

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

MOGUĆNOSTI PRIMENE NOVIH TEHNOLOGIJA U UPRAVLJANJU POPLAVAMA NA RAVNIČARSKIM REKAMA

Doc. dr Slobodan Kolaković
Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

University of Nis

www.swarm.ni.ac.rs

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders
Project number: 597888-EPP-1-2018-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

UTICAJI NA RIZIK OD POPLAVA

LJUDSKI UTICAJ

- stambene četvrti i industrijske zone na plavnim područjima
- izgradnja mostova – usko grlo
- saobraćajna infrastruktura
- urbanizacijom se remete prirodno propusne površine u nepropusne
- poljoprivredne aktivnosti
- prekomerna seča šumskih područja

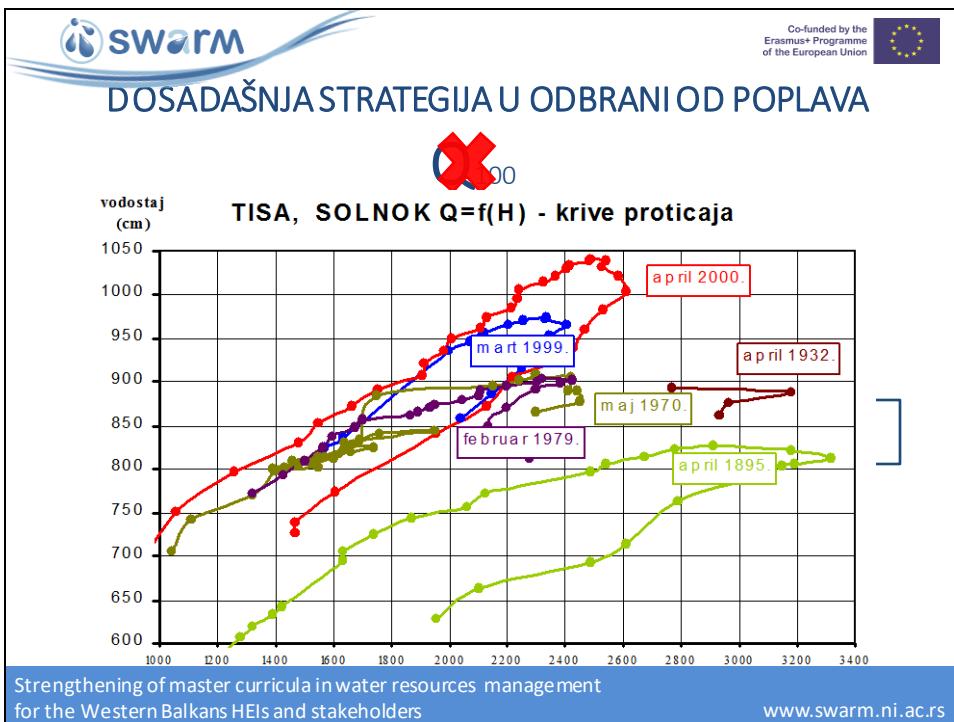
KLIMATSKE PROMENE
iz godine u godinu

MORFOLOGIJA

- promena morfoloških uslova pod uticajem vode (rečni nanos i erozija)

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

NOVA STRATEGIJA I UPRAVLJANJE POPLAVnim TALASOM

Poplavama se mora upravljati a za to je potrebno raspolagati pouzdanim modelima. Modeli predstavljaju alat za predviđanja (predikcija) poplavnih talasa i na osnovu tih predviđanja kako se organizovati, tj. odgovoriti na razorno dejstvo poplavnog talasa, odnosno kako preći, sa tradicionalnog i pasivnog pristupa odbrani od poplava na upravljanje poplavama u punom značenju.

Kombinacijom hidrauličkih modela i hidroloških analiza proticaja i vodostaja iz prošlosti moguće je razviti model, a sa time omogućiti pouzdanije predviđanje velikih voda u budućnosti i razviti nov pristup upravljanja poplavama.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

GEODETSKE PODLOGE KAO OSNOVA ZA UPRAVLJANJE POPLAVAMA

Novu strategiju je omogućio napredak geoprostornih tehnologija (Global Positioning System -GPS), daljinskog očitanja (Remote Sensing -RS) i Geografski informacioni sistem (GIS). U poslednjih nekoliko godina napravljen je izuzetan napredak u pogledu tehnike snimanja LiDAR (Light Detection and Ranging) tehnologijom.

MOBILNI SISTEM ZA SKENIRANJE
(Izvor: Ninkov T., 2013)

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

GEODETSKE PODLOGE KAO OSNOVA ZA UPRAVLJANJE POPLAVAMA

Izrada DMT-a :

- digitalizacija postojećih geodetskih podataka
- klasične metode geodetskog merenja
- satelitski snimci
- aerofotogrametrija
- UAV tehnologija
- lasersko skeniranje

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

GEODETSKE PODLOGE KAO OSNOVA ZA UPRAVLJANJE POPLAVAMA

Napominje se da je površina za izradu hidrauličkog modela Dunava sa pritokama na području Srbije, od uliva Nere u Dunav do v.s. Bezdan (1425,6 km) dužina 350 km a sa prosečnom širinom toka sa inundacijom od 1 km, oko 350-400 km². Ceo hidraulički model Dunava u Srbiji sa pritokama je dužine 715 Km, a površina koja se analizira oko 600 km² !

Shodno tome istraživanja su bila usmerena na definisanje metodologije koja bi dala dovoljnu tačnost a sa druge strane omogućila da proračuni u hidrauličkom modelu traju što kraće.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

FORMULISANJE PRORAČUNSKOG (HIDRAULIČKOG) MODELA

Kod izrade hidrauličkog modela primenila se nova metodologija gde je prvo urađen 2D model u novom modulu HEC RAD 5.0 (2016), na osnovu strujne slike definisani su "izlomljeni" poprečni profili kroz koje je strujanje upravno i tako definisani profili su "uvučeni" u 1D HEC RAS. Na mestima kao što su oštari meandri (krivine) i ušća većih pritoka, inkorporiran je 2D hidraulički model. Odnosno ceo hidraulički model je kombinacija 1D/2D.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

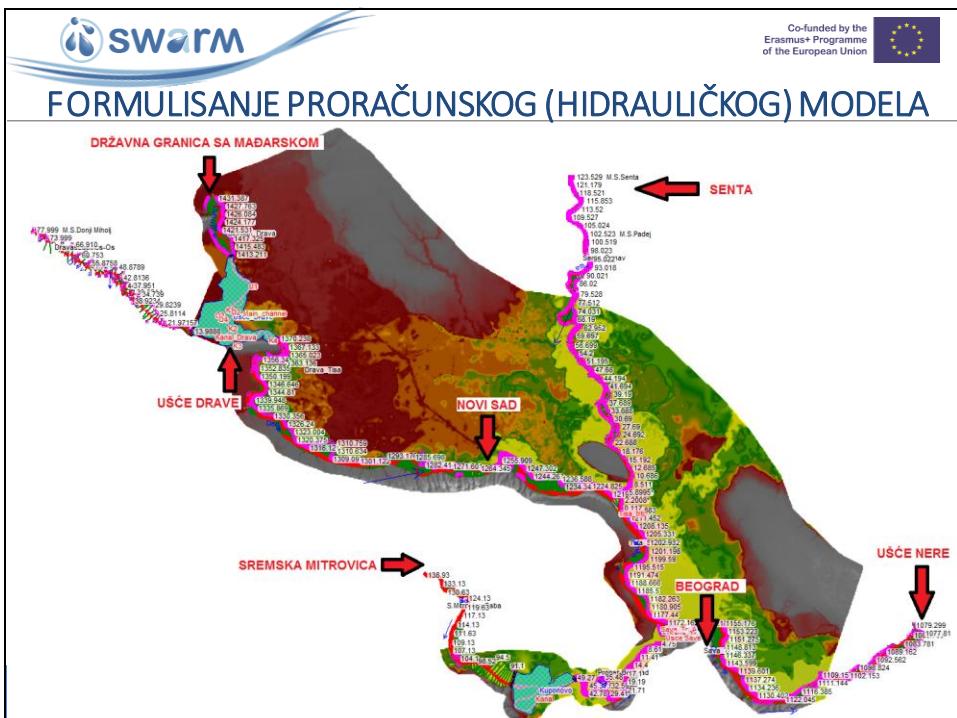
swarm

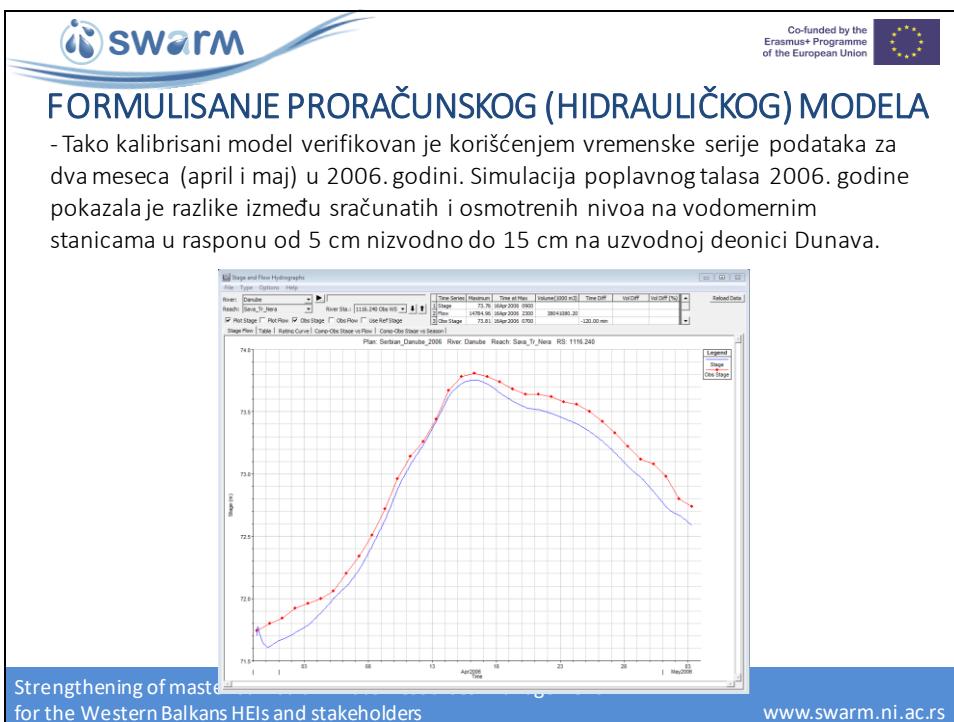
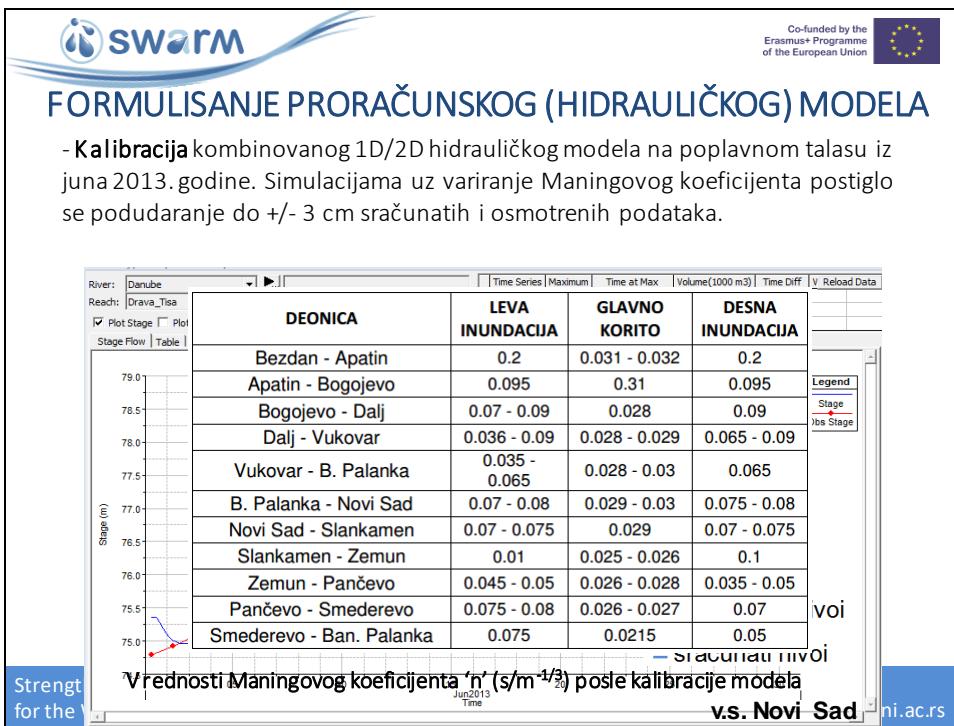
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

FORMULISANJE PRORAČUNSKOG (HIDRAULIČKOG) MODELA

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs





swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ANALIZA POPLAVNOG TALASA IZ 1965 GODINE (VREDNOVANJE MODELA NA OSNOVU DOGOĐENIH POPLAVA)

Prodori nasipa na Dunavu uzvodno od Novog Sada u junu 1965.g.

Šta bi bilo da nije došlo do pucanja odbrambenog nasipa na više lokacija?

Kako bi izgledao poplavljeni talas iz 1965. godine u sadašnjim uslovima izgrađenosti odbrambene linije?

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ANALIZA POPLAVNOG TALASA IZ 1965 GODINE (VREDNOVANJE MODELA NA OSNOVU DOGOĐENIH POPLAVA)

Dosadašnji analize zasnivaju se na grafičkoj rekonstrukciji poplavnog talasa iz 1965. g. za vodomernu stanicu Novi Sad. Autori tih analiza vodili su se konstatacijom koja je data u monografiji Milovanov D. (1965):

Verovatno bi absolutni maksimumi zabeleženi kod nas na Dunavu u 1965. godini bili još veći, po oceni i do 50 cm, da nije došlo do pet prodora sa četiri plavljeni područja kod Reonskog pogona DTD Bačka Palanka

Grafička rekonstrukcija poplavnog talasa iz 1965. g. za vs. Novi Sad
(Izvor: Plavšić i Milutinović, 2010)

Vodostaj (cm)

16. maj 1. jun 10. jun 16. jun 22. jun 24. jun 1. jul 15. jul 31. jul

828
50 cm
778
rekonstrukcija
uzvodni prodori nasipa

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

ANALIZA POPLAVNOG TALASA IZ 1965 GODINE (VREDNOVANJE MODELA NA OSNOVU DOGOĐENIH POPLAVA)

-Simulacija poplavnog talasa

Obzirom da 1965. g. nije bila izgrađena brana Đerdap I simulacija je urađena za slučaj bez uticaja uspora, prirodnji režim.

Međutim, zbog mogućnosti da se poplavnici talasi iz 1965. g. ponovi pod sadašnjim graničnim uslovima, posle izgradnje brane Đerdap I, simulacija je izvršena i za taj slučaj.

Rezultati simulacije, prikazani kasnije, ukazuju da faktički nema značajnih uticaja brane Đerdap na maksimalne poplavne vode jer je ona i projektovana sa svojim otvorima da zadovolji prolazak 10 000 godišnje velike vode.

Za verifikaciju uticaja morfoloških promena izvršeno je upoređenje **izmerenog nivograma H(t)** 1965. g. kod v.s. Bezdani i **izračunatog preko hidrauličkog 1D/2D modela HEC RAS**. Razlika od **10 cm** za hidraulički model dugačak 349 km sa pritokama (Drava, Tisa, Sava, Morava) ukupno oko 550 km je **zanemarljiva**.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

ANALIZA POPLAVNOG TALASA IZ 1965 GODINE (VREDNOVANJE MODELA NA OSNOVU DOGOĐENIH POPLAVA)

Rezultati hidrauličkog proračuna

Rezultati hidrauličkog modela ukazuju da se najznačajniji prodor nasipa kod Kamarišta 16. juna desio prerano da bi značajnije uticao na maksimum kod Novog Sada koji se javio 29. Juna. Naročito kad se uzmu u obzir dve činjenice. Prvo da je već 20. juna otvoren nizvodno kod Kamarišta nasip da bi se voda vraćala u Dunav, drugo da je prodor nasipa kod Kamarišta udaljen $1360 - 1254.98 = 105$ km od Novog Sada.

Isto važi i za prodore 22-24. juna kod Mladenova i 26. juna kod Čelareva. S tim da zbog manje zapremine poplavljene retencije njihov uticaj je još manji.

Prema hidrauličkom modelu, bez uticaja prodora nasipa i izlivanja u retencije, maksimalni vodostaj kod v.s. Novi Sad bi bio u jutarnjim satima 29.06. oko 79.55 m.n.m. (+782 cm), **znač za svega +4 santimetra viši**.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ANALIZA POPLAVNOG TALASA IZ 1965 GODINE (VREDNOVANJE MODELA NA OSNOVU DOGOĐENIH POPLAVA)

River: Danube | Reach: Drava_Tisa | River Sta.: 1255.194 Obs WS | Time Series | Maximum | Time at Max | Volume(1000 m³) | Time Diff | Vol Diff | Vol Diff % | Reload | Plot Stage | Plot Flow | Obs Stage | Obs Flow | Use Ref Stage | 1 Stage: 79.56 27Jun1965 1500 | 2 Flow: 9796.03 27Jun1965 1700 | 3 Obs Stage: 79.51 30Jun1965 0700 | 2.67 days

Plan: 1965 River: Danube Reach: Drava_Tisa RS: 1255.194

Upoređenje izmerenog nivoa vode $H(t)$ na v.s. Novi Sad i dobijenog simulacijom hidrauličkog modela bez uticaja prodora nasipa.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

MERENJE I OBRAĐA PODATAKA VELIKIH VODA

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

- analize uticaja maksimalnih vodostaja sproveden je za vodomernu stanicu Novi Sad:
 - ISTORIJSKI MAKSIMUM 78.23 m.n.m. 21.03.1876.
 - EKSTREMNI VODOSTAJI (iznad 620 cm) od 1770. do 2016. pojavljuju se 10 puta

Godina	EKSTREMNI NIVO [cm]
1770	620
1876	643
1926	658
1940	706
1947	654
1965	778
1975	708
2006	745
2010	697
2013	679

- konstatovan RASTUĆI TREND POPLAVA i povišenje ekstremnih velikih voda za 1.6 m

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

MERENJEI OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA

Obrada maksimalnih godišnjih vodostaja

- Prikupljeni podaci o maksimalnim godišnjim vodostajima i proticajima su dobijeni iz baze RHMZ-a kao i prikupljanjem iz starih godišnjaka i raznih studija.
- Analize nivoa i proticaja na vodomernim stanicama na toku Dunava izvršene su u softverskom paketu HEC-SSP 2.0. Analizirani su periodi od oko 100 godina a što se smatra dovoljnim statističkim nizom podataka za relevantne analize.

Statistička analiza godišnjih maksimuma vodostaja (H) na v.s. Novi Sad od 1892-2015

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

MERENJEI OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA

Obrada maksimalnih godišnjih vodostaja

- Analiza trenda nivoa za sve vodomerne stanice

- nema trenda porasta → odabrani periodi v.s. predstavljaju homogen niz bez značajnijih uticaja promene morfologije tokom analiziranog perioda. Ovo ukazuje da velike reke kao Dunav nisu toliko podložne promenama.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

MERENJEI OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA

Obrada maksimalnih godišnjih vodostaja

- Analiza trenda proticaja za određene vodomerne stanice

$Qi = 11.22(\text{godina})+4589$

Proticaj [m^3/s]

Godina

- Analize ukazuju da je za v.s. Bezdan, Bogojevo i Novi Sad (kraći period merenja) trend uzlazni, dok je za v.s. Smederevo silazni. Ovo se tumači time da Tisa i Sava smanjuju svoj doprinos u količini vode kod pojave poplavnih talasa na Dunavu.

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

MERENJEI OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA

Obrada maksimalnih godišnjih vodostaja

- Analiza trenda proticaja za određene vodomerne stanice

- Kod analize proticaja na Dunavu interesantni su rezultati analize trenda srednjih godišnjih proticaja (Q) na Dunavu od 1841-2005. g. urađena u Vodoprivrednoj osnovi Srbije 2009. g. (Institut „Jaroslav Černi“ i RHMZ-Beograd). Linija trenda ukazuje koliko Dunav ima veliki sliv koji ne reaguje na manje klimatske promene u zadnjih 160 godina.

Godišnji tok proticaja
Dunav - Oršava, period 1841-2005
 $Q=0.67t+5398$

Q [mm]

godine

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

MERENJE I OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA MATEMATIČKA STATISTIKA PIKOVA

Merodavna velika voda (MVV) je nivo ili proticaj na koji se projektuje neki hidrotehnički objekat, a da pri toj koti ili proticaju taj objekat ima funkcionalnu stabilnost.

“Vrlo čest slučaj kod velikih reka je da čak 20-40% godišnjih maksimuma nije čak ni izašlo iz glavnog (minor) korita. Veliko je pitanje da li se za tu godinu može reći da je bilo poplavnog talasa.”

Ako se posmatra uzorak koji je sastavljen samo iz poplava (pikova) onda se može reći da je velika voda verovatnoće $p=1\%$ nivo koji reka prosečno (ne mora u svakom uzorku od 100 da se pojavi) od 100 poplava jedanput prevaziđe.

Dosadašnja definicija MVV je bila daje to onaj nivo koji reka prosečno (ne mora da se pojavi u svakih sto godina) jedanput u 100 godina prevaziđe.

Iz prethdonog razloga se termin 100 godišnja velika voda dobijena iz uzorka godišnjih maksimuma treba posmatrati sa rezervom, odnosno treba se izvršiti i analiza uzorka pikova i onda tek doneti zaključak o MVV.
Takođe treba ispitati dužinu vremenskih serija uzorka godišnjih maksimuma.

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

MERENJE I OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA MATEMATIČKA STATISTIKA PIKOVA

Početak analize ekstremnih velikih voda Poison-ovom raspodelom

Eksponencijalna jednoparametarska funkcija (spec. slučaj Gama raspodele)

Modifikovana jednoparametarska eksponen. raspodela (uvodi se element broja poplava u nekom vremenskom intervalu)

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

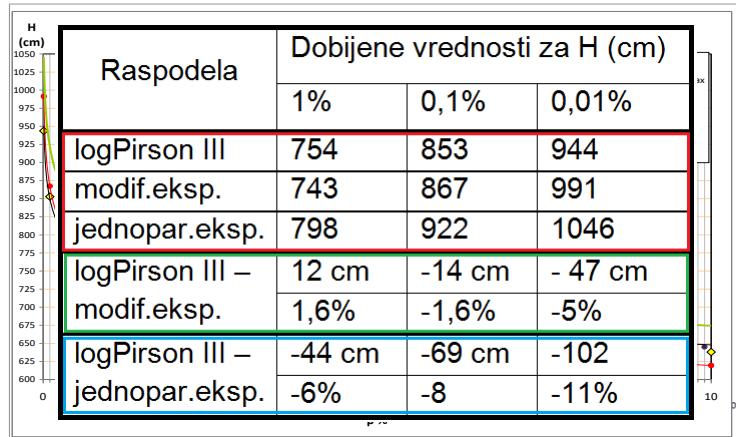


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



MERENJE I OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA

- Prikaz uporednih rezultata obrade uzorka godišnjih maksimuma i „pikova“ iznad 550 cm za v.s. Novi Sad



Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

MERENJE I OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA PROBABLE MAXIMUM FLOOD (PMF)

- Sredinom osamdesetih godina uveden je pojam „verovatno maksimalna poplava“ (Probable Maximum Flood - PMF) koji se vrlo često izjednačava sa 1000 godišnjom velikom vodom.
- „*PMF je poplava koja proizlazi iz najnepovoljnije moguće kombinacije, pljuska, akumulacije snega, nagle promene temperature i zasićenosti zemljišta vlagom.*“ (Canadian Dam Safety Association, 1995)
- Vrlo često se u javnosti stvara lažni utisak da ako je nasip ili brana dimenzionisana PMF da je objekat u potpunosti siguran na prihvatanje bilo kog poplavnog talasa i da smo maksimalno sigurni na bilo kakve poplave.
- Kod izračunavanja PMF treba imati na umu da vremenske serije merenih podataka oko 100 godina mogu da daju pouzdane podatke za povratni period do 1000 godina, dok bi za povratni period od 10 000 godina greška mogla da iznosi i do 25% (Smith, 1998).

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

**MERENJEI OBRADA PODATAKA VELIKIH VODA
ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA**

Vodomerna stanica	Period (god.)	H^* vodomera [m.n.J.m.]	metoda	Izračunati nivoi H [cm]			Zvanjan podatak MVV (1947-1967) [cm] i zabeleženo H_{obs}	
				1%	0,1%	0,01%		
Bezdan	1916-2015	80,64	LPT3	781	858	921	MVV=801 $H_{\text{obs}}=801$ (24.06.1965.)	776
			hidr. model	795	911	1019		
Apatin	1920-2015	78,84	LPT3	855	951	1038	MVV=854 $H_{\text{obs}}=854$ (24.06.1965.)	825
			hidr. model	863	978	1085		
Bogajevo	1920-2015	77,46	LPT3	854	967	1070	MVV=854 $H_{\text{obs}}=854$ (15.06.1965.)	817
			hidr. model	854	974	1085		
B.Planaka	1920-2015	73,97	LPT3	801	922	1038	MVV=816 $H_{\text{obs}}=816$ (26.06.1965.)	790
			hidr. model	796	911	1019		
Novi Sad	1916-2015	71,73	LPT3	781	901	1017	MVV=804 $H_{\text{obs}}=804$ (28.06.1965.)	778
			hidr. model	773	892	1002		
			"pikova"	743	867	991		
Slankamen	1923-2015	69,68	LPT3	823	957	1092		
			hidr. model	813	939	1052		
Zemun	1920-2015	67,87	LPT3	816	934	1047	MVV=834 $H_{\text{obs}}=834$ (16.04.2006)	783
			hidr. model	792	898	996		
Pančevo	1919-2015	67,33	LPT3	817	932	1042	MVV=834 $H_{\text{obs}}=834$ (16.04.2006)	777
			hidr. model	781	885	983		
Smederevo	1921-2015	65,36	LPT3	844	943	1035	MVV=844 $H_{\text{obs}}=844$ (16.04.2006)	845
			hidr. model	-	-	-		
			"pikova"	883	1048	1212		

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

RETENZIJA KAO MERA ZA UPRAVLJANJE POPLAVAMA

- tri veštačke retenzije na uzvodnom delu Tise





- zapremina retenzije ima dominantni uticaj na deformaciju poplavnog talasa ali na smanjenja "špica" poplavnog talasa veliki uticaj ima i vreme kad je otvorena retenzija

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

RETENZIJA KAO MERA ZA UPRAVLJANJE POPLAVAMA

- nakon prodora reke Save u maju 2014. godine stvorili su se uslovi za istraživanja u kojima je napravljen 1D model korita Save za prihvat velikih voda i 2D model retenzionog (plavljenog) prostora.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

RETENZIJA KAO MERA ZA UPRAVLJANJE POPLAVAMA

16MAY2014 23:00:00

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

RETENZIJA KAO MERA ZA UPRAVLJANJE POPLAVAMA

19 MAY 2014 07:00:00

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

swarm

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ZAVRŠNE NAPOMENE I ZAKLJUČCI

Poplavama se mora upravljati a za to je potrebno raspolagati pouzdanim modelima. Modeli predstavljaju alat za predviđanja (predikcija) poplavnih talasa i na osnovu tih predviđanja kako se organizovati, tj. odgovoriti na razorno dejstvo poplavnog talasa, odnosno kako preći, sa tradicionalnog i pasivnog pristupa odbrani od poplava na upravljanje poplavama u punom značenju.

Kombinovani 1D/2D hidraulički model za tok Dunava kroz Srbiju, predstavlja pouzdan alat za upravljanje poplavnim talasom koji omogućava simulaciju mogućeg scenarija.

Kao predušlov za tačnost hidrauličkog modela je i izrada preciznih modela terena DTM.

Strengthening of master curricula in water resources management for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs

**Pasivna odbrana od poplava
inemo posmatranje nailaska
poplavnog talasa**

**Upravljanje poplavnim talasom
(smanjenje pika kontrolisanim
otvaranjem potencijalnih retenzija)**

Helyreállított vizállások a Közép - Tisza 2010. május - június

Készítette: KÖTI-HÓVÍZDÓ, Vízzel

**Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders**

www.swarm.ni.ac.rs

ZAVRŠNE NAPOMENE I ZAKLJUČCI

Ovakav model upravljanja sa nekim modifikacijama može se primeniti na ceo tok Dunava, pa se očekuje da će rezultati ovog rada omogućiti integraciju i stvaranje jedinstvenog hidrauličkog modela od gornjeg toka Dunava (Nemačka) do Đerdapa 1, a što bi omogućilo integralno upravljanje poplavama na celom sливу. Ovo podrazumeva i usvajanje zajedničke strategije, odnosno izrade zajedničkog Plana upravljanja poplavama bez obzira na državne granice. Takođe treba ići ka definisanju kriterijuma za odabir lokacija višenamenskih retenzija, koje bi omogućile upravljanje poplavnim talasom.

Istraživanja daju osnov i za promenu dosadašnjih planskih dokumenata za sprovođenje strategije za odbranu od poplava koji su doneti posle velikih poplava na Dunavu 1965.g. kao što je "Program za rekonstrukciju odbrambenih objekata za zaštitu od poplava na području SAP Vojvodine", koji je Skupština SAPV i usvojila još 1967g.

**Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders**

www.swarm.ni.ac.rs



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



HVALA NA PAŽNJI

doc. Dr Slobodan Kolaković

Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu
Kolakovic.s@uns.ac.rs

Strengthening of master curricula in water resources management
for the Western Balkans HEIs and stakeholders

www.swarm.ni.ac.rs