DOI: 10.5937/eroz52-72621 ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ РАД

АНАЛИЗА ХИДРОЛОШКОГ РЕЖИМА НА ПОДРУЧЈУ ХИГРОФИЛНИХ ШУМА ГОРЊЕГ ПОДУНАВЉА

ANALYSIS OF THE HYDROLOGICAL REGIME AT THE AREA OF HIGROPHILOUS FORESTS OF GORNJE PODUNAVLJE AREA

Софија Парезановић[1*1], Весна Николић Јокановић[1], Душан Јокановић[1], Александар Анђелковић[1], Кристина Ђорђевић[1]

[1]Универзитет у Београду Шумарски факултет

Примљен: 17.07.2026/ ***Рецензиран:*** 22.07.2026/ ***Прихваћен:*** 13.08.2026.

Абстракт: Хигрофилне шуме алувијалних равни представљају екосистеме чији развој, продуктивност и стабилност директно зависе од режима површинских (плавних) и подземних вода. Циљ овог рада је био да се анализира режим плавних и подземних вода на подручју хигрофилних шума Горњег Подунавља, утврди њихова динамика и сагледа значај ових хидролошких параметара за функционисање шумских екосистема. Истраживање је спроведено у ГЈ „Карапанџа“, у оквиру Специјалног резервата природе „Горње Подунавље“. Анализа се заснива на подацима о водостају реке Дунав са хидролошке станице „Апатин“, нивоу подземних вода на девет пијезометара распоређених на два осматрачка профила и количини падавина за истраживани период 2018-2022. Добијени резултати показују изражену сезонску динамику површинских и подземних вода. Највиши водостаји Дунава детектовани су током пролећа и лета, док су минимуми установљени крајем лета и почетком јесени. Осцилације нивоа подземних вода показале су сличне тенденције, са максимумима током априла и маја, односно минимумима у септембру, при чему је дубина прве издани била у распону између 0,10 m и 3,54 m, зависно од топографије терена и дистанце од речног тока. Утврђено је да водни режим истраживаног подручја представља резултат интеракције водостаја реке Дунав, климатских услова и локалних хидрогеолошких прилика. Добијени резултати указују на значај перманентног мониторинга режима плавних и подземних вода, будући да поменути хидролошки параметри имају кључни значај за опстанак и развој хигрофилних шумских екосистема. На бази вишегодишњих праћења водног режима, могуће је предвидети неке екстремне сценарије (суше или плављења) и реаговати превентивно, што је од великог значаја са аспекта газдовања и неге ових вредних екосистема.

Кључне речи: алувијално станиште, хигрофилне шуме, приобаље Дунава, поршинске и подземне воде

Abstract: Hygrophilous forests of alluvial flat areas are ecosystems whose development, productivity and stability directly depend on surface and groundwater regime. The goal of the

[1] Парезановић Софија* email: sofija.parezanovic@sfb.bg.ac.rs, ORCID ID 0009-0006-7416-9273; Николић Јокановић Весна ORCID ID 0000-0003-3393-9981; Јокановић Душан ORCID ID 0000-0002-8143-4219; Анђелковић Александар ORCID 0000-0001-8986-315X; Ђорђевић Кристина ORCID ID 0009-0001-4765-7136

paper was to analyze the regime of surface and groundwater at the area of higrophilous forests of Gornje Podunavlje, establish its dynamics and the importance of these hydrological parameters for the forest ecosystems functioning. The study was investigated in the MU „Karapandža“, within the special nature reserve „Gornje Podunavlje“. The analysis was based on the data related to the water level of the Danube river from the hydrological station „Apatin“, the groundwater level at nine piezometers distributed on two profiles and rainfalls quantity for the analyzed period 2018-2022. The obtained results show the significant seasonal dynamics related to surface and groundwater. The highest water levels of the Danube river were detected during spring and summer, while minimums were established at the end of the summer and at the beginning of the autumn. The oscilations of the groundwater level showed the similar tendencies with maximum in April and May, but minimum in September, where the first aquifer was between 0,10 m and 3,54 m, depending on terain topography and distance from the river. There was established that the watering regime of the investigated area was the result of interaction between water level of the river Danube, climat conditions and local hydrogeological conditions. The obtained results display the importance of permanent monitoring of the surface and groundwater regime, because these hydrological parameters are of the essential significance for the survival and development of higrophilous forest ecosystems. Based on multiyear water regime monitoring, it is possible to predict some extreme scenarios (decline or floods) and prevent damages, which is very important from the management and silviculture point of view.

Keywords: aluvial site, higrophilous forests, Danube coast, surface and groundwaters

УВОД

Хигрофилне шуме представљају једне од најпродуктивнијих и највреднијих копнених екосистема чији је опстанак директно условљен хидролошким режимом, а корисне функције алувијалних шума су бројне: очување биодиверзитета, регулисање водног режима, акумулација угљеника, заштита од поплава и стабилизација обала (Николић, 2017). Водни режим представља квалитативну процену свих доступних залиха воде у земљишту током дужег периода времена и то је заправо укупна количина воде која уђе у земљиште на различите начине и расходује се током различитих физиолошких процеса (Burlica, 1987; Nikolić Jokanović et al., 2019). Бројни радови који се баве проблематиком сушења дрвенастих врста лоцираних на алувијалним земљиштима у приобаљу Дунава и Саве узимају у обзир неколико кључних фактора од којих зависи интензитет овог процеса: ниво подземне воде и интензитет сушења (Dekanić, 1974; Đorović & Letić, 2002; Letić et al., 2014); одговор врста на модификоване хидролошке услове (Prpić, 1976); дебљински прираст као показатељ измењених станишних услова (Pranjić & Lukić, 1989); биоеколошки и узгојни разлози (Prpić et al., 1994; Bobinac et al., 1997). У алувијалним екосистемима плавне воде периодично плаве инундационе површине, док подземне воде обезбеђују континуирано снабдевање вегетације водом током периода између поплава. Због тога су структура, функционисање и стабилност ових екосистема директно условљени интеракцијом површинских и подземних вода. (Jokanović & Nikolić Jokanović, 2025).

Дунав је једна од најзначајнијих европских река и други најдужи водоток на старом континенту, после Волге. Укупна дужина Дунава износи 2,857 km, а кроз Србију протиче у дужини од 587 km и на свом току кроз Србију, показује карактеристике типичне равничарске реке (Гавриловић и Дукић, 2014). Својом хидроморфолошком

динамиком, река Дунав је обликовала простране алувијалне равни у којима су се развили комплексни хигрофилни шумски ексосистеми. Природни режим плављења и блиска повезаност између површинских и подземних вода, омогућили су формирање карактеристичних шумских фитоценоза чији састав, продуктивност и просторна распрострањеност зависе директно од хидролошких услова (Nikolić Jokanović et al., 2020). Морфолошке карактеристике корита Дунава кроз Србију веома су разноврсне и обухватају различите форме речног тока – од кањонских делова кроз Ђердапску клисуру до широких алувијалних равница у Панонском делу тока. У алувијалним подручјима Дунава, водни режим представља резултат међусобног деловања површинских и подземних вода, при чему периодичне поплаве обезбеђују допунску влагу и нанос седимента, док режим подземних вода одређује доступност воде вегетацији током периода без плављења (Letić et al., 2014; Гавриловић и Дукић, 2014).

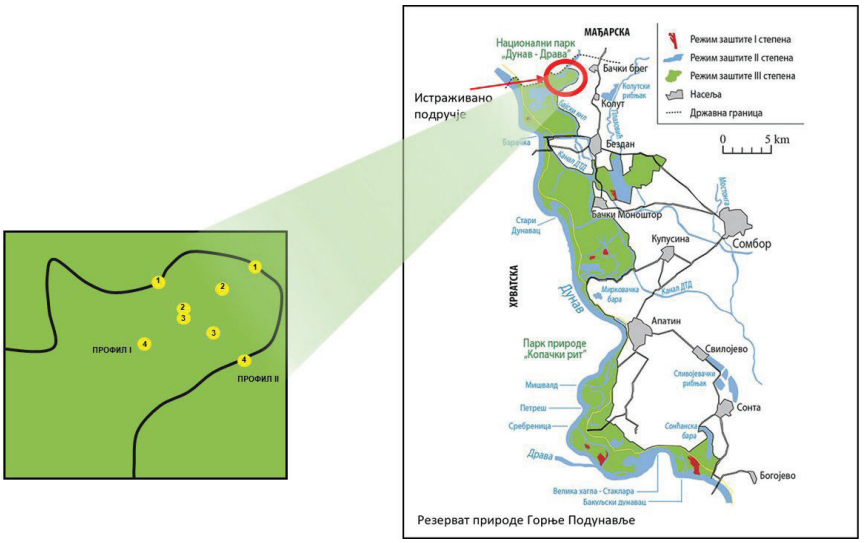
Циљ рада је анализа водног режима хигрофилних шума у алувијуму реке Дунав кроз сагледавање динамике плавних и подземних вода, утврђивање њихове међусобне повезаности и оцену значаја ових хидролошких фактора за функционисање алувијалних шумских екосистема. Један од специфичних циљева може се односити и на давање одређених смерница везано за одрживо газдовање овим вредним шумским ексосистемима, а на бази анализираног водног режима од кога у највећој мери зависи њихов опстанак и развој.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

Објекат истраживања – Специјални резерват природе „Горње Подунавље“ једно је од најзначајнијих заштићених природних подручја у Србији. Заузима леву обалу Дунава од границе са Мађарском до Богојева, у дужини од 64 km, обухватајући површину од око 19.605 ha. У оквиру резервата, налазе се следеће вегетацијске форме: ритске шуме, мочваре, водени екосистеми и влажне ливаде које представљају станиште многим ретким и угроженим врстама (Пањковић & Стојнић, 2018). Хидролошке карактеристике подручја су директно зависне од водног режима Дунава, његових сезонских осцилација и периодичних плављења. Флору резервата карактеришу шуме меких лишћара врбе и тополе, које су адаптиране на услове периодичног плављења, потом на нешто узвишенијим теренима налазе се заједнице храста лужњака са пољским јасеном, а на гредама, где владају ксерофилнији станишни услови, могу се наћи стабла граба (Пањковић и сар., 2016). Подручје се одликује и великим богатством фауне, будући да га насељава преко 230 врста птица, при чему се 140 гнезди на овом локалитету. Потврда значаја резервата на међународном нивоу огледа се у чињеници да је део UNESCO програма „Човек и биосфера“ и да је део прекограничног резервата биосфере „Мура-Драва-Дунав“.

У погледу геолошких карактеристика, Северна Бачка одликује се специфичном геолошком грађом која настаје као резултат сложених тектонских процеса и седиментационих циклуса (Маровић и сар., 2007). На овом подручју је констатовано присуство метаморфних стена, попут гнајсева, микашиста и амфиболита, а прекривају их млађе седиментне формације настале трансгресивним таложењем (Кеменци & Чановић, 1997). Хидрогеолошке карактеристике Северне Бачке настају као резултат различитих седиментационих циклуса током геолошке историје и део су Панонског басена. Основна специфичност овог подручја је присуство различитих типова издани

формираних у оквиру квартарних и неогених седимената: фреатске, субартешке и артешке издани.



Слика 1. Истраживано подручје у оквиру резервата природе Горње Подунавље
Image 1. Investigated area within nature reserve Gornje Podunavlje

Геоморфолошку структуру истраживаног подручја чине у највећем делу лесне терасе смештене дуж десне обале Дунава. Настала је током квартара таложењем еолског материјала, пре свега праха, који је ветар доносио са околних планина и алувијалних равни (Букуров, 1975).

У погледу хидрогеографских карактеристика, треба поменути значај реке Дунав, као друге најдуже реке у Европи после Волге. Режим протицаја Дунава карактерише се максималним водостајем у периоду април-мај услед топљења снега са Алпа и пролећних киша у средњој Европи. Минимални водостаји су забележени током јесени и зиме, обично у октобру и новембру (Исаиловић & Прохаска, 2021). Температура воде Дунава показује велика сезонска колебања – највише температуре су забележене током јула и августа, када се крећу у распону 20º-24º C, а најниже температуре се јављају у јануару и фебруару, у распону између 0º и 4º C (Бабић-Младеновић & Коларов, 2019). Квалитет воде Дунава је варијабилан на подручју Србије и зависи од интензитета антропогеног утицаја. Индустријске комуналне и отпадне воде из већих насеља, као и аграрне активности у приобалном подручју, у највећој мери загађују воду, али услед велике количине воде и израженој способности самопречишћавања, Дунав се карактерише релативно стабилним квалитетом воде која се категорише у другу класу водотокова (Николић и сар., 2018).

Климатске карактеристике истраживаног подручја имају сва обележја умерено-континенталне климе, што значи појаву топлих лета и хладних зима, уз присуство прелазних годишњих доба, пролећа и јесени (Лалић и сар., 2011). Просечна годишња температура ваздуха износи 11º C, најхладнији месец је јануар, а најтоплији јул. Што се тиче режима падавина, просечна годишња сума падавина износи 614 mm, при чему је

највећа количина падавина забележена у јуну (75,5 mm), а најмања у фебруару – 31,2 mm. Током вегетационог периода, просечно падне 55 % од укупне годишње количине падавина, што веома погодује развојним карактеристикама шумске вегетације.

Земљишта присутна на истраживаном подручју (Иванишевић и сар., 2011) могу се класификовати на следећа: флувисол (алувијално земљиште), хумофлувисол (алувијално-ливадско земљиште), хумоглеј (ритска црница) и еуглеј (мочварно-глејно земљиште). Вегетацију подручја Горњег Подунавља чине комплекси ритских шума, мочвара и водених површина смештених дуж леве обале Дунава. Специфичан је распоред и састав вегетације и директно условљен режимом плављења, едафским карактеристикама и топографијом терена (Томић и сар., 2011). На овом подручју доминирају заједнице хигрофилних шума врба и топола које су смештене у најнижим деловима алувијалне равни и адаптиране на плављења. На нешто вишим теренима, налазе се шуме беле и црне тополе које су прелазни тип између пионирских врба и климатогених шума храста лужњака (Bobinac & Andrašev, 2009). На гредама и вишим теренима, који нису толико често изложени плављењу, налазе се шуме храста лужњака са пољским јасеном и ове заједнице имају највећи еколошки и економско-производни значај (Letić et al., 2014). У депресијама и барама срећу се репрезенти мочварне вегетације попут трске, рогоза и других хигрофита, док се флотантна и субмерзна вегетација водених екосистема налази код мртваја и канала, где су заступљене врсте попут белог локвања, жутог локвања и других водених биљака.

Опште карактеристике ГЈ „Карапанџа“ – газдинска јединица „Карапанџа“, у којој је спроведено истраживање, део је севернобачког шумског подручја којим газдује ЈП „Војводинашуме“ Петроварадин преко ШГ „Сомбор“. Поменут локалитет се налази између 18º49' и 18º55' северне географске ширине, односно између 45º48' и 45º55' источне географске дужине. Цела газдинска јединица налази се у распону надморске висине 85-88 m. Вештачки подигнуте шуме доминирају у овој газдинској јединици чинећи око 85 % од укупне површине под шумом. Од укупне површине од 2637,33 ha, више од 70 % је под шумом, а остатак углавном чини необрасло земљиште. Структура шума је у доброј мери очувана, при чему више од ¾ површине заузимају очуване састојине, док су разређене и деградиране шуме знатно мање заступљене. Анализа врста дрвећа показује доминацију лужњака, на који отпада скоро трећина дрвне запремине, док различите врсте топола такође имају велико учешће.

Метод рада – истраживања у оквиру овог рада описују у најкраћим цртама најзначајније опште карактеристике ГЈ „Карапанџа“ и то на основу података из публикованих научних и стручних радова, као и из публиковане техничке документације. Анализа површинских вода односила се на податке осматрања водостаја реке Дунав на основу података РХМЗ-а Србије на мерној станици у Апатину за период 2018-2022. Нулта тачка водомера је на 78,84 m над Јадранским морем, а површина слива до Апатина износи 211,139 km^2. Водомер је од ушћа удаљен 1401.9 km. Анализа осцилација нивоа подземних вода за период 2018-2022, на подручју ГЈ „Карапанџа“, на укупно 9 пијезометара распоређених на профилима I и II, спроведена је на основу података мониторинга који спроводи ЈП „Војводинашуме“. На профилу I налазе се пијезометри P-1, P-2, P-3, P-4, P-5, који су постављени управно на ток реке Дунав, док се на профилу II налазе пијезометри са ознакама P-1, P-2, P-3, P-4 постављени паралелно у односу на ток реке Дунав. Конструкција пијезометара састоји се од поцинковане цеви 5/4", таложника 0,5 m, филтера 1,5 m и дела конструкције изнад површине терена од 20 cm. Филтер конструкције представља цев перфорирана кружним отворима пречника

4mm око којег се уграђује шљунчани засип до дубине од 0,5 m од површине терена, у овој зони се поставља глинени тампон. Пијезометарска капа и дно таложника затварају се металним чепом са навојем. Ниво подземних вода мери се у односу на врх пијезометарске цеви који треба поставити 20 cm изнад површине терена, а са њим у равни и бетонско осигурање.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу анализе осцилација просечних месечних висина падавина на мерној станици „Сомбор“, нивоа површинских вода реке Дунав на хидролошкој станици „Апатин“ и нивоа подземних вода на подручју газдинске јединице „Карапанџа“ на пијезометрима Р-1, Р-2, Р-3, Р-4, Р-5 на профилу I и Р-1, Р-2, Р-3, Р-4 на профилу II, током периода 2018-2022, може се закључити следеће:

Средње месечне количине падавина током истраживаног петогодишњег периода кретале су се за мерну станицу „Сомбор“ од минималних 1,7 mm (март 2019. године) до максималних 155,40 mm (јун 2019. године) са просеком од 52,15 mm (дијаграм 1). Током вегетационог периода, средња месечна количина падавина у истраживаном периоду била је 58,66 mm, а на основу сумарне количине падавина током вегетационог периода, могу се издвојити 2019. година као највлажнија са 486.50 mm, затим 2018. година са 487,70 mm, па 2021. година са 418,00 mm, потом 2020. година са 357,70 mm и као најсувља, 2022. са 303,30 mm.

Средње месечне осцилације водостаја реке Дунав (ХС „Апатин“) кретале су се у распону од 0,00 m до 5,10 m у периоду од 2018. до 2022. године. На дијаграму се јасно уочавају периода са високим водостајем реке Дунав код Апатина у јун 2019. године (5,10 m), као и два периода са веома ниским водостајем, а то су: октобар 2018. године са 0,11 m и април 2020. године са 0,00 m (дијаграм 1).

Током 2018. године, водостај Дунава бележи амплитуде од јануара до јула у распону између 3,87 m и 1,47 m, потом достиже свој минимум током августа, септембра и октобра и након тога уочен је благ пораст до краја године. Током 2019. године такође су детектоване амплитуде у периоду јануар-јул у распону између 5,10 m и 1,65 m, потом се достиже минимум током августа, септембра и октобра и благ раст до краја године, што значи да је тренд осциловања нивоа водостаја Дунава веома сличан претходној години. Што се тиче 2020. године, водостај Дунава расте од јануара до марта, потом достиже свој минимум од 0,00 m у априлу, па креће пораст од маја све до августа, потом је у октобру забележена кота 3,12 m и након тога је регистрован пад до краја године. Почетком 2021. године водостај Дунава је у порасту и достиже свој максимум током фебруара (3,58 m) затим опада до априла након чега је у порасту и достиже свој други максимум током јуна (3,12 m) затим опада и достиже свој минимум крајем године у новембру (0,31 m). Највиши водостај Дунава забележен током 2022. године регистрован је у јануару и износио је 2,12 m, потом долази до редукције водостаја до марта са нивоом од 1,02 m, а након тога је регистрован нови узлазни тренд до јуна, па поново пад до минималних 0,25 m током августа и затим пораст до краја године (дијаграм 1).

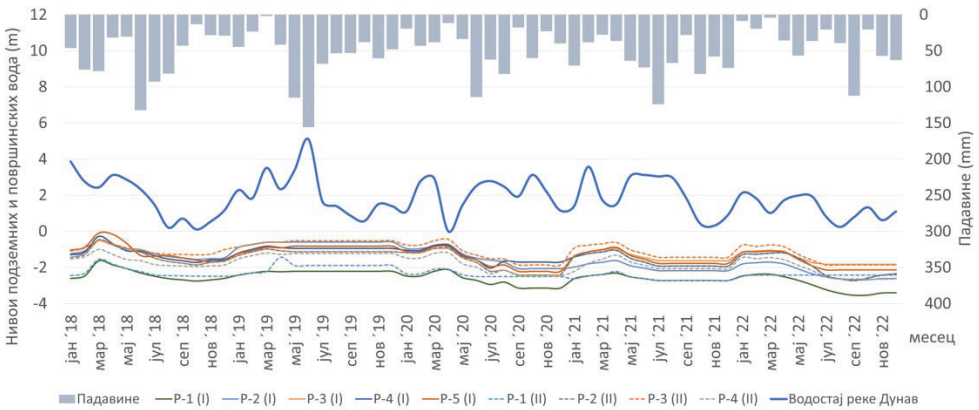
Осцилације средњих месечних нивоа подземне воде на профилима I и II у ГЈ „Карапанџа“ имају исте тенденције на свим пијезометрима (дијаграм 1): у 2018. години, ниво подземне воде расте од јануара до марта, потом следи пад до октобра месеца и након тога пораст до краја године. Ниво подземне воде током ове године варира у

границама 0,10 m – 0,52 m на профилу I и 0,47 m – 2,48 m на профилу II. Током 2019. године, минимални ниво подземне воде регистрован је током јануара, а потом је забележен пораст нивоа до краја године, при чему су се амплитуде на профилу I кретале у распону 0,73 m – 3,14 m, а на профилу II између 0,44 m и 2,50 m. У 2020. години, минимум је детектован у априлу, а максимуми крајем године. Почетком поменуте године, ниво подземне воде расте све до априла, када је достигнут максимум, потом долази до опадања и достизања минимума у септембру и остаје на том нивоу до краја године. Током ове анализиране године, амплитуде нивоа подземне воде износиле су: 0,73 m – 3,14 m на профилу I и 0,44 m – 2,50 m на профилу II. Током 2021. године, ниво подземне воде се налазио у границама између 0,88 m и 2,72 m на профилу I, а између 0,61 m и 2,72 m на профилу II. Од почетка године, ниво подземне воде расте до априла месеца, када достиже свој максимум, а након тога долази до опадања до краја године. Током 2022. године, максимум је регистрован током марта и априла, а минимум у септембру и октобру, док се ниво подземне воде кретао у распону између 1,04 m и 3,54 m на профилу I, а између 0,75 m и 2,72 m на профилу II. Добијени резултати истраживања осциловања нивоа подземних вода током анализираног петогодишњег периода показују да режим подземних вода у оквиру ГЈ „Карапанџа“ одликује један пролећни максимум током марта и априла месеца и један минимум крајем лета, у септембру месецу, изузев 2019. и 2021. године, када је минимум регистрован током јануара. Дубина прве издани током истраживаног периода креће се у распону 0,10 m – 3,54 m, зависно од микрорељефа и удаљености од Дунава. Поменута специфичност има веома велики утицај на развој шумске вегетације, као и на типове шума које се могу наћи на овом подручју.

ДИСКУСИЈА

Површинске воде су кључни фактор у образовању и опстанку хигрофилних шума у алувијалној равни Дунава, при чему хидролошки режим реке Дунав директно детерминише динамику површинских вода у зони приобаља. ГЈ „Карапанџа“ смештена је у алувијалној равни на десној обали Дунава и представља специфичан комплекс који је под директним утицајем водостаја Дунава и његових притока. Хидролошке прилике овог подручја карактерише стална међусобна интеракција површинских и подземних вода. Површинске воде показују изражену сезонску динамику, при чему су највиши нивои достигнути током пролећних месеци услед отапања снега у горњем сливу Дунава и интензивнијих падавина, а њихова улога у алувијалним подручјима је двојака: директно снабдевање вегетације водом и инидиректан утицај на ниво подземних вода (Nikolić Jokanović et al., 2024). Подземне воде чине значајан сегмент водног режима хигрофилних шума и алувијалних подручја реке Дунав. Динамика осцилација и карактеристике подземних вода директно утичу на развој и опстанак шумских фитоценоза у зони приобаља (Nikolić Jokanović et al., 2019; Nikolić Jokanović et al., 2020; Nikolić Jokanović et al., 2024). У алувијалним равнима Дунава, подземне воде су у директној хидрауличкој вези са речним током, при чему осцилације нивоа подземних вода корелирају са амплитудама нивоа водостаја реке. Ова веза нарочито долази до изражаја током периода великих вода, када се издан у значајној мери прихрањује, што се директно рефлектује на водни режим земљишта и околну вегетацију (Letić et al., 2014). Формирање и кретање подземних вода у алувијалним седиментима Дунава условљено је геолошком грађом терена и хидрогеолошким карактеристикама стенских маса. Алувијални седименти, грађени од пескова и шљункова различите гранулације,

представљају главни колектор подземних вода са значајним коефицијентом филтрације (Илић, 2024). Изнад ових водопропусних седимената је повлатни слој од глиновито-песковитих наслага, чија је дебљина варијабилна дуж речног тока (Плавшић и Тодоровић, 2015). У зони хигрофилних шума, током вегетационог периода, ниво подземних вода постепено опада услед повећане евапотранспирације и смањеног прихрањивања издани, а резултати појединих истраживања (Иванишевић и сар., 2011) показали су да оптимална дубина подземних вода за развој хигрофилних шума варира у распону 1,5 m – 3 m, зависно од врста дрвећа и едафских карактеристика.



Дијаграм 1: Осцилације просечних месечних висина падавина, нивоа површинских вода реке Дунав (Х.С. Апатин) и нивоа продземне воде на подручју ГЈ "Карапанџа", 2018-2022.година

Diagram 1: Oscilations of the average monthly rainfalls, the level of the surface water of the Danube river (HS Apatin) and groundwater level at the area of MU „Karapandža" 2018-2022. year

Подземне воде су један од кључних фактора који детерминишу формирање и одржавање специфичних станишних услова у алувијалним подручјима (Nikolić i Jokanović, 2018). Њихов ниво, динамика и трајање задржавања у зони кореновог система непосредно утичу на влажност земљишта, аерацију и доступност воде биљкама, чиме условљавају развој, продуктивност и просторну дистрибуцију хигрофилне вегетације (Nikolić Jokanović et al., 2024). Значајнија варирања у нивоу осциловања подземних вода могу довести до већег модификовања постојећих станишних услова, потом до сукцесије вегетације и умањења виталности хигрофилне вегетације (Николић, 2017). Антропоген утицај може у значајној мери модификовати режим подземних вода у приобалној зони Дунава кроз градњу путева, насипа, регулација речних токова, итд., што намеће потребу за сталним мониторингом режима подземних вода уз спровођење превентивних заштитних мера.

Резултати појединих радова (Prpić, 1976; Nikolić Jokanović et al., 2023) показују да плавне воде негативно утичу на развојне карактеристике подмлатка храста лужњака будући да стагнирање воде током дужег временског периода доводи до редукционих процеса и

дефицита кисеоника. Добијени резултати за неплавно подручје Горњег Срема (Nikolić Jokanović et al., 2019) сугеришу да смањење нивоа подземне воде у поређењу са тзв. референтним нивоом има негативан утицај на водни режим, зато што се директно рефлектује на количину кореновом систему биљке доступне воде. Са друге стране, повећање нивоа подземне воде изнад тзв. референтног нивоа на плавном подручју Доњег Срема (Nikolić Jokanović et al., 2023) има негативан утицај на усвајање кисеоника од стране биљака, што има за последицу да плавни услови више погодују хигрофилнијим врстама попут врбе, тополе, пољског јасена него што је то случај са храстом лужњаком. Pilaš et al. (2007) су истраживали везу између дебљинског раста и нивоа подземних вода на станишту храста лужњака и дошли до закључка да се најинтензивнији радијални раст јавља на почетку вегетационог периода када је подземна вода најближа површини тла, а идући ка крају вегетационог периода, долази до постепеног опадања секундарног раста. Даљим истраживањима би знатно допринело успостављање климатолошке станице на подручју хигрофилних шума „Горњег Подунавља“. То би омогућило континуирано праћење климатских карактеристика станишта и мониторинг подземних вода и примену активних мера заштите шумске вегетације.

ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања током периода 2018-2022 показују да је водни режим хигрофилних шума Горњег Подунавља условљен комплексном интеракцијом водостаја реке Дунав, падавина и динамике подземних вода. Амплитуде водостаја Дунава директно се рефлектују на режим подземних вода, при чему су, током анализираног периода, детектовани изражени пролећни максимуми, као и минимуми у периоду позног лета. Дубина прве издани кретала се у широком дијапазону, што говори о значајном утицају микрорељефа и удаљености од речног тока на локалне хидролошке услове. Такве просторне и временске разлике директно утичу на влажност земљишта и образовање специфичних станишних услова неопходних за развој хигрофилне шумске вегетације. Добијени резултати потврђују да је очување природног режима плављења и повољне динамике подземних вода од кључног значаја за очување стабилности алувијалних шума. Сталан мониторинг режима плавних и подземних вода омогућава благовремено уочавање промена насталих услед климатских колебања и антропогеног утицаја, услед чега се потенцијалне штете у оквиру ових вредних екосистема у будућности могу избећи. Резултати овог истраживања могу послужити као научна основа за будуће хидролошке и еколошке студије, али и за унапређење мера газдовања и очувања хигрофилних шума у све изазовнијим условима глобалних климатских промена и модификација природног водног режима.

Захвалница
Овај рад је проистекао из истраживања која су извршена у оквиру пројекта „Истраживање утицаја режима влажења на станишта храста лужњака у сремском и севернобачком шумском подручју" (бр. 1719/24, ЈП „Војводинашуме", Нови Сад - Шумарски факултет, Београд). Искрено се захваљујемо руководству пројекта и свим колегама на подршци, обезбеђеним ресурсима и сугестијама током реализације овог истраживања.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bobinac, M., & Andrašev, S. (2009). Učinci uzgojnih mjera u devitalizovanoj srednjedobnoj sastojini lužnjaka (*Quercus robur* L.) na černozemu u Vojvodini, Šumarski list, 133 (9-10): 513-525
2. Bobinac, M., Grbić, P., Janjatović, G., & Abjanović, Z. (1997). Thinnings in young stands of oak pedunculate and ash at the area of FH Sremska Mitrovica, Šumarstvo 4-5: 33-43
3. Burlica, Č. (1987). Guide for soil examination. Book V, JDPZ, 131, Belgrade, Serbia
4. Dekanić, I. (1974). Influence of level and fluctuations of groundwater to oak pedunculate (*Quercus robur* L.) decline, Journal of Forestry, Society of Croatia, 99 (7-10): 267-280
5. Đorović, M., & Letić, Lj. (2002). Observation of underground water level in the area of Forest Estate „Sremska Mitrovica“ during 2000 and 2001, Bulletin of Faculty of Forestry, 86: 103-109, https://doi.org/10.2298/GSF0286103D
6. Jokanović, D., & Nikolić Jokanović, V. (2025). Hydrological regime of higrophilous forests on the islands along the Danube river, Proceedings of the XVI International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2025“, Jahorina, October 02-05, 1094-1100, ISBN 978-99976-070-5-8
7. Letić, Lj., Savić, R., Nikolić, V., & Lozjanin, R. (2014). Effects of reclamation works on the state of pedunculate oak forests in Ravni Srem, Šumarstvo 3-4: 117-130
8. Nikolić Jokanović, V., Jokanović, D., Savić, R., Petrović, N., Marinković, M., Tubić, B., & Vasić, I. (2024). Soil moisture regime in lowland forests – quantity and availability of water, Journal of Hydrology and Hydromechanics, 72 (1): 15-24, https://doi.org/10.2478/johh-2023-0037
9. Nikolić Jokanović, V., Lazović, A., Šoškić, T., & Živanović, K. (2023). Monitoring of groundwater level fluctuations at flooded area of lowland forests of the Sava River (Serbia), REFORESTA 16: 55-65, https://dx.doi.org/10.21750/REFOR.16.05.110
10. Nikolić Jokanović, V., Letić, Lj., Savić, R., & Jokanović, D. (2019). Influence of groundwater level fluctuations on decline of higrophilous pedunculate oak forest, Fresenius Environmental Bulletin, 28 (8): 5989-5996
11. Nikolić Jokanović, V., Vulević, T., & Lazarević, K. (2020). Risk assessment of forest decline by application of geostatistics and multi-criteria analysis, Journal of Hydrology and Hydromechanics, 68 (3): 285-292, https://doi.org/10.2478/johh-2020-0013
12. Nikolić, V., & Jokanović, D. (2018). Watering regime influence on sustainability of floristic structure of special nature reserve „Obedska bara“, 65: 459-477
13. Pilaš, I., Lukić, N., Vrbek, B., Dubravac, T., & Roth, V. (2007). The effect of groundwater decrease on short and long term variations of radial growth and dieback of mature pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stand, Ekologia 26 (2): 122-131
14. Pranjić, A., & Lukić, N. (1989). Increment of oak pedunculate stems as indicator of site changes, Bulletin of Forestry Plots, 25: 79-94
15. Prpić, B. (1976). Response of oak pedunculate (*Quercus robur* L.) individuals from two different sites to different watering conditions, Journal of Forestry, Society of Croatia, 100 (3): 117-123
16. Prpić, B., Seletković, Z., & Žnidarić, G. (1994). Ecological and biological causes related to oak pedunculate (*Quercus robur* L.) stems devastation in lowland forests Turopoljski lug, Bulletin of Forestry Plots, 30: 193-222

17. Бабић-Младеновић, М., & Коларов, В. (2019). Лед на Дунаву – карактеристике и утицај на пловидбу, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд
18. Букуров, Б. (1975). Физичко-географски проблеми Бачке, Српска академија наука и уметности, Одељење природно-математичких наука, Посебна издања, књига 43, Београд
19. Гавриловић, Љ., & Дукић, Д. (2014). Реке Србије, Завод за уџбенике, Београд
20. Иванишевић, П., Галић, З., & Пекеч, С. (2011). Земљишта у шумама Горњег Подунавља, Монографија, Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад
21. Исаиловић, Д., & Прохаска, С. (2021). Анализа водног режима Дунава на сектору кроз Србију, Водопривреда, 53 (309-310): 45-56
22. Кеменци, Р., & Чановић, М. (1997). Геологија подручја Војводине, Матица српска, Нови Сад
23. Лалић, Б., Михаиловић, Д.Т., & Подрашчанин, З. (2011). Будуће стање климе у Војводини и очекивани утицај на ратарску производњу, Ратарство и повртарство, 48 (2): 403-418
24. Маровић, М., Толић, М., Рундић, Љ., & Миливојевић, Ј. (2007). Неоалпска тектоника и палеогеографска еволуција подручја Србије, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду
25. Николић, В. (2017). Утицај режима влажења на карактеристике станишта храста лужњака (*Quercus robur* L.) у Равном Срему, Докторска дисертација у рукопису, Унуверзитет у Београду – Шумарски факултет
26. Николић, В., Јокановић, Д., Петровић, Ј., & Анђелковић, А. (2018). Процена квалитета воде у хигрофилним шумама Равног Срема, Шумарство 1-2: 155-166, УДК 556.31 (497.113 Равни Срем)
27. Пањковић, Б., & Стојнић, Н. (2018). Специјални резерват природе „Горње Подунавље“ – вредности и значај, Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад
28. Пањковић, Б., Стојшић, В., & Ковачев, Н. (2016). Флора и вегетација специјалног резервата природе „Горње Подунавље“, Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад
29. Плавшић, Ј., & Тодоровић, А. (2015). Анализа карактеристика алувијалних издани у приобалном подручју Дунава, Водопривреда, 47 (276-278): 187-196.
30. Томић, З., Ракоњац, Љ., & Исајев, В. (2011). Избор врста за пошумљавање и мелиорације у централној Србији, Институт за шумарство, Београд