

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ŠUMARSKI ODSJEK

PREDIPLOMSKI STUDIJ

URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

MARIO SLADIN

**VIŠENAMJENSKI KANAL DUNAV – SAVA I NJEGOV UTJECAJ
NA ŠUMSKE EKOSUSTAVE**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, (rujan, 2016)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Predmet:	Ekologija šumskoga drveća
Mentor:	doc. dr. sc. Damir Ugarković
Asistent - znanstveni novak:	
Student (-ica):	Mario Sladin
JMBAG:	0068221985
Akad. godina:	2015./2016.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb,
Sadržaj rada:	Slika: 7 Tablica: 1 Navoda literature: 9
Sažetak	<p>U radu su prikazani oblici vode u šumskom ekosustavu te utjecaj podzemne i poplavne vode na nizinske šumske ekosustave. Opisani su određeni infrastrukturni zahvati u području nizinskih šuma te tehničke značajke višenamjenskog kanala Dunav – Sava. Prednosti kanala Dunav – Sava su bolja povezanost Podunavlja i Jadrana, te navodnjavanje oko 35 750 ha poljoprivrednog zemljišta uz kanal. Nedostaci ovoga projekta su duboko zasijecanje kanala u teren koje bi prekinulo tokove podzemnih voda koji opskrbljuju spačvanske šume vodom. Prekid tokova podzemne vode imao bi za posljedicu isušivanje zemljišta i autohtonih biljnih vrsta, posebice hrasta lužnjaka. Radi dobivanja pouzdanih podataka potrebno je obaviti dugoročna 30-godišnja istraživanja razine podzemnih voda i na temelju tih podataka donijeti odluku o izgradnji višenamjenskog kanala Dunav – Sava.</p>

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Oblici vode u šumskom ekosustavu.....	1
1.2 Značaj podzemne i poplavne vode za nizinske šumske ekosustave.....	3
1.3 Infrastrukturni zahvati u području nizinskih šuma s posebnim osvrtom na izgradnju nasipa i plovnih kanala.....	5
2. OBRADA TEME.....	7
2.1 Tehničke značajke kanala Dunav – Sava.....	7
2.2 Značaj kanala Dunav – Sava za prometnu povezanost, turizam i navodnjavanje.....	10
2.3 Utjecaj kanala na vodne odnose u šumskom ekosustavu.....	12
3. ZAKLJUČAK.....	14
4. LITERATURA.....	15

1. UVOD

Voda je jedan od osnovnih sastojaka stanice te je glavni sastojak svih živih tkiva (biljnih i životinjskih). U svježem tkivu zastupljena je 80 – 90 %. Važna životna funkcija svih organizama je uzimanje vode iz okoliša i njeno otpuštanje. Voda se nalazi u stalnom kružnom kretanju te je konstantan ekološki faktor jedino u hidrosferi, a u atmosferi i pedosferi voda trajno koleba. Voda je potrebna za različite biokemijske procese, a zajedno sa CO₂ osnovna je sirovina za proces fotosinteze. S vodom u korijen i stablo ulaze mineralne tvari iz tla i pomoću nje se premještaju da bi na kraju napustila biljku putem procesa transpiracije. Ostale uloge vode u stablu su održavanje turgora, oblikovanje lista te reguliranje otvaranja i zatvaranja pući. Kao ekološki faktor voda djeluje na biljke u obliku oborina, vodom iz staništa te zračnom vlagom. Biljke vodu trebaju trajno primati radi nadoknade iztranspirirane vode.

1.1 Oblici vode u šumskom ekosustavu

Voda u šumskom ekosustavu može biti prisutna u obliku oborinske vode, poplavne vode, podzemne vode, taložine te zračne vlage.

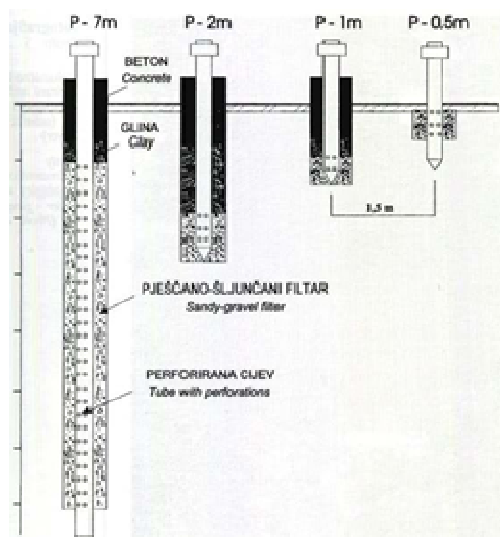
Oborine su u većini prirodnih staništa glavni izvor vode za biljku te je važno da budu dobro raspoređene tijekom godine. Najčešći oblici oborinske vode su kiša i snijeg, a nastaju kada su u atmosferi povoljni uvjeti za kondenzaciju vodenih para. Za vegetaciju najvažnije su oborine koje padnu u vegetacijskom razdoblju, od travnja do listopada. Raspored oborina puno je važniji od ukupne godišnje količine oborina. Primorski krajevi Hrvatske imaju dosta oborina, ali se ubrajaju u sušne krajeve jer ondje u doba vegetacije padne vrlo malo oborina. U istočnom dijelu države ukupna količina oborina je mala, a uz to ondje su oborine za vrijeme vegetacije također neznatne. Zanimljivi su odnosi godišnjih količina oborina u 220-godišnjoj hrastovoj šumi koje je dao Molčanov 1960. (prema Raušu 1987.). Iz njih je vidljivo da 14 % od ukupne godišnje količine oborina odmah ispari na vrhu krošnje, 14 % odmah ispari na tlu, 4 % se zadrži na deblu i ispari, 6 % prodre duboko u tlo i biljke ju teško mogu iskoristiti, 19 % prodre duboko u tlo i biljka je ne može iskoristiti te 43 % se upije u tlo i biljka je iskoristi. Kiša je najvažnija padalina za biljke i kod nje je značajno kakvim intenzitetom pada. Najpovoljnije su tihe kiše slabog intenziteta, a jake i obline kiše su štetne jer tlo ne može upiti vodu pa nastaju erozije tla. U hladnim i planinskim predjelima najčešći oblik zimskih oborina

je snijeg. Hionofilne šume su šume koje se razvijaju u predjelima s puno snježnih oborina, a šume koje se razvijaju u krajevima bez snježnih oborina su hionofobne šume. Povećanjem nadmorske visine udio snijega u ukupnim oborinama se povećava. Koristi od snijega u kontinentalnim područjima su: štiti usjeve od niskih temperatura, čuva akumuliranu toplinu tla, u proljeće topljenjem snijega biljke se dodatno opskrbljuju vodom, te se pore u tlu postupno pune vodom. Vrlo je nepovoljno ako se za proljetnih mrazova stvori iznad snježnog pokrivača ledena kora koja sprječava izmjenu plinova. Rosa je vrlo važna padalina u prirodnim ekosustavima te je u sušnim područjima glavni izvor malih, ali važnih količina vode za biljke. Rosa nastaje kondenzacijom vodene pare iz zraka u nižim slojevima. Tuča je najštetnija padalina koja pada u toplom dijelu godine, u doba najsnažnijeg vegetacijskog rasta te uzrokuje velike štete na biljkama.

Za vrijeme velikih oborina ili za vrijeme topljenja snijega, voda se iz viših brdskih, gorskih i planinskih predjela slijeva u nizine. Budući da ne može oteći rijekama, razlijeva se po nizinama i nastaju poplave. Podzemna voda jedan je od presudnih ekoloških čimbenika za rasprostiranje šumskih ekosustava. Razina podzemne vode varira tijekom godine. Maksimalni vodostaji podzemne vode događaju se zimi i u proljeće, a minimalni u ljeto i jesen. Razina podzemne vode ovisi i o vodostaju vodotoka (rijeka, potoci). Poplavna voda se mjeri pomoću vodomjerne letve (cm, m). Razina podzemne vode se prati pomoću setova pjezometara postavljenih na različitim dubinama tla (0,5, 1, 2, 4 i više metara). Poplavne i podzemne vode u ovisnosti o mikroreljefu djeluju na pojavu i razvitak nizinskih šumskih ekosustava.



Slika 1 Vodomjerna letva za mjerenje vodostaja vodotoka i poplave vode (cm, m) (www.dhmz.hr)



Slika 2 Pjezometarska postaja za mjerenje razine podzemne vode (cm, m) (Predložak za vježbu (Ekologija poljskog jasena i crne johe (hidrološke analize staništa)) iz kolegija Ekologija šumskog drveća)

Jedan od čimbenika koji izravno u manjoj mjeri utječe na formiranje šumskih fitocenoza je zračna vlaga. Relativna zasićenost atmosfere vodenom parom ima velik utjecaj na hidraturu stanica, tkiva i cijelih organa. Stanice i tkiva u suhoj atmosferi gube vodu. Kapacitet zraka za vodenu paru povećava se povećanjem temperature. Zrak je najvlažniji u planinama, visokim gorama te u riječnim dolinama. Zračna je vlaga visoka u primorju, gdje prevladavaju morski vlažni vjetrovi, a u krajevima gdje pušu suhi vjetrovi zračna je vlaga mala. Što je zračna vlaga veća, to je transpiracija manja. Nedostatak vode šumske vrste mogu kompenzirati iz zračne vlage koja se kondenzira na lišću (i do 400 mm/ha godišnje). Crnogorične vrste mogu kompenzirati veću količinu vlage od listača.

1.2 Značaj podzemne i poplavne vode za nizinske šumske ekosustave

Poplavna voda vrlo je važna za stvaranje ritskih šuma uz velike rijeke u nizinama te uvjetuje dinamiku razvoja pedogeneze, time i sukcesiju šumskih zajednica. To je voda koja se iz viših brdskih, gorskih i planinskih predjela slijeva u nizine za vrijeme velikih oborina ili za vrijeme topljenja snijega. Budući da ne može oteći rijekama, razlijeva se po nizinama. U šumama može biti štetna za pomladak i posve mlade sastojine ako predugo stoji. Poplavna voda sa sobom donosi mnogo hranjiva mulja i povećava plodnost šumskog tla pa su takve šume veoma produktivne. Na pojedinim terenima u nizinama poplavna voda ne može oteći pošto opadne njezin vodostaj te se zadržava dugo vremena i nakon što se poplavna voda

povuče. Na određenim mjestima šuma uopće ne može rasti zbog prevelike i dugotrajne vlage u tlu nego prevladavaju grmaste vrste i razno zeljasto i močvarno bilje. Spačvanska šuma razvila se u poplavnom području rijeke Save i njezinih pritoka Bosuta, Spačve i Studve. Svake je godine Sava plavila to područje, obično u jesen ili proljeće, u vrijeme najobilnijih oborina. Šumsko tlo imalo je koristi od poplavne vode koja je donosila mulj i gnojila tlo. Nakon izgradnje savskog obrambenog nasipa 1932. godine, nema više direktnih poplava Save na spačvanskom području. Poplave koje se danas pojavljuju su indirektna i one koje nastaju topljenjem snijega od oborinskih i podzemnih voda. U Hrvatskoj više nema poplava kakvih je nekada bilo jer je većina vodotoka danas regulirana. Najčešće poplave danas su neizravne odnosno preko pritoka. Poplave mogu biti direktne i indirektna. Direktne poplave nastaju izlivanjem većih rijeka, primjerice Save. Indirektna poplave nastaju od pritoka rijeka čije vode rijeka zbog svog visokog vodostaja ne može primiti.



Slika 3 Poplava u Spačvanskoj šumi (www.google.hr)

Podzemna je voda vrlo važna za tvorbu šuma te je presudan ekološki čimbenik za rasprostiranje pojedinih šumskih zajednica u nizinskom području. Ona je u izravnoj ovisnosti o razini vode u rijekama, a time je u vezi i s oborinskom i poplavnom vodom. Može se javljati i kao podvirna voda, a ako se takva voda zadržava samo u površinskim slojevima tla zove se gornja voda u tlu. Razina podzemne vode može biti tijekom godine više ili manje stabilna ili se može znatnije mijenjati. Ako je razina podzemne vode visoka i ako nema prirodne dinamike kolebanja podzemne vode, nastaju katastrofalne posljedice za šumsku vegetaciju. Iz toga proizlazi da osim razine podzemne vode veliku važnost ima i dinamika kolebanja podzemne vode. Ako razina podzemne vode trajno padne, drveće nizinskih šuma sušit će se prije ili poslije ovisno o stanišnim uvjetima. Masovno sušenje obično nastupi 5 do 10 godina poslije promjene, a ovisno o njezinu tijeku, može se dogoditi i poslije više godina. Kakvoća

tla utječe na iskorištavanje podzemne vode. U ilovasto-glinastom tlu voda se kapilarama znatno diže, a u grubo pjeskovitom tlu dizanje je vode kapilarama neznatno.

Poplavne i podzemne vode u ovisnosti o mikroreljefu djeluju na pojavu i razvitak šumskih zajednica. Najmanje promjene mikroreljefa u vezi s tim poplavama i razinom podzemne vode uvjetuju promjenu tipa tla, florni sastav i pojavu druge zajednice, a regulacije mogu imati i katastrofalne posljedice, kao na rijeci Rajni u Njemačkoj. (Vukelić i Rauš, 1998)

1.3 Infrastrukturni zahvati u području nizinskih šuma s posebnim osvrtom na izgradnju nasipa i plovnih kanala

Poplave, osobito one u donjim tokovima rijeka, bile su čovjeku velika zapreka razvoju poljodjelstva, industrije i za urbanizaciju. Kako bi se izbjegle poplave, građeni su protupoplavni nasipi i regulirane su rijeke. Ti radovi izazivaju promjene vodnih prilika često i u vrlo širokom prostoru oko zahvata. Presijecanjem meandara skraćeni su plovni putovi, što smanjuje vrijeme plovidbe. Vodotehničkim zahvatima mijenjaju se staništa vodenih i kopnenih ekosustava, osobito šumskih, pa propadaju i nestaju mnogi članovi navedenih ekosustava. Vodotehnički zahvati koji utječu na tok rijeke i mijenjaju staništa njezina zaobalja su: presijecanje meandara zbog skraćivanja plovnog puta te izravnavanja toka rijeke, izgradnja nasipa zbog zaštite naselja, industrije i agroekosustava od poplava, izgradnja vodnih stuba, zadržavanje (retencija) velikih voda u nizinskim šumovitim prostorima, izgradnja plovnih kanala, korištenje šljunka i pijeska, hidromelioracija agroekosustava u blizini nizinskih šuma i izgradnja autocesta kroz komplekse nizinskih šuma bez prethodne studije o zaštiti okoliša.

Nasipi koji brane poljoprivredne površine i naselja od visokih voda zasigurno pripadaju u prve zahvate u riječnim nizinama, koji su značajno mijenjali vodne odnose u prostoru poplavnih šuma. Prvi obrambeni nasipi u Europi izgrađeni su u dolini rijeke Rajne u 18. i 19. stoljeću. U Hrvatskoj je 1932. godine izgrađen prvi obrambeni nasip na lijevoj obali Save južno od šumskog bazena Spačva. Taj je zahvat uzrokovao promjene u staništima spačvanskih šuma. Zbog izostanka poplave u šumi je postalo suše, zbog čega se suše stabla hrasta lužnjaka. U razdoblju od 1970. do 1989. godine sastav se šumske vegetacije promijenio u smislu povećanja površine sušnih šumskih zajednica u odnosu na vlažne za 21 %. Poslije izgradnje nasipa uz rijeku Dravu sedamdesetih godina prošlog stoljeća u poplavnoj šumi

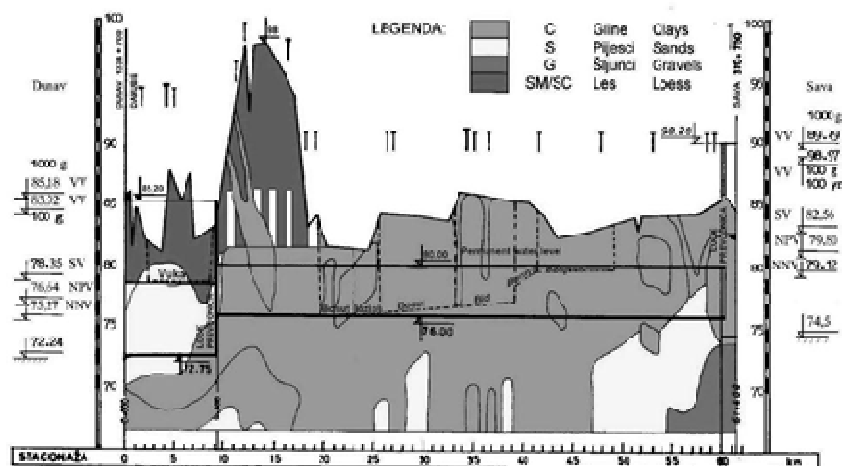
hrasta lužnjaka i poljskog jasena izostale su poplave. U tu šumsku zajednicu zbog smanjenja vlažnosti staništa naseljava se obični grab. Uslijedila je sukcesija vegetacije pa je ustanovljena jedna prijelazna šumska zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba s koštrikom. Kao posljedica te promjene dolazi do sušenja stabala hrasta lužnjaka koje je nakon izgradnje hidroelektrane u tom području ozbiljno ugrozilo šumski ekosustav.

Plovni su kanali velik zahvat u prostoru kojim se znatno mijenjaju hidrološke prilike krajolika. Njihovom izgradnjom prosijecaju se i otvaraju vodonosni slojevi podzemnih voda pa, ovisno o vodostaju kanala te o njihovim tokovima u prostoru, prije ili poslije presjecišta mijenja se razina podzemnih voda. Po zakonu spojenih posuda može pasti razina podzemne vode u susjednim staništima nizinskih šuma ili se prostor može zamočvariti. Utjecaj plovnog kanala na okolna staništa ovisi o stratigrafiji terena koja u načelu nikad nije dovoljno istražena da bi se sa sigurnošću mogle predvidjeti promjene u razinama podzemnih voda zaobalnog prostora budućeg plovnog kanala. U Hrvatskoj se predviđa izgradnja plovnog kanala Dunav – Sava kojom bi šuma Spačva i ostale šume uz samu trasu kanala mogle biti ozbiljno ugrožene zbog zasijecanja duboko u teren i prekida tokova podzemnih voda.

2. OBRADA TEME

2.1 Tehničke značajke kanala Dunav – Sava

Budući višenamjenski kanal Dunav – Sava je klasificiran kao plovni put Vb. klase. Kanal je predviđen za dvosmjernu plovidbu, a na njegovoj trasi su predviđene dvije brodske prevodnice, jedna sa savske, a jedna s dunavske strane. Najveća razlika razina vode koju treba svladati u savskoj prevodnici iznosi 7 metara, a u dunavskoj 4,3 metra. Vrijeme punjenja prevodnice iznosit će približno deset minuta. Duljina trase kanala između Save i Dunava iznosi 61,4 kilometara, njegov početak je u Vukovaru (1334+700 Dunava), a završetak sedam kilometara uzvodno od Slavenskog Šamca (310+750 Save). Trasa kanala većim dijelom prati postojeće vodotoke ili njihove doline, a najvećim dijelom prolazi kroz nizinsko poljoprivredno zemljište (63 %), potom kroz šumsko zemljište (20 %) te kroz građevinsko zemljište (17 %). Budući da će kanal presjeći hrvatsko Podunavlje, za njegovo povezivanje s ostatkom Hrvatske predviđa se gradnja dvadeset pet mostova, od čega četiri željeznička i dvadeset jedan cestovni. Također nužna će biti izgradnja većeg broja objekata za prijelaz kabelačkih i cijevnih vodova.

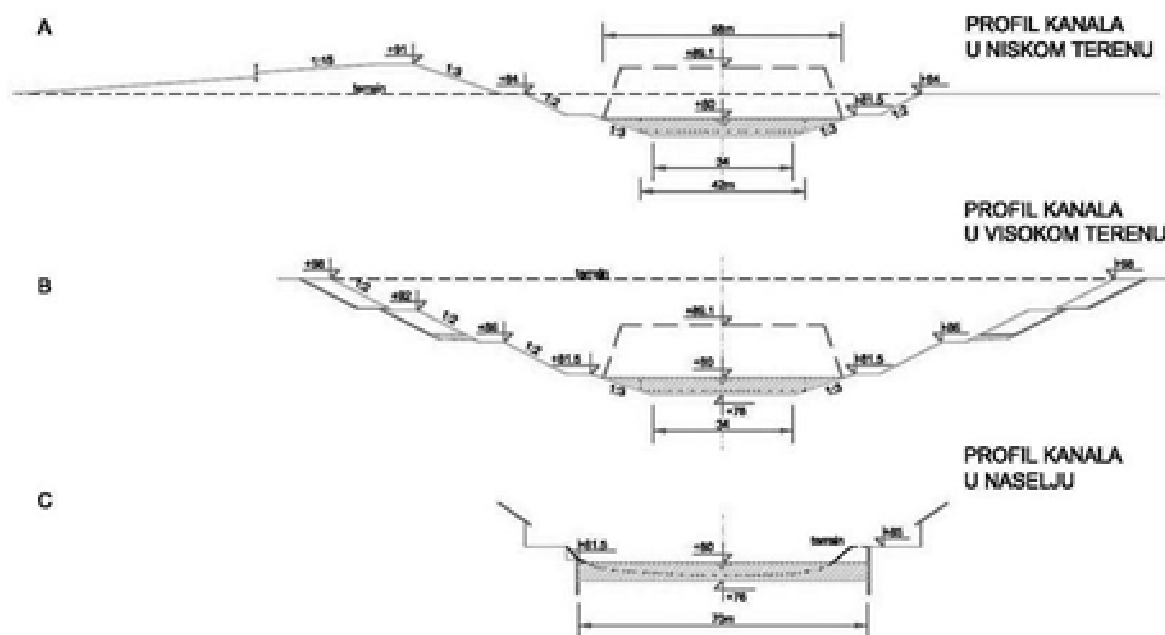


Slika 4 Uzdužni profil višenamjenskog kanala Dunav – Sava

Prema postojećem projektu uzdužna trasa kanala sastoji se od tri dionice ili područja:

1. Nisko područje od ušća u Dunav do dunavske prevodnice duljine 9 km je trasa položena dolinom rijeke Vuke čija prosječna dubina iskopa iznosi 10 m.
2. Visoko područje vododjelnice je dionica koja se proteže od 10-tog do 18-tog km, a obuhvaća najveće dubine iskopa od 22 m.
3. Nisko područje u Biđ – Bosutskom polju je kanalska dionica od 18-tog do 60-tog km čija prosječna dubina iskopa iznosi 8 m.

Kanal će prolaziti kroz tri plovna režima: prvih 9 kilometara do dunavske prevodnice bit će u plovnom režimu Dunava, središnji dio do savske prevodnice duljine oko 50 km bit će u ustaljenom vodnom režimu kanala, dok će posljednjih 1,4 km između savske prevodnice i Save biti u savskom režimu.



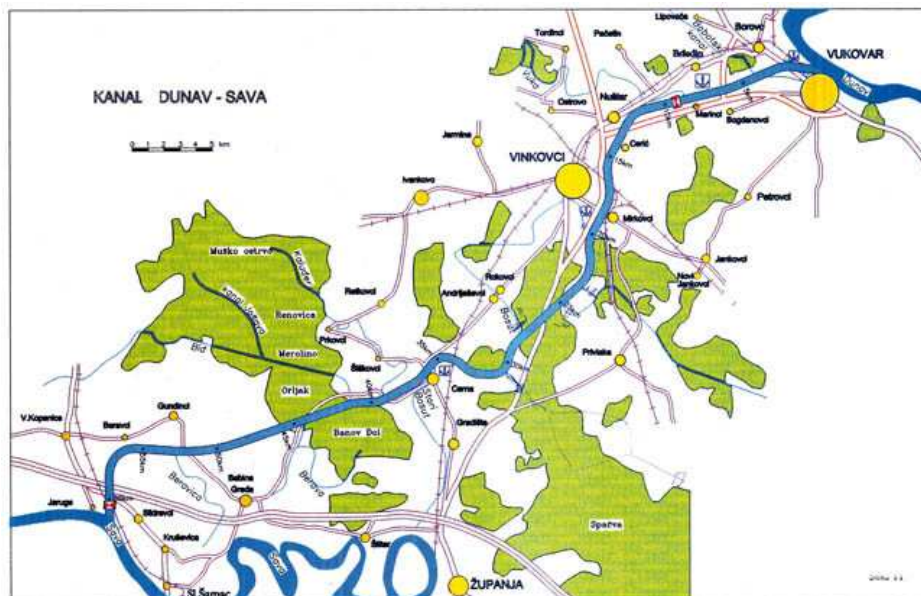
Slika 5 Poprečni presjeci višenamjenskog kanala Dunav – Sava

Predviđeno je da bi stalni vodostaj u kanalu iznosio +80 m n. m., što odgovara niskom plovnom vodostaju. Budući da su veći dio vremena vodostaji Save viši, a vodostaji Dunava niži od stalnog vodostaja u kanalu, pretežiti smjer toka kanala je od Save prema Dunavu. Tehničke značajke kanala su u skladu sa zahtjevima klasifikacije plovnog puta kojima se osiguravaju potrebna dubina i širina, visina mostova, radijusi zavoja, i dr. U skladu sa uvjetima Vb. klase plovnog puta standardni plovni profil kanala u dnu je širok 34 metra, na vodnom licu 58 m te posjeduje dubinu od 4 m. Odgovarajući plovni gabarit iznosi 42 x 2,5 metara dok je slobodni gabarit ispod mostova 58 x 9,1 m. Budući da se veći dio trase kanala nalazi u zavojima, širina dna kanala uglavnom je veća od 34 m.

Tablica 1. Tehničke značajke višenamjenskog kanala Dunav – Sava

Višenamjenski kanal Dunav – Sava		
Duljina	61.5 km	
Klasa	Vb	
Vrsta plovidbe	dvosmjerna	
Vrsta sastava	P+2	
Veličina sastava	dužina	172-185 m
	širina	11,4 m
	max. gaz	2,8 m
Plovni profil	dno	34 m
	vodno lice	58 m
	dubina	4 m
Standardni plovni gabarit	širina	42 m
	dubina	2,5 m
Slobodni profil ispod mostova	širina	58 m
	visina	9,1 m

Iako je u prijašnjim projektima razvitka višenamjenskog kanala Dunav – Sava bio prisutan koncept izgradnje iz smjera Dunava koji je uključivao izgradnju nove luke Vukovar na kanalu, prema sadašnjim razvojnim programima predlaže se izgradnja iz smjera rijeke Save. Novelirani koncept razvitka sustava višenamjenskog kanala Dunav – Sava iz smjera rijeke Save sastoji se iz četiri etape izgradnje, a dinamički plan izgradnje pretpostavlja realizaciju projekta u razdoblju od 12 do 20 godina, s time da se uz povoljne uvjete preklapanja pojedinih etapa izgradnja može dovršiti u razdoblju od 10 godina. Procijenjeni troškovi izgradnje višenamjenskog kanala Dunav – Sava iznose 779,41 mil \$. Teoretski kapacitet kanala iznosio bi oko 16 milijuna tona tereta godišnje. (Dundović i Vilke, 2009)



Slika 6 Višenamjenski kanal Dunav – Sava (www.google.hr)

2.2 Značaj kanala Dunav – Sava za prometnu povezanost, turizam i navodnjavanje

Zbog štetnosti cestovnog prometa sve se više propagira upotreba željeznice i unutarnjih vodnih putova. Riječni promet je danas najjeftinija i ekološki najprihvatljivija grana prometa s obzirom na niski postotak emisija otrovnih plinova u atmosferu te na taj način doprinosi održivom razvitku. Zbog toga se teži razvoju riječnog prometa kao glavne karike u kombiniranom transportu. Europski unutarnji vodni put uspostavljen je otvaranjem kanala Rajna – Majna – Dunav. To je najjeftiniji prometni put za vanjskotrgovinsku razmjenu zemalja Istočne, Srednje i Zapadne Europe. Izgradnjom višenamjenskog kanala Dunav – Sava

hrvatski unutarnji vodni putovi izravno bi se povezali s europskom mrežom unutarnjih vodnih putova. Ostvarenje toga projekta omogućuje racionalnije prometno povezivanje Podunavlja i Jadrana, odnosno hrvatskih riječnih i morskih luka.

Izgradnja kanala Dunav – Sava vrlo je važna u sklopu prometnog koridora Podunavlje – Jadran, ukupne duljine 566,9 km koji obuhvaća kombiniranu riječno-željezničku vezu. Pravac bi se protezao od Vukovara do Rijeke te bi povezivao podunavske i mediteranske zemlje. Taj koridor bi se sastojao od: Kanala Dunav – Sava od Vukovara do Šamca, duljine 61,4 km, uređenog vodnog puta rijeke Save, IV. klase plovnosti, duljine 345,5 km te nove željezničke pruge visoke učinkovitosti Zagreb – Rijeka, duljine 160 km. Time bi se uspostavila najkraća prometna veza između Podunavlja i Jadrana te bi se plovidba iz Save u smjeru Srednje i Zapadne Europe skratila za 417 km, a u smjeru Istočne Europe za 85 km. Rekonstrukcijom i modernizacijom željezničke pruge od Slavenskog Šamca do Ploča, koja većim dijelom prolazi kroz Bosnu i Hercegovinu i slijedi ogranak Vc. paneuroskog prometnog koridora, uspostavila bi se kvalitetna veza Podunavlja i luke Ploče.



Slika 7 Prometni koridor Podunavlje – Jadran (www.google.hr)

Izgradnja kanala Dunav – Sava od velikog je značaja za cijelu Hrvatsku jer bi se omogućilo navodnjavanje oko 35 750 ha poljoprivrednog zemljišta uz kanal. Natapanjem poljoprivrednih površina vodom iz kanala i vodotoka koji gravitiraju kanalu, okolnim plodnim poljima osigurala bi se dostatna količina vode i smanjile oscilacije u količini padalina tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja. Omogućila bi se stabilizacija poljoprivredne

proizvodnje i dostignutih prinosa, ali i uvođenje novih, za proizvodnju zahtjevnijih kultura, čime se osigurava veća isplativost poljoprivrednicima. Navodnjavanje može imati i loše posljedice, kao što su: pogoršanje fizikalnih svojstava tla, zamočvarivanje i sekundarno zaslanjenje tla. U svrhu odvodnjavanja uredilo bi se 173 000 ha poljoprivrednog zemljišta. Turizam bi spadao u sporedne funkcije kanala, a odnosio bi se na turističke ture duž kanala.

2.3 Utjecaj kanala na vodne odnose u šumskom ekosustavu

Šume koje će biti neposredno pod utjecajem kanala Dunav-Sava su: uz Vukovar - dio gospodarske jedinice Dubrave, zatim šume Kunjevci, Vrapčana, istočni dio gospodarske jedinice Otočke šume, Cerenski lugovi, Krivsko ostrvo, Orljak, Banov dol i sjeveroistočni dio Kusare. Uz navedene šume koje se nalaze 5 km u pojasu kanala Dunav-Sava, na njegovoj istočnoj i jugoistočnoj te sjeverozapadnoj strani, nalaze se nizinske šume vinkovačkog i broskog područja na koje će kanal također utjecati. Smatra se kako će kanal u većoj ili manjoj mjeri utjecati na šume površine 46 366 ha. Opskrba vodom ovoga prostora ovisi o nizinskoj mreži vodotoka savskoga i dunavskog sliva, ali isto tako i o podzemnim tokovima. Od vodotoka najvažniji su Vuka te Bosut i njegove pritoke Biđ, Berava, Spačva, Brižnica, Studva. Za uspijevanje najvećeg dijela ovih šuma posebno je važna podzemna voda do koje dopire korijenje šumskog drveća i tijekom vegetacijskog razdoblja drveće se opskrbljuje na taj način vodom. Higrofilno drveće kao što su hrast lužnjak, poljski jasen, crna joha i bijela vrba transpiriraju tijekom vegetacije od 400 do 700 mm vode, dok u području spačvanskog šumskog bazena padne godišnje od 600 do 700 mm oborina od kojih jedna polovica tijekom vegetacije. Bez dodatne podzemne vode nizinske šume ne bi mogle uspijevati.

U šumama Spačve, Vinkovaca, Mikanovaca, Cerne i Strizivojne susrećemo tri različite skupine šumskih ekosustava, a to su: Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba na povišenim dijelovima mikroreljefa, Slavonska šuma hrasta lužnjaka na nižim položajima mikroreljefa koji su prije regulacije Save bili redovito poplavljavani ili su još uvijek poplavljavani te šume poljskog jasena i šume crne joha u najnižim položajima u kojima se veći dio godine zadržava voda. U sva tri šumska ekosustava voda je glavni ekološki čimbenik koji utječe na njihovo uspijevanje. Ove šume spadaju među najvrijednije nizinske šume u Europi te su u izravnoj ovisnosti o mikroreljefu, poplavama i razini podzemnih voda. Niske podzemne vode i velike promjene u pravcu isušivanja uvjetuju najprije dugotrajno smanjenje prirasta, fiziološko slabljenje i predispoziciju za napade insekata i gljiva što obično izaziva sušenje većih razmjera.

Na temelju višegodišnjih podataka monitoringa (2001. – 2006.) dinamike podzemne vode utvrđeno je da se variranje razine u tlu na istraživanoj dionici VKDS-a kreće u rasponu apsolutnih vrijednosti od 78,7 m n. m. do 82,7 m n. m. Istraživano područje smješteno je na dijelu Biđ polja koje se teritorijalno nalazi na području Vukovarsko-srijemske i Brodsko-posavske županije. U vlažnom dijelu godine, kada je razina podzemnih voda u tlu viša od stalne razine vode u kanalu (80,00 m n. m.), VKDS djelovat će drenirajuće na okolno područje u užem zaobalju kanala. U sušnom dijelu godine, kada je razina podzemnih voda u tlu niža od stalne razine vode u kanalu (80,00 m n. m.), VKDS će prihranjivati okolno područje vodom iz kanala. Iz rezultata dobivenih modeliranjem može se zaključiti da bi zona utjecaja kanala na istraživanom području na razinu podzemne vode u tlu bila relativno velika. Zbog specifičnosti geološke građe slojeva istraživanog područja, dotok vode iz dubljeg vodonosnika u gornji sloj (u kojem se nalazi VKDS) vrlo je malen, a vodopropusnost gornjeg sloja osjetno je veća. Posljedica toga je povećanje depresijske zone kanala na razinu podzemne vode u tlu.

Iz dosadašnjega šumarskoga iskustva različiti vodotehnički zahvati u šumovitim prostorima riječnih dolina Save, Drave i Dunava izazivali su promjene vodnih odnosa i staništa nizinskih šuma te fiziološko slabljenje i sušenje šumskoga drveća i to ponajprije hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Lužnjak je ekološki i gospodarski najvrednija vrsta nizinskih šuma s uskom ekološkom valencijom u odnosu na vodu kao ekološki čimbenik. Ako razina podzemne vode padne trajno do 0,5 m, korijenje se mladih lužnjakovih stabala može adaptirati. Kod stabala starijih od 40 godina to se svojstvo gubi, a kako u Spačvi, najvećoj cjelovitoj šumi hrasta lužnjaka u Europi, prevladavaju starije i stare lužnjakove šume, stabla su vrlo osjetljiva na trajni pad razine podzemne vode. Premalo i previše vode fiziološki nepovoljno utječe na hrast lužnjak pa su promjene vodnih odnosa izazvane vodotehničkim zahvatima prouzročile sušenje više milijuna kubnih metara hrasta lužnjaka u prošlom stoljeću u Hrvatskoj. (Jurjević, 2007)

Kanal Dunav – Sava zasigurno bi izazvao nepovoljan utjecaj na nizinske šumske ekosustave, a najveća promjena odnosila bi se na podzemnu vodu, tj. na njezino sniženje ili povišenje, što je za hrast lužnjak ili presuhu ili premokro. U staništima nizinskih šuma pod utjecajem KDS izostat će kolebanje podzemne vode, što je također vrlo nepovoljno za uspijevanje hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća. Hidrološke prilike u ovim šumama danas pogoduju uspijevanju hrasta lužnjaka i ostalih vrsta drveća nizinskih šuma, a svaka

poremetnja koja bi znatno i trajno snizila ili povisila razine podzemnih voda ili koja bi uvjetovala stagniranje površinskih voda u prostoru šume, izazvala bi nepovoljan utjecaj na šumsko drveće.

3. ZAKLJUČAK

Izgradnja višenamjenskog kanala Dunav-Sava je od velike gospodarske i strateške važnosti na nacionalnoj i regionalnoj razini. Pored glavnog učinka budućeg kanala na gospodarski razvitak Republike Hrvatske koji se sastoji od uštede u prijevozu tereta koridorom Podunavlje – Jadran, ističu se i povećanje poljoprivredne proizvodnje, što će se postići natapanjem poljoprivrednih površina sustavima odvodnje i navodnjavanja te koristi za prehrambenu industriju, zaštitu od poplava, ribogojstvo i ekološko značenje. Uz navedene koristi za gospodarski razvoj Republike Hrvatske, nesumnjivo će izgradnja kanala imati i određene negativne posljedice. Prvenstveno postoji bojazan o utjecaju na okoliš neposredno uz kanal, a posebice na ekosustav Spačvanskog bazena koji u Hrvatskoj zauzima 39 789 ha. U njemu je dominantna biljna zajednica hrast lužnjak (sa 70 %). Petina hrvatskih lužnjakovih šuma nalazi se u Spačvi te je to najveći šumski bazen hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. Za ove šume vrlo je važna podzemna voda do koje dopire korijenje šumskog drveća te poplavna voda koja se duže zadržava. Dubina kanala na gotovo cijeloj dionici će iznositi 4 m, te se pretpostavlja da bi ovakvo duboko zasijecanje u teren prekinulo tokove podzemnih voda koji opskrbljuju spačvanske šume vodom. Prekid tokova podzemne vode imao bi za posljedicu isušivanje zemljišta i autohtonih biljnih vrsta, posebice hrasta lužnjaka. Ne možemo sa sigurnošću znati hoće li se izgradnjom kanala presjeći podvodni putovi jer ne postoje istraživanja podzemnih vodotoka koja su se provodila u dovoljno dugom periodu. Upitna je i isplativost ovog projekta jer je izgradnja same trase vrlo skupa. Za povezivanje Podunavlja s Jadranom potrebno je kanalizirati rijeku Savu do Siska te izgraditi dvokolosječnu željezničku prugu Sisak-Zagreb-Rijeka. Radi dobivanja pouzdanih podataka o utjecaju kanala Dunav-Sava na šume gornjeg Bosuta i Spačvu potrebno je obaviti dugoročna 30-godišnja istraživanja razine podzemnih voda, računajući vremenski od prvih postavljenih pjezometara u Spačvi krajem 80-ih godina prošlog stoljeća. Raznolikost stratigrafije, ali i klimatske promjene koje odstupaju od uobičajenih zbog globalne promjene klime, ukazuju i prisiljavaju na dugoročna istraživanja. Prvi pouzdaniji podaci o podzemnim vodama očekuju se oko 2020. godine od

spačvanskih pjezometara postavljenih 1988. godine. Prije toga ne može se donijeti odluka o utjecaju kanala Dunav-Sava na šumske ekosustave.

4. LITERATURA

1. **B. Prpić, Z. Seletković, I. Tikvić, 1997:** O utjecaju kanala Dunav – Sava na šumske ekosustave. Šumarski list 11-12: 579-592.
2. **Č. Dundović, S. Vilke:** Izgradnja višenamjenskog kanala Dunav – Sava..., Pomorstvo, god. 23, br. 2 (2009)
3. **G. Ondrašek, D. Petošić, F. Tomić, I. Mustać, V. Filipović, M. Petek, B. Lazarević, M. Bubalo, 2015:** Voda u agroekosustavima. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
4. **M. Jovanić 2013:** Višenamjenski kanal Dunav–Sava (VKDS) – isplativ projekt? Geografski horizont 1: 59-69.
5. **O. Antičić, 2001:** Je li hrast lužnjak u Hrvatskoj vrsta klimatogene rasprostranjenosti? Šumarski list 1-2: 45-56.
6. **P. Jurjević, 2007:** O kanalu Dunav – Sava sa šumarskog stajališta. Šumarski list 5-6: 269.
7. **S. Matić, B. Prpić, J. Gračan, I. Anić, D. Kajba, P. Vratarić, J. Dundović, 2005:** Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb
8. **Ugarković, D. 2016:** Predložak za vježbu (Ekologija poljskog jasena i crne johe (hidrološke analize staništa)) iz kolegija Ekologija šumskog drveća. Zagreb: 4
9. **Vukelić, J. i Đ. Rauš, 1998:** Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb