

UDK: 582.633.2(497.113 Srem)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**PRIRAST I VITALNOST HRASTA LUŽNJAKA U SREMU SA ASPEKTA
PROMENE VODOSTAJA SAVE**

Dejan Stojanović¹, Tom Levanič², Bratislav Matović¹, Jasna Plavšić³

Izvod: Opadanje vitalnosti i sušenje šuma je sve više prisutno u šumama hrasta lužnjaka u Vojvodini. Stari izazov za šumarstvo koji ponovo postaje aktuelan. U radu su korišćene dendrohronološke metode sa namerom da se prikažu trendovi prirasta hrasta lužnjaka u Sremu i trendovi vodostaja reke Save i temperature koji su definisani kao kritični za vitalnost ovih šuma. Izvršeno je predviđanje vodostaja Save u 21. veku i dat osvrt na njen uticaj na šume lužnjaka. Uzorci su uzeti iz tri sastojine u Sremu (Stara Vratična, Smogva i Blate). Razmatrano je pet klimatskih scenarija budućih protoka reke Save za period 2012-2040 i 2042-2070, koji su preračunati u vodostaje. Uočen je trend smanjenje prirasta u sve tri istraživane sastojine u proteklih 30 godina, kao i trend smanjenja vodostaja i porasta temperature. Projekcije budućih vodostaja reke Save su u većini slučajeva bile niže od onih u periodu 1951-1981, a više od onih u period 1982-2012. Razlike između različitih scenarija, kao i nemogućnost verodostojne simulacije ekstremnih voda, ostavlja prostora za dalja razmatranja.

Ključne reči: dendrohronologija, klimatske promene, scenarija, protok

**TRENDS IN GROWTH AND VITALITY OF PEDUNCULATE OAK FORESTS IN SREM
FROM THE ASPECT FUTURE SAVA RIVER WATER LEVEL CHANGE**

Abstract: *The decline in vitality and dieback of oak forests is increasingly present Vojvodina. This is old challenge for forestry, which again became actual. The paper used dendrochronological methods with the intention to describe trends in growth of pedunculate oak forests in Srem and trends of the water level of the Sava River and air temperature, which are defined as critical to the vitality of these forests. Predicted were water levels of Sava River in the 21st century with overview of its implications on the oak forests growth. Samples were taken from three stands in Srem (Stara Vratična, Smogva and Blate). Flows of Sava river were taken according to five climate scenarios for the periods 2012-2040 and 2042-2070, and converted into the water levels. A trend of decrease in growth in all three stands in last 30 years was observed, together with decrease in water level and temperature rise. Predicted future water levels of the Sava River were in general lower than those in the period*

¹ Dr Dejan Stojanović, istraživač saradnik (dejan.stojanovic@uns.ac.rs), dr Bratislav Matović, naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, Antona Čehova 13d, Novi Sad

² Doc. dr Tom Levanič, naučni savetnik, Gazdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

³ Doc. dr Jasna Plavšić, docent, Građevinski fakultet, Unverzitet u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73/I, 11000 Beograd

1951-1981, and higher than in the period 1982-2012. The differences between the various scenarios, as well as the impossibility of adequate simulations of extreme events, leaves space for further considerations.

Key words: dendrochronology, climate change, scenarios, water flow

UVOD

Opadanje vitalnosti i sušenje šuma je odavno poznato u šumarstvo, ali se poslednjih godina sve više aktuelizuje. Po Ciesla i Donaubaue (1994) opadanje vitalnosti je događaj koji se karakteriše progresivnim gubitkom vigora i pogoršanjem zdravstvenog stanja u toku određenog perioda vremena bez jasno vidljivog uzroka kao što je napad bolesti i štetočina. U engleskom jeziku se koriste termini: *dieback*, *decline*, *forest dieback*, *stand level dieback*, *canopy level dieback*, dok se u nemačkom koriste *Waldsterben* i *Waldschäden*, vezujući se prvenstveno za smanjen prirast, skraćene internodije, nekrozu korena, promenu boje lišća pre vremena, gubitak lišća, sušenje grančica i grana u gorenjem delu krošnji, itd. (Ciesla i Donaubaue, 1994, na osnovu Manion, 1991).

Uzroke opadanja vitalnosti i sušenja je razmatralo više istraživanja na ovim prostorima (Manojlović, 1924; Vajda, 1948; Kapec, 2006; Medarević et al., 2009; Stojanović et al., 2013). U lužnjakovim šumama je zabeležen povećan broj santarnih seča poslednjih godina (statistike JP „Vojvodinašume“, Bauer et al., 2013). Imajući u vidu akutnost ovog problema definisani su sledeći ciljevi rada:

1. Da se prikažu trendovi u prirastu za tri sastojine hrasta lužnjaka u Sremu, zajedno sa trendom vodostaja reke Save i temperature.
2. Da se izvrši predviđanje vodostaja Save u budućnosti i kritički osvrne na njen uticaj na šume lužnjaka.

MATERIJAL I METODE

Istraživane se u tri sastojine hrasta lužnjaka u Sremu (Slika 1.). Prva sastojina je bila deo strogog rezervatu prirode „Stara Vrtična“ (ŠG „Sremska Mitrovica“, ŠU „Višnjićevo“, g.š. 44° 57' 21" i g.d. 19° 12' 40"), druga Smogvi (ista ŠU, g.š. 44° 54' 58" i g.d. 19° 14' 44") i treća Blate (ŠU „Morović“, g.š. 44° 59' i g.d. 19° 04.6').

Uzorci su uzeti Preslerovim svrdlom sa prsne visine 2013. godine. Uzorci su osušeni, fiksirani i izglaçani. Skeniranje je obavljeno korišćenjem ATRICS sistema (Levanić, 2007). Merenje širine godova je obavljeno pomoću WinDENDRO softvera sa preciznošću od 0,01 mm. Vizuelno i statističko unakrsno datiranje je urađeno pomoću PAST-4™ softvera.



Slika 1. Šume sremsko-spačvanskog basena sa naznačenim istraživanim sastojinama
Figure 1. Forests in Srem and Spačva with the indicated studied stands

Prikazane su vremenske serije prirasta, vodostaja Save i temperature za mesec april, maj, jun, jul i avgust za tri perioda 1920-1950, 1951-1981 i 1982-2012. sa naznačenim linearnim trendom.

Na osnovu osmotrenih protoka i vodostaja reke Save za mernu stanicu „Sremska Mitrovica“ za period 1961-1990, izvedena je formula:

$$\text{nivo Save} = (-38.0231 + 7.6087 * \ln(\text{protok Save}))^2, R^2 = 0.996$$

Uzete su projekcija budućeg protoka reke Save iz pet klimatskih simulacija (Tabela 1., World Bank, 2014), dva buduća perioda (2012-2040 i 2042-2070) i izračunati budući prosečni vodostaji Save.

Tabela 1. Pregled klimatskih scenarijuma korišćenih u ovom istraživanju (na osnovu World Bank, 2014)

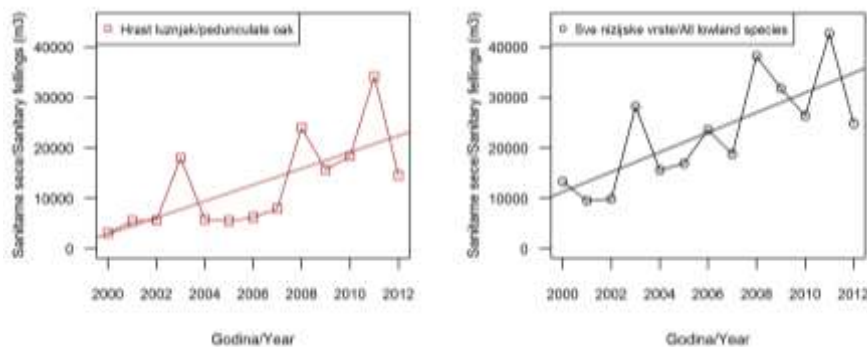
Table 1. Summary of climate scenarios used in this study (based on World Bank, 2014)

Klimatski scenarijumi <i>Climate scenarios</i>	Globalni klimatski model <i>Global climate model</i>	Regionalni klimatski model <i>Regional climate model</i>
CM1	ECHAM5r3	RACMO
CM2	ECHAM5r3	REMO
CM3	HadCM3Q0	CLM
CM4	HadCM3Q0	HadRM3Q0
CM5	ECHAM5r3	RegCM3

Kalkulacija budućih vodostaja iz protoka je urađena uz aproksimaciju da će Sava na profilu kod Sremske Mitrovice održati stalnost korita. Istraživanja su sprovedena uz podršku JP „Vojvodinašume“ i Pokrajinskog zavoda za zaštitu prirode.

REZULTATI I DISKUSIJA

Podaci JP „Vojvodinašume“ pokazuju linerarni trend porasta inteziteta sanitarnih seča u periodu 2000-2012 (Slika 2.).

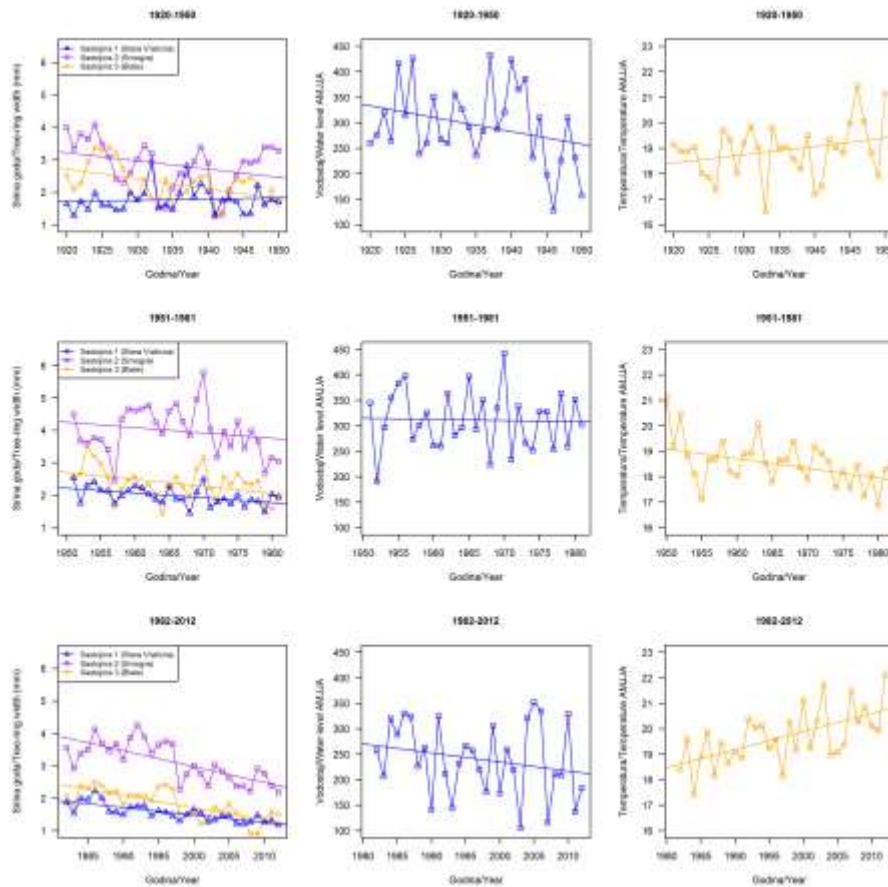


Slika 2. Intezitet snitarnih seča u šumama hrasta lužnjaka i svih nizijskih šuma na području kojim gazduje JP „Vojvodinašume“ sa naznačenim linearnim trendom
Figure 2. Sanitary fellings in pedunculata oak forests and all lowland forest species managed by the PE "Vojvodinašume" with indicated linear trends

Porast inteziteta sanitarnih seča praćen je smanjenjem prirasta poslednjih decenija u tri istraživane sastojine (Slika 3.).

Prvi period 1920-1950 je karakterističan je po trendu smanjenja vodostaja i porastu temperatura. U istom periodu u sastojinama Smogva i Blate, zabeleženo je opadanje prirasta. Uperiodu 1951-1981 beleže se najviši vodostaji, najniže

temperature i najveći prirasti. Period 1982-2012 se karakteriše najnižim vodostajima najvišim temperaturama i smanjenim prirastom (Slika 3. i Tabela 1.). U periodu 2000-2012, uočeni fenomen smanjenja vodostaja praćen povećanjem temperatura i istovremenog smanjenja prirasta lužnjaka je još više izražen.



Slika 3. Vremenske serije sa naznačenim linearnim trendovima prirastom za tri sastojine, vodostajem Save i temperaturama za Beograd u tri perioda (1920-1950, 1951-1981, 1982-2012)

Figure 3. Time series with indicated linear trends of growth for the three stands, the Sava water level and temperature in Belgrade in three periods (1920-1950, 1951-1981, 1982-2012)

Kada se sagleda vremenska serija prirasta i vodostaja u periodu 1920-2012 (Slika 4A i B), uočavaju se poklapanja dinamike dva promenljive. Minimum vodostaja '40-tih sa lokalnim minimumom prirasta, maksimum vodostaja '60-tih i '70-tih sa povećanim prirasom, kao i pad vodostaja u proteklih 30 godina sa smanjenim prirastom u istom periodu.

Na slici 4B su pored srednjih vrednosti za četiri osmotrena intervala navedena u Tabeli 1., prikazane i projekcije nivoa Save za pet klimatskih simulacija

i periode 2012-2040 i 2042-2070. Većina predviđenih prosečnih vodostaja će biti niža od onog u periodu 1951-1981. na osnovu simulacija izvršenih u okviru projekta Svetske banke. Međutim, ni jedna od simulacija nije pokazala vrednosti niže od osmotrenih u periodu 1982-2012.

Tabela 2. Prosečna širina goda u tri sastojine, vodostaj Save (Sremske Mitrovica) i temperature (Beograd) za period mart-avgust

Table 2. The average tree-ring widths in three stands, the water level of the Sava (Sremska Mitrovica) and temperature (Belgrade) for period March-August

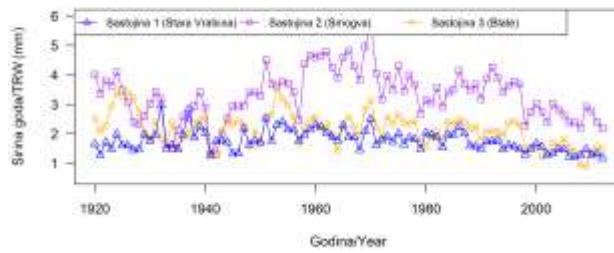
Period <i>Period</i>	Prosečna širina goda (mm) <i>Average tree ring width (mm)</i>			Vodostaj <i>Water level</i> (cm)	Temperatura <i>Temperature</i> (°C)
	Vratična	Smogva	Blate		
1920-2012	1,77	3,32	2,14	282	19,0
1920-1950	1,77	2,84	2,26	295	18,9
1951-1981	1,98	3,97	2,36	311	18,5
1982-2012	1,55	3,12	1,82	240	19,7
2000-2012	1,36	2,60	1,41	226	20,3

Predviđeni srednji vodostaji Save u budućnosti ukazuje da će prirast lužnjaka najverovatnije biti niži od onog u periodu 1951-1981, ali je teško reći u kojoj meri. Dodatna istraživanja koja su u toku ukazuju da bi mogla da postoji zavisnost između vodostaja, temperature i prirasta u istraživanim sastojinama, gde je visok vodostaj Save tokom vegetacione sezone prepoznat kao ključni faktor za povećanje prirasta, a visoke temperature kao negativni faktor. Treba imati u vidu da se u poslednjih 30 godina beleže niži vodostaji i više temperature koje su bile i uzročnici smanjenog prirasta. Smanjenje prirasta u dužem periodu vodi ka smanjenju vitalnosti, a u krajnjoj instanci može dovesti do sušenja (Vučković et al., 2005, Andersson et al., 2011)

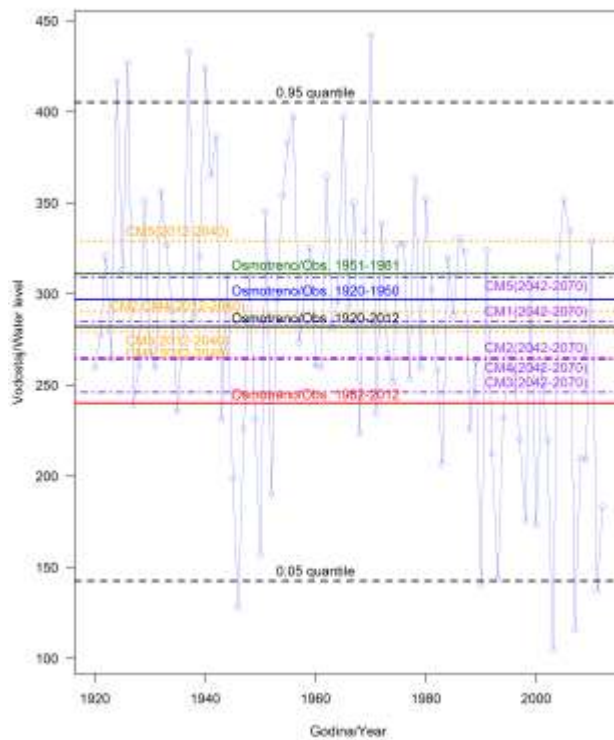
Kakvo je stanje lužnjakovih šuma u Sremu i Bačkoj? Godine 2012. "Vojvodinašume" su zabeležile sušenje na 80% obnovljenih površina. U slučaju da se takve sušne godine ponove, možemo očekivati poteškoće prilikom obnova lužnjakovih šuma. Pored trenda povećanja inteziteta sanitarnih seča u periodu 2000-2012. u šumama kojim gazduju „Vojvodinašume“, preliminarni podaci iz 2013. ukazuju na pogoršanje stanja. U gazdinskoj jedinici „Kolut-Kozara“ (ŠG „Sombor“) zabeleženo je povećanje sanitarnih doznaka u šumama čija je u protekloj godini doznačeno 7% od ukupne zapremine na 400 ha (statistika JP „Vojvodinašume“). Preliminarni podaci o prirastu hrastova u Bačkoj govore da je primetno smanjenje prirasta i u tim šumama u poslednjih 30 godina.

Kakva je stanje hrastovih šuma u regionu? Dubravac i Dekanić (2009) beleže povećan broj sanitarnih seča i opadanje vitalnosti, kao i to da su današnje šume u spačvanskom basenu dominantno u starijim dobnim razredima, što implicira njihovu obnovu u narednih nekoliko desetina godina. Od uspešnosti obnova, zavisice i njihov opstanak. Isti autori ukazuju na povećanje aridnosti kao mogući uzorok smanjenja vitalnosti i mortaliteta.

A)



B)



Slika 4. Vremenska serija širine godova (A) i vodostaja (B) za period 1920-2010 sa naznačenim srednjim vrednostima za osmotrene periode (1920-1950, 1951-1981 i 1982-2012) i deset simulacija (klimatske simulacije CM1-CM5 u periodima 2012-2040 i 2042-2070) predstavljene horizontalnim linijama

Figure 4. Time series of tree-ring widths (A) and water levels (B) for the period 1920-2010 with the indicated mean values of observed periods (1920-1950, 1951-1981 and 1982-2012) and ten simulations (climatic simulations CM1-CM5 in the periods 2012-2040 and 2042-2070) presented with horizontal lines

Intezitet smanjenja vodostaja i posledično podzemnih voda zajedno sa ekstremnim amplitudama promene tih vrednosti bi mogli da budu od kritičnog značaja za prirast i vitalnost hrastovih šuma u Sremu. Koja je budućnosti sremskih šuma sa aspekta vodostaja i nivoa podzemnih voda? Uz pretpostavku o pozitivnoj korelaciji između vodostaja i prirasta, na čega upućuju istraživanja koja su u toku, nastavak trenda opadanja vodostaja bi mogao da uzrokuje i nastavak trenda opadanja prirasta, te bi u krajnjem ishodu mogao da se očekuje i negativan tok događaja u vezi sa opstankom hrastovih šuma. Međutim, 2014. godine je došlo do ponovnog plavljenja tih šuma, što, osim u slučaju predugog zadržavanja vode, može imati pozitivan efekat.

ZAKLJUČAK

Analiza trendova prirasta, vodostaja Save i temperatura su pokazale da u poslednjih 30 godina postoji jasan trend opadanja vodostaja i porasta temperature koji je praćen opadanjem prirasta.

Projekcije budućih srednjih tridesetogodišnjih vodostaja reke Save za periode 2012-2040 i 2042-2070 po različitim scenarijima govore da će oni uglavnom biti između onih u periodima 1951-1981 i 1982-2012.

S obzirom da klimatske promene sa sobom nose učestalije ekstremne događaje, kako suše, tako i poplave, koje je teško prognozirati modelima, veliki je izazov predvideti kako će klimatski uslovi uticati na hrastove šume.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekata: „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2014 godine, i projekta „Unapređenje gajenja nizijskih šuma“ (2013-2017) finansiranog od strane Javnog preduzeća „Vojvodinašume“.

LITERATURA

- Andersson M, Milberg P, Bergman KO (2011): Low pre-death growth rates of oak (*Quercus robur* L.)—Is oak death a long-term process induced by dry years? *Ann For Sci*, 68(1): 159-168
- Bauer, A., Bobinac, M., Andrašev, S., Rončević, S. (2013): Devitalizacija stabala i sanitarne seče na trajnim oglednim površinama u sastojinama lužnjaka na području Morovića u periodu od 1994. do 2011. godine. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 107: 7-26
- Ciesla, W. M., Donaubauer, E. (1994): Decline and dieback of trees and forests: a global overview (No. 120). Food & Agriculture Organization.

- Dubravac T., Dekanić S. (2009): Struktura i dinamika sječe suhih i odumirućih stabala hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine, Šumarski list, 133(7-8): 391-405
- Kapec, D. (2006): Utjecaj intenziteta sušenja, mikroreljefa i savske poplavne vode na stanje i strukturu sastojina hrasta lužnjaka u gospodarskoj jedinici "Žutica". Šumarski list, 130(9-10): 425-433
- Levanič, T. (2007): ATRICS-A new system for image acquisition in dendrochronology. Tree-Ring Research, 63(2): 117-122
- Manion, PD. 1991. Tree Disease Concepts, 2nd edition. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. 402 pp.
- Manojlović, P. (1924): Sušenje hrastovih šuma (hrast lužnjak). Šumarski list, 10: 502
- Medarević M., Banković S., Cvetković Đ., Abjanović Z. (2009): Problem sušenja šuma u Gornjem Sremu. Šumarstvo, 61(3-4): 61-73.
- Stojanović, D., Levanič, T., Orlović, S., Matović, B. (2013): Upotreba najsavremenijih dendroekoloških metoda u cilju boljeg razumevanja uticaja izgradnje savskog nasipa na sušenje hrasta lužnjaka u Sremu. Topola, 191/192: 83-90.
- Vajda, Z. (1948): Koji su uzroci sušenju hrastovih posavskih i donjopodravskih šuma. Šumarski list, 4: 105-113
- Vučković, M., Stajić, B. B., Radaković, N. (2005): Značaj monitoringa prirasta sa aspekta bioindikacije vitalnosti stabala i sastojina. Šumarstvo, 57(1-2): 1-10
- World Bank (2014): Water Climate and Adaptation Plan for the Sava River Basin. Draft Final Report.

Summary

TRENDS IN GROWTH AND VITALITY OF PEDUNCULATE OAK FORESTS IN SREM FROM THE ASPECT FUTURE SAVA RIVER WATER LEVEL CHANGE

by

Dejan Stojanović, Tom Levanič, Bratislav Matović, Jasna Plavšić

The decline in vitality and dieback of oak forests is increasingly present Vojvodina. This is old challenge for forestry, which again became actual. The paper used dendrochronological methods with the intention to describe trends in growth of pedunculate oak forests in Srem, along with the trend of the water level of the Sava River and air temperature, which are defined as critical to the vitality of these forests. Predicted were water levels of Sava River in the 21st century with overview of its implications on the oak forests growth. Samples were taken from three stands in Srem (Stara Vratična, Smogva and Blate). Taken were flows of the Sava River according to five climate scenarios for the periods 2012-2040 and 2042-2070, and converted into the water levels. A trend of decrease in growth in all three stands in the period 1982-2012 was observed, together with decrease in water level and temperature rise. As it is concluded in other studies, prolonged decline of growth may lead to tree dieback. Predicted future water levels of the Sava River were in general lower than those in the period 1951-1981, and higher than in the period 1982-2012. The differences between the various scenarios, as well as the impossibility of adequate simulations of extreme events, leaves space for further considerations.