutica opisano je 10 šumskih zajednica (BARIČEVIĆ i VUKELIĆ 1998), a najznačajnije vrste šumskog drveća u njima su hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha.

HIDROPEDOLOŠKI UVJETI NA PODRUČJU ISTRAŽIVANJA *HYDROPEDOLOGICAL CONDITIONS ON THE RESEARCH AREA*

Prema VRBEKU i PILAŠU (2000), u Žutici je izdvojeno 17 pedokartografskih jedinica te 8 pedosustavnih jedinica. Područje unutar šume na kojem dolazi najveći dio naftnih bušotina i pripadajućih cjevovoda nalazi se unutar srednjeg uzvišenijeg dijela šume na kojem prevladavaju tla tipa pseudoglej, pseudoglej-glej te močvarno glejno epiglejno tlo. Šuma Žutica predstavlja retenciju tj. dolazi do periodičnog plavljenja šume u koju se usmjeravaju visoki vodni valovi Save radi



Slika 1. Razmještaj naftnih bušotina u Žutici
Figure 1. Distribution of oil well in Žutica

obrane urbanih sredina od poplava. Iz tog razloga su i naftne bušotine smještene na uzvišenijim dijelovima šume izvan dohvata poplava. Od šumskih zajednica na tom središnjem dijelu prevladavaju šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino-betuli quercetum roboris*/Anić 1959/Rauš 1969), šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem (*Genisto-elatae quercetum roboris caricetosum brisoides* Ht. 1938) na koje se u depresijama nastavlja šuma crne joha s trušljikom (*Frangulo alnetum glutinosae* Rauš 1969).

Hidrološke prilike središnjeg dijela Žutice u velikoj su mjeri određene gustom mrežom komunikacija s pripadajućim odvodnim jarcima koje omeđuju odjele veličine 400 x 600m. Zbog neizgrađenih ispusta između odjela, šumske prometnice s pripadajućim jarcima predstavljaju tzv. kazete uz koje se prikuplja znatna količina oborinske vode kojoj je onemogućeno daljnje protjecanje. Zbog smanjene propusnosti tala na tom središnjem dijelu, dolazi do dugog zadržavanja vode unutar profila tala koje prema istraživanjima što ih je obavio PILAŠ (2002) u prvom dijelu vegetacijske sezone iznosi oko dva tjedna na pseudogleju u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba, mjesec dana u pseudoglej gleju u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom i drhtavim šašem, dok na močvarno glejnom tlu u šumi crne joha s trušljikom dolazi do prekida vertikalnog tečenja zbog visoke razine podzemne vode.

PLAN POKUSA EXPERIMENT PLAN

Jedan dio pokusa obavljen je u prirodnim uvjetima na terenu u šumi Žutica, a drugi u kontroliranim uvjetima u rasadniku Šumarskog instituta, Jastrebarsko. Pokus je postavljen u proljeće 2003. godine i trajao je do zime 2005. godine.

Terenski dio pokusa postavljen je pod zastorom krošanja u Gospodarskoj jedinici «Žutica», odjelu 48, a sastojao se od triju pokusnih ploha za svaku istraživanu vrstu. U Tablici 1. navedene su koncentracije mineralnih ulja po pojedinim ploham: KO – kontrolna ploha, K1 – ploha s nižom koncentracijom i K2 - ploha s višom koncentracijom. Ploha se sastojala od 15 biljaka od svake vrste (hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha) s trima ponavljanjima. Tlo je površinski pripremljeno i prije sadnje je površinskom sloju tretiranih ploha dodavan bušotinski fluid kako bi se simuliralo zagađenje. Nakon tog obavljena je sadnja te je pokus ograđen. Biljke su sadene u tri reda po pet sadnica, u razmacima 20 x 20cm. Ukupno je posađeno po 135 biljaka svake vrste.

Pokus u rasadniku sastojao se od triju pokusnih ploha za svaku istraživanu vrstu (kontrola -KO i dvije koncentracije mineralnih ulja – K1 i K2), ali je po plohi bilo 20 biljaka od svake vrste, s ukupno četirima ponavljanjima. Tlo za ovaj pokus je dopremljeno iz «Žutice», iz istog odjela u kojem je postavljen terenski pokus. Prije sadnje tlo je tretirano bušotinskim fluidom te je takvo stavljano u plastične posude zapremnine 5l, u kojima je obavljena sadnja. Ukupno je posađeno 240 biljaka svake vrste.

Tablica 1. Sadržaj ukupnih i mineralnih ulja u kontroli i tretiranjima
Table 1. Overall content of oil and mineral oil in control group and treatments

Lokalitet <i>Locality</i>	Tretiranje <i>Treatment</i>	Tlo <i>Soil</i>	Vodeni eluat <i>Water eluate</i>		
		Ukupna ulja <i>Oil - overall</i>	Mineralna ulja <i>Mineral oil</i>	Ukupna ulja <i>Oil - overall</i>	Mineralna ulja <i>Mineral oil</i>
		mg/kg	mg/dm ³		
Žutica	K0	62,550	3,560	2,620	0,328
	K1	2.905,580	1.153,243	4,143	0,348
	K2	5.085,400	2.528,000	12,394	0,826
Jastrebarsko	K0	62,550	3,560	2,620	0,328
	K1	1.762,820	564,355	2,095	0,165
	K2	3.959,910	1.342,398	10,301	0,506

U pokusu su korištene sadnice crne johe starosti 1+0, uzgojene u rasadniku Limbuš, šumarija «Kloštar Podravski» te sadnice hrasta lužnjaka i poljskog jasena starosti 2+0 uzgojene u rasadniku Šumarskog instituta, Jastrebarsko. Bušotinski fluid koji je korišten za umjetno zagađenje tla uzet je direktno iz cjevovoda u naftnom polju «Žutica» te je po sastavu identičan fluidu koji se nakon propuštanja cjevovoda izljuje u šumski ekosustav.

Terenski dio pokusa je prepušten prirodnoj dinamici plavljenja i natapanja, dok je pokus u rasadniku svakodnevno zalijevan.

Četiri puta godišnje mjerene su visine biljaka i utvrđivan je mortalitet.

FIZIKALNO-KEMIJSKE ANALIZE TLA

PHYSICAL-CHEMICAL SOIL PROPERTIES

Sadržaj ukupnih i mineralnih ulja na kontroli i tretiranjima, prikazan je u Tablici 1. Analiza tla na prisustvo mineralnih ulja obavljena je u Laboratoriju za ispitivanje tla i otpada Zavoda za javno zdravstvo grada Zagreba.

Fizikalna i kemijska analiza tla obavljene su u pedološkom laboratoriju Šumarskog fakulteta u Zagrebu na početku pokusa (Tablica 2.).

Tablica 2. Fizikalne i kemijske značajke tla na pokusu
Table 2. Physical and chemical soil properties in the experiment

pH <i>pH</i>	Humus <i>Humus</i>	Dušik <i>Nitrogen</i>	Mehanički sastav (%) <i>Mechanical composition (%)</i>			
			Krupni pijesak <i>Coarse sand</i>	Sitni pijesak <i>Fine sand</i>	Prah <i>Dust</i>	Glina <i>Clay</i>
H ₂ O	0,1M CaCl ₂	g/kg				
5,46	4,91	30,5	1,8	2,9	42,3	32,8 22,0

Tlo je relativno dosta humozno i dobro opskrbljeno dušikom, prema sadržaju H-iona vezanim u vodi i adsorpcijskom kompleksu tlo je kiselo. Prema teksturi tlo spada u težu, odnosno glinastu ilovaču.

STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

STATISTICAL DATA PROCESSING

Plan pokusa te dobiveni rezultati na kraju istraživanja odredili su i primjenu adekvatne statističke metode. Analiza između tretiranja po pojedinim šumskim

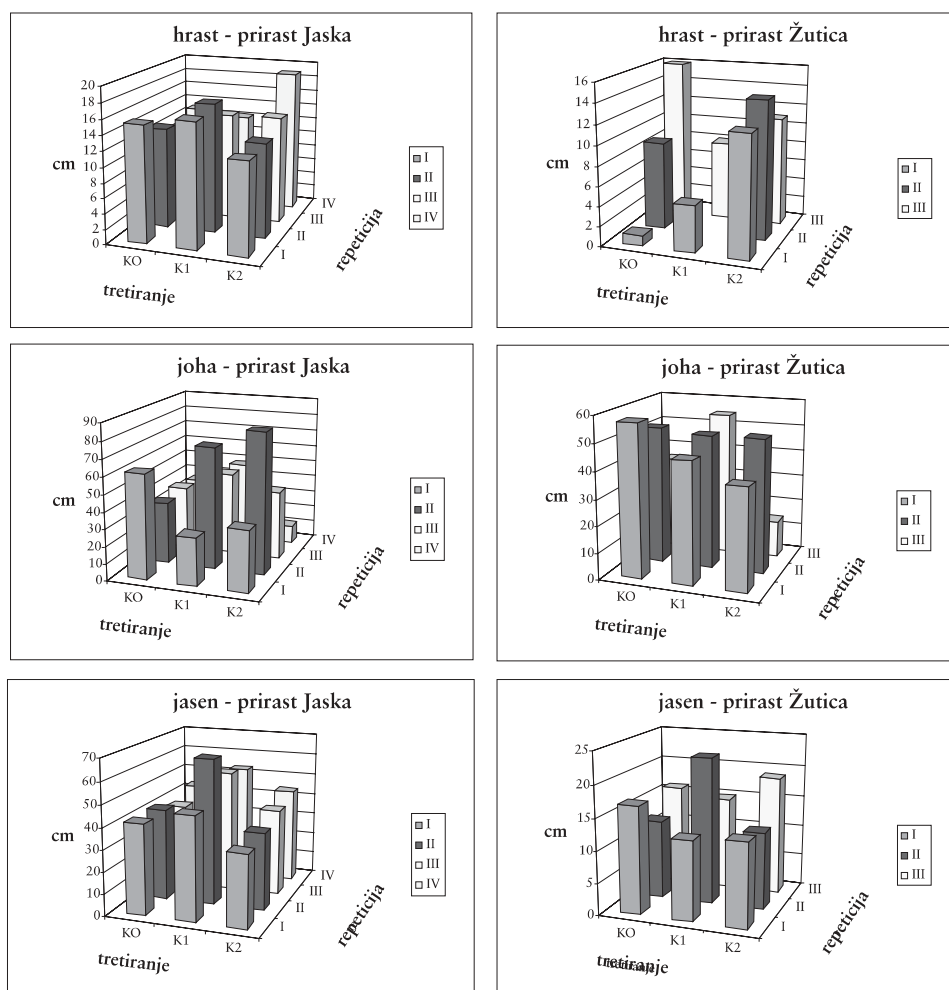
vrstama napravljena je glede višegodišnjeg prirasta te preživljenja biljaka. Pošto nisu zadovoljeni uvjeti za analizu podataka analizom varijance (npr. homogenost varijance), pri analizi su korišteni t-test i Kruskal-Wallis test kao neparametarska alternativa analizi varijance. Kruskal-Wallis test temelji se prvo na izračunu sume rangova u distribuciji te zatim na izračunu H-vrijednosti, prema jednadžbi:

$$H = 12 / n(n+1) \sum R_i^2 / n_i - 3(n+1)$$

R_i - suma rangova i-te populacije

n_i - veličina uzorka u populaciji

H-vrijednost moguće je aproksimirati hi-kvadrat distribucijom k-1 stupnjem slobode.

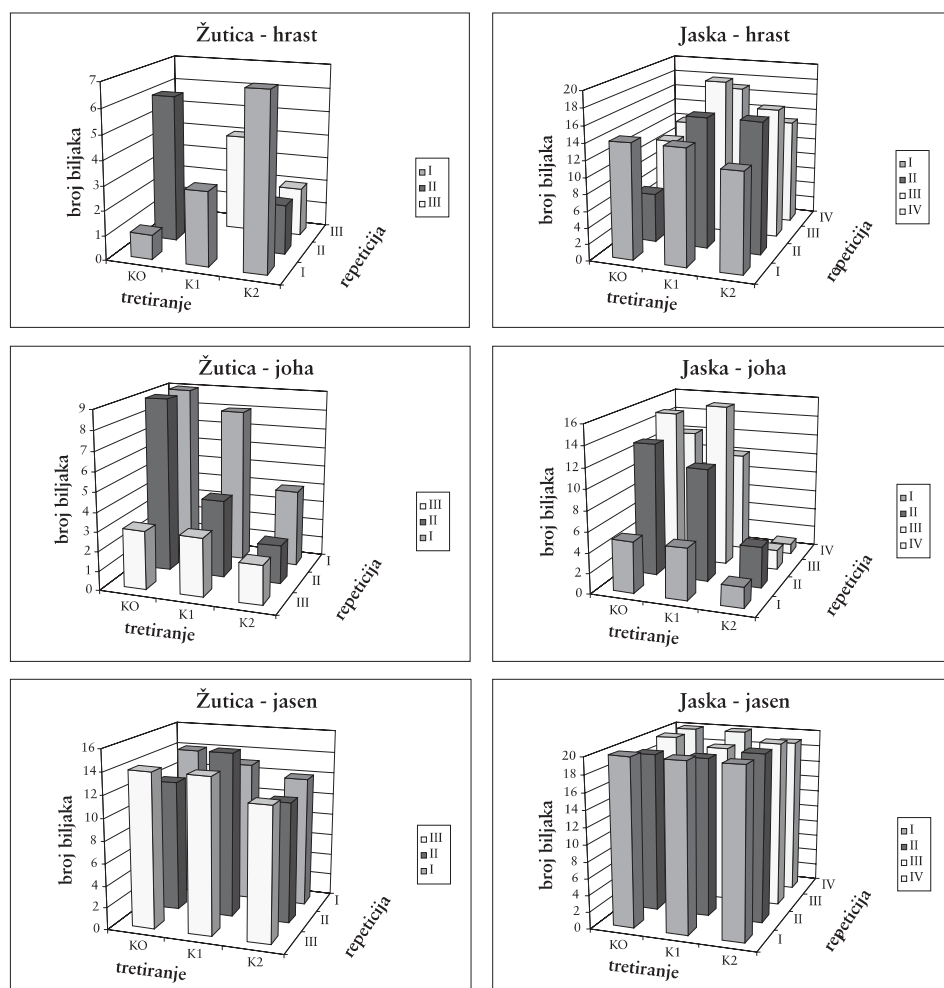


Slika 2. Prirast biljaka u pokusima Jastrebarsko i Žutica
 Figure 2. Increment in experiments Jastrebarsko and Žutica

REZULTATI

RESULTS

Rezultati mjerenja prirasta sadnica hrasta lužnjaka, crne johe i poljskog jasena u pokusu Žutica i Jastrebarsko, prikazani su na Slici 2., dok su rezultati preživljenja biljaka u dvama pokusima prikazani na Slici 3. Iz prikazanih rezultata istraživanja, moguće je uvidjeti kako su tretiranja različitim koncentracijama imala veći učinak na preživljenje biljaka, nego na njihov prirast. Rezultati testiranja značajnosti utvrđenih razlika t-testom, prikazani su u Tablici 3. i 4. Rezultati testiranja razlika u prirastu između tretiranja Kruskall Wallis testom prikazani su u Tablici 5., dok su rezultati testiranja razlika u preživljenju u pokusu Jastrebarsko prikazani u Tablici 6.



Slika 3. Preživljenje biljaka u pokusima Jastrebarsko i Žutica
 Figure 3. Survival in experiments jastrebarsko and Žutica

Tablica 3. Rezultati testiranja prirasta t-testom na pokusu Jastrebarsko
Table 3. Increment test results obtained by t-test in experiments Jastrebarsko

	n (KO) n (KO)	n (K1) n (K1)	sredina (KO) mean (KO)	sredina (K1) mean (K1)	t-vrijednost t-value	df df	p p
hrast - oak	43	66	13.41860	14.75758	-0.83217	107	0.407168
jasen - asb	45	42	39.55556	52.61905	-2.10931	85	0.037859
joha - alder	79	78	40.98734	55.56410	-2.96765	155	0.003477
	n (K0) n (K0)	n (K2) n (K2)	sredina (K0) mean (K0)	sredina (K2) mean (K2)	t-vrijednost t-value	df df	p p
hrast - oak	43	57	13.41860	14.33333	-0.40122	98	0.689133
jasen - asb	45	9	39.55556	55.44444	-1.51776	52	0.135133
joha - alder	79	79	40.98734	38.07595	1.13046	156	0.260016
	n (K1) n (K1)	n (K2) n (K2)	sredina (K1) mean (K1)	sredina (K2) mean (K2)	t-vrijednost t-value	df df	p p
hrast - oak	66	57	14.75758	14.33333	0.220749	121	0.825660
jasen - asb	42	9	52.61905	55.44444	-0.228683	49	0.820067
joha - alder	78	79	55.56410	38.07595	3.525663	155	0.000556

Tablica 4. Rezultati testiranja prirasta t-testom na pokusu u Žutici
Table 4. Increment test results obtained by t-test in experiment Žutica

	n (KO) n (KO)	n (K1) n (K1)	sredina (KO) mean (KO)	sredina (K1) mean (K1)	t-vrijednost t-value	df df	p p
hrast - oak	8	7	8.75000	6.57143	0.98129	13	0.344359
jasen - asb	21	15	51.85714	48.53333	0.65281	34	0.518268
joha - alder	40	42	15.15000	16.92857	-0.93193	80	0.354179
	n (K0) n (K0)	n (K2) n (K2)	sredina (K0) mean (K0)	sredina (K2) mean (K2)	t-vrijednost t-value	df df	p p
hrast - oak	8	11	8.75000	12.18182	-1.13398	17	0.272542
jasen - asb	21	8	51.85714	35.25000	2.40567	27	0.023262
joha - alder	40	35	15.15000	14.71429	0.23047	73	0.818368
	n (K1) n (K1)	n (K2) n (K2)	sredina (K1) mean (K1)	sredina (K2) mean (K2)	t-vrijednost t-value	df df	p p
hrast - oak	7	11	6.57143	12.18182	-1.868080	16	0.080175
jasen - asb	15	8	48.53333	35.25000	2.382700	21	0.026713
joha - alder	42	35	16.92857	14.71429	1.151570	75	0.253158

RASPRAVA

DISCUSSION

Tlo tretirano slabijom koncentracijom mineralnih ulja nije imalo značajni utjecaj na prirast sadnica hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe. U kontroliranim uvjetima na pokusu u Jastrebarskom povećanje koncentracije ukupnih, odnosno mineralnih ulja u tlu u vrijednostima od 1.762,820mg/kg, odnosno 564,355mg/kg (K1) u odnosu na kontrolu (KO) od 62,550mg/kg ukupnih te 3,560mg/kg mineralnih ulja, imalo je čak pozitivan utjecaj na prirast sadnica poljskog jasena i crne johe, što je potvrđeno t-testom. Kod hrasta lužnjaka taj efekt nije potvrđen iako dolazi do neznatnog povećanja prirasta kod biljaka.

Na istom pokusu, izrazitijim povećanjem koncentracije organskih/mineralnih ulja u tlu na 5.085,4mg/kg, odnosno 2.528mg/kg, utvrđeno je značajno smanjenje

Tablica 5. Rezultati testiranja prirasta Kruskal Wallis testom
 Table 5. Increment test results obtained by Kruskal Wallis test

	Vrsta drveća Tree species	Tretiranje Treatment	n n	Suma rangova Rank total	H-statistika H statistics	p p
Jastrebarsko	hrast oak	K0	43	3482.500	H (2,N=166)	0.2281
		K1	66	6013.000	2.955659	
		K2	57	4365.500		
	joha alder	K0	45	1887.500	H (2,N=96)	0.0956
		K1	42	2284.500	4.696233	
		K2	9	484.000		
	jasen ash	K0	79	8488.50	H (2,N=236)	0
		K1	78	11797.50	27.71251	
		K2	79	7680.00		
Žutica	hrast oak	K0	8	104.0000	H(2, N=26)	0.2374
		K1	7	69.5000	2.8762	
		K2	11	177.5000		
	joha alder	K0	21	538.5000	H(2, N=44)	0.0679
		K1	15	345.0000	5.3793	
		K2	8	106.5000		
	jasen ash	K0	40	2253.500	H(2, N=117)	0.417
		K1	42	2709.500	1.748	
		K2	35	1940.000		

Tablica 6. Rezultati testiranja preživljenja na pokusu Jastrebarsko Kruskal Wallis testom
 Table 6. Survival test results in experiment Jastrebarsko obtained by Kruskal Wallis test

	Vrsta drveća Tree species	Tretiranje Treatment	n n	Suma rangova Rank total	H-statistika H statistics	p p
Jastrebarsko	hrast oak	K0	4	13.000	H(2,N=12)	0.0409
		K1	4	38.500	6.39375	
		K2	4	26.500		
	joha alder	K0	4	35.50000	H(2,N=12)	0.0232
		K1	4	32.50000	7.523768	
		K2	4	10.00000		
	jasen ash	K0	4	28.00000	H(2,N=12)	0.7091
		K1	4	22.00000	0.6875	
		K2	4	28.00000		

prirasta kod crne johe, dok na istom pokusu retardirajući učinak tih koncentracija na hrast lužnjak i poljski jasen nije utvrđen. U prirodnim uvjetima na pokusu u Žutici, povećanjem koncentracije organskih/mineralnih ulja na 2.905,58mg/kg, odnosno 1.153,243mg/kg, nije ustanovljen značajniji efekt na prirast sadnica. Povećanje koncentracije organskih/mineralnih ulja u tlu na 5.085,400mg/kg/2.528,000mg/kg u pokusu Žutica imalo je značajni retardirajući učinak samo na sadnice poljskog jasena.

Glede preživljenja koje je statistički obrađivano samo u pokusu Jastrebarsko, negativni učinak tretiranja tla različitim koncentracijama organskih i mineralnih ulja utvrđen je kod sadnica crne johe, dok nije utvrđen za hrast lužnjak i poljski jasen. Ovakvi rezultati istraživanja donekle su u suprotnosti s istraživanjem

GASHEV i dr. (1991) zbog tog što je utvrđeno kako je kod nižih koncentracija mineralnih ulja zabilježen pozitivan učinak na rast sadnica, dok je negativno djelovanje nafte utvrđeno tek pri višim koncentracijama. Rezultate ovog istraživanja trebalo bi ponoviti te uključiti širi aspekt utjecajnih čimbenika u tlu na šumski ekosustav kao posljedicu zagađenja naftom, odnosno ugljikovodicima, čime bi se istraživana problematika mogla sveobuhvatnije sagledati.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Iz rezultata ispitivanja utjecaja nafte, odnosno organskih i mineralnih ulja na pokusima u prirodnim, odnosno kontroliranim uvjetima, moguće je utvrditi kako je utjecaj nafte pri manjim koncentracijama čak i pozitivan za rast biljaka.

Povećanje koncentracije nafte, odnosno ukupnih i mineralnih ulja, imalo je za rezultat smanjeno preživljenje biljaka. Na temelju utvrđenih zakonitosti u ovom istraživanju je moguće tvrditi kako je za istraživanje utjecaja nafte, odnosno ukupnih i mineralnih ulja u tlu preživljenje biljaka puno bolji indikator od prirasta biljaka.

Glede preživljenja biljaka, značajni negativni utjecaj je utvrđen kod sadnica crne johe, stoga se na jače kontaminiranim staništima ne preporučuje njena sadnja, već za tu namjenu treba koristiti poljski jasen. Poljski jasen, prema rezultatima ovog istraživanja ima znatno rezistentnija svojstva spram onečišćenja tla naftom od hrasta lužnjaka i crne johe te ga treba koristiti pri sanaciji šumskih površina, ali treba imati u vidu i kako takvo stanište zadovoljava i ostale uvjete nužne za njegov pridozrak.

Dugotrajno iskorištavanje nafte u šumskom kompleksu šume Žutica ostavilo je značajni trag na ekosustav. Ovo istraživanje predstavlja tek mali korak i početak sustavnijih mjera koje se trebaju obaviti u šumi Žutica kako bi se narušena staništa u što većoj mjeri vratila prvobitnom značaju, a to je očuvanje potrajnosti gospodarenja i bioraznolikosti i to prema načelima šumarske znanosti i struke.

LITERATURA

REFERENCES

- BARIČEVIĆ, D., J. VUKELIĆ, 1998: Karta šumskih zajednica gospodarske jedinice Žutica. (karta)
- GASHEV, S. N., M. N. GASHEVA, A. V. SOROMTIN, 1991: Effect of oil on the emergence and development of Scots pine seedlings. *Lesovedenie*, No. 2, 74-77.
- KAZANTSEVA, M. N., S. N. GASHEV, A. V. SOROMTIN, A. V. RYBIN, 1993: Effect of crude oil on seed germination and development of seedlings of woody and herbaceous plants. *Lesovedenie*, No. 5, 64-68.
- * Prosudba utjecaja tehnoloških objekata INA - industrija nafte – Naftaplina na okoliš u općini Ivanić Grad. 1993. Knjiga 1: Konstatacije i zaključci. SUO Ivanić Grad.

VRBEK, B., I. PILAŠ, 2000: Pedoekološke značajke šume "Žutica". Rad. Šumar. Inst. 35(1): 13-36, Jastrebarsko.

PILAŠ I., 2002: Dinamika vode u tlu u narušenim stanišnim i sastojinskim prilikama šume Žutica. Magistarski rad., Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

INFLUENCE OF HYDROCARBON ON INCREMENT AND SURVIVAL OF PEDUNCLED OAK, NARROW-LEAVED ASH AND COMMON ALDER SEEDLINGS

Summary

Forest Žutica, which is located on the territory of Ivanić grad, occupies an area of 5107,49 ha. Oil exploitation in the forest Žutica began in the 60s of the last century and currently approximately 6,3% of the forest area is occupied by the facilities of INA-Naftaplín. Oil extraction technology requires extensive work, which significantly disturbs the integrality of the forest complex and, due to old pipelines, oil spill are frequent. Fluids which are transported from the soil depths have a strong denticide effect even though they are transported through the pipelines and the resulting pollution of production profiles leads to drainage of plant cover.

The most significant tree species in the forest Žutica are peduncled oak, narrow-leaved ash and common alder, which is why those species were chosen for testing the influence of hydrocarbon. Research was carried out in two experiments which were laid out in natural environment of the forest Žutica, i.e. in controlled conditions in Jastrebarsko.

Lower concentration of overall content of oil and mineral oil in soil in values of 1762,820 mg/kg and 564,355 mg/kg, respectively, had a positive effect on plant increment. Increased oil concentration and overall content of oil and mineral oil in soil per 5085,4 mg/kg and 2528 mg/kg, respectively, resulted in decreased survival rate of common alder. It is possible to state, on the basis of determined patterns in this research, that the survival of plants is a much better indicator than plant increment for the research of influence of oil and overall content of oil and mineral oil in soil.

With reference to plant survival, significant negative influence was determined in plants of common alder and, consequently, its planting is not recommended on severely contaminated sites and narrow-leaved ash is recommended instead. Narrow-leaved ash is, according to results of this research, significantly more resistant to pollution of soil by oil than peduncled oak and common alder and should thus be used in recovery of forest areas, but the fact that even such sites meet all other requirements for its introduction should be taken into account.

Key words: oil, hydrocarbons, spills, drainage, peduncled oak, narrow-leaved ash, common alder, increment, survival

