

UTJECAJ OBORINSKE, POPLAVNE I PODZEMNE VODE NA RAZVOJ SASTOJINA ŠUMSKOG KOMPLEKSA “ČESMA”*

THE EFFECT OF PRECIPITATION, FLOOD AND GROUNDWATER ON THE
DEVELOPMENT OF STANDS IN THE FOREST COMPLEX “ČESMA”

Mirna STARČEVIĆ**

SAŽETAK: *Voda je najznačajniji ekološki čimbenik koji ima odlučujuću ulogu u opstanku i razvoju šuma hrasta lužnjaka, bilo da se radi o podzemnoj, poplavnoj ili oborinskoj vodi. Promjene u intenzitetu vlaženja bilo koje od navedenih voda, izazivaju promjenu stanja na koje su ove šume navikle tijekom tisuća godina i uvijek se nepovoljno odražavaju na njihovu stabilnost, produktivnost i mogućnost prirodne obnove.*

Najveći utjecaj na biljni pokrov ima čovjek, koji najčešće prekida ili mijenja prirodni razvoj bilja, narušava prirodno stanje i izaziva u biljnem pokrovu velike promjene. Utjecaj čovjeka na ove šume ima značajnu ulogu glede njihove kvalitete i opstanka. Intenzivni zahvati u vodni režim unutar, ili u blizini ovih šuma, uvjetovali su promjene ekoloških uvjeta, što je rezultiralo sušenjem, promjenom strukture sastojina i otežanom obnovom.

Područje gospodarske jedinice “Česma” jedno je od tipičnih staništa hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, u kojemu je prisutno sušenje hrasta lužnjaka. Regulacijom rijeke Česme znatno je promijenjen njezin tok, te su nastala duga i ravna korita, a stari krivudavi tok ostao je u šumi i na čistinama kao meandar u kojemu se zadržava voda.

Koristeći svu raspoloživu dokumentaciju za g.j. “Česma” (osnove gospodarenja, fitocenološke karte, karte poplava, podatke o sušcima, podatke o izvršenim hidrotehničkim zahvatima), podatke o klimi s meteorološke postaje Čazma, kao i sve do sada objavljene radove znanstvenika Šumarskog fakulteta i Šumarskog instituta Jastrebarsko, istraživan je utjecaj oborinskih, poplavnih i podzemnih voda na razvoj sastojina šumskog kompleksa “Česma”.

Ključne riječi: oborine, poplava, podzemna voda, piezometar, fitocenološka snimka, zajednice hrasta lužnjaka, g.j. “Česma”, sadašnje stanje šuma, stanje u prošlosti, promjene, struktura sastojine, ekološki indikatori, multidimenzionalno skaliranje, sušenje šuma.

UVOD

Za formiranje šumske zajednice nizinskog područja u ovisnosti o mikroreljefu najvažnije su podzemne i poplavne vode, jer drveće nizinskih šuma troši transpiracijom više vode od onih količina koje prima lokalnim oborinama, a razlike nadoknađuje podzemnom ili poplavnom vodom. Najmanje promjene mi-

kroreljefa u vezi s tim pojavama i razinom podzemne vode uvjetuju promjene tipa tla, florni sastav i razvoj šumskih fitocenoza.

Za poznavanje neke biljne zajednice osobito je važno poznavanje njezine flore. Florni je sastav u najopćenitijem smislu posljedica prilagođenosti pojedinih vrsta ekološkim uvjetima sredine, varijabilnosti kao izrazu genetskog razvoja i diferencijacije vrsta te an-

* Magistarski rad, skraćeno za Šumarski list

** Mr. Mirna Starčević, dipl. ing. biol. HŠ d.o.o.

tropogenom utjecaju. Procesi u kojima se radi o izgradivanju biljnih zajednica nazivaju se progresivnom sukcesijom. Suprotno progresivnoj sekcesiji je regresivna sukcesija, koja je proces degradacije šume, biljne zajednice, staništa i slično, u kojemu visokoorganizirane i složene strukturne zajednice bivaju pojednostavljene i razgrađene (Vučelić i Rauch 1998).

Šume hrasta lužnjaka su po svojim prirodnim strukturnim osobinama mješovite. One u svojoj strukturi sadrže, uz hrast lužnjak, veći ili manji broj ostalih vrsta drveća, koje su po svojim biološkim svojstvima i ekološkim zahtjevima uzgojno jače vrste u odnosu na hrast lužnjak. Zbog toga svaki neuspjeh u obnovi i njezi lužnjakovih sastojina vodi u degradaciju staništa i nastanak sastojina u kojima dominaciju preuzimaju navedene vrste, koje imaju svojstva pionirskih ili prijelaznih vrsta drveća.

Sušenje hrasta lužnjaka i ostalih vrsta lužnjakovih šuma bilježimo čitav niz desetljeća u šumarskim kro-

nikama, stručnim i znanstvenim radovima. Slabljenje obrambene moći čitavog ekosustava, a drveća pogotovo, praćeno je i napadom mnogih štetnika. Fiziološko slabljenje i nemoć lužnjaka očituje se kroz izostanke uroda žira, te u kvantiteti i kvaliteti samog uroda. Promjene u lužnjakovim sastojinama ostavile su trag u njihovim strukturnim svojstvima. Potrebno je posebno naglasiti da te promjene nisu onemogućile normalno gospodarenje u tim šumama, jer se šumarska znanost i praksa osnivaju na mogućnostima prilagodbe gospodarskih zahvata u različitim sastojinskim i stanišnim uvjetima. Osim toga, intenzivnim gospodarenjem moguće je sanirati nedaće koje su u današnjim uvjetima neizbjegljive, a pravilnim stručnim zahvatima moguće ih je često i preduhititi. Navedene promjene svakim danom otežavaju zahvate i zahtijevaju stručnije i intenzivnije šumskouzgojne radove, posebno pri obnovi i njezi šuma (Matić, 1996).

OPĆI PODACI O ISTRAŽIVANOM PODRUČJU

a) Zemljopisni položaj

Gospodarska jedinica "Česma" smještena je između $16^{\circ} 36'$ i $16^{\circ} 49'$ istočne geografske dužine od Greenwicha, te između $45^{\circ} 49'$ i $45^{\circ} 53'$ sjeverne geografske širine.

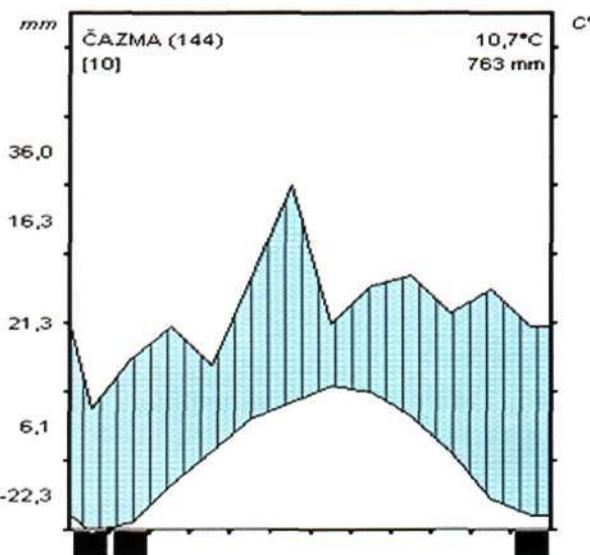
U širem smislu šumski kompleks "Česma" nalazi se u kotlini smještenoj između gorja: Papuka i Psunj sa istočne strane; Kalnika i Medvednice sa zapadne strane; Moslavacke gore sa južne strane; Bilogore sa sjeverne strane. G.j. "Česma" (odjel 63–101) kojom gospodari Šumarija Vrbovec omeđena je: s južne strane ka-

nalom rijeke Česme; s istočne strane kanalom riječice Velike; sa sjeverne strane selima Bolč, Donji Markovac, Kabal i Farkaševac; sa zapadne strane riječicom Žavnicom te selima Ivančani, Vukšinac i ribnjacima Vukšinac.

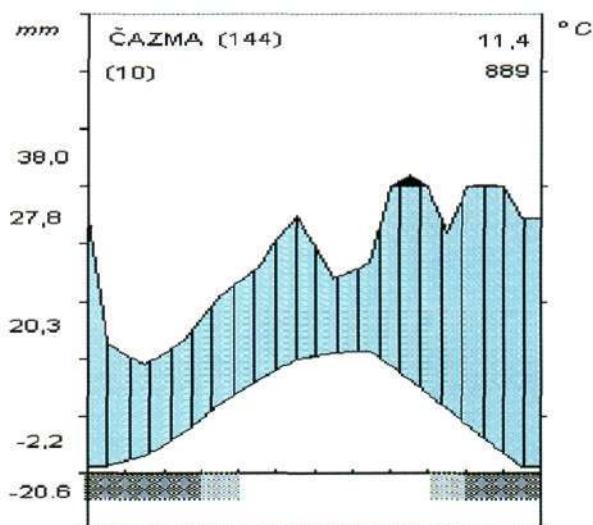
Najniža kota terena je 103 m n.v. u 96-tom odjelu, a najviša od 125 m n.v. u odjelu 89a.

b) Klimatske karakteristike

Ova gospodarska jedinica leži u području eurosibirsko-sjevernoameričke regije, odnosno njene ilirske



Slika 1. Klimadijagram 1981.–1990.



Slika 2. Klimadijagram 1991.–2000.

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

provincije. Prema Langovom kišnom faktoru, ovo područje pripada humidnoj klimi, a prema Köppenovoj klasifikaciji toplo umjerenoj klimi.

S uzgojnog i ekološko-fitocenološkog gledišta osobito su zanimljive i važne ekstremne temperature zraka, jer pokazuju stvarne temperature kojima je izvrnut vegetacijski pokrov, posebice osjetljivi ponik i pomladak.

Za opis klimatskih prilika na ovom području koriste podaci meteorološke postaje Čazma, udaljene oko 10 km jugozapadno od g.j. "Česma". Podaci se odnose na razdoblje od 1981.–2000. godine, i to za dva zasebno prikazana desetogodišnja razdoblja.

c) Geomorfološki i hidrološki odnosi

Područje gospodarske jedinice "Česma" (odjeli 63–101) ukupne površine 1758 ha, valovita je nizina s blagim uzvisinama (gredama) i blagim udolinama (nizama), u kojima duže ili kraće vrijeme u godini leži voda.

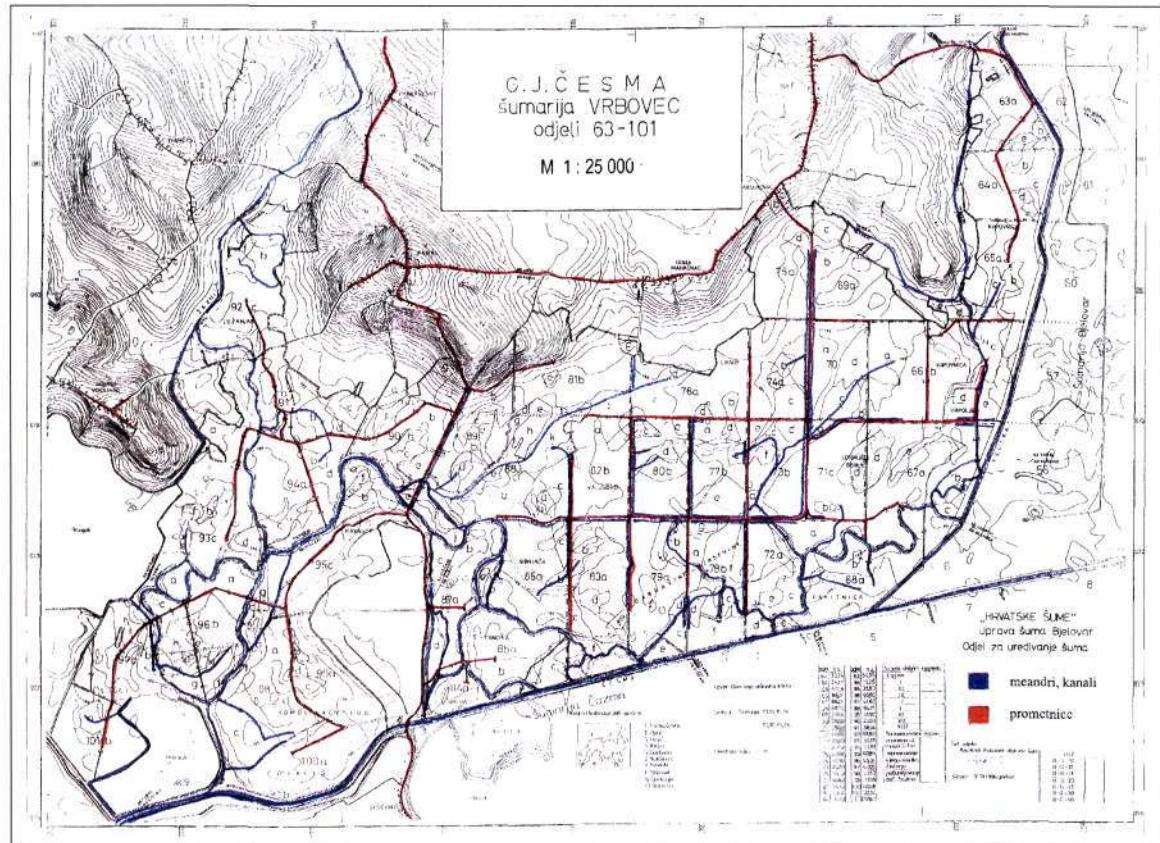
Rijeka Česma nastaje spajanjem dvaju potoka, Barne i Grđevice, blizu mjesta Pavlovec, na 137 m nad morem. Prirodno korito rijeke Česme, kao i njeno regulirano korito i korita njenih pritoka Bjelovacke, Plavnice, Velike i Dunjare zajedno s hidromeliorativnim kanalima, izgrađuju vrlo bogat hidrografski sustav.

Visoki vodostaji javljaju se najčešće u hladnom dijelu godine. Maksimalni vodni val može se formirati

na području Česme samo uslijed jakog kišnog pljuska potpomognutog dobrim uvjetima za otjecanje, kakvi razumljivo postoje u hladnom dijelu godine.

Povjesni podaci o vodotehničkim zahvatima u ovim šumama značajni su zbog sagledavanja stanja u kojemu su se nalazile u svojoj prošlosti, definiranja današnjega stanja, kao i iznalaženja smjera njihova dalnjeg razvoja. Prvi su radovi na uređenju rijeke Česme zabilježeni 1894. godine, pa potom za vrijeme I. svjetskoga rata. To se navodi tek kao povjesni podatak, jer su ti radovi po svom opsegu bili nezнатni. Sve do sredine šestog desetljeća 20. stoljeća, u slivu rijeke Česme nalazio se 68.000 ha plavnoga zemljišta ili 22 % ukupne površine sliva. Postojanje tako velikih površina izgubljenih za intenzivnije poljoprivredno-šumarsko privređivanje razlogom je osnutka Vodne zajednice, koja je uspjela kreditom i sredstvima iz tadašnjega Fonda voda započeti s ubrzanim radovima regulacije Česme. Taj je zamah trajao oko deset godina, a radilo se gotovo na cijelom potezu toka duljine oko 100 km. Zbog pomankanja novčanih sredstava, regulacijski radovi nigdje nisu izvedeni u potpunosti. Stupanj izgradnji bio je redovito uvjetovan potrebom da se zaštite važniji objekti, pa su radovi na donjem toku u blizini autoceste imali prednost.

Nakon 1979. godine donekle je izmijenjena prvobitna zamisao, kao i mjerila zaštite područja od velikih



Slika 3. Karta s ucertanim prometnicama, meandrima i kanalima u g.j. "Česma"

voda, što je uvjetovano uklapanjem zaštitnog sustava sliva rijeke Česme u zaštitu srednjeg Posavlja, te prilagođavanjem stupnja zaštite namjeni i načinu korištenja priobalnih površina. Tu se može govoriti o izdvajaju iz poplavnog pojasa ponajprije površina koje sada služe kao ribnjaci, ili one koje su branjene u sklopu zaštite od velikih voda prometnih objekata na najnižem dijelu toka Česme, što znači da je poplavno područje rijeke Česme smanjeno na oko 57.000 ha, a uređeno je oko 80 km toka. S obzirom na dugo razdoblje izvođenja radova, različita mjerila i hidrološke elemente, koji su primjenjivani tijekom projektiranja regulacijskih radova, te na način održavanja vodotoka na razmatranome toku, ostvareni stupanj izgrađenosti je neujednačen.

Kako su od 60-tih godina prošlog stoljeća okolne poljoprivredne površine bile postupno komasirane, hidromeliorirane i branjene od poplava iz vodotoka sliva rijeke Česme, tako se mijenjao vodni režim šume Česme. U prvom zahvatu vodotoci Česma i Velika svedeni su u ravnu produbljena korita, koja su presjekla meandriranja nekadašnjih prirodnih tokova. U drugom razdoblju radi zaštite šuma od onečišćenih voda podignuti su nasipi, a šuma "Česma" je prelevima zadržana kao retencijski prostor. Istodobno su ove šume iz gospodarskih razloga otvorene mrežom prometnica (otvorenost 17,89 km/1.000 ha) i prekopane mrežom odvodnih kanala.

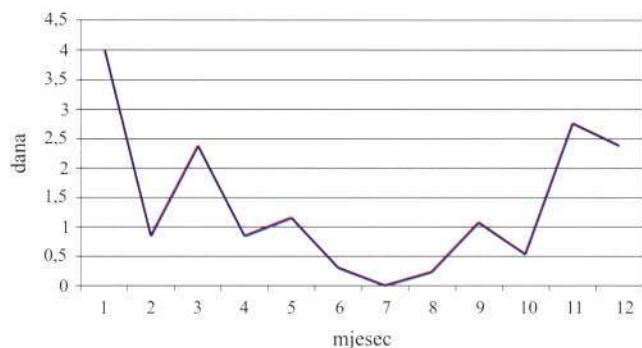
Između tako stvorenih kazeta prelijevanje površinskih voda uređeno je propustima različitih profila. Regulacijom rijeke Česme znatno je promijenjen njezin tok, te su nastala duga i ravna korita, a stari krivudavi tok ostao je u šumi i na čistinama kao meandar u kojemu se zadržava voda. Nakon regulacije korita rijeke Česma i dalje poplavljuje šumu, i to prvo u najnižim dijelovima gdje raste šuma crne johe i poljskog jasena, a tek kod višeg vodostaja plavi i šumu hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom, dok je šuma hrasta lužnjaka i običnog graba rijetko poplavljena.



Slika 4. Šumski odvodni kanal u g.j. "Česma"

(Foto: T. Starčević)

Poplave u g.j. "Česma" redovita su kasnojesenska ili ranoproljetna pojava, koju uzrokuje bujanje i razlijevanje šumskih reguliranih vodotoka i kanala, zatim razlijevanje potoka Velike od istočne strane prema jugozapadu te razlijevanje regulirane rijeke Česme, što povremeno puni produbljene stare meandre i kanalsku mrežu uz šumske prometnice, a voda se vraća u kanal Česmu na više mjesta. U vrijeme dugotrajnih i obilnih kiša dolazi do poplava nižih dijelova, a povlačenje vode u vodotoke otežano je radi izgrađenih nasipa, pa takva voda leži na pojedinim dijelovima po nekoliko tjedana od jeseni do proljeća. Poplave u zimsko-proljetnom razdoblju u krajnjem slučaju prekriju do 80 % površine. U takvim uvjetima produženog prekomjernog vlaženja dolazi do fizikalnih i kemijskih promjena osobina tla. Najveće poplave javljaju se u studenom i prosincu. U proteklih 15-tak godina u prosjeku je godišnje bilo 16 poplavnih dana.



Slika 5. Prosječno trajanje poplave po mjesecima u g.j. "Česma" za razdoblje 1988.-2000.

Izvor: Evidencija Šumarije Vrbovec

Prosječno svaka treća godina ima suhe vegetacijske mjesece. Gotovo redovno slijede po dva suha vegetacijska perioda, jedan za drugim. Sastojine hrasta lužnjaka trebaju stalno vlažno tlo, pa ako za vrijeme vegetacijskog perioda nema dovoljno oborinske vode, one radi jake transpiracije moraju imati na raspolaganju dovoljno podzemne vode. Osim toga, naprijed spomenutim hidroregulacijskim kanalima uzrokovan je brže otjecanje vode iz gornjih slojeva tla, pa je došlo do sniženja razine podzemne vode, koji je do tada bio uvjetovan samo sezonskim promjenama. Tako je došlo do promjena vodnog režima u sastojinama koje su u svom dugotrajnem životu bile podvrgnute prirodnom osciliranju razine podzemnih voda.

Uz ovakve novostvorene uvjete vodnog režima u sastojinama, kojima glavni pečat daje upravo određena razina podzemne vode, dolazi do masovnog sušenja, odnosno do fiziološkog slabljenja pojedinih vrsta drveća. Te promjene očituju se najprije u promjenama sastava biljnih zajednica.

d) Edafski čimbenici

Geološku podlogu ovog područja čine uglavnom šljunci, pijesci, gline i ilovače, čija je glavna karakteristika velika heterogenost u horizontalnom i vertikalnom smislu. Reljef općenito utječe na razvoj tala, a u ovoj gospodarskoj jedinici su vrlo važne i mikroreljefne izmjene greda i niza. Na gredama, gdje je utjecaj poplavnih voda neznatan ili ga uopće nema, razvija se najčešće pseudoglej, odnosno pseudoglej-glej, dok se u nizama zbog utjecaja poplavne vode i većeg pritjecanja oborinske vode kao i njenog stagniranja, razvijaju razni podtipovi euglejnih tala. Izmjena hidroloških prilika utječa jem reljefa diktira i razvoj određene šumske vegetacije.

e) Sistemski položaj utvrđenih šumskih zajednica:

Razred: *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et. Vlieger 1937

red: *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928

sveza: *Carpinion betuli* Isll. 1932

ass: *Carpino betuli-Quercetum roboris* (Anić 1959) Rauš 1969

subass. *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1969

subass. *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* Rauš 1971

Razred: *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et. Tx. 1943

red: *Alnetalia glutinosae* Tx. 1937

sveza: *Alnion glutinosae* Malcuit 1929

ass: *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968

ass: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glavač 1959

sveza: *Alno-Quercion roboris* Ht. (1937) 1938

ass: *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938

subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* Ht. 1938

subass. *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* Ht. 1938

f) Drvna zaliha i prirast

Tablica 1. Drvna zaliha u g.j. "Česma" po šumskogospodarskim osnovama za razdoblje 1976-1985., 1986-1995. i 1996-2005.

Vrsta drveća	1976.-1985.		1986.-1995.		1996.-2005.	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%
lužnjak	586.092	69,0	403.895	65,7	360.073	64,2
poljski jasen	87.721	10,3	64.729	10,5	47.691	8,5
brijest	8.952	1,1	3.716	0,6	2.408	0,4
grab	122.487	14,4	104.901	17,1	111.633	19,9
bukva	4.288	0,5	6.164	1,0	8.554	1,5
klen	6.128	0,7	5.009	0,8	4.631	0,8
joha	31.761	3,7	24.580	4,0	22.361	4,0
vrba	-	-	944	0,2	1.768	0,3
ostalo	1.603	0,3	415	0,1	1.788	0,4
Ukupno	849.086	100,0	614.353	100,0	560.907	100,0

Tablica 2. Tečajni godišnji prirast u g.j. "Česma" po šumskogospodarskim osnovama za razdoblje 1976-1985., 1986-1995. i 1996-2005.

Godina	Obrasla površina (ha)	Površina bez I. dobnog razreda (ha)	Tečajni godišnji prirast (m ³)	m ³ /ha s I. dobnim razredom	m ³ /ha bez I. dobnog razreda
*1976.	2.612,08	2.347,57	17.555	6,72	7,48
1986.	1.638,94	1.446,51	11.984	7,31	8,28
1996.	1.667,98	1.395,37	10.954	6,57	7,85

*Današnja g.j. "Bolčanski-Žabljački lug" je 1976. bila u sastavu g.j. "Česma"

Na području gospodarske jedinice "Česma" evidentirana su od automorfnih tala eutrično smeđe tlo, distrično smeđe tlo i luvisol, a od hidromorfnih tala močvarna glejna (euglejna) tla s podtipovima hipoglejno, epiglejno i amfiglejno, te pseudoglej ravničarski i pseudoglej-glej. Dosadašnji podtipovi tala epiglej, hipoglej i amfiglej radi izostajanja prevlaživanja gube karakteristike i obilježja tih tala, što je svakako uzrok mijenjanja šumskih zajednica na njima. Tako na epigleju u regresiji, hipogleju u regresiji i amfigleju u regresiji, nalazimo biljne zajednice kojih nemamo na epigleju, hipogleju i amfigleju.

Tablica 3. Dobni razredi po površini i drvoj zalihi u g.j. "Česma" po šumskogospodarskim osnovama za razdoblje 1976-1985., 1986-1995. i 1996-2005.

God.	Jed. mjere	Dobni razredi								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	ukupno
*1976	ha	264,51	130,10	212,13	896,86	656,62	295,44	156,42	-	2.612,08
	m ³		21.536	59.499	299.317	258.315	143.164	67.255	-	849.086
	m ³ /ha		165	280	333	393	485	431	-	361
1986	ha	192,43	80,51	-	474,65	485,59	98,21	307,55	-	1.638,94
	m ³		11.153	-	184.942	212.823	48.067	157.368	-	614.353
	m ³ /ha		138	-	389	438	489	511	-	424
1996	ha	272,61	136,39	32,16	96,95	468,54	378,83	215,88	66,61	1.667,98
	m ³		19.246	6.154	38.315	196.196	171.544	97.638	31.814	560.907
	m ³ /ha		141	191	395	418	452	452	477	402

*Današnja g.j. "Bolčanski-Žabljački lug" je 1976. bila u sastavu g.j. "Česma"

g) Povijesni podaci

Prva gospodarska osnova za područje šumskog kompleksa Česma izrađena je 1950. godine, s važnošću od 1951-1970., s tim da je revizija izvršena 1966. g. Potom je izrađena gospodarska osnova za g.j. "Česma" 1976. g., a u njen sastav su tada ušli odjeli 1-102 g.j. "Česma", 1-51 i 53-57 g.j. "Bolčanski-Žabljački lug", 18-24 g.j. "Kreševine-Dabrovine", s važnošću osnove od 1976-1985. g. Od ovakve g.j. "Česma" formirane su dvije g.j. i to; g.j. "Česma", odjeli 1-101 i g.j. "Bolčanski-Žabljački lug" odjeli 1-63. Za ovako formiranu g.j. "Česma" (odjeli 63-101), 1986. g. izrađena je osnova

gospodarenja koja je vrijedila od 1986 do 1995. g. Posebno se napominje da su rađene dvije izvanredne revizije prethodne Osnove gospodarenja za g.j. "Česma". Prva izvanredna revizija Osnove gospodarenja izvršena je 1990. zbog jačeg sušenja hrasta, kao i radi šteta koje je učinio vjetar orkanske snage 1987. godine. Druga izvanredna revizija, odnosno izvanredna revizija revidirane osnove gospodarenja za g.j. "Česma" izrađena je 1994. g., zbog nastavka sušenja lužnjaka većih razmjera na većem dijelu g.j. "Česma".

UMIRANJE I SUŠENJE ŠUMA NA PODRUČJU G.J. "ČESMA"

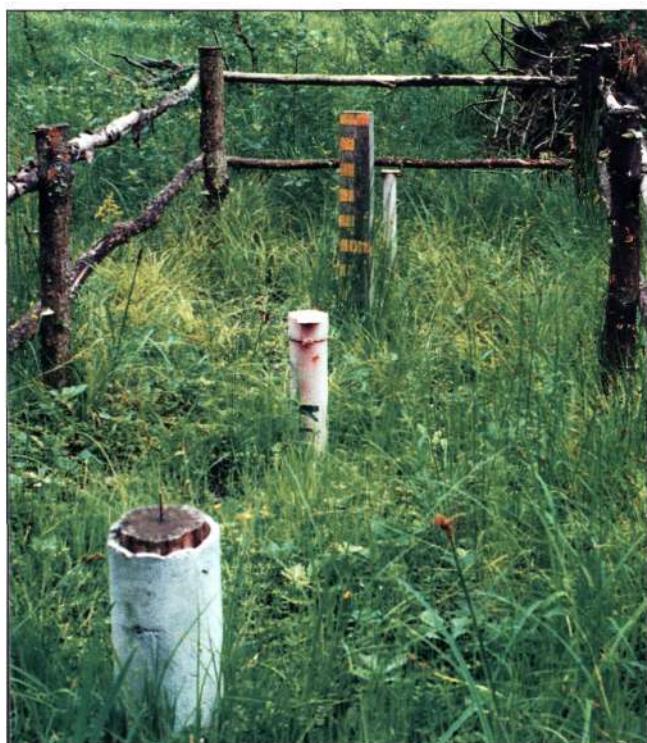
Već 1968. godine Stručni kolegij koji je sazvan u svezi s problematikom šume Česma, zaključuje da je regulacijom rijeke Česme i njenih pritoka poremećen vodni režim u šumskim predjelima u zaobalnom području, što se štetno odražava na normalan razvoj fitocenoza toga područja. Deponiranjem zemlje i formiranjem nasipa onemogućeno je normalno otjecanje zaobalnih površinskih voda u rijeku Česmu i njene pritoke, uslijed čega je došlo do zabarivanja zaobalnih područja, što je izazvalo poremećaj kapaciteta tla za vodu i zrak. U ovakvim fiziološkim okolnostima i manji poremećaji asimilacijskih organa izazivaju katastrofalne posljedice na šumskim sastojinama, odnosno dolazi do masovnog sušenja stabala.

Plitko zakorijenjivanje hrasta lužnjaka u epiglejnim močvarnim tlima povećava njegovu osjetljivost na česte stresove nedostatka vlage u tlu, izazvane nizom sušnih vegetacijskih sezona i odvodnom kanalskom mrežom. Veću vitalnost i bolje prirašćivanje rubnih stabala uz prosjeku i kanal valja pripisati povoljnijoj vlažnosti tla, većoj lisnoj masi, duljem vegetacijskom razdoblju i manjem intenzitetu defolijacije. Bočna drenaža i infiltracija iz kanala u tlima povoljnog glinasto-ilovastog mahaničkog sastava ne djeluje na 50 m udaljenu plohu u šumi, no generalni negativni učinak ka-

nala očituje se u ubrzanim odvođenju oborinske i bočno slivene vode iz mreže šumske mikrodepresija, uz isušivanje površinskih horizonata epiglejnog močvarnog tla i promjenu stanišnih prilika na velikim površinama (Mayr, 1994).

Dvojbe oko šumskoekološke svrhovitosti izvedenih vodotehničkih rješenja bile su povećane lokalnim sušenjem početkom osamdesetih godina, što je razlog za uspostavu mreže piezometarskih postaja za trajno praćenje i nadzor nad kolebanjem podzemnih voda, pa su stručnjaci Hidrometeorološkog zavoda Hrvatske ugradili od 1984. do 1987. 32 piezometarske postaje. G.j. "Česma" pokriva mrežu od 14 piezometarskih postaja, koje dobro pokazuju raznolikosti mikroreljefa, mezoreljefa, vrste tala, šumske vegetacije i utjecaja odvodnje.

Za prikaz kretanja razine podzemne vode u vrijeme vegetacije korišteni su podaci svih piezometarskih postaja postavljenih u g.j. "Česma", prikupljeni na cijevima dubine 4 m u razdoblju 1988-2000. godine, gdje je: Vsred – srednja vrijednost podzemne vode u vrijeme vegetacije pojedine godine; Vgsred – prosječna vrijednost u vegetaciji za promatrano razdoblje; Vmin – minimalna vrijednost u vegetaciji za pojedinu godinu; Vminsr – minimalna vrijednost u vegetaciji kroz promatrano razdoblje.

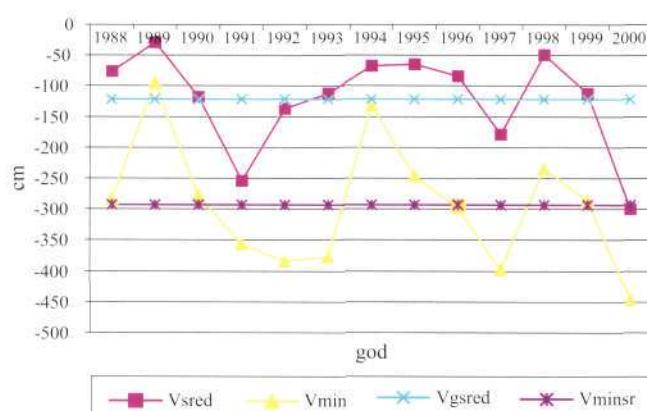


Slika 6. Piezometarska postaja u g.j. "Česma"

(Foto: T. Starčević)

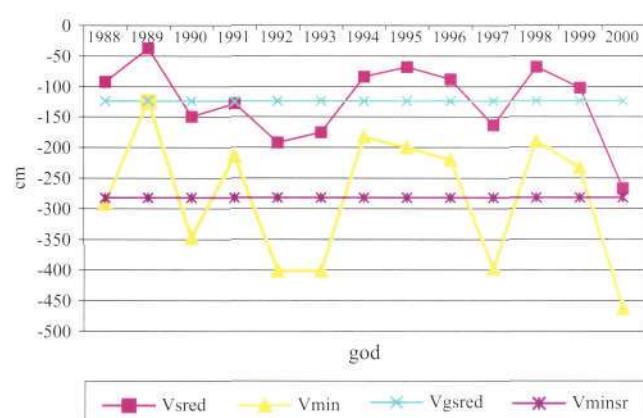
Podzemne vode naglo počinju opadati obično početkom svibnja, a ljeti se spuštaju duboko ispod sloja zakorijenjivanja. Tako se stvara kronični nedostatak vlage u drugom dijelu vegetacijske sezone, što može u sušnim sezonomama dovesti do slabljenja pa čak i sušenja stabala, osobito u nizama (Mayer, 1993).

Suše koje nastaju u srpnju i kolovozu, ne samo što uzrokuju smanjenje prirasta, već nanose najveće štete tlima, što manjak vode u ta dva mjeseca onemoguće stvaranje rezervnih hranjiva, pa drveće dočekuje proljeće iduće godine već znatno oslabljeno. Ali i drugi oborinski ekstrem, tj. velike i dugotrajne poplave koje su u nekim krajevima također česte, djeluju na slabljenje biološke snage hrastovih sastojina.



Slika 7: Piezometar K

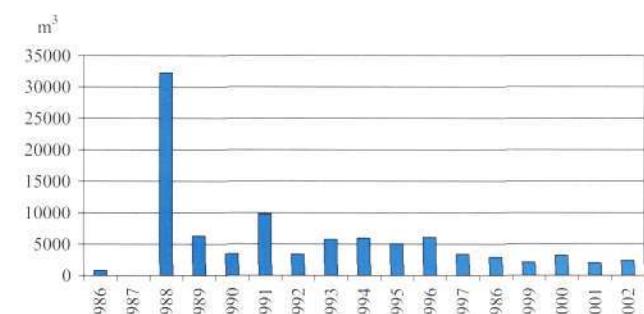
Izvor: Šumarski institut Jastrebarsko



Slika 8: Piezometar KČ4

Izvor: Šumarski institut Jastrebarsko

Sredinom sedamdesetih godina u g.j. "Česma" u kratkom su vremenu produbljeni stari vodotoci radi ubrzane odvodnje površinskih voda iz šumskog bazena, uz postupno širenje kanalske mreže i prometnica šumskim prosjekama od kraja šezdesetih godina. Zbog odvodnje poplave su kraće trajale i povećalo se isušivanje tla u drugom dijelu vegetacijskog razdoblja. Prema evidenciji Šumarije Vrbovec, u razdoblju 1986-2002., putem sanitarnih sjeća u g.j. "Česma" posjećeno je ukupno 104.958 m³ drvne mase, od čega 95.266m³ hrasta lužnjaka. Pregled nas vrlo zorno upozorava na ozbiljnost i stalnost u dinamici sušenja stabala, pa onda i degradaciju staništa hrasta lužnjaka. U tom pregledu valja upozoriti na 1988. godinu kada su posjećena stabla koja je 1987. u roku od 30 minuta isprelamarao i isčupao orkanски vjetar (blizu 40.000 m³ pretežno hrastovih stabala).



Slika 9. Sanitarne sjeće hrasta lužnjaka u g.j. "Česma" (1986-2002.)

Izvor: Evidencija Šumarije Vrbovec

U g.j. "Česma" sušenjem su najviše zahvaćeni odjaci središnjeg dijela gospodarske jedinice koji su plavljeni samo za vrijeme velikih poplava. Jače sušenje prisutno je u odsjecima čije su sastojine stare od 100-130 godina, a nešto manje one starosti od 80 do 100 godina. Također se može potvrditi da je sušenjem najviše zahvaćena zajednica *Genista elatae-Quercetum roboris caricetosum remota*, a najmanje zajednica *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*.

CILJ ISTRAŽIVANJA

Koristeći svu raspoloživu dokumentaciju (osnove gospodarenja za g.j. "Česma", fitocenološke karte g.j. "Česma", karte poplava na području g.j. "Česma", podatke o sušcima u g.j. "Česma" za gospodarsko razdoblje 1986–2002., podatke o izvršenim hidrotehničkim zahvatima koji su vezani uz g.j. "Česma", podatke o klimi s meteorološke postaje Čazma), kao i sve do sada objavljene radeve znanstvenika Šumarskog fakulteta i Šumarskog instituta Jastrebarsko, odlučila sam vlastitim istraživanjima doći do rezultata koji će objašnjavati utjecaj oborinskih, poplavnih i podzemnih voda na razvoj sastojina šumskog kompleksa "Česma".

METODE ISTRAŽIVANJA

Na osnovi fitocenoloških karata iz 1977. i 1996. godine, poplavnih karata g.j. "Česma" od 1988. do 2000. g., te kanala i starih meandara koji čine kompleksan hidrološki sustav g.j. "Česme", izabrala sam nekoliko lokacija za izradu fitocenoloških snimki svih biljnih zajednica šume g.j. "Česma", radi utvrđivanja sadašnjeg stanja vegetacije. Najveći broj fitocenoloških snimki napravila sam u zajednici hrasta lužnjaka s velikom žitovkom zbog njene osjetljivosti na pad razine podzemne vode i površinsku odvodnju.

Za svaku zajednicu u kojoj je napravljena fitocenološka snimka izračunala sam stupanj vlažnosti (F), kao jedan od ekoloških indikatora po Ellenbergu. Stupanj vlažnosti pokazuje prosječnu vlažnost tla u vegetacijskom razdoblju. Niži stupanj pokazuje manju, a viši veću vlažnost.

Sve fitocenološke snimke rađene su po standardnoj metodi Braun-Blanquet-a. Pritom se u tablice unose kombinirana procjena abundancije i pokrovnosti te procjena socijalnosti za svaku vrstu. S obzirom da je socijalnost za pojedinu vrstu više-manje stalna, a i neprikladna za numeričku analizu, korištena je samo kombinirana procjena abundancije i pokrovnosti. Za numeričku analizu fitocenoloških snimaka koristi se multivarijatna analiza – grana statistike koja se bavi analizom višestrukih izmjera većeg broja varijabli na

Cilj ovog rada je dati prilog poznavanju utjecaja oborinskih, poplavnih i podzemnih voda na razvoj sastojina šumskog kompleksa "Česma", kako bi se u novostvorenim – promjenjenim klimatskim uvjetima, u uvjetima smanjene učestalosti poplava, te trenda opadanja razine podzemne vode, ovim vrijednim sastojinama hrasta lužnjaka promišljeno i uravnoteženo gospodarilo sa svrhom očuvanja stabilnog šumskog ekosustava i uzgoja strukturno što kvalitetnijih sastojina.

jednom ili više uzoraka. U ovome radu korištena je metoda multidimenzionalnog skaliranja. Većina multivarijatnih analiza započinje računanjem nekih od mjera udaljenosti, sličnosti, različitosti ili korelacije za parove objekata ili varijabli. Multidimenzionalno skidanje je metoda koja pomaže analitičaru u određivanju relativnog odnosa između objekata u prostoru. Ona nije uvriježena kao egzaktna statistička metoda, i više se upotrebljava kao oblik pregrupiranja objekata na način koji može najbolje aproksimirati opažene udaljenosti (Pećina 1998).

Fitocenološke karte g.j. "Česma" digitalizirane su kako bi se moglo dovoljno precizno izračunati površine koje je pojedina biljna zajednica zauzimala prije 25 godina u odnosu na površine koje zauzima danas, a sve u cilju praćenja sukcesijskih procesa.

Na temelju svih raspoloživih podataka o drvnoj zalihi, udjelu vrsta, prirastu, temeljnici, obrastu, sjećama, uzgojnim zahvatima, promjenama biljnih zajednica iz šumskogospodarskih osnova unazad pedesetak godina, te podacima o provedenim hidrotehničkim zahvatima, poplavama i kretanju razine podzemne vode na području g.j. "Česma", odabrala sam nekoliko odsjeka koji najbolje odražavaju promjene koje su se događale unutar gospodarske jedinice.

REZULTATI

Tablica 4. Florni sastav istraživanih zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides*

Asocijacija Subasocijacija	<i>Genisto elatae-Quercetum roboris Ht. 1938</i> <i>caricetosum brizoides</i> Ht. 1938							
	1	2	3	6	13	15	17	18
Broj snimke					Česma			
Gospodarska jedinica	69b	76b	76b	86b	83d	94b	98a	98d
Odjel/odsjek	108	105	105	105	105	105	105	105
Nadmorska visina	400	400	400	400	200	500	500	500
Površina	10.5.02.	10.5.02.	10.5.02.	10.5.02.	22.5.02.	13.6.02.	13.6.02.	13.6.02.
Datum	6,78	7,34	7,14	7,25	7,84	6,64	6,74	6,62
Stupanj vlaž. po Ellenbergu								

Svojstvene vrste asocijacije i sveze (*Alno-Quercion*):

<i>Quercus robur</i>	A	4	4	5	3	2	5	3	4
<i>Fraxinus angustifolia</i>		+	+	+			+	+	
<i>Alnus glutinosa</i>							+		+
<i>Ulmus minor</i>	B	+	+	+			+	+	
<i>Fraxinus angustifolia</i>		1	+	+		+		+	
<i>Viburnum opulus</i>			+				+	+	
<i>Alnus glutinosa</i>							+		+
<i>Quercus robur</i>							+		+
<i>Genista tinctoria</i>					+				
<i>Acer tataricum</i>									+
<i>Dryopteris carthusiana</i>	C	1	+			+	+	+	+
<i>Quercus robur</i>		+		+	1	+	+		+
<i>Impatiens noli-tangere</i>		+	+	+			1	+	+
<i>Lysimachia nummularia</i>		+	+	+			+		
<i>Lycopus europaeus</i>		+	+			+			
<i>Valeriana dioica</i>		1			+	+			
<i>Rumex sanguineus</i>					+			+	+
<i>Carex remota</i>			+					+	+
<i>Solanum dulcamara</i>		+							
<i>Alnus glutinosa</i>							+		
<i>Cerastium sylvaticum</i>								+	
<i>Acer tataricum</i>									+

Svojstvene vrste reda (*Alnetalia*) i razreda (*Alnetea glutinosae*):

<i>Glechoma hederacea</i>	C	+		+			+		
<i>Rubus caesius</i>							+		

Razlikovne vrste subasocijacije:

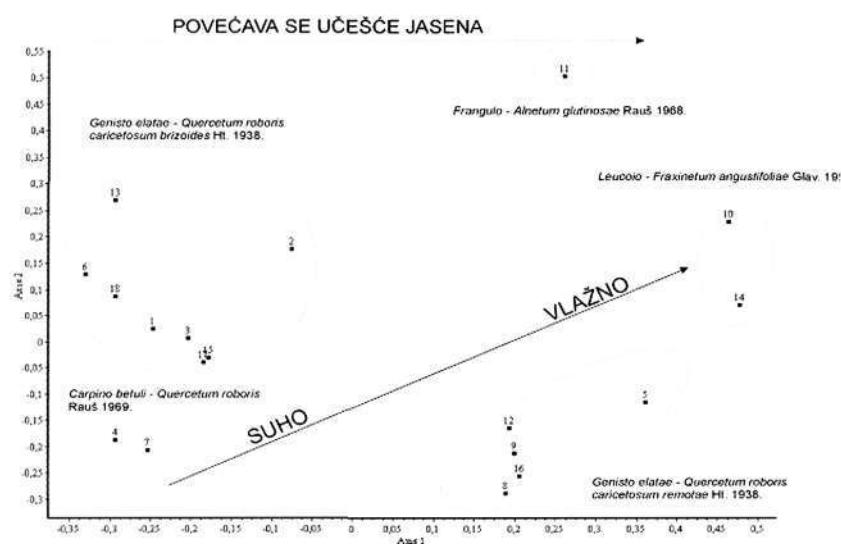
<i>Frangula alnus</i>	B	+	1	+	1	2	+		+
<i>Carex brizoides</i>	C	5	1	4	5	4	3	3	4
<i>Dryopteris filix-mas</i>		+	+	+	+	+			
<i>Deschampsia caespitosa</i>		+	+		+	2	1		
<i>Galeopsis tetrahit</i>							+	+	+
<i>Euphorbia palustris</i>				+					

Svojstvene vrste reda (*Fagetalia*) i razreda (*Querco-Fagetea*):

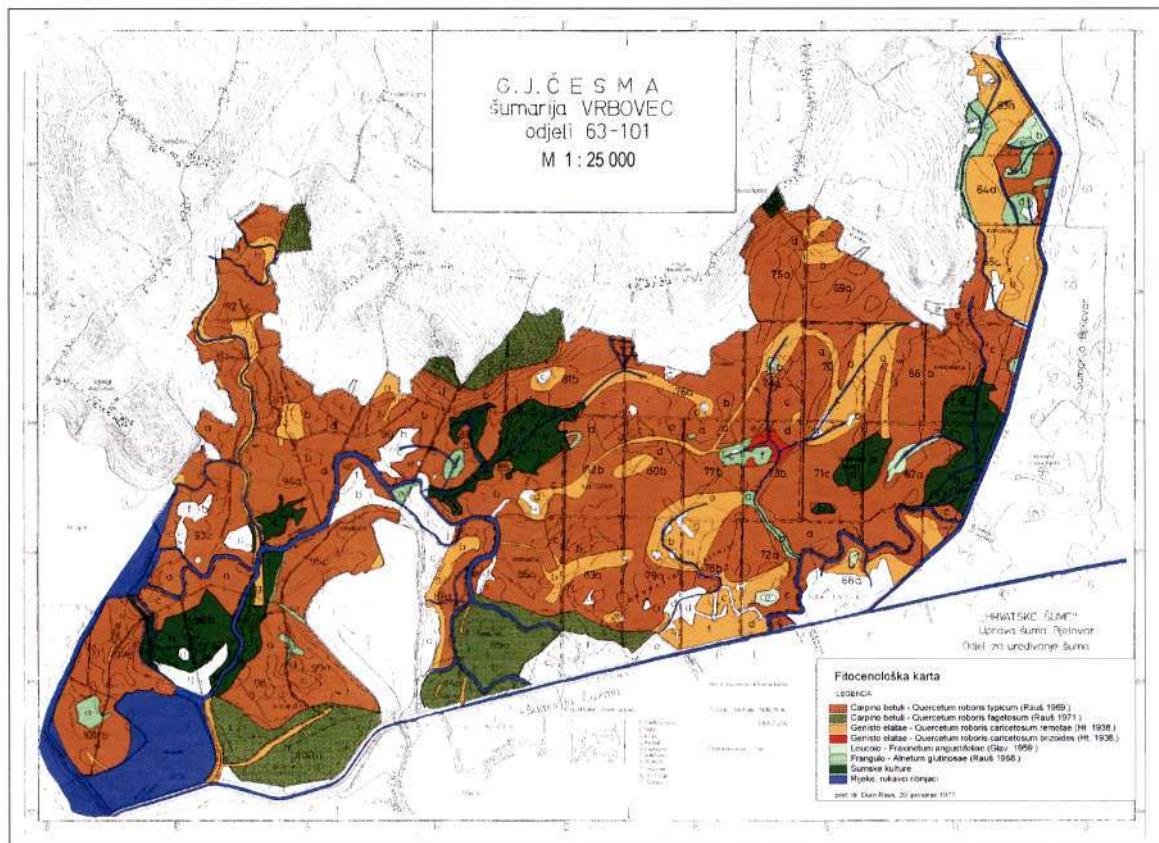
<i>Carpinus betulus</i>	A	+	+	+			+	+	+
<i>Tilia cordata</i>							+		
<i>Pyrus pyraster</i>	B	+	+	+	+		+	+	+
<i>Carpinus betulus</i>			+	+	+	+	+	+	+
<i>Crataegus laevigata</i>		+	+						
<i>Crataegus monogyna</i>							+		
<i>Acer campestre</i>							+	+	
<i>Daphne mezereum</i>									+
<i>Prunus spinosa</i>									+
<i>Tilia cordata</i>							+		
<i>Euonymus europaea</i>							+		
<i>Ligustrum vulgare</i>									+
<i>Circaea lutetiana</i>	C	1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stellaria holostea</i>		+			+		+	+	
<i>Milium effusum</i>		+	+				+		
<i>Ranunculus ficaria</i>		+	+	+					
<i>Moehringia trinervia</i>		+		+					
<i>Aegopodium podagraria</i>		+			+				
<i>Urtica dioica</i>					+			+	
<i>Ajuga reptans</i>		+							+
<i>Scrophularia nodosa</i>				+				+	
<i>Rubus hirtus</i>									+
<i>Acer campestre</i>		+							+
<i>Carpinus betulus</i>		+							
<i>Euphorbia dulcis</i>							+		
<i>Viola reichenbachiana</i>							+		

Ostale vrste vlažnih i plavljenih staništa:

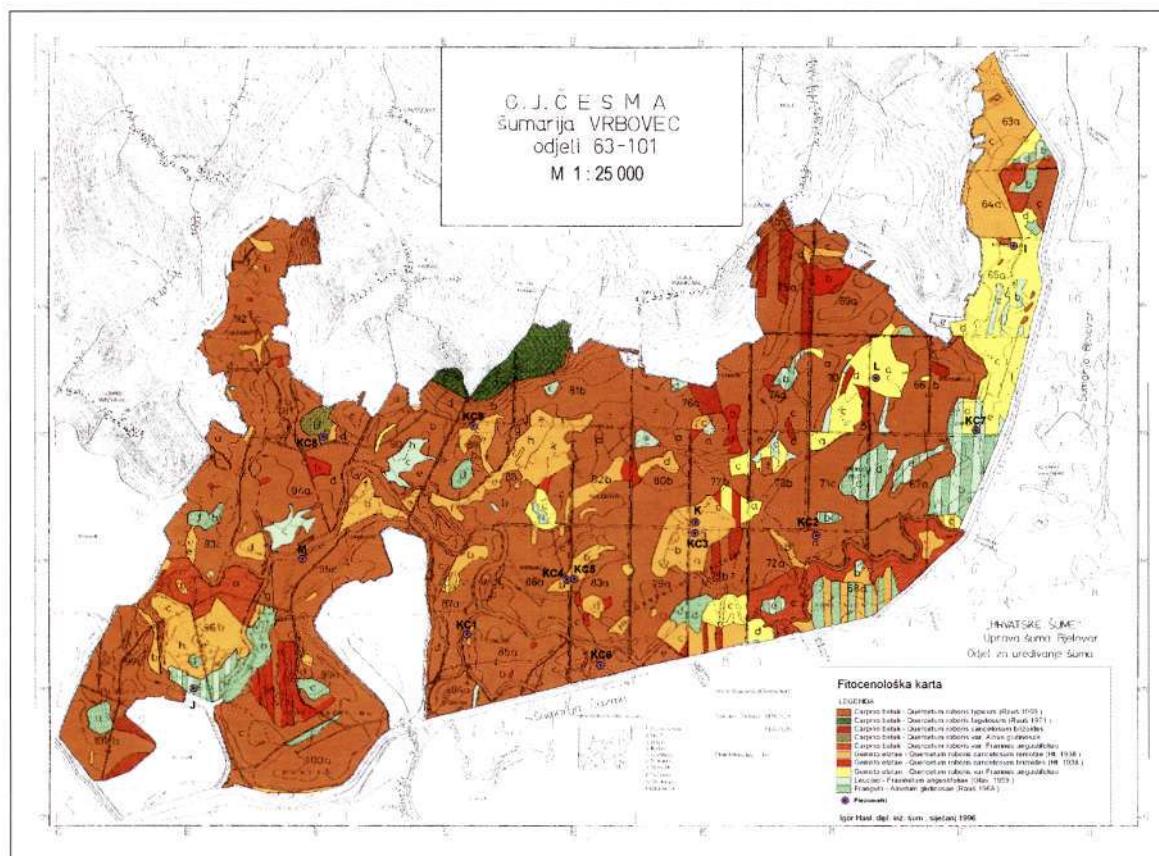
<i>Peucedanum palustre</i>	C	1	1	+	1	1		+	+	+
<i>Carex elongata</i>			+	1	1	+	+	+	+	+
<i>Polygonum hydropiper</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Juncus effusus</i>			1	+	+		+	+	+	
<i>Galium palustre</i>		+	+			+	+	+	+	+
<i>Lythrum salicaria</i>		+	+			+		+	+	+
<i>Ranunculus repens</i>		+	+	+				+		
<i>Myosotis scorpioides</i>		+		+			+		+	
<i>Iris pseudacorus</i>				+	+		+		+	
<i>Lysimachia vulgaris</i>		+				+	+	+		
<i>Carex vulpina</i>			+		+	+				
<i>Carex elata</i>				4				+		
<i>Carex vesicaria</i>					+			+		
<i>Stachys palustris</i>										+
Ostale vrste:										
<i>Rosa canina</i>	B		+							
<i>Cornus sanguinea</i>								+		
<i>Solidago gigantea</i>	C		+			1	+	+		+
<i>Bidens tripartitus</i>			+				+	+		+
<i>Cardamine amara</i>		+		+	+					
<i>Lychnis flos cuculi</i>		+		+	+					
<i>Veronica acinifolia</i>		+						+		
<i>Galim aparine</i>		+							+	
<i>Veronica chamaedrys</i>	+								+	
<i>Hypericum acutum</i>				+				+		
<i>Ranunculus acris</i>			+							
<i>Rumex acetosa</i>			+							
<i>Taraxacum officinale</i>	+									
<i>Geum urbanum</i>			+							
<i>Eupatorium cannabinum</i>			+							
<i>Pulmonaria officinalis</i>				+						
<i>Rubus fruticosus</i>								+		
<i>Symphytum tuberosum</i>								+		
<i>Erigeron annuus</i>									+	
<i>Heracleum sphondylium</i>								+		
<i>Serratula tinctoria</i>									+	+
<i>Campanula sp.</i>									+	+
<i>Dactylis glomerata</i>									+	
<i>Ruscus aculeatus</i>										+



Slika 10. Prikaz multidimenzionalnoga skaliranja fitocenoloških snimki biljnih zajednica u g.j. "Česma"



Slika 11. Fitocenološka karta g.j. "Česma" iz 1977. g.

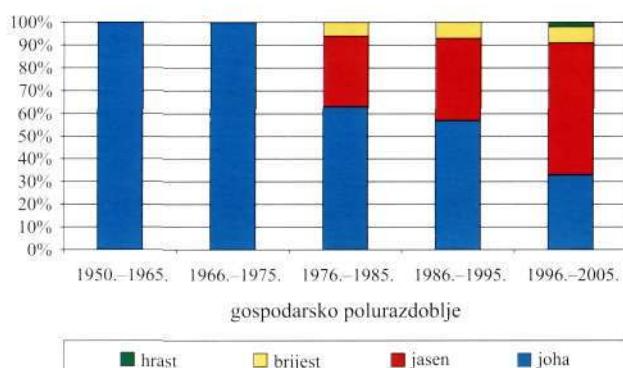


Slika 12. Fitocenološka karta g.j. "Česma" iz 1996. g.

Tablica 5. Struktura sastojine u odsjeku 65b u razdoblju od 1950-2005. g.

65b	1950.-1965.	1966.-1975.	1976.-1985.	1986.-1995.	1996.-2005.
površina (ha)	16,19	11,25	6,9	6,9	6,1
starost (god.)	3	15	25	35	45
smjesa	joha 1,0	joha 1,0	jasen 0,31; brijest 0,06; joha 0,63	jasen 0,36; brijest 0,07; joha 0,57	hrast 0,02; jasen 0,58; brijest 0,07; joha 0,33
obrast		0,8	1,0	0,9	0,95
prirast (m^3/ha)		3,0	11,0	7,9	9,3
masa (m^3/ha)			193	152	257
temelj. (m^2/ha)				18,36	25,81
sklop			nepotpun	potpun do nepotpun	nepotpun
izvršenje sječe (m^3/ha)	-	30	33	26	11

Izvor: Šumskogospodarske osnove za g.j. "Česma"



Slika 13. Omjer smjese vrsta drveća u odsjeku 65b u razdoblju od 1950-2005. g.

Izvor: Šumskogospodarske osnove za g.j. "Česma"

Tablica 6. Struktura sastojine u odsjeku 86b u razdoblju od 1950-2005. g.

86b	1950.-1965.	1966.-1975.	1976.-1985.	1986.-1995.	1996.-2005.
površina (ha)	3,39	3,39	1,75	1,6	1,63
starost (god.)	61	76	86	96	106
smjesa	hrast 0,8; grab 0,01 joha 0,01;	hrast 0,8; grab 0,01; joha 0,01	hrast 0,99	hrast 0,99; grab 0,01	hrast 0,96; jasen 0,01; OTL 0,01
obrast	0,8	0,8	0,6	0,8	0,5
prirast (m^3/ha)	4,6	6,0	3,7	7,0	3,1
masa (m^3/ha)	316	380	277	348	206
temelj. (m^2/ha)	22,2	27,8	20,56	24,07	13,82
sklop			potpun do nepotpun	potpun do nepotpun	
izvršenje sječe (m^3/ha)	23	26	82	71	-

Izvor: Šumskogospodarske osnove za g.j. "Česma"



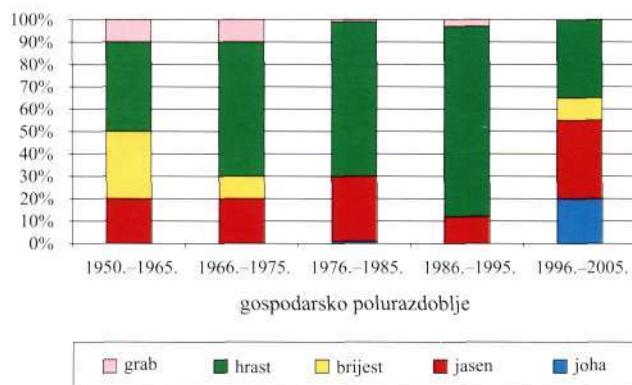
Slika 14. Odnos stvarnog stanja mase i normale u odsjeku 86b u razdoblju od 1950-2005. g.

Izvor: Šumskogospodarske osnove za g.j. "Česma"

Tablica 7. Struktura sastojine u odsjeku 77e u razdoblju od 1950-2005. g.

77e	1950.-1965.	1966.-1975.	1976.-1985.	1986.-1995.	1996.-2005.
površina (ha)	20,02	26,78	9,8	10,15	11,01
starost (god.)	88	105	115	125	6
smjesa	hrast 0,4; jasen 0,2; brijest 0,3; grab 0,1	hrast 0,6; jasen 0,2; brijest 0,1; grab 0,1	hrast 0,69; jasen 0,29; grab 0,01; joha 0,01	hrast 0,85; jasen 0,12; grab 0,03;	hrast 0,35; brijest 0,1; jasen 0,35; joha 0,2
obrast	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0
prirast (m ³ /ha)	4,3	6,0	7,0	6,3	
masa (m ³ /ha)	404	505	507	505	
temelj. (m ² /ha)	29,3	33,5	33,23	30,8	
sklop			potpun	nepotpun	
izvršenje sječe (m ³ /ha)	22	28	115	416	-

Izvor: Šumskogospodarske osnove za g.j. "Česma"



Slika 15. Omjer smjese vrsta drveća u odsjeku 77e u razdoblju od 1950.-2005.

Izvor: Šumskogospodarske osnove za g.j. "Česma"

RASPRAVA I ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Iz prikupljenih klimatskih podataka meteorološke postaje Čazma koje koristimo za područje g.j. "Česma", najveće promjene vidljive su u srednjoj temperaturi zraka koja je za razdoblje 1981-1990. g. iznosila 10,7 °C, a za razdoblje 1991-2000. g. 11,4 °C. Prosječna godišnja količina oborina bila je nešto veća u razdoblju 1991-2000. g. nego u razdoblju od 1981-1990. g., ali je za šumske zajednice nizinskog područja ona ionako nedostatna, jer drveće nizinskih šuma troši više vode od onih količina koje prima oborinama, pa razliku mora nadoknaditi podzemnom ili poplavnom vodom, posebice u prvom dijelu vegetacijskog razdoblja.

Što se tiče poplava, za razdoblje (1988-2003) od kada se one ucertavanjem zahvaćenih površina u karte na području g.j. "Česma" prate, možemo reći da su poplave prisutne i danas s uobičajenim rasporedom po mjesecima, ali s nešto manjom učestalošću. Problem se javlja u vrijeme dugotrajnih i obilnih kiša kada dolazi do plavljenja nižih dijelova, a povlačenje vode u vodo-toke otežano je radi izgrađenih nasipa i cestovne mreže, pa takva voda duže leži u pojedinim depresijama. S druge pak strane sve se češće problem javlja kada tijekom kasne jeseni i ranog proljeća poplave izostanu ili

budu gotovo zanemarive, a tlo se ne natopi vodom, pa nakon toga uslijedi sušno i vruće vegetacijsko razdoblje, negativne posljedice su neizbjegljive.

Iz podataka dobivenih praćenjem razine podzemne vode u razdoblju od 1988-2000. g. na piezometarskim postajama u g.j. "Česma", na postajama J, K, L, KČ3, KČ4, KČ5 koje se nalaze na amfiglejnском tlu u zajednici *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remota*, odstupanja razine podzemne vode u pojedinim godinama u odnosu na trinaestogodišnji prosjek su najveća i primijećuje se trend opadanja razine podzemne vode. Na postajama I, KČ6, KČ7, KČ8 i KČ9 koje se nalaze na epiglejnском ili hipoglejnском tlu u zajednicama *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*, *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* i *Frangulo-Alnetum luitinosae* uočljive su niske razine podzemne vode u vrlo sušnim godinama, ali se ne može reći da postoji trend opadanja razine podzemne vode u promatranom razdoblju. Najmanja odstupanja razine podzemne vode u pojedinim godinama od trinaestogodišnjeg prosjeka prisutna su na postajama M, KČ1 i KČ2, koje se nalaze na pseudoglejnском tlu u zajednici *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*.

Uslijed sve češćih klimatski ekstremnih, sušnih i vrućih godina, te promjene režima podzemne vode u smislu isušivanja pedosfere, do tada stabilni šumski ekosustavi navikli na višu razinu podzemne vode s amplitudom koja nije ugrožavala njihov opstanak, dovedeni su u uvjete da je korjenov sustav vrsta, koje obitavaju u takvim zajednicama, ostao u najkritičnijem razdoblju bez vode. Tako stvoreni životni uvjeti neminovno vode do sušenja ili u najboljem slučaju do fiziološkog slabljenja lužnjaka, jasena i ostalih vrsta ovoga ekotipa.

Utjecaj čovjeka na razinu podzemne vode provodećem hidromelioracijskim radova vidi se u sastojinama oko tih objekata. Kopanjem kanala snizila se razina podzemne vode, pa u sastojinama u kojima je ona dala pečat fizionomije, pojavljuju se vrste koje nisu karakteristične za tu zajednicu. Promijenjeni vodni režim, kao i niz sušnih godina u šumskim zajednicama g.j. "Česma", doveo je do odstupanja od flornog sastava i grade normalno razvijenih biljnih zajednica.

Sadašnje stanje istraživanih zajednica

Na istraživanom području zajednica *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* je najzastupljenija, a rasprostire se na površinama koje su izvan dohvata poplavne vode. Danas je bilježimo na 71 % površine, dok je prije 25 godina zauzimala 64,6 % površine od ukupno obraslog područja. Proširila se na predjel Pekliš, Greda i Crnčina uz sam kanal rijeke Česme, koje je prije zauzimala zajednica *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum*, te manjim dijelom sužavajući površine koje zauzima zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris*.

Na području g.j. "Česma" zajednica *Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* rasprostranjena je na svega 1,4 % i to u sjevernom dijelu gospodarske jedinice u odsjeku 81a, 89a i 90g, koji su ujedno i njeni najviši dijelovi s nadmorskom visinom od 125 m. Prije 25 godina zauzimala je 8,8 % obrasle površine. S obzirom na malu zastupljenost ove zajednice, te na činjenicu da bukva kao vrsta nije značajan indikator vlažnosti određenog područja, ne može se reći da je razlog smanjenja udjela ove zajednice promjena režima vlaženja ovoga područja.

Zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* zauzima tek 1,6 % površine, u par manjih odsjeka, dok je prije 25 godina zauzimala tek 0,3 % unutar odjela 73. U odsjeku 76b, 77d, 94b, 98a i 98d javlja se na površinama koje je prije 25 godina zauzimala zajednica *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*, dok se u odsjeku 69b te na nekoliko manjih površina javlja kao posljedica progresije zajednice *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*. Većina odsjeka nema florni sastav tipičan za tu subasocijaciju, jer se u sloju grmlja i prizemnog rašča javljaju elementi koji su svojstveni za sušnija staništa,

što ukazuje da je subasocijacija u progresiji ili se pak uslijed otvorenog sklopa javljaju elementi koji su svojstveni vlažnijim staništima.

Zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* zauzima 18,6 % površine, i to u većoj cjelini na istočnom rubu gospodarske jedinice uz sam kanal Velike, te na površinama okruženim zajednicom *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*. Površine koje zauzima ova subasocijacija u g.j. "Česma" nalaze se uz riječicu Veliku ili pak uz stare meandre rijeke Česme, te se za vrijeme ranoproljetnih i kasnojesenskih poplava pune vodom uslijed razливavanja spomenutih vodotoka. U odnosu na stanje od prije 25 godina (15,4 % površine) zauzima nešto više površine, i to uglavnom iz razloga što su neke ondašnje kulture (johe, vrbe) i manje čistine zamijenjene ovom zajednicom.

Na istraživanom području zajednica *Frangulo-Alnetum glutinosae* prije 25 godina označena je na svega 2,3 %, iako bi joj se moglo pribrojiti skoro svih 8 % površine tada označene kao kultura (uglavnom johe i nešto vrbe). Danas je zastupljena sa 4,2 % i to na manjim površinama gdje je označena kao takva i na fitocenološkoj karti iz 1977. g., dok su ostale površine koje danas zauzima podignute ili na nekadašnjim čistinama, ili se rasprostiru na površinama koje su nekad označavane kao kulture johe. Spomenute površine prve su na udaru poplavne vode koja stiže s istoka razливanjem Velike ili iz Česme koja puni svoje stare meandre i šumske kanale, razgranate po cijeloj gospodarskoj jedinici.

Na području g.j. "Česma" zajednica *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* zastupljena je s 3,2 % na malim površinama u nekoliko uglavnog isprepletenim sa zajednicom *Frangulo-Alnetum glutinosae*, te su jednakako kao one prve na udaru poplavne vode. Danas je zastupljena u nešto većem postotku nego prije 25 godina (0,6 %) jer je jedna površina ondašnje kulture vrbe u odsjeku 94c zamijenjena zajednicom *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae*, kao i manje čistine u današnjim odsjecima 76d, 81c, 90c i 90h.

Struktura sastojine u izabranim odsjecima u razdoblju od 1950 – 2005. g.

Odsjek 65b smješten je na istočnom dijelu g.j. "Česma" u neposrednoj blizini kanala Velike i redovito je plavljen. U odsjeku je razvijena zajednica *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae*. U razdoblju od 1966-1985. g. posjećena su unutar nize pojedinačna stabla hrasta, jasena, briješta i johe u količini od 63m³/ha. Na taj način dio površine odsjeka "b" od 4,35 ha, 1976. g. pripojen je odsjeku "a", a na ostatku površine od 6,90 ha, njegama predom stimulirana je sukcesija sastojine u zajednicu jasena s johom. Razvoj strukture sastojine kroz omjer smjese vrsta drveća to zorno prikazuje. Važno je uočiti kako se u razdoblju od 30-tak godina, zbog regulacije Velike i izgradnje kanala detaljne od-

vodnje (u susjednom odsjeku "c") koji je izvukao vodu, kao i izgradnje ceste, iz čistog jošika razvila mješovita sastojina s najznačajnijim porastom udjela jasena (skoro 60 % u 1996. g.), pa čak i pojmom lužnjaka u smjesi. Nizinski brijest uporno bilježi prisutnost, no na žalost za sada još uvijek bez šanse da opstane u strukturi starije sastojine.

Odsjek 86b s površinom od svega 1,63 ha nalazi se u središnjem dijelu gospodarske jedinice uz cestu s pri-padajućim kanalom. To je niza okružena zajednicom *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* i za većih poplava je poplavljeno. Iako je na fitocenološkoj karti iz 1996. g. označen kao zajednica *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*, fitocenološka snimka koja je napravljena 2002. g. govori da je prešao u zajednicu *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides*. Tu promjenu zasigurno je ubrzao kanal "sisavac" koji ide duž odsjeka. Površina odsjeka u razdoblju od 1950-1996. g. smanjena je za 1,76 ha zbog pripajanja rubnog dijela odsjeku "a". Ostatak površine (niza) utjecan promjenom vodnog režima (što potvrđuje i trend pada razine podzemne vode na piezometarskoj postaji KČ4) postaje nestabilan i značaj-

nije zahvaćen sušenjem, posebno od 1976-1995. g. (153 m³/ha). Rezultati tih procesa vidljivi su u padu obrasta, prirasta,drvne zalihe i temeljnica.

Odsjek 77e je mlada sastojina hrasta lužnjaka i žutilovke s rastavljenim šašem, a nalazi se u središnjem dijelu gospodarske jedinice uz samu cestu, koja je zasigurno imala utjecaja na poremetnju vodnog odnosa u staništu tj. degradaciju staništa te uvjetovala korak unatrag u obnovi. U vrijeme većih poplava je poplavljeno. Promjenu vodnog režima potvrđuje i trend pada razine podzemne vode na piezometarskoj postaji K koja se nalazi u odsjeku. Kao niza unutar odsjeka "b" izdvojen je 1976. g. Nestabilnost i osjetljivost zajednice hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem očitovala se i sušenjem većeg intenziteta u razdoblju 1976-1985. g. kada je u slučajnom prihodu posjećeno 115 m³/ha. Degradacija stanišnih uvjeta i nastavak sušenja uvjetovao je ubrzano sanaciju i obnovu. U obnovi se svakako morao učiniti korak unazad tj. prema većem udjelu jasena i johe, no omjer smjese po važećoj osnovi gospodarenja ukazuje na uspješnu obnovu i zasigurno stabilnu zajednicu buduće sastojine.

ZAKLJUČAK

- Na osnovi dosadašnjih istraživanja i iskustava o propadanju stabala hrasta lužnjaka voda je odlučujući čimbenik čiji se utjecaj vrlo brzo odražava na vitalnost lužnjakovih stabala. Zahvati u vodne odnose na području ovih šuma ili u njihovom bližem okolišu, odrazili su se na promjene u dinamici i intenzitetu vlaženja, bilo da se radi o promjeni razina podzemnih voda, o dinamici i intenzitetu vlaženja putem poplavnih voda, ili o sve izraženijim klimatskim promjenama koje karakterizira manja količina oborina u vegetacijskom razdoblju i povišene temperature zraka.
- Prosječna količina oborina u vegetacijskom razdoblju bila je neznatno veća u razdoblju 1991-2000. g. nego u razdoblju od 1981-1990. g., ali je srednja temperatura zraka za razdoblje 1991-2000. g. iznosila čak 11,4 °C, dok je za razdoblje 1981-1990. g. iznosila 10,7 °C. Svakako je potrebno napomenuti da je u spominjanom dvadesetogodišnjem razdoblju bilo nekoliko izrazito sušnih i vrućih godina, kao npr. 2000. godina kada je srednja godišnja temperatura bila 13,0 °C, a godišnja količina oborina svega 612,5 mm.
- Poplave su prisutne i danas, s uobičajenim rasporedom po mjesecima, ali s nešto manjom učestalošću. Problem se javlja u vrijeme dugotrajnih i obilnih kiša kada dolazi do plavljenja nižih dijelova, a povlačenje vode u vodotoke otežano je radi izgrađenih nasipa i cestovne mreže, pa takva voda duže leži u pojedinim depresijama. S druge pak strane češće se problem javlja kada tijekom kasne jeseni i ranog proljeća poplave izostanu ili budu gotovo zanemarive, pa se tlo ne natopi vodom, a nakon toga uslijedi sušno i vruće vegetacijsko razdoblje, negativne posljedice su neizbjegljive.
- Iz podataka dobivenih praćenjem razine podzemne vode u razdoblju od 1988-2000. g. na piezometarskim postajama u g.j. "Česma" primijećuje se trend opadanja razine podzemne vode na postajama J, K, L, KČ3, KČ4, KČ5 koje se nalaze na amfiglejnom tlu u zajednici *Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*.
- Na postajama I, KČ6, KČ7, KČ8 i KČ9 koje se nalaze na epiglejnom ili hipoglejnom tlu u zajednicama *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*, *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* i *Frangulo-Alnetum glutinosae* uočljive su niske razine podzemne vode u vrlo sušnim godinama, ali se ne može reći da postoji trend opadanja razine podzemne vode u promatranoj razdoblju.
- Najmanja odstupanja razine podzemne vode od trinaestogodišnjeg prosjeka prisutna su na postajama M, KČ1 i KČ2 koje se nalaze na pseudoglejnom tlu u zajednici *Carpino betuli-Quercetum roboris typicum*.

- Sukcesijskim promjenama najviše je zahvaćena zajednica *Genista elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*, koja dolazi na amfiglejnom tlu gdje je primjećen trend opadanja razine podzemne vode, kao i preostale enklave zajednice *Genista elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* do kojih poplavna voda gotovo nikad ne dopire.
- Sukcesija ide prirodnim smjerom ka klimazonalnoj zajednici lužnjaka i običnoga graba, ali se čini da cijeli ovaj proces progresivne sukcesije šumskega zajednica ide puno brže nego što bi išao u neutjecanim prirodnim uvjetima.
- S druge strane, potvrda progresivne sukcesije je i stalno smanjenje udjela zajednice *Genista elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* i *Genista elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides* na području g.j. "Česma", što možemo pratiti smanjivanjem njihovih odsjeka kroz šumskogospodarske osnove od 1950. do danas.
- Na manjim površinama prisutno je zamočvarenje, propadanje staništa iz razloga što poplavna voda zbog prekinutih tokova starih meandara i gусте cestovne mreže duže stoji, što otežava ili čak potpuno onemogućava razvoj hrasta lužnjaka koji je u pretvodnom gospodarskom razdoblju zauzimao spomenutu površinu, pa možemo reći da je takva površina u regresiji.
- Na primjeru izabranih odsjeka vidljivo je da su se sve promjene vezane uz oborinsku, poplavnu i podzemnu vodu na području g.j. "Česma" odrazile i na strukturu sastojina, tj. na pad ili stagnaciju njihova obrasta, prirasta, drvene zalihe i temeljnica. Ovi primjeri narušenih struktura pojedinih sastojina potvrđuju da su najosjetljivije zajednice *Genista elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* i *Genista elatae-Quercetum roboris caricetosum brizoides*.

LITERATURA

- Anić, I., 1996: Pomlađivanje i razvoj sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) u središnjoj Hrvatskoj. Magistarski rad, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Baričević, D., 1999: Ekološko-vegetacijske promjene u šumama hrasta lužnjaka na području g.j. "Žutica". Šumarski list, 1–2, Zagreb.
- Bašić, F. i A. Butorac, 1995: Održivo gospodarenje tlom – predviđajte zaštite vodnih resursa u Hrvatskoj. Sažeci, Šumsko i vodno bogatstvo i raznolikost flore i faune u Europi i Hrvatskoj, Zagreb.
- Domac, R., 1994: Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.
- Franjić, J., Ž. Škvorc i A. Čarni, 2001: Numerička analiza fitocenoloških snimaka u bukovo-jelovim šumama (*Abieti-Fagetum* s. L.) u Hrvatskoj. Šumarski list, 1–2: 19–26, Zagreb.
- Ellenberg, H., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica XVIII.
- Martinović, J., 2000: Tla u Hrvatskoj. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb.
- Matić, S., 1996: Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka. Hrast lužnjak u Hrvatskoj, 167–213. J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Matić, S. i J. Skenderović, 1992: Uzgajanje šuma, 81–97. Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Matić, S., M. Oršanić i I. Anić, 1996: Istraživanja obnove i njege šuma na području Pokupskog bazena. Radovi, 31 (1–2): 111–124, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Matić, S., I. Anić i M. Oršanić, 1996: Prilog poznавању nekih šumsko-uzgojnih svojstava pionirske listopadne vrste drveća. Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, 179–184. Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb.
- Mayer, B., 1988: Hidropedološki stacionari – neophodnost pri rješavanju ugroženosti naših nizinskih šuma sa primjerom bazena Kupčine. Radovi, 23 (75): 1–21, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Mayer, B., 1992: Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju XX. stoljeća, 19–33. Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Mayer, B., 1993: Proces osnivanja šumarskog hidropedološkog – informacijskog sustava (ŠHPIS) na osnovi monitoringa podzemnih i površinskih voda u Kupčini, Varoškom lugu, Česmi i Turopoljskom lugu. Radovi, 28 (1–2): 171–184, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Mayer, B., 1995: Opseg i značenje monitoringa podzemnih i površinskih voda za nizinske šume Hrvatske. Šumarski list, 11–12: 383–389, Zagreb.
- Mayer, B., 1996: Hidropedološki odnosi na području nizinskih šuma Pokupskog bazena. Radovi, 31 (1–2): 37–90, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Mayer, B. i G. Bušić, 1995: Utjecaj vremenskih nizova razina podzemnih voda na rast hrasta lužnjaka u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Radovi, 30 (2): 89–97, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Mayer, B., N. Lukić i G. Bušić, 1996: Utjecaj kolbanja podzemnih i površinskih voda na pro-

- mjenjivost širine godova i sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) u Varoškom lugu, Česmi i Bolčanskom lugu. Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Zaštita šuma i pridobivanje drva, 191–209, Šumarski fakultet Zagreb i Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Meštrović, Š. i G. Fabijanić, 1995: Priručnik za uređivanje šuma. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva i J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Oršanić, M., S. Matić i I. Anić, 1996: O izboru drveća za obnovu sastojina hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem. Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Zaštita šuma i pridobivanje drva, 127–133. Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb.
- Pelcer, Z., 1989: Temeljne ekološko florističke značajke šumskeh zajednica. Radovi, (79): 19–33, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Pilaš, I. i B. Vrbek, 2001: Istraživanje utjecaja hidroloških promjena i hidrotehničkih zahvata na tjudnu dinamiku radijalnog prirasta hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) u Varoškom lugu. Znanost u potrajanom gospodarenju hrvatskim šumama. Šumarski fakultet, Šumarski institut Jastrebarsko i "Hrvatske šume" p.o. Zagreb.
- Prpić, B., 1971: Zakorijenjivanje hrasta lužnjaka, poljskog jasena i crne johe u Posavini. Savjetovanje o Posavini, Zagreb.
- Prpić, B., 1989: Sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*) u Hrvatskoj u svjetlu ekološke konstitucije vrste. Glasnik za šumske pokuse 25: 1–24, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Prpić, B., 1992: Ekološka i gospodarska vrijednost šuma u Hrvatskoj, 237–257. Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Prpić, B., 1996: Propadanje šuma hrasta lužnjaka. Hrast lužnjak u Hrvatskoj, 273–299. J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković i I. Tikvić, 1997: O utjecaju kanala Dunav-Sava na šumske ekosustave. Šumarski list, 11–12: 579–590, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, I. Tikvić i G. Žnidarić, 1996: Ekološko-biološka istraživanja. Radovi, 31 (1–2): 97–109, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Rauš, Đ., 1987: Šumarska fitocenologija. Šumarski fakultet, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1996: Nizinske šume Pokupskog bazena. Radovi, 31 (1–2): 17–36, Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Rauš, Đ. i J. Vukelić, 1989: Rezultati komparativnih istraživanja šumske vegetacije na području sušenja hrasta lužnjaka. Glasnik za šumske pokuse, 25: 53–63, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Rauš, Đ., N. Šegulja, I. Đuričić, M. Presečan i D. Baričević, 1996: Promjena staništa i sušenje šuma hrasta lužnjaka u bazenu Česme. Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Zaštita šuma i pridobivanje drva, 103–114. Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb.
- Seletković, Z., 1996: Klima lužnjakovih šuma. Hrast lužnjak u Hrvatskoj, 71–83. J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Seletković, Z. i Z. Katušin, 1992: Klima Hrvatske, 13–19. Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet i J.P. "Hrvatske šume", Zagreb.
- Šegulja, N. i V. Hršak, 1988: Priručnik za fitocenološka i ekološka istraživanja vegetacije. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
- Vukelić, J. i D. Baričević, 1999: Šumska vegetacija Grada Zagreba i Zagrebačke županije. Glasnik za šumske pokuse, 36: 103–145, Šumarski fakultet, Zagreb.
- *** 2002: Flora Europaea, digital version, Royal botanic garden Edinburgh.
- *** 1959: Šumarska enciklopedija 1. Leksikografski zavod, Zagreb.
- *** 1963: Šumarska enciklopedija 2. Leksikografski zavod, Zagreb.
- *** 1950: Osnova gospodarenja g.j. "Česma". Šumarija Vrbovec.
- *** 1966: Osnova gospodarenja g.j. "Česma" od 1966. do 1975. g. Šumarija Vrbovec.
- *** 1976: Osnova gospodarenja g.j. "Česma" od 1976. do 1985. g. Šumarija Vrbovec.
- *** 1986: Osnova gospodarenja g.j. "Česma" od 1986. do 1995. g. Šumarija Vrbovec.
- *** 1996: Osnova gospodarenja g.j. "Česma" od 1996. do 2005. g. Šumarija Vrbovec.
- *** 1977: Fitocenološka karta g.j. "Česma" M 1:10000. Rukopis. Šumarija Vrbovec.
- *** 1996: Fitocenološka karta g.j. "Česma" M 1:10000. Rukopis. Šumarija Vrbovec.
- *** 1996: Pedološka karta g.j. "Česma" M 1:10000. Rukopis. Šumarija Vrbovec.

SUMMARY: Water, whether in the form of groundwater, floodwater or precipitation, is the most important ecological factor which has a decisive role in the survival and development of forests of pedunculate oak. Changes in moisturing intensity of any of these waters cause changes in the conditions to which these forests have adapted over thousands of years. These changes always have an adverse impact on their stability, productivity and the possibility of natural regeneration.

Man with his powerful influence on the plant cover frequently interrupts or changes the natural plant growth, disturbs natural conditions and causes significant changes in the plant cover. The impact of man on these forests is very important in terms of their quality and survival. Intensive interventions in the water regime within or in the vicinity of these forests have changed ecological conditions, which has led to dieback, an altered stand structure and aggravated regeneration.

The area of the management unit "Česma" is one of the typical sites of pedunculate oak in Croatia, where dieback of pedunculate oak has taken root. The regulation of the river Česma has changed its natural flow considerably and has created long and straight beds, while the old meandering flow has remained in the forest and in clearings as a meander retaining water.

Using all available documentation for the management unit "Česma" (management plans, phytocoenological maps, flood maps, data on dead trees, data on hydro-technical operations), data on climate from the meteorological station Čazma, as well as all works published by the scientists from the Faculty of Forestry and Forestry Institute in Jastrebarsko, the impact of precipitation, flood and groundwater on the development of stands in the forest complex "Česma" has been studied.

Key words: precipitation, flood, groundwater, piezometer, phytocoenological record, community of pedunculate oak, management unit "Česma", present conditions of forests, past condition, changes, stand structure, ecological indicators, multi-dimensional scaling, forest dieback.