

Ekološki i biološki uzroci propadanja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u nizinskoj šumi Turopoljski lug

Prpić, Branimir; Seletković, Zvonko; Žnidarić, Gordana

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales Experimentis silvicultibus**, 1994, 30, 193 - 222

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:256627>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-20**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



BRANIMIR PRPIĆ, ZVONIMIR SELETKOVIĆ, GORDANA ŽNIDARIĆ

EKOLOŠKI I BIOLOŠKI UZROCI PROPADANJA STABALA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.) U NIZINSKOJ ŠUMI »TUROPOLJSKI LUG«

ÖKOLOGISCHE UND BIOLOGISCHE URSACHEN FÜR DAS ABSTERBEN VON STIELEICHE (*Quercus robur* L.) IM AUENWALD TUROPOLJSKI LUG

Prispjelo: 22. 09. 1993.

Prihvaćeno: 1. 10. 1993.

U šumi Turopoljski lug u nizini rijeke Save pokraj Zagreba došlo je do značajnoga sušenja hrasta lužnjaka. U desetljeću 1981–1990. osušilo se preko 100.000 m³ lužnjakovih stabala. Prema stupnju oštećenosti u narednim godinama se očekuje sušenje oko 50% stabala hrasta lužnjaka.

Do propadanja stabala hrasta lužnjaka je došlo zbog pada razina podzemnih voda, kiselih kiša, pojave klimatskih ekscesa, poremetnje površinskoga otjecanja vode izgradnjom cesta i nasipa, uzgojnih mjera koje su težile stvaranju čistih hrastovih sastojina, fiziološkog slabljenja stabala i pojave bolesti i štetnika.

Predlaže se obnova šume unošenjem vrsta drveća koje pripadaju stojbini s time da sudjelovanje hrasta lužnjaka ne prelazi 60%.

Ključne riječi: sušenje hrasta lužnjaka, klimatski ekscesi, kisele kiše, promjena vodnih odnosa, obnova autohtonim vrstama drveća u biogrupama

UVOD – VORWORT

Nizinska šuma Turopoljski lug nalazi se u Odranskom polju, a zbog svoje ekološke i gospodarske vrijednosti te povijesnoga značenja povezanoga uz grad Zagreb i Turopolje zavređuje osobitu pozornost. U posljednje vrijeme u ovoj se šumi uvelike suši hrast lužnjak (*Quercus robur* L.). U pojedinim dijelovima šume propadaju čitave sastojine tako da pojava poprma značenje ekološke katastrofe. Ti su razlozi potaknuli znanost i šumarsku operativu da se podrobnije istraže uzroci ove pojave. S time u svezi zagrebački šumari su dogovorili sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu da se pitanje propadanja hrasta lužnjaka istraži u združenome radu više znanstvenih disciplina (ekologija šuma, uzgajanje šuma, šumarska fitocenologija, dendrokronologija, uređivanje šuma). Istovremeno je dogovoreno da Šumar-

ski institut u Jastrebarskom obradi hidropedološki dio. Ekološka komponenta istraživanja je do kraja vegetacijskog razdoblja 1991, a rezultate do kojih smo došli objavljujemo.

Izbor lokaliteta pokusnih ploha je obavljen zajednički uz nazočnost svih istraživača. Unaprijed je dogovoreno da se pokusne plohe izaberu u sastojinama različitih jakosti sušenja i različitih stajbina. Poslije detaljnog obilaska sastojina gospodarske jedinice »Turopoljski lug«, uz nazočnost upravitelja Šumarije Velika Gorica inž. Marijana Baruleka i prethodni dogovor na terenu sa šefom Odjela za uređivanje šuma inž. Antonom Tustonjicom, ekipa istraživača se odlučila za 16 pokusnih površina, od kojih 8 ima trajno značenje.

Početak propadanja hrasta lužnjaka zabilježen je u Turopoljskom lugu 1983, što koincidira s istom pojavom u susjednoj nizinskoj šumi Kalje, na koju se ona naslanja u svome istočnom dijelu.

Sušenje hrasta u šumi Kalje ne može se poistovjetiti s onim u Turopoljskom lugu. Iako se zbiva u istome vremenskom razdoblju kao u šumi Kalje, uzroci su mu toliko drukčiji koliko su različite stajbine u te dvije šume. Mikroreljef Turopoljskog luga je izraženiji od onoga u šumi Kalje, a značajne su razlike u hidrološkim prilikama, premda se obje šume nalaze u Odranskom polju.

U Turopoljskom lugu osušilo se od 1982. do danas oko 100 000 m³ stabala hrasta lužnjaka, što zajedno s osušenim hrastovim stablima u šumi Kalje iznosi oko 400 000 m³ u posljednjih 10 godina. To su najznačajnija lokalna sušenja u europskom arealu lužnjakovih šuma.

Radi daljeg praćenja propadanja, obnove i stabilnosti nizinske šume Turopoljski lug osnovali smo 8 trajnih pokusnih površina u kojima će se dalje istraživati.

Koristimo se prilikom da zahvalimo kolegama iz J. P. »Hrvatske šume«, diplomiranim inženjerima Matiji Mihaniću, ravnatelju Uprave šuma Zagreb, Marijanu Baruleku, upravitelju Šumarije Velika Gorica, Antimu Tustonjici i Juri Paveliću iz zagrebačke Sekcije za uređivanje šuma, Maksimilijanu Udovču, revirniku istraživačkog područja te Dunji Marušić i Marku Mrazeku koji su svoje diplomske radove izradili u okviru ove problematike.

KLIMA – KLIMA

Kao i najveći dio zapadne Hrvatske, ovo područje pripada prema Köppenovoj podjeli u »toploumjerenu kišnu klimu«, a prema klimatskoj formuli toga autora u klimatski tip Cfbwx.

Za šumsku vegetaciju je značajno da je raspored oborina ravnomjeran tijekom godine te da ih tijekom vegetacijskog razdoblja (travanj–rujan) padne preko 50%. Zima je oborinama najsiromašnija.

Smatrali smo da je za prosudbu klime ovoga područja te njezina kolebanja mjerodavna meteorološka stanica na uzletištu Pleso pa donosimo njezine podatke. U prilogu dajemo tablice srednjih mjesečnih temperatura zraka, srednjih i apsolutnih, minimalnih i maksimalnih temperatura zraka i mjesečne količine oborina za razdoblje 1971–1989.

Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,2°C, najhladniji mjesec je siječanj (– 0,6 °C), najtopliji srpanj (20,5 °C), temperatura zraka vegetacijskog razdoblja iznosi 16,7 °C.

SREDNJE MJESEČNE TEMPERATURE ZRAKA (°C)
za razdoblje 1971–1989 godine
Mittlere monatliche Lufttemperaturen (°C)
für die Zeit 1971–1989

Tablica 1

godina	m j e s e c											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1971	-1.5	2.9	2.7	11.3	16.5	18.1	20.6	20.6	13.1	8.7	4.3	0.0
1972	-1.4	3.7	7.5	10.7	14.4	19.0	20.6	18.9	13.0	9.1	4.8	1.1
1973	-0.9	1.8	5.2	8.4	16.4	19.1	20.2	19.7	16.0	8.6	2.4	0.4
1974	1.1	6.1	7.7	9.7	14.2	17.3	20.2	21.1	16.1	7.0	6.1	2.7
1975	3.8	1.6	7.0	10.6	16.8	17.7	20.8	19.5	18.1	9.7	4.2	0.9
1976	0.4	0.5	1.7	10.6	15.4	18.3	21.1	16.8	14.5	10.4	7.0	0.5
1977	1.9	5.0	9.0	9.2	15.4	19.5	20.1	19.5	13.6	11.2	6.2	-0.4
1978	0.1	0.6	7.1	9.4	13.4	18.1	18.9	18.0	14.8	9.7	1.6	0.3
1979	-2.3	2.4	8.0	9.8	16.3	21.0	19.1	18.5	15.7	9.3	5.8	3.7
1980	-2.0	2.6	5.7	8.2	12.6	18.0	19.3	19.6	15.3	10.2	3.5	-1.7
1981	-2.9	-0.3	8.5	10.7	15.2	19.0	20.2	19.6	16.4	12.3	4.3	0.4
1982	-2.1	-0.9	5.2	8.2	15.9	20.1	21.3	19.6	18.3	11.4	5.5	4.2
1983	2.2	-1.4	6.7	13.0	17.0	18.8	22.7	20.4	15.9	10.3	2.4	0.3
1984	-0.7	-0.2	5.1	10.0	13.9	17.6	18.8	18.7	15.9	11.8	5.5	1.0
1985	-6.0	-4.4	4.9	10.6	16.6	17.0	21.0	20.3	16.1	9.7	3.2	4.4
1986	0.5	-3.5	2.9	11.4	18.2	17.8	19.7	20.8	15.2	9.6	5.3	-0.5
1987	-3.6	1.0	1.6	11.3	14.1	18.9	22.1	18.9	8.9	11.7	4.8	1.1
1988	3.7	3.8	5.7	10.2	15.9	18.3	22.4	20.6	16.0	10.1	0.7	0.5
1989	-1.1	3.9	9.3	11.9	14.8	17.2	21.2	20.2	15.7	10.1	*	*
$\bar{x}$												
	16,7											

MJESEČNE KOLIČINE OBORINA (mm)
za razdoblje 1971–1989 godine
Monatliche Niederschläge (mm)
für die Zeit 1971–1989)

Tablica 2

godina	m j e s e c											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1971	44	23	70	59	60	95	52	137	52	14	73	21
1972	53	54	38	153	122	36	193	112	80	24	138	19
1973	44	66	10	97	26	60	86	68	87	23	57	63
1974	54	41	38	40	185	135	65	117	117	245	69	34
1975	19	14	49	44	84	80	113	119	38	103	51	62
1976	27	25	50	96	53	92	88	83	107	96	100	130
1977	81	89	76	103	34	73	88	53	89	52	154	68
1978	53	44	74	78	119	60	95	73	82	74	25	68
1979	102	86	82	34	17	131	128	85	52	65	112	107
1980	40	26	59	91	88	127	78	55	102	190	163	91
1981	38	72	86	18	136	144	39	68	105	60	67	167
1982	21	7	75	63	44	93	73	104	61	125	49	163
1983	39	112	99	15	53	89	39	71	66	94	24	37
1984	179	54	50	68	120	64	103	21	149	74	72	27
1985	49	42	105	82	86	178	38	69	35	5	143	64
1986	78	100	76	72	72	162	111	76	33	119	14	42
1987	89	82	41	56	97	82	53	70	86	67	154	41
1988	54	99	103	44	56	75	42	95	113	94	33	39
1989	5	36	52	61	157	127	123	252	77	23	*	*
$\bar{x}$												
	508											

SREDNJI MINIMUMI, MAKSIMUMI I KOLEBANJE TEMPERATURE ZRAKA
za razdoblje 1971–1989 god.

Tablica 3

godina	srednji minimum temperature zraka najhlad- nijeg mjeseca	apsolutni minimum temperature zraka	srednji maksimum temperature zraka najtop- lijeg mjeseca	apsolutni maksimum temperature zraka	srednje kolebanje temperature zraka
1971	- 5.2	- 21.0	27.5	31.8	22.1
1972	- 3.2	- 10.3	26.0	33.6	22.0
1973	- 4.1	- 17.9	26.7	33.7	21.1
1974	- 1.1	- 6.2	27.7	33.7	20.0
1975	- 2.8	- 9.4	26.4	32.1	19.9
1976	- 4.7	- 17.8	27.0	33.6	20.7
1977	- 3.0	- 13.2	26.0	33.3	20.5
1978	- 3.6	- 21.9	24.8	32.1	18.8
1979	- 6.3	- 5.4	26.8	32.4	23.3
1980	- 5.9	- 17.4	25.8	32.6	21.6
1981	- 8.0	- 14.1	26.1	33.0	23.1
1982	- 4.9	- 10.7	26.8	31.3	23.4
1983	- 6.5	- 16.8	29.7	36.1	24.1
1984	- 3.9	- 15.6	25.1	34.0	19.5
1985	- 10.4	- 22.4	27.4	33.5	27.0
1986	- 6.5	- 21.3	27.4	32.8	24.3
1987	- 7.5	- 21.1	28.8	33.9	25.7
1988	- 3.4	- 15.8	29.1	35.0	21.9
1989	*	- 13.0	26.7	32.0	22.3

VRIJEDNOSTI VEGETACIJSKOG I ELLENBERGOVOG KVOCIJENTA
za razdoblje 1971–1989 god.
DER VEGETATIONS UND ELLENBERGQUOTIENT
FÜR DIE ZEIT 1971–1898

Tablica 4

godina	sred.god.temp. zraka (°C)	god. količina oborina (mm)	sred.srpanjske temper. (°C)	oborine u veget. per. IV–IX (mm)	vegetac. kvocijent	Ellenbergov kvocijent
1971	9.8	700	20.6	455	45.27	29.43
1972	10.1	1022	20.6	696	29.60	20.16
1973	9.8	687	20.2	424	47.64	29.40
1974	10.8	1140	20.2	659	30.65	17.72
1975	10.9	776	20.8	478	43.51	26.80
1976	9.8	947	21.1	519	40.66	22.28
1977	10.8	960	20.1	440	45.68	20.94
1978	9.3	845	18.9	507	37.28	22.37
1979	10.6	1001	19.1	447	42.73	19.08
1980	9.3	1110	19.3	541	35.67	17.39
1981	10.3	1000	20.2	510	39.61	20.20
1982	10.6	878	21.3	438	48.63	24.26
1983	10.7	738	22.7	333	68.17	39.76
1984	9.8	818	18.8	525	35.81	22.98
1985	9.5	746	21.0	488	43.03	28.15
1986	9.8	955	19.7	526	37.45	20.63
1987	10.1	918	22.1	444	49.77	24.07
1988	10.7	847	22.4	425	52.70	26.45
1989	*	*	21.2	797	26.60	*
$\bar{x}$	10.2	894	20.5	508	42.13	23.51

POJAVA VRUĆIH I HLADNIH GODINA TE NADKRITIČNOG VEGETACIJSKOG KVOCIJENTA U ODRANSKOM POLJU

Tablica 5

G O D I N A	G O D I N E S		GODINA VEGET. KVOCIJENTA IZ- NAD PROSJEKA	n KOINCIDENCIJE
	VRUĆIM	HLADNIM		
	R A Z D O B L J E M			
1 9 7 1	+	-	+	2
1 9 7 2	-	-	-	
1 9 7 3	-	-	+	1
1 9 7 4	+	-	-	1
1 9 7 5	-	-	-	
1 9 7 6	+	-	-	1
1 9 7 7	-	-	+	1
1 9 7 8	-	-	-	
1 9 7 9	+	+	-	2
1 9 8 0	+	+	-	2
1 9 8 1	+	+	-	2
1 9 8 2	-	-	+	1
1 9 8 3	+	+	+	3
1 9 8 4	-	-	-	
1 9 8 5	+	+	+	3
1 9 8 6	+	+	-	2
1 9 8 7	+	+	+	3
1 9 8 8	-	-	+	1

Prosječna godišnja količina oborina je 893 mm, a prosječna relativna vlaga iznosi 78,6%, Langov kišni faktor iznosi 87,5, što je obilježje humidne klime.

Držimo da je uz srednji minimum i maksimum za ocjenu klime značajno izračunati Ellenbergov i vegetacijski kvocijent. U prilogu dajemo tablicu tih podataka za promatrani godišnji niz. Ako raščlanimo one meteorološke podatke koji upućuju na eventualne klimatske ekscese, dolazimo do obavijesti o vrućim i hladnim godinama te do podataka za promatrani godišnji niz. Ako raščlanimo one meteorološke podatke koji upućuju na eventualne klimatske ekscese, dolazimo do obavijesti o vrućim i hladnim godinama te do podataka o onim godinama kad su vegetacijski i Ellenbergov kvocijent bili iznad prosječnih vrijednosti.

Ovo raščlanjenje koje dobivamo izračunavanjem srednjih vrijednosti godišnjeg niza 1971–1989. za srednju minimalnu i maksimalnu temperaturu zraka te za vegetacijski i Ellenbergov kvocijent pokazuje da su vruće godine bile 1971, 1974, 1976, 1985, 1985, 1986, 1987. i 1988, a da su hladne godine bile 1979, 1980, 1981, 1983, 1985, 1986. i 1987. (vidi tablice od 1–4).

Vegetacijski kvocijent bio je iznad prosjeka, što upozorava na vruće, a istovremeno i na suho vegetacijsko razdoblje, tijekom 1971, 1973, 1977, 1982, 1983, 1985, 1987. i 1988. godine.

Jako stresna stanja sa stajališta klimatskih ekscesa nastupila su u slučaju koincidencije svih triju spomenutih ekstrema: vruće godine, hladne godine (zimске studeni) i vegetacijskog kvocijenta iznad prosjeka, u godinama 1983, 1985. i 1987. (vidi tablicu 5).

Pojava stresnih stanja zbog istovremenih ljetnih vrućina i zimskih hladnoća slijede gotovo u neprekidnom nizu od 1979. do 1987, s iznimkom 1982. i 1984, dok vruće godine i vegetacijski kvocijent koincidiraju 1971. i 1988. (vidi priloženu tablicu).

GEOLOŠKO – LITOLOŠKE I PEDOLOŠKE ZNAČAJKE GEOLOGISCH – LITHOLOGISCHE UND PADOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN

Na području gornje Posavine, kojemu pripada i Odransko polje, najzastupljeniji su sedimenti kvartara. Kvartar je zastupljen različitim sedimentima pleistocenske i holocenske starosti. Kovačević i dr. (1972) navode da pleistocenska terasa obuhvaća zaravni 10–20 m iznad savske doline oko Buševca, Poljane i Žažine, naselja koja se nalaze neposredno uz odranske nizinske šume. To je područje gotovo ravnog reljefa, pa su tla prekomjerno vlažena površinskom vodom, bočno kretanje te vode praktično izostaje. Autori upozoravaju da su šljunkovite naslage od slovenske granice do linije Mraclin-Rugvica-Zagreb također pleistocenske starosti.

Pleistocenski sedimenti u dolini Save i njezinih pritoka imaju više litoloških članova potpuno različitih svojstava: šljunak, pijesak, ilovače, odnosno prapor i glinu. Ti su sedimenti odlagani preko jezerskih sedimenata, tercijarne starosti.

Nanosi pijeska i šljunka u zapadnom dijelu gornje Posavine vrlo su duboki, ponegdje od 10 do 14 m, a pokriveni su slojem od 0,3 m do 1,5 m pleistocenskih ilovača. Nizvodno od tih naselja rijeka Sava ima manju brzinu koja je nedovoljna za transport šljunkovitog materijala fluvijativnim putem.

* Podaci o geološkoj podlozi i tlu uzeti iz studije: Kovačević, P., Kalinić, M., Pavlić, V., i Bogunović, M.: Tla gornje Posavine, Zagreb 1972.

Pjeskovito-šljunkoviti zapadni dio gornje Posavine do granične linije Mracilin-Rugvica-Zagreb, na kojoj počinje zaravnjena terasa, prelazi nizvodno u kotlinu bazenskog oblika. U gornjim dijelovima toga bazena pretežito su sedimentirane gline (dijelovi šume Kalje), dok su na većoj dubini odloženi muljeviti pijesci i gline. Uz riječno korito rijeke Save formirana je uzdignuta aluvijalna greda 3–4 m viša od najnižih dijelova u središnjem inudacijskom dijelu presjeka doline (Kovačević i dr. 1972). Greda je građena od beskarbonatnih pleistocenskih ilovača i izluženog prapora. Autori nadalje navode da je Sava u protekle dvije tisuće godina, utjecajem okolnih bujičnih voda, odložila čvrste čestice tla koje su povisile holocensku terasu za 1–2 m. Zbog toga akumulacijska snaga pritoka Save opada pa one formiraju tok usporedno s koritom Save. Takav tok imaju Odra, Črnc i Lonja.

GLEJNA, EPIGLEJNA, MINERALNA, NEKARBONATNA TLA

Ova tla razvijala su se u uvjetima čestih, ali umjerenih poplava, na perifernom rubu relativno povišenih pozicija za oko 50 do 100 cm viših u odnosu na najjače vlažene – najniže topografske pozicije.

Ako promatramo rasprostranjenost glejnih tala kao najniže površine poplavnih zona doline Save, u prosjeku se u tim tlima nalazi najveći sadržaj čestica gline, kao i duboke naslage gline. Zahvaljujući opisanim uvjetima sedimentacije, sadržaj gline nešto je manji, a naslage su osrednje duboke do duboke u odnosu na niže topografske pozicije.

Prema endomorfologiji, odnosno slijedu, debljini i izraženosti horizonata tala, možemo zaključiti da na procese prekomjernog vlaženja dominantan utjecaj ima gornja, oborinska i poplavna voda, ali postoji i stanovit utjecaj podzemne vode, napose ako su glinoviti, teksturno teži sedimenti manje dubine ili se u njima javljaju proslojci lakše teksture koji funkcioniraju kao vodonosni slojevi podzemne vode.

Fizikalne značajke ovih tala su nepovoljne. Tekstura gornjih, težih horizonata kreće se od glinaste do ilovasto-glinaste teksture s rijetkim odstupanjima od tih vrijednosti. Sadržaj higroskopne vode u ovim tlima veoma je visok. Tla su porozna, ali je retencijski kapacitet za vodu velik, a vrlo nizak kapacitet za zrak, često već u površinskim horizontima. Propusnost ovih tala za vodu u prosjeku je malena, a nešto je povećana za vrijeme dugih suhih razdoblja u jako razvijenim pukotinama. Naime, ova su tla zbog visokog sadržaja gline sklona bubrenju u mokrom, a kontrakciji u suhom stanju. Indeks plasticiteta je visok, što je uz težak mehanički sastav, slabu propusnost i visok sadržaj mrtve vlage glavno obilježje ovih tala koje uzrokuju najveća ograničenja za rast i razvoj šumske vegetacije. Makroagregati su najčešće stabilni u dva gornja horizonta, u kojima se razvija najveća masa korijena.

Kemijske značajke su povoljnije. Reakcija glejnih tala u gornjim je horizontima pretežno kisela do slabo kisela, a ponegdje i jako kisela, ukoliko se na površini tala javljaju beskarbonatni pleistocenski sedimenti – pleistocenske ilovače. Sadržaj karbonata u pravilu ne pokazuje porast s dubinom, što se može dovesti u vezu i s jačom hidrogenizacijom ovih tala pod utjecajem podzemne vode koja priječi ispiranje. Po sadržaju humusa tla su jako humozna, a u gornjim horizontima profila nekih tala i vrlo jako humozna. I dublji horizonti dosta su humozni, a tek na približno 40 cm horizonti su slabo humozni. Zahvaljujući visokom sadržaju humusa, opskrbljenost ovih tala ukupnim dušikom je bogata.

Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa je osrednji za nekarbonatne gornje horizonte, a može biti i nizak ako se u površinskom sloju javljaju pleistocenske ilovače, koje su izvorno nekarbonatne i koje sadrže malo baza.

Biljci pristupačan fosfor u prosjeku se nalazi u vrlo malim količinama, a opskrbljenost kalijem najčešće je osrednja, što se može protumačiti visokim sadržajem ilitnih glinenih minerala ili sezonskom dinamikom, koja je odgovarala mobilizaciji kalija (kiše nakon jačeg isušivanja tla).

GLEJNA, HIPOGLEJNA I AMFIGLEJNA, MINERALNA TLA GLEJ, HYPOGLEJ UND AMPHIGLEJ, MINERALBÖDEN

Geneza glejnih, hipoglejnih i amfiglejnih tala vezana je uz najniže topografske pozicije poplavnog područja, u kojima je trajanje poplava najdulje, a prekomjerno vlaženje poslije poplave najdugotrajnije. Zbog toga je morfološki proces oglejavanja najjače izražen.

Na rubnim dijelovima prema semiglejnim tlima nalazimo manje površine glejnih tala s hidromorfnim procesima manjeg intenziteta. Veće površine ovih tala nalazimo u većim depresijama, kao što su predjeli jugozapadno od Crne Mlake u Pokuplju; sjeveroistočno od Lekenika i sjeverno od sela Grede i Stupno u Odranskom polju; između aluvijalnih tala kod Martinske Vesi i sela Okoli; južno od sela Okoli; sjeverno i sjeveroistočno od šume Žutice prema autocesti; u dolini Glogovnice; južno od sela Grabrić s jednim prekidom do sela Mostari; u dolini potoka Černec, između sela Gostović i Potočec; jedan veći areal 2–3 km istočno od Lupoglava u Šumi Čret.

Tekstura glejnih, hipoglejnih i amfiglejnih tala pretežno je glinovita ili ilovasta glina do najmanje 60–90 cm od površine, ali se po sadržaju gline bitno razlikuju pojedini lokaliteti. Ta bi činjenica opravdala detaljniju klasifikaciju, što treba preporučiti kod vrlo detaljnih pedoloških snimanja, napose za potrebe ekološke valorizacije ovih tala za pojedine važnije šumske vrste.

Fizikalne značajke. Sadržaj higroskopne vode je visok, pa je i količina nepristupačne vode velika, napose kod debljih naslaga gline. Zbog teške teksture povoljna mrvičasta struktura formirana je samo u površinskom, humusnom horizontu, premda i u tom horizontu može biti grudasta i oštrobriđna. Kapacitet tla za vodu je velik, a za zrak vrlo nizak već u humusnom horizontu ispod minimuma, te je takvim vodno-zračnim uvjetima prilagođena samo močvarna vegetacija, koja preferira dominantno anaerobne uvjete u tlu. Vodopropusnost ovih tala je vrlo mala. Indeks plasticiteta vrlo je velik, mnogo veći nego kod ostalih hidromorfnih tala u porječju Save. Makroagregati su u gornjim horizontima stabilni ili dosta stabilni.

Kemijske značajke. Reakcija je u gornjim horizontima kisela do slabo kisela do oko 50–60 cm, a u dubljim horizontima neutralna do slabo alkalna. Od 60–100 cm i u dubljim horizontima ovo tlo sadrži vapno, koje na nekim lokalitetima pokazuje tendenciju porasta s povećanjem dubine, što upućuje na ispiranje karbonata, premda je moguće i njihovo vraćanje u više horizonte ascendentnim dizanjem vode za vrijeme većih ljetnih suša. Sadržaj humusa u površinskom horizontu kreće se u uskom

rasponu između 5–7%, ne pokazuje pravilnost u odnosu na debljinu glinastih naslaga. U pravilu postotak humusa već u sljedećem horizontu opada za 50% i više. Sadržaj ukupnog dušika je velik, ali je najveći dio u oblicima nepristupačnima za biljku – vezan u organske spojeve. Stupanj zasićenosti bazama u gornjim je horizontima visok, a maksimalni kapacitet adsorpcije osrednji.

Silikatna analiza u ukupnom tlu dopušta pretpostavku da su u prošlosti ova tla prošla i stanovit stupanj procesa podzolizacije, koji je prekinut intenzivnom hidrogeizacijom vlastitim i poplavnim vodama. Pogoršanje hidroloških prilika dijelom bi moglo biti posljedica spuštanja zavale središnje Hrvatske, kao i povećanog pritjecanja većih količina vode s okolnog brežuljasto-brdovitog područja poslije uništavanja trajnoga šumskog vegetacijskog pokrova, odnosno prenamjene u korištenju. S druge pak strane, krčenje šuma u samoj zavali ima za izravnu posljedicu značajno smanjenu evapotranspiraciju.

Biljci pristupačnim fosforom ova su tla u pravilu slabo opskrbljena, a opskrbljenost kalijem je slaba do osrednja.

LESIVIRANO – PSEUDOGLEJNO TLO I PSEUDOGLEJ – GLEJ SEMIGLEY-PSEUDOGLEY UND PSEUDOGLEY-GLEJ

Ova kartografska jedinica je s obzirom na zastupljenost pedosistematskih jedinica dosta heterogena. Međutim, na najvećem dijelu ovih površina dominiraju lesivirana-pseudoglejna tla na pleistocenskim ilovačama, odnosno praporu, mnogo su manje zastupljena pseudoglej-glejna tla na karbonatnim ilovačama – praporu, dok su lesivirana tla na nekarbonatnim ilovačama – izluženom praporu, kao i na karbonatnim pjeskovitim ilovačama – karbonatnom praporu zastupljena samo ponegdje.

Geneza tala u ovoj kartografskoj jedinici vezana je pretežno na makrouzvisine (grede) dolinskog reljefa s karbonatnim ilovačama, manjim dijelom s nekarbonatnim ilovačama, odnosno praporom. To je dakle toposekvenca u kojoj je dominantan utjecaj gornje vode i procesa eluvijacije, ali i znatan utjecaj podzemne vode, zahvaljujući ponajviše ilovastoj teksturnoj građi, koja omogućuje formiranje vodonosnog sloja – akvifera.

Tekstura ovih tala je praškasto-ilovasta do praškasto-glinasto – ilovasta, a samo izuzetno glinasto-ilovasta.

Fizikalne značajke ovih tala dosta su nepovoljne. Struktura je nestabilna, tla sklona formiranju pokorice, vodopropusnost je mala, a jako je nizak kapacitet tla za zrak. Indeks plasticiteta površinskih horizonata je nizak, ili je na granici prema osrednjoj plasticnosti. Makroagregati su u površinskom horizontu stabilni, a u dubljim potpuno nestabilni.

Kemijske značajke tala u ovoj kartografskoj jedinici su jako heterogene. Reakcija tla u eluvijalnom horizontu kisela je do jako kisela, a u slojevima karbonatnih ilovača neutralna do alkalna. Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa je osrednji, a pod šumskom vegetacijom i vrlo nizak, što se može protumačiti utjecajem huminskih kiselina šumskih otpadaka i većom mogućnošću eluvijacije pod šumskom vegetacijom u kojoj je razina podzemne vode mnogo niža. Tomu nasuprot, zbog

podizanja razine podzemne vode, na oranicama dolazi do ublaživanja ispiranja i acidifikacije. Ova su tla u gornjem horizontu slabo do dosta humozna. Silikatna analiza u frakciji gline ne upućuje na recentni proces podzolizacije. Međutim, silikatna analiza u ukupnom tlu upućuje na izrazit proces podzolizacije ovih tala.

Studija Kovačevića i dr. (1972.), kojom smo se koristili za opis tala šume Turopoljski lug, sadrži stare nazive kartografskih jedinica tala koje smo izmijenili sukladno aktualnoj klasifikaciji tala (Škorić i dr. 1985).

Osobitu zahvalnost dugujemo prof. dr. Ferdi Bašiću, koji je ovaj tekst ispravio i prilagodio suvremenim pogledima tloznanstva.

HIDROLOŠKE PRILIKE I RELJEF HYDROLOGISCHE UMSTANDE UND RELIEF

Vodni odnosi ove šume ovise neposredno o rijeci Odri koja se nalazi na njezinu sjeveroistočnom obodu. U reljefnom smislu to je najniži dio nizine u kojoj leži šuma Turopoljski lug, a nekoliko potoka prolazi kroz šumu i utječe u Odru. To su potoci Korovec, Vranić, Peščenjak, Lekenik, Lomnica i Buna, od kojih su dva zadnja regulirana.

U šumi se redovito pojavljuju poplave koje su rijetko izazvane bujanjem voda u slivu rijeke Odre. Poplave se zbijaju kada nabujaju rijeke Kupa i Sava i vrate vodu u rijeku Odru. Te poplave redovito se događaju u proljeće, a česte su tijekom vegetacijskog razdoblja, odnosno od početka travnja pa dalje do početka ljeta.

Osnovni činitelj rasporeda vode je mikoreljef i vodotoci. Poznato je da je mikoreljef nizina označen mikrouzvisinama, mikroudubinama i da su prvospomenute zbog veće nadmorske visine izvan domašaja poplave. Takvih površina ima i u Turopoljskom lugu oko 30% (oko 1 300 ha otpada na grede).

Razlika između najviših i najnižih dijelova šume iznosi oko 10 m. Viši dijelovi se nalaze pretežno u zapadnim dijelovima gospodarske jedinice.

Kako su izuzetne hidrološke prilike koje vladaju u riječnim nizinama preduvjet za uspijevanje higrofita od kojih se sastoje nizinske šume, ponajprije hrasta lužnjaka, poljskog jasena, crne johe, domaćih topola i vrba, uz poplave i oborine značajnu ulogu ima podzemna voda. Njezina stalnost je u posljednje vrijeme značajno narušena. Razine podzemnih voda su zadnjih godina značajno opale, što se može povezati s promjenom klimatskih prilika (sušna razdoblja), ali i s iskopom odteretnog kanala Odra-Sava koji prolazi zapadnim dijelom šume Turopoljski lug.

Do promjena vodnih odnosa došlo je i zbog izgradnje cesta kojom prilikom se nije pazilo da se ne poremete prirodni tokovi površinskih, ali i podzemnih voda.

Usprkos nedostatku vode u posljednjih sedam godina u nekim dijelovima šume je došlo do zamočvarenja, što je izazvalo sastojinska sušenja hrasta lužnjaka (odjeli 20, 38 i 43), a što se može objasniti novoizgrađenom cestom koja je poremetila površinsko otjecanje u mikoreljefu.

ZAKORJENJIVANJE HRASTA LUŽNJAKA I NJEGOV ODNOS PREMA PODZEMNOJ VODI U PRILIKAMA ŠUME TUROPOLJSKI LUG VERWURZELUNG DER STIELEICHE UND DESSEN VERHÄLTNIS ZUM GRUNDWÄSSER IN DEN UMSTANDEN DES WALDES TUROPOLJSKI LUG

Hrast lužnjak oblikuje korijenski sustav sa žilom srčanicom u čemu se značajno razlikuje od ostalih vrsta drveća nizinskih šuma. Tako obični grab, malolisna lipa, crna joha i klen oblikuju korijensku mrežu čupava oblika (srcolika korijenska mreža), dok poljski jasen, domaće topole i bijela vrba oblikuju plitki korijenski sustav s ponirućim korijenjem (Prpić 1966, 1969, 1971). U kasnijoj dobi žila srčanica se gubi uz pojavu više sličnog ponirućeg korijenja (pasrčanice), pa korijenska mreža hrasta lužnjaka poprima čupav oblik. To se, u najviše slučajeva, zbiva u razvojnem stadiju letvika.

Veći dio korijenskog sustava hrasta lužnjaka se nalazi u akumulacijskim horizontima hidromorfni tala.

Što je minimalna razina podzemne vode bliža površini tla, to je korijenska mreža hrasta lužnjaka plića. Ako je tlo jako zaglejano i ako tijekom vegetacijskog razdoblja dolazi do manjka kisika u tlu, ne nalazi hrast lužnjak uvjete za svoje uspijevanje.

Hrast lužnjak razvija korijensku mrežu koja se odlikuje jakim postranim korijenjem. U glejnim tlima ima postrano korijenje eliptičan presjek i što je lužnjakova korijenska mreža plića, to je eliptičan presjek postranog korijena izrazitiji.

Vodoravna korijenska mreža hrasta lužnjaka nalazi se u stojbinama nizinskih šuma dublje položena od vodoravnog korijenja ostalih vrsta drveća nizinskih šuma. Ona je značajnije dublja od korijenja poljskog jasena, topola, bijele vrbe, zatim običnoga graba, klena i malolisne lipe.

Konkurencija između korijenja hrasta lužnjaka i drugih vrsta drveća nizinskih šuma se zbiva u prvih pol metra tla. Ispod te dubine je korijenje hrasta lužnjaka gotovo bez konkurencije drugih vrsta drveća. Takav položaj korijenskog sustava u profilu tla nizinskih šuma ima hrast lužnjak zbog sposobnosti prodiranja korijenja kroz glinovite horizonte tla (pseudoglej, glejna tla).

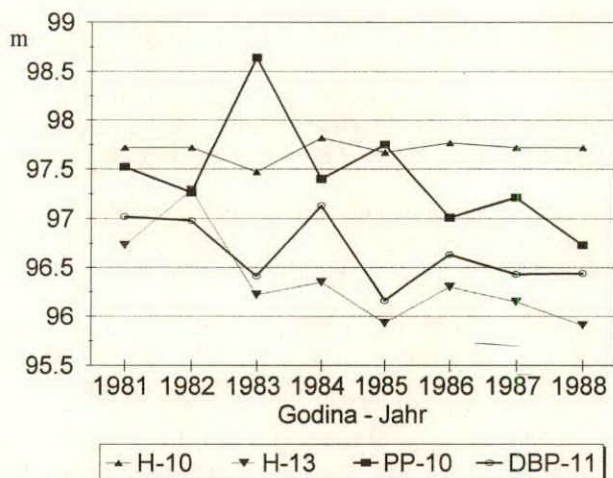
Zbog velikih potreba za vodom okomito korijenje hrasta lužnjaka prodire duboko u ekološki profil močvarnih tala. Količina kiše koja padne tijekom vegetacijskog razdoblja te zaliha vode u tlu koja potječe iz izvanvegetacijskog razdoblja nije obično dovoljna za velike potrebe za vodom koje ima nizinska šuma. Gubitak intercepcijom, transpiracijom i evaporacijom obično je veći od ukupne godišnje količine oborina pa je higrofitima nizinskih šuma prijeko potrebna podzemna voda. Potreba za vodom je osobito velika tijekom srpnja i kolovoza kada nastupaju sušna razdoblja i kada se razina podzemnih voda najniže spušta. Dio ponirućeg korijenja prodire do ljeti mokrih slojeva matičnog supstrata (močvarni prapor) koji se ovisno o reljefu i slojanju nalaze u dubini od 2–3 m.

Padnu li minimalne razine podzemnih voda u nizinskoj šumi značajno u odnosu na višegodišnji prosjek, korijenje starijih stabala hrasta lužnjaka teško se prilagođuje. Smatra se (*Vajda*) da trajniji pad razina podzemne vode koji iznosi više od 0,5 m dovodi do sušenja stabala.

Kako u šumi Turopoljski lug ima više mjernih mjesta u kojima se pomoću pijezometara mjere razine podzemnih voda, uočili smo da se one snižavaju.

U odjelu 97, pijezometar H 13, pala je razina podzemne vode u razdoblju 1981–1988 za 82 cm i u odjelu 113, pijezometri PP 10 i DBP 11, pala je razina podzemne vode za 89 cm i 58 cm. Tu se radi o minimalnim razinama podzemnih voda koje su za život šumskog drveća najznačajnije.

U prilogu dajemo nivograme podzemnih voda za pijezometre u šumi (H–13, PP 10 i DBP 11) te za pijezometar H–10 koji se nalazi izvan šume između sela Kuče i Rakitovci. Taj pijezometar ne pokazuje pad minimalnih razina podzemne vode, nego pad srednjih godišnjih vrijednosti, što za razdoblje 1981–1988 iznosi 24 cm. Kako šuma zbog povoljne strukture tla ujedno i uravnotežuje ukupnu godišnju bilancu vode, pad srednje godišnje razine podzemne vode je manji negoli kod minimalnih razina, dok je u polju stanje drukčije. (vidi graf. 1).



Grafikon 1. Nivogramo prosječnih godišnjih minimalnih razina podzemne vode u šumi Turopoljski lug (H–13, PP–10 i DBP–11) te u otvorenome polju okolice šume (H–10).

Kako bismo ustanovili dubinu zakorjenjivanja hrasta lužnjaka u šumi Turopoljski lug, kopali smo, uz hrastova stabla starosti oko 100 godina, profile korijenja. Iskop smo obavili uz lužnjakova stabla u pokusnim ploham broj 2, odjel 9a, broj 4, odjel 20, broj 7, odjel 84 i broj 8, odjel 90. Prva dva profila kopali smo u pseudoglejno-semiglejnom tlu, stablo broj 3 u pseudogleju na zaravni, a stablo broj 4 u močvarno-amfiglejnom teškom glinaskom tlu.

Stabla broj 1, 2 i 4 se nalaze u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom, odjel 9a i 20 je subasocijacija s puno grmlja, a u odjelu 90 s običnim grabom, dok je u odjelu 84 tipična šuma hrasta lužnjaka s običnim grabom.

U prilogu dajemo tablicu 6 s podacima o trenutačnoj vlazi u tlu u momentu kopanja profila.

TRENTNA VLAŽNOST TLA
AUGENBLICHE BODENFEUCHTIGKEIT
ŠUMARIJA: VELIKA GORICA

TUROPOLJSKI LUG

Tablica 6

H R A S T 1 pokusna ploha 2		H R A S T 2 pokusna ploha 4		H R A S T 3 pokusna ploha 7		H R A S T 4 pokusna ploha 8	
Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla	Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla	Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla	Uzorak uzet s dubine	Težinski postotak trenutne vlažnosti tla
c m	%	c m	%	c m	%	c m	%
10	86	5	29	2	79	10	34
30	25	25	19	22	28	30	30
50	27	45	19	42	25	50	21
70	24	65	20	62	23	70	20
90	24	85	22	82	18	90	16
110	24	105	22	102	23	110	18
130	27	125	21	122	23	130	23
150	21	145	25	142	26	150	21
170	22	165	29	162	17	170	21
190	29	185	35	182	17	190	22
210	32	205	31	202	17	210	23
230	36	225	32	222	19	230	16
250	33	245	31	242	14	250	18
		265	32	262	29	270	20
		285	31	282	29	290	23

11. IX 1990.

Iskop korijenja hrasta lužnjaka je pokazao da kod svih hrastovih stabala određen broj korijenja dopire do vlažnih i mokrih slojeva ekološkog profila tla, odnosno od 250 do 290 cm dubine, što se posredno vidi iz podataka o trenutačnoj vlazi u tlu, koja je utvrđena u slojevima od po 20 cm (tab 6)

Kod pokusnog stabla broj 2 u odjelu 20, gdje se suši hrast lužnjak, očito je zbog pjeskovitog sloja koji se pojavljuje u dubini ispod 2 m prekinuta kapilarnost uz najvjerojatniji pad podzemne vode, što uz površinsko zamočvarenje uvjetuje pojavu sušenja.

U sva četiri iskopana profila utvrdili smo u dubljim slojevima tla veću vlažnost tla, što upućuje na opskrbu korijenja podzemnom vodom.

SUŠENJE HRASTA LUŽNJAKA ABSTERBEN DER STIELEICHE

Tijekom posljednjeg desetljeća, a osobito u razdoblju od 1983. do 1988. osušilo se u šumi Turopoljski lug oko 100 000 m³ stabala hrasta lužnjaka. Već prvi pregledi šumskih sastojina u kojima se zbilo propadanje hrasta pokazali su da će uzroke trebati potražiti u nepovoljnom utjecaju na ukupan ekosustav ove šume uz analizu biotskih i abiotskih čimbenika koji tu vladaju.

Zanimalo nas je, nadalje, kakvim intenzitetom sušenja je pogođena ukupna šuma. Koristeći se dogovorenom međunarodnom metodom, utvrdili smo stupanj oštećenja svih stabala u 10 pokusnih površina veličine po 1 ha. Stupanj oštećenja utvrđen je u pokusnim površinama broj 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 i 15 na 4093 stabala.

Procjenu oštećenosti su obavili u kolovozu 1990. godine inž. Milan Ivković i apsolutni šumarstva Marko Mrazek, a upute za rad dali su prof. dr. B. Prpić i doc. dr. Z. Seletković.

Rezultati te procjene nalaze se u priloženim tablicama i histogramima. Oštećenost stabala se utvrđuje s više značajki tako da osutost stabala služi za donošenje ocjene o zdravstvenom stanju vrste, a odumiranje (nekroza vegetacijskih organa) i poželjnost asimilacijske površine potvrđuju procjenu osutosti. Osutost je postotak nedostatka lišća ili iglica u krošnji drveta u usporedbi sa zdravom, potpuno obraslom krošnjom. Prema dogovoru u Komisiji za uzgajanje šuma Europske zajednice (EZ) stupnjevi osutosti su ovi:

Broj	OCJENA OSUTOSTI	
	u postocima	opisno
0	10%	zdravo
1	11 – 25%	malo oštećeno
2	26 – 60%	oštećeno
3	61%	jako oštećeno
4		suho

Radi intenzivnije procjene stupnjeve oštećenja smo podijelili dalje:

- 2a 26 – 40%
- 2b 41 – 60%
- 3a 61 – 80%
- 3b 81 – 99%

Iz priloženih tablica 7. i 8. i grafikona 2. i 3. vidi se da je šuma Turopoljski lug u velikoj mjeri oštećena. Kako je motritelj u dogovoru s voditeljem projekta

TUROPOLJSKI LUG
SVE POKUSNE PLOHE - ALLE FLÄCHEN
GODINA - JAHR: 1990
OSUTOST - SCHÜTTE

Tablica 7

VRSTA DRVEĆA BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE							N
	0	1	2A	2B	3A	3B	4	
<i>Quercus robur</i>	0.00	0.68	10.54	53.70	29.65	3.51	1.91	1622
<i>Fraxinus oxycarpa</i>	0.00	0.00	3.07	75.46	20.86	0.61	0.00	163
<i>Alnus glutinosa</i>	0.00	0.10	4.25	62.65	31.62	0.59	0.79	1012
<i>Carpinus betulus</i>	0.00	0.09	26.58	63.10	8.46	0.37	1.39	1076
<i>Fagus sylvatica</i>	0.00	0.00	10.26	79.49	10.26	0.00	0.00	39
<i>Ulmus carpinifolia</i>	0.00	0.00	4.69	71.88	14.06	4.69	4.69	64
<i>Acer campestre</i>	0.00	0.00	30.61	51.02	12.24	2.04	4.08	49
<i>Pirus piraster</i>	0.00	1.52	34.85	48.48	15.15	0.00	0.00	66
<i>Malus silvestris</i>	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
UKUPNO - INSGESAMT	0.00	0.39	13.44	59.64	23.33	1.76	1.44	4093

POŽUTJELOST - GELBFÄRBUNG

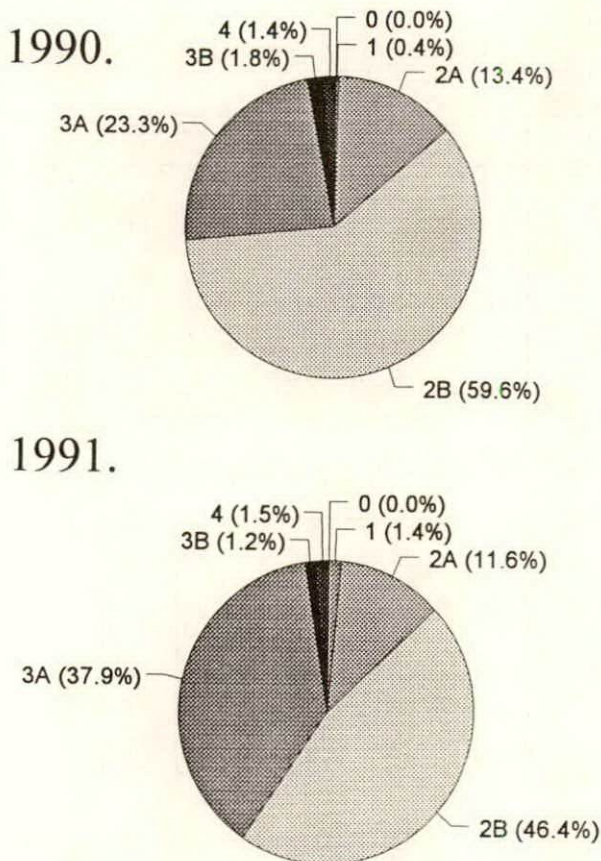
VRSTA DRVEĆA BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE				N
	0	1	2	3	
<i>Quercus robur</i>	0.99	80.64	15.41	2.96	1622
<i>Fraxinus oxycarpa</i>	0.00	99.39	0.61	0.00	163
<i>Alnus glutinosa</i>	0.69	98.22	1.09	0.00	1012
<i>Carpinus betulus</i>	1.30	97.68	0.93	0.09	1076
<i>Fagus sylvatica</i>	0.00	100.00	0.00	0.00	39
<i>Ulmus carpinifolia</i>	4.69	93.75	1.56	0.00	64
<i>Acer campestre</i>	0.00	95.92	4.08	0.00	49
<i>Pirus piraster</i>	0.00	93.94	4.54	1.51	66
<i>Malus silvestris</i>	0.00	100.00	0.00	0.00	2
UKUPNO - INSGESAMT	0.98	91.01	6.79	1.22	4093

poštovao oštrije kriterije procjene, što se osobito odnosilo na zdrava stabla (manje od 10% osutosti), ni jedno stablo u deset pokusnih površina nije svrstano u tu kategoriju.

Ukupno su obuhvaćena 4093 stabla, od kojih na hrast lužnjak otpada 1622 odnosno 40%, a dalje su značajnije zastupljena crna joha s 1012 stabala (25%) i obično grab s 1076 stabala (26%). Preostali 9% se odnosi na poljski jasen (4%), bukvu, vez, klen, divlju krušku i divlju jabuku.

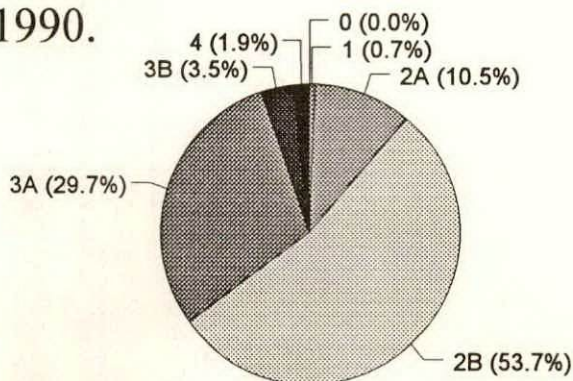
Oštećenost asimilacijske površine zahvatilo je u šumi Turopoljski lug velik broj stabala. Nema ni jedne pokusne površine u kojoj osutost krošnje nije značajna. Osim hrasta lužnjaka oštećene su i ostale vrste drveća, koja se, međutim, ne suše.

Radi utvrđivanja zdravstvenog stanja drveća u pojedinim pokusnim plohama, koje se između sebe razlikuju po biotopu i šumskoj zajednici, koristili smo se kombinacijom stupnjeva osutosti. Kako u gotovo ni jednom slučaju nemamo potpuno zdravih stabala, pretpostavili smo da oštećenja u stupnjevima 1 i 2a pokazuju zadovoljavajuće stanje, a da će stabla s većim oštećenjem od 40% prije ili kasnije propasti. Takva stabla neće doživjeti kraj ophodnje, odnosno pripremni sijek i bit će posječena u sanitarnoj sječi.

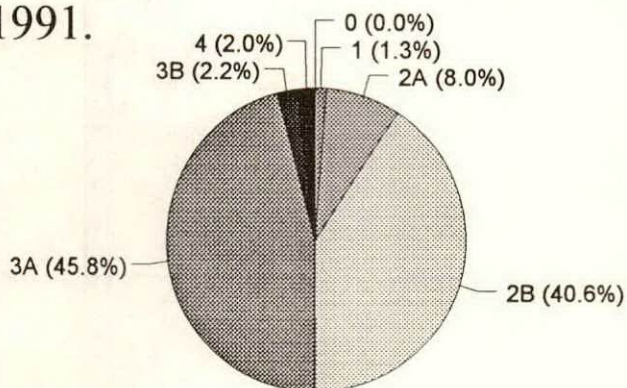


Grafikon 2. Sudjelovanje različitih stupnjeva oštećenosti svih vrsta drveća u šumi Turopoljski lug tijekom 1990. i 1991.

1990.



1991.



Grafikon 3. Sudjelovanje različitih stupnjeva oštećenosti hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u šumi Turopoljski lug tijekom 1990. i 1991.

TUROPOLJSKI LUG
SVE POKUSNE PLOHE - ALLE FLÄCHEN
GODINA - JAHR: 1991
OSUTOST - SCHUTTE

Tablica 8

VRSTA DRVEĆA BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE							N
	0	1	2A	2B	3A	3B	4	
<i>Quercus robur</i>	0.00	1.29	7.99	40.65	45.83	2.23	2.01	1390
<i>Fraxinus oxycarpa</i>	0.00	0.00	4.55	56.82	38.64	0.00	0.00	88
<i>Alnus glutinosa</i>	0.00	0.20	4.27	46.33	47.72	0.50	0.89	1008
<i>Carpinus betulus</i>	0.00	2.60	22.30	52.42	20.91	0.37	1.39	1076
<i>Fagus sylvatica</i>	0.00	0.00	10.26	66.67	23.08	0.00	0.00	39
<i>Ulmus carpiniifolia</i>	0.00	0.00	7.89	52.63	26.32	5.26	7.89	38
<i>Acer campestre</i>	0.00	0.00	26.30	46.94	20.41	2.04	4.08	49
<i>Pirus piraster</i>	0.00	3.77	32.08	41.51	22.64	0.00	0.00	53
<i>Malus silvestris</i>	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
UKUPNO - INSGESAMT	0.00	1.39	11.62	46.41	37.88	1.15	1.52	3743

POŽUTJELOST - GELBFÄRBUNG

VRSTA DRVEĆA BAUMART	STUPANJ OŠTEĆENJA - SCHADSTUFE				
	0	1	2	3	N
<i>Quercus robur</i>	2.45	78.2	17.05	2.3	1390
<i>Fraxinus oxycarpa</i>	0	92.05	7.95	0	88
<i>Alnus glutinosa</i>	1.39	94.15	4.46	0	1008
<i>Carpinus betulus</i>	4.83	92.47	2.6	0.09	1076
<i>Fagus sylvatica</i>	0	100	0	0	39
<i>Ulmus carpiniifolia</i>	7.89	84.21	7.89	0	38
<i>Acer campestre</i>	0	93.88	6.12	0	49
<i>Pirus piraster</i>	1.89	90.57	7.55	0	53
<i>Malus silvestris</i>	0	100	0	0	2
UKUPNO - INSGESAMT	2.78	87.61	8.73	0.88	3743

U prosjeku ima stabala koja će se oporaviti samo 14%, dok je onih koja će se brzo osušiti ili su već suha 26% (stupnjevi 3 i 4). Najviše je onih stabala koja će se u dogledno vrijeme osušiti (60%).

Gledamo li izdvojeno hrast lužnjak koji je najzastupljeniji u šumi Turopoljski lug, stanje je još nepovoljnije. Stabala koja će se oporaviti ima 13%, dok je onih koja će se brzo osušiti (33%). Rasčlanimo li stanje po pokusnim ploham, vidimo da postoje razlike. U kulturi kasnog hrasta lužnjaka u plohi 1, odjel 8, u čistoj hrastovoj sastjini 101 stablo od ukupno 198 ubrzo će se osušiti ili su već suha (48%), dok stabala s izgledom za oporavak ima 19%. Spomenuta sastojina se nalazi u šumi hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom u subasocijaciji s kupinom. I u drugim pokusnim ploham koje su izabrane u istoj asocijaciji nije stanje bolje. Nešto bolje stanje imamo u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba (pokusne plohe 7 i 10) te u šumi hrasta lužnjaka i velike žutilovke s običnim grabom (pokusna ploha broj 8).

Najlošije stanje uz velik udio polusuhih stabala i malen broj stabala koja bi se mogla oporaviti imamo u pokusnim ploham 11 i 15 u odjelu koji se naslanja na šumu Kalje gdje su se zbila katastrofalna sušenja hrasta lužnjaka.

Oporavak stabala u šumi Turopoljski lug je moguć, ali uz uvjet da dođe do poboljšanja klimatskih prilika i vodnih odnosa. Na klimatske prilike nemožemo

IMISIJSKA ACIDIFIKACIJA UTVRĐENA METODOM MIKROSTANIŠTA U ŠUMI TUROPOLJSKI LUG

Tablica 9

	Of - horizont				Ah - horizont			
	pH (H ₂ O)		pH (KCl)		pH (H ₂ O)		pH (KCl)	
	PRIDANAK	KONTROLA	PRIDANAK	KONTROLA	PRIDANAK	KONTROLA	PRIDANAK	KONTROLA
	BAUMFUS	VERGLEICH	BAUMFUS	VERGLEICH	BAUMFUS	VERGLEICH	BAUMFUS	VERGLEICH
Bu 1	4.8	5.3	4.6	4.8	4.0	4.5	3.2	3.7
Bu 2	5.0	5.0	4.5	4.7	4.2	4.5	3.4	3.7
Bu 3	4.5	5.1	4.0	4.7	4.1	4.3	3.3	3.7
Bu 4	5.0	5.0	4.7	4.6	4.2	4.7	3.5	3.9
Bu 5	5.0	4.9	4.5	4.5	4.1	4.8	3.4	3.9
Bu 6	5.0	5.2	4.5	4.9	4.1	4.6	3.3	3.8
Bu 7	4.7	5.2	4.2	4.8	4.0	5.1	3.3	4.2
Bu 8	4.8	5.1	4.3	4.9	3.9	4.3	3.3	3.6
Bu 9	5.1	5.3	4.7	5.0	4.0	4.7	3.2	3.8
Bu 10	5.1	5.2	4.7	4.8	4.2	4.4	3.5	3.7
x	4.90	5.13	4.47	4.77	4.08	4.59	3.34	3.80
Sign.	**		**		**		**	

** - razlika je signifikantna sa 99% pouzdanosti,
Razlike su testirane Kolmogoroff-Smirnovim testom.

značajnije utjecati, uz iznimku podržavanja povoljne sastojinske mikroklike, koja je zbog prekinutog sklopa i neprirodnog omjera smjese drveća potpuno narušena. Na vodni režim danas je vrlo teško utjecati jer se vodotehnički zahvati, nažalost, događaju bez dogovora sa šumarstvom.

Propadanje hrasta lužnjaka je u svezi s utjecajem više nepovoljnih ekoloških čimbenika u sinergetskom smislu. Uz promjenu klime (ponavljanje suše, ljetnih vrućina, zimskih studeni, smanjenje zračne vlage) tu su važni biotski utjecaji s vrlo naglašenim antropogenim. Uz čestu pojavu bolesti i štetne šumske entomofaune kao posljedice slabljenja drveća zbog čestih stresnih stanja, velike teškoće prilikom obnove šuma izaziva divljač, a još veće žirenje i šumska paša. Vrlo nepovoljan utjecaj je u naslijeđenom načinu gospodarenja koji se sastoji u potpunom davanju prednosti hrastu lužnjaku uz zanemarivanje ostalih vrsta drveća. Stvaranjem čistih hrastovih sastojina mijenja se klima šume i u stojbini su češće pesimalne vrijednosti vladajućih ekoloških čimbenika (voda, toplina, svjetlost).

Onečišćenje zraka, vode i tla je očito ona skupina kemijskih utjecaja koja utječe na sve dijelove šumskih ekosustava od mikroflore i faune šumskog tla do drveća.

Na osnovi mikrostanišne metode utvrdili smo u odjelu 79 Turopoljskog luga mokro i suho taloženje kiselina, što, dakako, upućuje na opterećenje hrastova Odranskog polja i Vukomeričkih gorica imisijom. To je posljedica zagrebačke i sisačke industrije, automobilskog prometa, daljinskog transporta, korištenja pesticida i dr. (vidi priloženu tablicu 9.)

Za naših istraživanja uzroka propadanja šume Kalje ustanovili smo vrlo nepovoljan sastav poplavne vode koja iz nabujalih rijeka Save i Kupe ulazi u Odru i poplavljuje prostore odranskog polja. U vodi smo ustanovili nedostatak kisika, teške metale, mineralna ulja, fenol i dr.

Kako se šuma Turopoljski lug nalazi svojim južnim dijelom u poplavnom području, utjecaj onečišćene poplavne vode je zasigurno nepovoljan. Unatoč vrućim i sušnim godinama tijekom vegetacijskog razdoblja pojavljuju se ekscesne količine kiše koje mogu izazvati površinsko zamočvarenje šumskih tala. Dodamo li toj pojavi šumske ceste koje djeluju kao nasipi i koje sprečavaju otjecanje površinskih voda, zamočvarenje može imati vrlo nepovoljnu ulogu u obliku stresa, što uz pad razina podzemnih voda izaziva fiziološko slabljenje hrastovih stabala te ih približava uginanju.

Da je razina ljetnih podzemnih voda u ovoj šumi značajno pala, vidi se iz priloženih nivograma (vidi graf.1) podzemnih voda pijezometara s oznakom H 13 u odjelu 97 te PP 10 i DBP 11 u odjelu 113. Iz tih podataka se vidi da je podzemna voda pala gotovo 1 m usporedimo li 1981. i 1989. godinu.

Kako je voda presudna za opstanak nizinskih šuma, i to upravo podzemna i poplavna voda kao dodatak oborinskoj vodi i zračnoj vlazi uvjetovanom lokalnom klimom, očito je poremećaj u vodnim odnosima vrlo značajan razlog današnjega lošeg stanja šuma u Turopoljskom lugu. Svakako da taj čimbenik treba gledati sinergetski.

POJAVA ŠTETNE ŠUMSKE ENTOMOFAUNE I BOLESTI SCHÄDLICHE WALDENTOMOFAUNA UND KRANKHEITEN

Tijekom desetljeća 1981–1990, koje je presudno za propadanje hrasta lužnjaka u Turopoljskom lugu, došlo je tijekom 1983. i 1984. do gljivosti hrastovih krošanja. Golobrst su izazvali mrazovci (*Hibernia defoliaria* Cl. i *Operophtera brumata* L.), a u manjoj mjeri gubar (*Limantria dispar*) i drugi štetni leptiri.

U spomenutom razdoblju uočena je i pojava pepelnice (*Microsphaera aepithoides*), i to osobito 1990. Kod suhih stabala uočeni su potkornjaci i gljiva *Armillariella mellea*. 1985. sastojine su tretirane insekticidom (decis).

Smatramo da je pojava štetne šumske entomofaune i bolesti na hrastu posljedica stresnih stanja uzrokovanih ponajprije promjenom vodnih odnosa, ali u velikoj mjeri i neprirodnim sastavom šume zbog davanja isključive prednosti hrastu lužnjaku (čiste sastojine). Mješovite sastojine koje odgovaraju biotopu su najbolja mjera za sprečavanje šteta od bolesti i štetne šumske entomofaune.

Prilikom korištenja represivnih mjera (insekticidi, fungicidi) potrebno je primjeniti biološke preparate, a upotreba otrova (klorirani ugljikovodici i naftaleni, organski fosfori spojevi) u šumi još više oštećuje ekosustav.

IZBOR VRSTA DRVEĆA BAU ARTWAHL

Turopoljski lug je nizinska šuma u kojoj su okviri izbora vrsta drveća već zadani. Klimatogena šumska zajednica ovoga područja, šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Anić 1949 emend. Rauš 1969) jedini je šumski ekosustav ovoga područja koje mimoilaze presudne sekularne hidrološke promjene što značajno utječu na promjenu stojbine. Njezin sastav ovisi o posebnim klimatskim prilikama riječnih dolina uz koje se uzdižu humlje, brda i gore.

Stojbina ove šume je uz posebne klimatske prilike značajna po višim položajima nizinskog mikroreljefa u koje nikada ili vrlo rijetko dolazi poplavna voda (mikrouzvisine ili grede). Ekološki profil tla ove šume je dubok, a šumsko drveće je manje ovisno o podzemnoj vodi, i to ponajprije zbog velike dubine tla u kojemu korijenje higrofita nalazi dovoljno fiziološki aktivne vode. Što je, međutim, podzemna voda u ovoj šumi bliža površini tla, to je prirast šumskog drveća veći.

Ostale stojbine nizinskih šuma podložne su, i to osobito u posljednje vrijeme, čestim promjenama vodnih odnosa koji ovisе o klimi, ali još više o antropogenom utjecaju gdje vodotehnički zahvati imaju presudnu ulogu.

Današnje stojbine šume Turopoljski lug su dosta izmijenjene u odnosu na stojbinske prilike za vrijeme prošle obnove šume. U proteklih 25 godina kroz šumu su iskopani kanali, podignuti nasipi, sagrađene ceste, snižene su presudno ljetne minimalne razine podzemne vode, a zrak i poplavna voda su opterećeni otrovima. Uz takve promjene propadanje šuma je uzelo maha.

Prema našim podacima iz 1990. veći dio šume Turopoljski lug trebat će obnoviti. 26% stabala je već suho ili će se ubrzo osušiti, svega 14% stabala je u razmjerno dobrom stanju, dok je najveći udio srednje oštećenih stabala koja ne mogu nositi gospodarsku i ekološku funkciju šume. Najveći dio oštećenih stabala se odnosi na hrast lužnjak.

Držimo da će uz takvo stanje šume trebati obnoviti godišnje oko 5% površine (oko 200 ha), što će dakako kolebati ovisno o klimi i vodnim odnosima, s time da je odmah potrebno obnoviti 18 odjela u kojima sastojinski propada hrast lužnjak.

Kako je najugroženiji ekosustav šume hrasta lužnjaka i velike žutlo vke potrebno je načiniti program njezine obnove. S obzirom na veliku mozaičnost propadanja hrasta lužnjaka koje se zbiva s manjim i većim intenzitetom na gotovo čitavoj površini šume, obnovu treba obaviti na puno mjesta. U već spomenutim odjelima 9, 13, 20, 32, 38, 43, 45, 59, 60, 61, 62, 63, 74, 75, 76, 77, 81, 82 sušenje hrasta odvija se na većim površinama, dok se u drugim dijelovima šume zbiva u skupinama.

Procjenu obnove potrebno je temeljiti na:

1. stupnju oštećenosti sastojine,
2. stupnju promjene biotopa u odnosu na mogućnost opstanka sadašnje šumske zajednice,
3. mogućnosti sprečavanja utjecaja koji uzrokuju sušenje.

Izbor vrsta drveća obaviti ćemo na osnovi procjene budućeg biotopa i u svezi s tim budućeg sastava sastojine koji će jamčiti stabilnost šume i dobru kvalitetu

tehničkog drva, dakako uz pretpostavku da isplativim postupcima nismo u stanju održati sadašnju sastojinu. Obnovu treba obaviti prirodnim i umjetnim putem. S obzirom na sastav šume prirodno ćemo obnoviti hrast lužnjak, crnu johu, domaće topole, bijelu vrbu i obični grab, dok je umjetna obnova potrebna s poljskim jasenom (sjeverni dio gosp. jedinice), klenom, malolisnom lipom i vezom.

Umjetnu obnovu spomenutih vrsta potrebno je obaviti u manjim skupinama ravnomjerno raspoređenima u sastojini uz prethodno uklanjanje kupine (*Genista elatae* – *Quercetum roboris rubetosum*) ili uz površinsku odvodnju (*Genista elatae* – *Quercetum roboris juncetosum effusi*).

Obnovu treba obaviti u svim šumskim čistinama te u plješinama većim od 1 000 m², a ako su kružnog oblika, u onima čiji je promjer jednak ili veći od gornje visine postojeće šumske sastojine.

U progalama s nedovoljno prirodnog pomlatka treba pošumiti vrstama koje podnose zasjenu (klen, joha, lipa, grab), s time da se u sredini progale osnuje biogrupa hrasta ili jasena.

Za svaki odsjek potrebno je napraviti šumskouzgojni plan koji ima sve posebno-stojbine i sastojine te prijedlog realizacije obnove po mikrostojbinama.

Što će ostati u sastojini poslije uspješne prirodne i umjetne obnove, odlučuje uzgajivač reguliranjem omjera smjese, i to prije postizanja sastojinskog sklopa. U slavonskoj šumi hrasta lužnjaka udio hrasta ne smije prijeći 60% procijenjeno po temeljnici.

Kako danas ne znamo pouzdano u kojemu će smjeru krenuti pojedini biotopi šume Turopoljski lug, potrebno je održavati što veću raznolikost vrsta uz prilagodbu stručnih postupaka u korist uspješnijih u sastojini, s time da se prirodni odabir ispravi primjenom znanja o ekološkoj konstituciji vrste.

S obzirom na današnje stanje i sigurna predviđanja u budućnosti možemo očekivati nešto toplije i suše prilike, što će uzrokovati dalji pad razina podzemne vode, manje poplava i promjenu stojbine u korist klimatogene zajednice nizinskih šuma. Značajnu ulogu u promjeni odigrat će tu učinak »staklenika atmosfere«.

Na osnovi šumarskih ekoloških istraživanja u šumi Turopoljski lug, u kojoj je hrast lužnjak zahvaćen sušenjem različite jakosti u pojedinim dijelovima šume, i to najjače u razdoblju 1983 – 1987, donosimo sa šumskouzgojno-ekološkog stajališta ove

ZAKLJUČKE

1. Vegetacijski sastav šume, struktura sastojina, a napose oštećenost krošanja stabala hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća, upućuje na **ozbiljno narušenu ekološku ravnotežu** u šumskim ekosustavima ove šume. U velikom dijelu šumske površine ne postoji čvrst odnos između biotopa i sloja drveća. Etiologija današnjeg stanja šume je vrlo složena, uzroci su posljedica sekularnih promjena biotopa i biocena, a u posljednje vrijeme došlo je do inteziviranja i koincidencije pojava nepovoljnih ekoloških utjecaja u biotskom i abiotskom dijelu ekosustava.

2. Nizinske šume uspijevaju u **određenim hidrološkim prilikama** koje vladaju samo u riječnim dolinama. Uvjet njihova opstanka je obilje vode, a njezini su izvori oborine, poplave, podzemna voda i rijeke s vodostajem u smislu vodnog gradijenta.

Raspored vode određuju mikrotelje i gravitacija te vodonosni slojevi.

Dotok vode do korijena drveća ovisi o propusnosti i slojanju ekološkog profila tla, o razini podzemne vode te o mehaničkom sastavu tla koji određuje kapilarni uspon vode.

Stresovi i fiziološko slabljenje higrofitu uzrokovani vodom nastupaju kad količina istranspirirane i evaporirane vode premaše količine ekološke vode okoliša ili kad je previše vode na površini tla za vrijeme vegetacije. To se može dogoditi kad je zaliha vode u tlu malena (sušne godine), kad padne razina podzemne vode ili kad se tlo zamočvari (nedostatak kisika, višak CO₂).

Voda je bez dvojbe presudan ekološki čimbenik u funkcioniranju nizinske šume, a osobito onih šumskih zajednica u kojima prevladava hrast lužnjak.

3. **Klima** je u posljednjih 20 godina obilovala ekscesima, i to vrućim, hladnim i sušnim godinama. Vruće godine su bile 1971, 1974, 1976, 1979, 1980, 1981, 1983, 1985, 1986, 1987. Hladne godine su bile 1979, 1980, 1981, 1983, 1985, 1986, 1987, dok su sušne godine bile 1971, 1973, 1977, 1982, 1983, 1985, 1987, 1988.

Klimatski su vrlo nepovoljne koincidencije vrućih, studenih i sušnih godina, što se zbilo 1983, 1985. i 1987. Ti su ekscesi osobito nepovoljno utjecali na vodne odnose u nizinskoj šumi.

4. Tijekom vegetacije, a posebno u ljetnim mjesecima opada razina **podzemnih voda**, i to od 1983. Pad vode tijekom vegetacijskog razdoblja zapažen je kod pijezometara koji se nalaze u šumi i utvrđen je s vrijednostima većim od 50 cm (65, 84 i 93 cm), što izaziva sušenje hrasta srednjodobnih i starijih sastojina. Razina podzemne vode je značajno pala uz otderetni kanal Sava-Odra, na što upućuje pad vode u okolnim bunarima.

5. Hrast lužnjak **zakorjenjuje** se u profilima tla šume Turopoljski lug slično kao u drugim nizinskim šumama. U prvih 20 do 30 godina lužnjak ima žilu srčanicu koja se poslije gubi pa korijenski sustav poprima čupav (srčolik) oblik.

Veći dio njegova korijenja nalazimo do dubine od 0,5 m, dok manji broj ponirućeg korijenja prodire do razine podzemne vode, kakva je tijekom ljeta (oko 3 m) te iz te dubine opskrbljuje drvo podzemnom vodom.

Isti slučaj utvrdili smo u šumi Repaš i šumi Kalje. Kada padne razina podzemne vode tijekom vegetacije, korijenje starih stabala, kao što su ona u šumi Turopoljski lug, ne može se produžiti, pa stablo ostaje bez prijeko potrebne podzemne vode. To uzrokuje stres, a potraje li dulje, i fiziološko slabljenje te na kraju sušenje stabla.

6. **Oštećenost** hrastovih stabala upozorava na današnje teško stanje u sastojinama ove šume. Ni jedno od 1622 stabla nije ušlo u kategoriju zdravih, a tek 13% stabala bi se u popravljenim ekološkim uvjetima moglo oporaviti. 48% lužnjakovih stabala će se osušiti u nekoliko narednih godina, a 39% neće dočekati kraj ophodnje. Loše zdravstveno stanje je u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka (*Genisto elatae-Quercetum roboris*) i u svim njezinim subasocijacijama i varijantama, dok je nešto bolje stanje u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*) uključujući i subasocijaciju slavonske šume hrasta lužnjaka s grabom.

7. Prema uzgojnim istraživanjima pomlađuju se sastojine u svim pokusnim plohama, što pokazuje da šumska tla Turopoljskog luga još nisu degradirana. Ovaj osjetljivi biološki indikator dokazuje da se ova šuma može uspješno pomlađivati.

8. Odnos između stajbine i šumskog drveća narušen je u slavonskoj šumi hrasta lužnjaka u **vodnim i svjetlosnim prilikama** pa je ustanovljeno više **novih šumskih zajednica** koje to potvrđuju.

Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi i *caricetosum riparia* upućuju na površinsko zamočvarenje, dok je *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum fruticosum* posljedica osnivanja čiste kulture hrasta lužnjaka i prejakih zahvata u četvrtom dobnom razredu, a varijanta te iste šume s glogom *Genisto elatae-Quercetum roboris subass caricetosum remotae* var. *Crataegus oxiacantha* nastala je zbog sušenja brijesta.

9. Izbor vrsta drveća potrebno je temeljiti na:

1. stupnju oštećenosti sastojine,
2. stupnju promjene biotopa u odnosu na mogućnost opstanka sadašnje šumske sastojine,
3. mogućnosti sprečavanja utjecaja koji uzrokuje sušenje.

Prirodnu obnovu spomenutim vrstama potrebno je obaviti u manjim skupinama ravnomjerno raspoređenima u sastojini uz prethodno ukljanjanje kupine u šumskoj zajednici *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum* ili uz površinsku odvodnju u *Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi*.

Obnovu treba obaviti u svim šumskim čistinama te u plješinama većim od 1 000 m², a ako su kružnog oblika, u onima čiji je promjer jednak ili veći od gornje visine postojeće šumske sastojine.

U progale s nedovoljno prirodnog pomlatka treba pošumiti s vrstama koje podnose zasjenu (klen, joha, lipa, grab, prema ekološkim zahtjevima stojbine), s time da se u sredini progale osnuju biogrupe hrasta i jasena. Sudjelovanje hrasta lužnjaka ne smije prelaziti 60%.

Za svaki odsjek potrebno je načiniti šumskouzgojni plan koji ima sve posebnosti stojbine i sastojine te prijedlog realizacije obnove po mikrostojbinama.

LITERATURA – LITERATUR

- Dister, E., 1986: Hochwasserschutzmassnahmen am Oberrhein, Geowissenschaften in unserer Zeit, Nr. 6.
- Kovačević, P., i dr., 1972: Tla gornje Posavine, Zagreb.
- Matić, S., 1989: Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka, Glas. za šumske pokuse, Vol. XXV, Zagreb.
- Mayer, B., 1989: Istraživanje režima podzemnih i površinskih voda na području G. j. »Turopoljski lug«, (rukopis), Jastrebarsko.
- Prpić, B., i dr., 1986: Utjecaj ekoloških i gospodarskih činilaca na sušenje hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici »Kalje« Šumskoga gospodarstva Sisak, (rukopis), Zagreb.
- Prpić, B. i dr., 1987: Studija hidrološke sanacije šume Repaš, (rukopis), Zagreb.
- Prpić, B., 1989: Sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste, Glas. za šumske pokuse XXV: 1–24.
- Prpić, B., & Đ. Rauš, 1987: Stieleichensterben in Kroatien im Licht ökologischer und vegetationskundlicher Untersuchungen, OEST. FC 3/87.
- Prpić, B., Z. Seletković, & M. Ivkov, 1991: Propadanje šuma u Hrvatskoj i odnos pojave prema biotskim i abiotskim činiteljima danas i u prošlosti, Šumarski list br. 3–5, Zagreb.
- Schneider-Jacoby, M-Ern, H. 1990: Save-Auen Vielfalt durch Überschwemmung, Stiftung europäisches Naturerbe, Radolfzell.
- Vukelić, J. i Đ. Rauš, 1993: Fitocenološki aspekt sušenja šuma u Turopoljskom lugu. Glasnik za šumske pokuse Val. 29, 275–294, Zagreb.

BRANIMIR PRPIĆ, ZVONIMIR SELETKOVIĆ, GORDANA ŽNIDARIĆ

ÖKOLOGISCHE UND BIOLOGISCHE URSACHEN FÜR
DAS ABSTERBEN VON STIELEICHE (*Quercus robur* L.)
IM AUENWALD TUROPOLJSKI LUG

Zusammenfassung

1. Die vegetative Beschaffenheit des Waldes, die Bestandesstruktur, und besonders die Baumkronenbeschädigung der der Stieleiche und anderer Baumarten wiesen auf stark gestörtes Gleichgewicht der Waldökosysteme dieser Wälder hin. Die Etiologie des jetzigen des Waldes ist sehr verwickelt. Dabei sind die Ursachen eine Folge der sekulären Änderungen der Biotope und Biozöne. In der letzten Zeit kam es zur Intensivierung und Koinzidenzerscheinungen der ungünstigen ökologischen Einflüsse im biotischen und abiotischen Teil des Ökosystems.

2. Die Flachlandwälder gedeihen in bestimmten hydrologischen Bedingungen die nur in Flussebenen herrschen. Die Hauptbedingung für deren Fortdauern ist eine Abundanz des Wassers aus Niederschlägen, Überflutungen, Grundwasser und Flüssen mit einem Wasserstand im Sinne des Wassergradienten. Die Wasserverteilung wird durch Mikrorelief und Gravitation sowie Wasserschichten bestimmt.

Der Wasserzufluß zu Baumwurzeln hängt von Durchlässigkeit und Beschichtung des ökologischen Bodenprofils ab, sowie von dem Wasserstand des Grundwassers und der den kapillaren Wasseraufstieg bestimmenden mechanischen Bodenstruktur.

Verschiedene vom Wasser verursachten Stressarten und physiologische Schwächen der Hygrophyte erscheinen wenn die transpirierten und evaporierten Wassermengen die ökologischen Wassermengen der Umwelt übertreffen. Dies geschieht wenn die Wasserreserven im Boden niedrig sind (Dürre), wenn der Grundwasserstand fällt, oder bei Versumpfung des Bodens (Sauerstoffmangel, Überfluß von CO_2).

Das Wasser ist ohne weiteres der entscheidende ökologische Faktor in der Funktionalisierung des Flachlandwaldes und ganz besonders der Waldgesellschaften in welchen die Stieleiche überwiegt.

3. Das Klima in den letzten 20 Jahren zeigte zahlreiche Exzesse von heißen, kalten und dürren Jahren. Die heißen Jahren waren 1971, 74, 76, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87; die kalten: 1979, 80, 81, 83, 85, 86, 87, und die dürren: 1971, 73, 77, 82, 85, 87, 88.

Klimatisch ist sehr ungünstig die Koinzidenz der heißen, kalten und dürren Jahren wie z. b. in 1983, 85. Diese Exzesse waren besonders ungünstig für die Wasserverhältnisse in Flachlandwäldern.

4. Während der Vegetation, besonders in Sommermonaten, fällt der Grundwasserstand seit 1983. Dies wurde bei den im Wald befindenden Piezometern bemerkt, wo die Werte größer als 50 cm (65, 84 u. 93 cm) festgestellt wurden. Es führt zum

Absterben der Eiche in Mittel- und Altbeständen. Der Grundwasserstand fiel bedeutend entlang des Save-Odra Kanals, und dasselbe sieht man in den Brunnen der Umgebung.

5. Die Stieleiche wurzelt in Bodenprofilen des Waldes Turopoljski Lug ähnlich wie in aderen Flachlandwäldern. In den ersten 20 oder 30 Jahren hat die Stieleiche eine Pfahlwurzel die später verschwindet und das Wurzelsystem eine struppige Herzform bekommt.

Der Hauptteil ihrer Wurzeln finden wir bis zu einer Tiefe von 0.5 m; der kleine Teil der Tiefwurzeln dringt bis zum Grundwasserstand, so wie er im Sommer ist (ca 3 m), womit der Baum mit Grundwasser versorgt wird.

Dies war der Fall in den Wäldern Repaš und Kalje. nachdem der Grundwasserstand während der Vegetation gefallen ist, die Wurzeln der alten Bäume, wie diejenigen im Wald Turopoljski Lug, können nicht verlängert werden, so daß der Baum ohne das lebenswichtige Grundwasser bleibt. Die Folge ist Stress und, falls dieser Zustand länger dauert, physiologische Schwäche und Baumabsterben.

6. Die Beschädigung der Eichenbäume warnt vor den schweren Zustand in der Beständen dieses Waldes. Nicht einer von den 1622 Bäumen zählt man in die Kategorie der gesunden; nur 13% der Bäume könnten in verbesserten ökologischen Bedingungen erholt werden. In den kommenden Jahren werden 48% der Stieleichenbäume absterben und 39% werden nicht das Ende des Umlauf erleben. Der schlechte gesundheitliche Zustand herrscht im slawonischen Wald der Stieleiche (*Genisto elatae-Quercetum roboris*) und in allen seinen Subassoziationen und Varianten; etwas besser ist der Zustand in Wald der Stieleiche und Hainbuche (*Carpino betuli-Quercetum roboris*) als auch in der Subassoziation des slawonischen Stieleichenwald mit Hainbuche.

7. Verjüngung der Bestände geschieht auf allen Versuchsflächen und es heißt, daß die Waldböden von Turopoljski Lug noch nicht degradiert sind. Dieser empfindliche biologische Indikator beweist, daß diesere Wald erfolgreich verjüngt sein kann.

8. Das Verhältnis zwischen dem Bestand Waldbäume bezüglich der Wasser- und Lichtbedingungen ist im slawonischen Stieleichenwald gestört. Deshalb wurden mehrere darauf hinweisende neue Waldgesellschaften festgestellt.

Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi i caricetosum riparia weisen auf die oberflächliche Versumpfung, während *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum fruticosum* die Folge der Gründung der reinen stieleichenkultur sowie der alzu starken Eingriffe in der vierten Altersklasse ist; die Variante desselben Waldes mit Weißdorn, *Genisto elatae-Quercetum roboris subass. caricetosum remotae var. Crataegus oxiacantha* entstand als Folge des Ulmabsterbens.

9. Die Wahl der Baumarten soll auf folgendes begründet sein:

1. Schadensgrad des Bestandes;
2. Änderungsgrad des Biotops im Verhältnis mit der Bestehensmöglichkeit des heutigen Waldbestandes;
3. Möglichkeiten für Verhinderung der Einflüsse die zum Absterben führen.

Die natürliche Verjüngung mit den erwähnten Arten soll man in kleineren Gruppen und im Bestand gleichmäßig verteilt durchführen, wobei vorher die Brombeersträucher beseitigt sein sollen, im Waldgesellschaft *Genisto elatae-Quercetum roboris rubetosum*, oder mit oberflächlichen Entwässerung in *Genisto elatae-Quercetum roboris juncetosum effusi*.

Die Verjüngung soll in allen Waldlichtungen größer als 1000 m² durchführen; falls diese runde Form haben, deren Durchmesser muß gleich oder größer als die Höhe des bestehenden Waldbestand sein.

Wo ungenügend and natürlichen Jungbäumen ist, aufforstet man mit den Arten die Schatten ertragen: Feldahorn, Erle, Linde, Hainbuche, – nach ökologischen Bedürfnissen des Bestandes), mit Biogruppen der Eiche und der Esche in der Mitte der durchgeforsteten Fläche.

Für jeden Abschnitt muß man einen waldbaulichen Plan zusammenstellen mit allen Eigenschaften des Bestandes, sowie mit einem Vorschlag für die Realisation der Verjüngung nach Mikrostandorten.