



Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo

Oddelek za okoljsko gradbeništvo

in

**HIDROINŠTITUT**  
INŠTITUT ZA HIDRAVLICNE RAZISKAVE  
VODOGRADBENI LABORATORIJ, LJUBLJANA

vljudno vabita na

## 36. Goljevščkov spominski dan,

ki bo v **četrtek, 23. marca 2017,**  
s pričetkom ob **9. uri**

v predavalnici H10 (pritličje) na UL FGG,  
Oddelku za okoljsko gradbeništvo,  
Hajdrihova 28, Ljubljana

**Predstojnik Oddelka za okoljsko  
gradbeništvo:**

izr. prof. dr. Dušan Žagar, udig.

**Direktorica Hidroinštituta:**  
dr. Tanja Prešeren, udig.

*Pričakujemo Vas in se veselimo srečanja z  
Vami!*

Prosimo vas, da svojo udeležbo potrdite do 15. 3. 2016 na  
e-pošto: [elizabetha.adamlje@fgg.uni-lj.si](mailto:elizabetha.adamlje@fgg.uni-lj.si)

## PROGRAM

**9.00 Pozdravni govor**

**9.20 KATEDRA ZA SPLOŠNO HIDROTEHNIKO**

1. Nejc Bezak, Klaudija, Sapač, Mitja Brilly, Andrej Vidmar, Sonja Lojen, Metka Petrič, Simon Rusjan:  
**Stabilni izotopi v hidroloških raziskavah v Sloveniji**  
Z uporabo stabilnih izotopov v hidroloških raziskavah lahko odgovorimo na vprašanja, na katere z običajnimi hidrološkimi meritvami veliko težje najdemo odgovor. Tako nam lahko stabilni izotopi razkrijejo kam se steka voda, ko dežuje, ter po katerih poteh pride padavinska voda do površinskih vodotokov. V predstavitvi bo prikazana teoretična osnova uporabe stabilnih izotopov v hidroloških raziskavah, predstavljena bo povezava z določenimi hidrološkimi procesi kot je tvorba (pod)površinskega odtoka. Nadalje bo narejen kratak pregled uporabe stabilnih izotopov v svetovnem merilu s poudarkom na predhodnih raziskavah, ki so bile izvedene v Sloveniji. Prikazani pa bodo tudi preliminarni rezultati meritev in analiz, ki potekajo v okviru preučevanja nehomogenega porečja Ljubljane (območje kraške Ljubljane ter hudourniško porečje Gradašnice), v okviru katerega bomo poskušali z uporabo stabilnih izotopov nadgraditi znanje o hidroloških procesih.
2. Mateja Klun, Dejan Zupan, Andrej Kryžanowski:  
**Meritve vibracij na pregradi HE Brežice**  
V prispevku predstavljamo terenske meritve vibracij na konstrukciji pregrade HE Brežice. Z meritvami smo pričeli aprila 2016 in jih do sedaj ponovili trikrat. Z njimi bomo nadaljevali vsaj še v prihajajočem letu, če bo potrebno tudi dlje. Glavni cilj raziskave je poiskati morebitno povezavo med pojavom poškodb na konstrukcijah hidroenergetskih pregrad in vibracijami, ki jih povzročata mehanska oprema. Pojav razpok na nekaterih pregradah namreč kaže, da bi bilo smiselno iskati vzroke v stalno prisotnih vibracijah, ki so posledica obratovanja z mehansko opremo. V tokratnem prispevku bomo predstavili zasnovano eksperimenta, merilno opremo in delne rezultate začetnih meritev.
3. Andrej Vidmar, Mitja Brilly, Andrej Kryžanowski, Mojca Šraj, Simon Rusjan, Nejc Bezak, Klaudija Sapač:  
**Hidrološko modeliranje porečja Savinje**  
Prikazani bodo rezultati modernega hidrološkega modela Savinje in njenih pritokov do sotočja z reko Savo. Predstavljen bo koncept celovitega hidrološkega modela porečja, vhodni podatki, ter postopka kalibracije in validacije. Kot osnova za izdelavo vseh analiz in hidrološkega modela so bili uporabljeni podatki s katerimi razpolaga Agencija RS za okolje (ARSO). Za učinkovito upravljanje z numeričnimi podatki je bila kreirana relacijska baza podatkov, za upravljanje prostorskih podatkov je bil razvit GIS sistem imenovan HIGRIS. Rezultati analiz predstavljajo vhodne podatke za nadaljnje faze v izvedeni študiji »Celovita hidrološka hidravlična študija za utemeljitev ukrepov poplavne varnosti na porečju Savinje«.

**10.05 RAZPRAVA**

**10.20 ODMOR**

**10.50 KATEDRA ZA MEHANIKO TEKOČIN**

4. Rudi Rajar, Matjaž Četina:  
**Aproksimativna metoda za hitro določitev pretoka po poružitvi pregrade**  
V okviru projekta VODPREG 2 je bila postavljena zahteva, da se izdelata enostaven program, s katerim bo možno zelo hitro, tudi na terenu, določiti parametre vala, ki bi nastal ob eventualni poružitvi pregrade. Zaradi različnih možnih načinov poružitve smo program izdelali na osnovi treh metod. Za primer popolne, ali pa večinske poružitve pregrade je uporabljena metoda brezdimenzijskih parametrov na osnovi Buckinghamovega PI Teorema. S to teorijo je možno s pomočjo nomogramov določiti maksimalni pretok v področju dolvodno od pregrade. V primeru delne poružitve pregrade (kjer se poruši manj kot 30 % pregradnega profila), se uporablja enačbo preliva. Za nasute pregrade pa sta uporabljeni dve enačbi, ki izražata odvisnost maksimalnega pretoka od volumna akumulacije in višine pregrade, prva za umetno zgrajene pregrade in druga za naravne pregrade (npr. če zemeljski plaz zasuje reko).
5. Matjaž Četina, Mario Krzyk:  
**Dvdimenzijski račun vala zaradi poružitve pregrade Loče**  
V okviru projekta VODPREG 2 je bil narejen ponovni izračun poružitvenega vala za pregrado Loče pri Celju. Tako za tok v Smartinskem jezeru kot za simulacijo vala dolvodno od pregrade je bil uporabljen dvdimenzijski globinsko povprečni matematični model PCFLOW2D, razvit na FGG. Vhodni geometrijski podatki o topografiji terena so bili pridobljeni iz LIDAR posnetka, za račun pa uporabljena neenakomerna numerična mreža s skupaj 648.627 celicami. Rezultati so v primerjavi z enodimenzijskimi računi iz leta 1979 pokazali počasnejše potovanje čela vala pod pregrado in nekoliko večji maksimalni obseg poplavljenega območja.
6. Gašper Rak, Marko Hočvar, Franc Steinman:  
**Zajem kompleksne vodne gladine s laserskim skenerjem**  
Zajem topografije vodne gladine s klasičnimi merilnimi metodami je predvsem pri turbulentnem toku z izrazito vertikalno in vzdolžno dinamiko zelo zahtevna naloga. Lasersko skeniranje, ki omogoča zajem podatkov z veliko prostorsko in časovno resolucijo, je danes široko uporabljena merilna metoda. V prispevku bo prikazana uporabnost merilne metode za določitev poteka vodne gladine in natančnost, ki jo je pri tem mogoče doseči. Uporaba laserskega skenerja za zajem vodne gladine bo prikazana pri kompleksnih primerih vodne gladine z veliko dinamiko v prečni in vzdolžni smeri ter pojavu turbulentnega toka. Pri tem je bil kot testni eksperiment uporabljen model sotočja pri deročem režimu vodnega toka, kjer pri oblikovanju stoječih valov prihaja do pojave samoozračevanja vodnega telesa. Poznavanje razmer na sotočjih ima široko uporabnost, saj se sotočja pojavljajo tako na vodotokih, kakor tudi na številnih objektih in infrastrukturi. Pri sotočjih, predvsem pri deročem toku, gre za izrazito tridimenzionalen vodni tok, pri čemer se oblikuje časovno spremenljiva struktura vodnega toka v prečni in vzdolžni smeri.

**11.35 RAZPRAVA**

## 11.55 HIDROINŠTITUT

### 7. Tanja Prešeren

#### **80 let Inštituta za hidravlične raziskave**

Korenine Inštituta za hidravlične raziskave segajo v 40. leta prejšnjega stoletja, ko je bil 20. februarja 1937 na Cesti dveh cesarjev svečano odprt provizorični hidravlični laboratorij. S tem so slovenski pionirji hidrotehnike z Univerze v Ljubljani dobili objekt, v katerem so lahko začeli nabirati prve izkušnje in znanja s področja eksperimentalne hidravlike. Prvo leto je laboratorij služil predvsem kot učna baza za hidrotehnične predmete, a že v letu 1938 je laboratorij dobil prvo naročilo za raziskavo od zunanjega naročnika. Leta 1948 sta se Hidrotehnični odsek in Vodogradbeni laboratorij preselila v novo poslopje, kjer (vsak z nekoliko spremenjenim nazivom) sobivata še danes.

Ime in statusna oblika Inštituta za hidravlične raziskave sta se v 80-letni zgodovini nekajkrat spremenila. Vendar znanje in izkušnje prvih raziskovalcev, ki so se skozi leta bogatile in prenašale na nove generacije, še danes predstavljajo osnovni temelj delovanja inštituta.

### 8. Primož Rodič:

#### **Vpliv modelnega merila na določitev pretočnega koeficienta na fizičnem hidravličnem modelu**

V hidrotehnični praksi je fizično hidravlično modeliranje še vedno nepogrešljivo orodje. Ker so fizični hidravlični modeli praviloma zgrajeni v pomanjšanem merilu, je poznavanje še sprejemljivega modelnega merila oz. upoštevanje vpliva modelnega merila, če je to možno, pomembno za verodostojen prenos modelnih rezultatov na prototip.

Izvedli smo meritve pretočne sposobnosti pri prostem prelivanju na treh geometrijsko podobnih modelih praktičnega preлива v merilih 1:26, 1:50 in 1:100. Primerjava pretočnega koeficienta je pokazala, da se pretočni koeficient pri majhnih prelivnih višinah razlikuje in da se razlika z večanjem prelivne višine zmanjšuje. S pomočjo modelnih meritev in prilagojene enačbe Matthewa, v kateri je upoštevan vpliv ukrivljenih tokovnic ter vpliv površinske napetosti in viskoznosti, smo analizirali vpliv modelnega merila ter določili pretočni koeficient za prototip.

## 12.35 RAZPRAVA

## 12.55 ODMOR

## 13.15 INŠTITUT ZA ZDRAVSTVENO HIDROTEHNIKO

### 9. Primož Banovec, Barbara Čenčur Curk:

#### **Učinkovite prakse upravljanja s prostorom z vključevanjem zaščite vodnih virov in negradbenih protipoplavnih ukrepov**

Celovito upravljanje z vodami predstavlja izziv, ki ga naslavlja Okvirna evropska direktiva s svojimi mehanizmi. Pri tem sami zakonski okvirji pogosto ne podajajo dovolj izdelanih strokovnih podlag, da bi se ustrezno urejale različne interakcije med različnimi elementi vodnega sistema. V projektu PROLINE-CE, kjer kot partnerja nastopata dve članici UL: FGG in NTF se to področje osvetljuje v okviru odnosa med vodnimi viri za oskrbo s pitno vodo in upravljanjem s poplavami. S sodelovanjem dveh fakultet se konsistentno pokrivata tako poplave, kot podzemne vode, drugi slovenski partner Vodovod-Kanalizacija Ljubljana pa k projektu prispeva praktični vidik

izvajalca javne službe. V zgodnji fazi projekta razvijamo celovit model odnosov in možnih ukrepov, z opredelitvijo odnosov med varstvom virov pitne vode in upravljanjem s poplavami, kar bo predstavljeno v okviru prispevka. Pri tem smo pri ukrepih kot izhodišče privzeli veljavne nacionalne dokumente in postopke in ukrepe nadgradili glede na izkušnje v Sloveniji in drugih državah iz katerih prihajajo partnerji projekta.

### 10. Aleksandra Krivograd Klemenčič, Miha Žitnik, Tina Eleršek, Tjaša Griessler Bulc, Lisa Brandt:

#### **Zaviranje rasti cianobakterij v jezerih in akumulacijah s pomočjo ultrazvoka**

V okviru 7.OP DRONIC (<http://dronicproject.com>) smo razvili inovativen robotski sistem za spremljanje in zaviranje rasti potencialno toksičnih cianobakterij v jezerih in akumulacijah. S pomočjo sistema DRONIC lahko lociramo kritične točke cvetenja cianobakterij v vodnem telesu in ukrepamo le na tistem delu vodnega telesa, kjer se cvetenje pojavlja. Sistem DRONIC je opremljen z ultrazvokom za zaviranje rasti cianobakterij in razgradnjo njihovih produktov, kot so npr. cianotoksini. V jezerih in akumulacijah se lahko združba cianobakterij lokalno precej razlikuje zaradi delovanja vetra in vodnega toka ter lokalnih razlik v temperaturi, koncentraciji hranil in globini vodnega telesa. Cvetenje cianobakterij tako pogosto zaznamo le na enem delu vodnega telesa. Zaradi neposrednega in lokaliziranega ukrepanja je sistem DRONIC okolju prijazen z minimalnim vplivom na ekologijo vodnega telesa. Predstavili bomo laboratorijski poskus testiranja učinkovitosti ultrazvočne naprave (LGSonic, Nizozemska) razvite v sklopu projekta za zaviranje rasti toksičnega seva cianobakterije *Microcystis aeruginosa* in nevtralizacijo cianotoksinov. Rezultati so pokazali, da ima ultrazvok kratkoročen učinek na *M. aeruginosa*, če traja ultrazvočni tretma najmanj 5 ur. Daljša kot je izpostavljenost *M. aeruginosa* ultrazvoku, dolgoročnejši je učinek na rast te cianobakterije. Ultrazvok povzroča kolaps plinskih vakuol v celicah *M. aeruginosa* in s tem usedanje celic na dno vodnega telesa. Kljub temu lahko celice v ugodnih pogojih začno ponovno rasti in se razmnoževati. Rezultati so pokazali, da ultrazvok vpliva tudi na nevtralizacijo cianotoksinov.

### 11. M. Škerjanec, T. Kanduč, D. Kocman, N. Mori, J. Robinson, I. Levačić, M. Kračun, P. Banovec:

#### **Modeliranje kroženja vode in spiranja hranil v porečju reke Pesnice**

V sklopu projekta ARRS "Primerjalna študija ekosistemskih storitev in upravljanja v kontrastnih rečnih sistemih Slovenije", pri katerem sodelujejo Inštitut Jožef Stefan, Nacionalni inštitut za biologijo ter Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, smo postavili hidrološki model reke Pesnice od izvira do Perniškega jezera, ki omogoča hkratno modeliranje spiranja hranil. V ta namen smo uporabili hibriden pristop k modeliranju, ki temelji na knjižnici znanja in orodju za avtomatsko odkrivanje enačb ProBMoT. Za tovrstno modeliranje je bilo potrebno pridobiti različne podatke: o reliefu, padavinah, rabi tal, številu prebivalcev, lokacijah čistilnih naprav, erodibilnosti zemljine, itd. Model smo umerili na meritve pretokov in koncentracij hranil, opravljene v letu 2016. S pomočjo izdelanega modela lahko ugotovljamo prispevke različnih virov onesaženja k onesaženosti površinskih in deloma podzemnih voda. Model omogoča testiranje različnih scenarijev (podnebne spremembe, spremembe rabe tal in spremembe v načinu odvajanja odpadne vode) ter validacijo izvedenih meritev, za kar do sedaj nismo imeli ustreznih orodij.

## 13.55 RAZPRAVA

## 14.10 GOLJEVŠČKOVA NAGRAJENCA 2016

### 12. Sara Grobljar:

#### **Modeliranje odtočnih razmer na poplavnih urbanih površinah**

Naloga zajema tematiko modeliranja poplav v urbanih območjih. V teh območjih so posledice poplav večje kot v ruralnih območjih, saj je verjetnost ogrožanja človeških življenj in lastnine večja. Objekti, kot so na primer stavbe in zidovi, predstavljajo ovire v toku, ki bistveno vplivajo na potek vodnega polja in jih je zato treba upoštevati v hidravličnih modelih. Primerjana sta dva različna načina upoštevanja objektov v hidravličnih matematičnih 2D modelih. Prvi upošteva objekte s povišanjem hidravlične hrapavosti, drugi pa z nadvišanjem terena v digitalnem modelu terena na lokaciji stavb. Vpliv načina upoštevanja objektov, ter velikosti računskih celic na odtočne razmere in poplavno nevarnost znotraj obravnavanega območja je bil preverjen s primerjanjem rezultatov globin in hitrosti vodnega toka, obsega poplavljenosti, razredov poplavne nevarnosti itd. Vpliv teh parametrov je bil preverjen tudi na časovni zamik v potovanju poplavnih voda vzdolž urbanega območja. Pri modeliranju je bil uporabljen program HEC-RAS 5.0., ki omogoča upoštevanje detajlov topografije znotraj računске celice.

### 13. Žiga Žibret:

#### **Sodobni načini prikazovanja hidroloških meritev in napovedi**

V svetu, ki je postal popolnoma prepleten in povezan v enotno globalno telekomunikacijsko vas, je postala zelo pomembna dostopnost do podatkov vseh vrst. V predstavitvi prikazujemo, kako je v Evropski uniji in Sloveniji urejen dostop do podatkov javnih ustanov in kakšen je njihov potencial za nadaljnjo uporabo. Na primeru hidrološke prognoze Agencije Republike Slovenije za okolje bo prikazano, katere podatke uporabljajo in proizvajajo pri svojem delu. Na podlagi predstavljenih podatkov bomo opisali izdelavo spletnega servisa, ki omogoča dostop do podatkov preko svetovnega spleta ter mobilno aplikacijo, ki črpa hidrološke podatke iz spletnega servisa in jih prikazuje uporabniku.

## 14.30: DRUŽABNO SREČANJE

**VABLJENI!**