

PRVA IZVEDBA MEDNARODNE POLETNE ŠOLE HYDRODATA ZA ŠTUDENTE O PODATKIH V HIDROLOGIJI

Tamara Kuzmanić¹, Klauđija Lebar², Nejc Bezak³, Matjaž Mikoš⁴

Povzetek

Septembra 2023 sta Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, ter Unescova Katedra za zmanjševanje tveganj ob vodnih ujmah organizirali prvo mednarodno poletno šolo HydRoData za magistrske in doktorske študente. V okviru enotedenskih aktivnosti so se udeleženci seznanili z najrazličnejšimi vidiki podatkov v hidrologiji: od njihovega pridobivanja z meritvami na terenu, pridobivanja z uporabo daljinskega zaznavanja, njihove obdelave s programskim orodjem R in hidrološkega modeliranja do interpretacije in komunikacije podatkov ter etičnosti uporabe. V prispevku so predstavljeni vsebine in utrinki s poletne šole, odzivi udeležencev in splošni pregled pomembnosti podatkov v hidrologiji. Kako pomembni so podatki v hidrologiji, se je med drugim pokazalo pri poplavnem dogodku avgusta 2023, ko so odpovedale nekatere vodomerne postaje na vodotokih z rekordnimi vodostaji, ter pri določanju ocen povratnih dob dogodka na posameznih rekah, iskanju vzrokov za takšen dogodek in obveščanju javnosti. Leta 2024 je bila poletna šola HydRoData izvedena drugič, vsebine so bile glede na prvo izvedbo prilagojene aktualnim razmeram na področju hidroloških podatkov v Sloveniji in svetu.

1ST INTERNATIONAL HYDRODATA SUMMER SCHOOL FOR STUDENTS ON DATA IN HYDROLOGY

Abstract

In September 2023, the University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering and the UNESCO Chair on Water-Related Disaster Risk Reduction organized the first international HydRoData Summer School. The summer school was intended for participants enrolled into Master's and doctoral studies (2nd and 3rd cycle students). During one week of activities, the participants learned about various aspects of data in hydrology: from its acquisition through field measurements, acquisition using remote sensing, processing using the R software tool, hydrological modelling, and finally, data interpretation and communication, and the ethics of their use. This paper presents the content and highlights of the summer school, the feedback of the participants, and a general overview of the importance of data in hydrology. The importance of data in hydrology was clearly demonstrated, among other things, in the flood event in August 2023, when some gauging stations on watercourses with record-high water levels failed, in the estimation of return periods of the event on individual rivers, in the search for the causes of such an event, in the communication to the public, and so on. In 2024, the HydRoData Summer School will be held for the second time. The content will be adapted to the current situation in the field of hydrological data.

¹ asist., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, Ljubljana, tamara.kuzmanic@fgg.uni-lj.si

² asist. dr., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, Ljubljana, [klauđija.lebar@fgg.uni-lj.si](mailto:klaudija.lebar@fgg.uni-lj.si)

³ izr. prof. dr., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, Ljubljana, nejc.bezak@fgg.uni-lj.si

⁴ prof. dr., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, Ljubljana, matjaz.mikos@fgg.uni-lj.si

UVOD

Upravljanje voda ali upravljanje vodnih virov obsega procese načrtovanja, razvoja in gospodarjenja z vodami z namenom zagotavljanja njihovega dobrega količinskega in kakovostnega stanja (World Bank, 2022). Upravljanje voda je v Sloveniji urejeno z Zakonom o vodah (ZV-1), ki v slovenski pravni red prenaša tudi določbe evropskih direktiv, povezanih z vodami, kot sta na primer okvirna vodna direktiva (Direktiva 2000/60/ES) in poplavna direktiva (Direktiva 2007/60/ES), saj zakon obsega tudi področje

zaščite oz. varstva pred škodljivim delovanjem voda. Upravljanja voda si ne moremo predstavljati brez vedenja oziroma informacij o porazdelitvi vode v prostoru in času, o njeni kakovosti in količini ter kakšen bo na te lastnosti vpliv podnebnih sprememb (Stewart, 2015). Za omenjene veličine in spremenljivke predstavlja znanstvene temelje za načrtovanje in upravljanje voda veda hidrologija, hidrološko znanje pa omogoča načrtovanje trajnostnih rešitev na številnih področjih, kot so oskrba s pitno vodo, zmanjševanje poplavne ogroženosti, hidroenergija idr. Vse dostopnejše spletne aplikacije in storitve ter možnosti

izmenjave (prenosa) podatkov so pomembna podpora raziskavam na področju hidrologije (Gan in sod., 2020), kar je skladno z načeli odprte znanosti (angleško open science). Porast razpoložljivosti podatkov uporabnikom velikokrat predstavlja izziv z vidika rabe in obdelave, kar je predvsem posledica omejene količine dostopnih in uporabnih podatkov, ki so primerne formata oz. oblike (Komac, 2019).

Kljub temu da se je predvsem v zadnjih dveh desetletjih razmahnilo hidrološko modeliranje, ki je podpora reševanju številnih problemov na področjih okoljskega inženirstva, varstva pred poplavami, upravljanja vodnih virov in uporabne hidrologije na splošno (Montanari, 2011), so še vedno ključnega pomena merjeni podatki z eksperimentalnih območij oziroma državnih opazovalnic, še posebej, če so nizi dolgi in čim bolj zvezni, podatki pa pridobljeni z opremo, ki omogoča visoko točnost podatkov, ter skladno z navodili proizvajalca oziroma aktualnimi smernicami, kot so na primer smernice Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practice*. Pomembnost tovrstnih podatkov je v poročilu o globalnem stanju vodnih virov leta 2022 poudarila Svetovna meteorološka organizacija s sporočilom, da ne moremo upravljati, česar ne moremo izmeriti (angleško *we cannot manage what we cannot measure*) (WMO, 2022). Težnja k obrnitvi trenda zmanjševanja merskih mest (npr. vodomernih postaj) je tudi eden od pričakovanih rezultatov IX. strateškega programa Medvladnega hidrološkega programa (angleško *Intergovernmental Hydrological Programme – IHP*) za obdobje 2022–2029 (IHP, 2022), ki deluje pod okriljem Unesca.

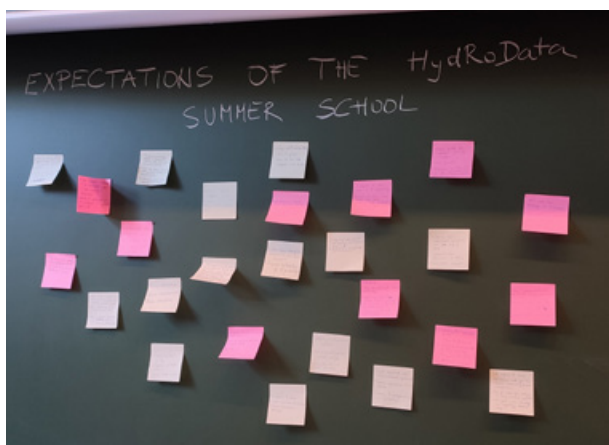
Dostopnost in razpoložljivost hidroloških podatkov se kot ključni izkažeta predvsem v času ekstremnih dogodkov, kot so poplave. Poplavni dogodek iz avgusta 2023, ki je prizadel velik del Slovenije, je povzročil poškodbe in nedelovanje nekaj vodomernih postaj, in to pri rekordnih vodostajih in pretokih (Ulaga in sod., 2023). Zaradi narave izračuna povratne dobe dogodka tovrstni manjkajoči podatki ali iz drugih razlogov netočno ocenjene vrednosti (npr. zajezba) lahko bistveno vplivajo na določitev verjetnosti dogodka. Uporaba verjetnostnih analiz visokovodnih valov se v Sloveniji še vedno najpogosteje uporablja za določanje projektnih pretokov, kljub temu da svetovna in domača stroka predlagata tudi rabo drugih metod glede na razpoložljivost podatkov in namen rabe projektnega pretoka (npr. Bezak in sod., 2023). Dogodek iz avgusta 2023 je bil med prvo poletno šolo HydRoData žal nenačrtovan praktični primer pomembnosti različnih vrst podatkov. Poleg določanja projektnih

pretokov so številni domači predavatelji poudarili še pomen drugih vidikov. Tako je bil poudarjen pomen poznavanja predhodnih razmer oziroma predhodnega vremenskega in hidrološkega dogajanja za pojasnitev vzrokov obsežnosti dogodka, prikazan je bil primer uporabe podatkov daljinskega zaznavanja o predhodni namočenosti tal in narejena primerjava s preteklimi leti, izpostavljeno pa je bilo tudi komuniciranje hidroloških podatkov. Slednje se je kot izziv pokazalo predvsem pri ocenah povratne dobe dogodka, ki laični javnosti ni razumljiv do podrobnosti, hkrati pa ne pozna ozadij določanja in da je metod določanja mnogo ter zato različne poročane vrednosti med seboj niso neposredno primerljive. V medijih so strokovnjaki tako govorili o različnih vrednostih povratne dobe dogodka za isto lokacijo, kar je med javnostjo, predvsem ogroženimi in oškodovanimi prebivalci, vneslo zmedo (in žal pri kom tudi nezaupanje do stroke) (npr. Brenčič, 2023).

Izredna pomembnost podatkov v hidrologiji ter ustrezna raba in ravnanje z njimi so bili vodilo in izhodišče za pripravo programa prve mednarodne poletne šole HydRoData za magistrske in doktorske študente, ki je bila izvedena septembra 2023. Program šole je bil zasnovan interdisciplinarno, s čimer smo želeli privabiti udeležence z različnimi predznanji, hkrati pa s ponujenimi vsebinami tudi obravnavati različne vidike podatkov v hidrologiji. Poletne šole se je – izključno v živo – udeležilo 26 udeležencev. Udeleženci 21 različnih narodnosti so bili študentje 19 evropskih univerz. Mednarodnost in interdisciplinarnost poletnih šol sta se v preteklosti že izkazali kot dober način pridobivanja in tudi izmenjave znanj (npr. Šraj in sod., 2017). Za udeležbo na poletni šoli in uspešno opravljen končni izpit so lahko udeleženci pri svojih študijskih organizacijah uveljavili dve ECTS. V tem prispevku povzemamo vsebine poletne šole, delimo utrinke enotedenskega izobraževanja in predstavljamo odzive udeležencev na podlagi izvedenih anket, ki so ključnega pomena, da bo tovrstna poletna šola postala tradicionalna.

PROGRAM POLETNE ŠOLE HYDRODATA LETA 2023

Program poletne šole HydRoData je temeljil na podlagi vsebin, ki smo jih želeli zajeti in ponuditi udeležencem, ter bil razporejen v pet delovnih dni, in sicer od ponedeljka, 4., do petka, 8. septembra 2023. Urnik poletne šole po dnevih in urah je bil potencialnim udeležencem na voljo že ob oddaji prijavnega



Slika 1: Pričakovanja udeležencev poletne šole HydRoData (foto: K. Lebar)

Figure 1: Expectations of the HydRoData Summer School participants (Photo: K. Lebar)

obrazca na spletni strani, kar je redkost pri primerljivih poletnih šolah, ki ponavadi ob zbiranju prijav grobo opišejo pričakovane obravnavane vsebine. To se nam zdi pomembno in nujno pri poletnih šolah, ki obravnavajo tako široko področje, kot so v našem primeru hidrološki podatki, saj na tak način udeleženci dobijo jasen vpogled v vsebine in (lahko) ocenijo, ali program ustreza njihovim pričakovanjem. Da je to ustrezen način, se je izkazalo tudi glede na odzive udeležencev, ki so predstavljeni v nadaljevanju prispevka, zato bomo to prakso nadaljevali tudi pri prihodnjih izvedbah poletne šole HydRoData.

Prvi dan programa poletne šole je bil sprva namenjen medsebojnemu spoznavanju udeležencev, ki smo jih naključno razdelili v skupine, znotraj katerih

so izmenjali osnovne informacije o sebi, kot so ime in priimek, dokončana izobrazba oziroma trenutni status, področje, univerza, s katere prihajajo, in drugo. Po nekajminutnem spoznavanju znotraj manjše skupine so se posamezno predstavili še drugim. Nekaj časa v tem prvem, nestrokovnem delu poletne šole smo izkoristili še za pridobitev informacij o pričakovanih udeležencev na poletni šoli. Udeleženci so svoja pričakovanja anonimno napisali na samolepilne listke (slika 1), ki smo jih naključno nalepili na tablo in jih pustili viseti pred predavalnico do konca poletne šole. Zadnji dan poletne šole smo udeležence prosili, da poiščejo svoj listek na tabli in s kljukico oziroma križcem označijo, ali so bila njihova pričakovanja dosežena ali ne.

Predavanja

Poletno šolo HydRoData je sooblikovalo več kot deset predavateljev in strokovnjakov z različnih univerz (Univerza v Ljubljani, Tehniška univerza Dunaj, Tehniška univerza Braunschweig, Univerza v Bruslju, Univerza v Potsdamu) in organizacij (Geodetski inštitut Slovenije, Okoljska agencija Združenega kraljestva, Aquafin NV ...). Poletna šola tako ni bila mednarodna samo z vidika udeležencev, temveč tudi z vidika izvajalcev programa.

V okviru prvega tematskega sklopa so se udeleženci seznanili s splošno temo poletne šole – podatki v hidrologiji, in sicer s predavanji Začetno predavanje o hidrologiji in podatkih (angleško *Starting lecture about hydrology and data*), Uvod v hidrometrijo (angleško *Introduction to hydrometry*), Meritve in modeliranje



Slika 2: Predstavitve eksperimentalne ploskve ob stavbi Oddelka za okoljsko gradbeništvo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, kjer potekajo meritve prestrežanja padavin in povezanih procesov vodnega kroga (foto: K. Lebar)

Figure 2: Demonstration of the experimental site at the Department of Environmental Civil Engineering, UL FGG, where measurements of rainfall interception and related water cycle processes are carried out (Photo: K. Lebar)

padavinskih voda v mestih (angleško *Urban storm water measurements and modelling*) ter Zbiranje in uporaba podatkov in-situ in daljinskega zaznavanja (angleško *Collecting and using in-situ and remote sensing data*). V okviru uvodnih predavanj je bila udeležencem predstavljena eksperimentalna ploskev ob stavbi Oddelka za okoljsko gradbeništvo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani z vsemi meritvami, ki potekajo na njej (slika 2). Eksperimentalna ploskev je podrobneje predstavljena v prispevku Zabret in Šraj (2018).

Drugi tematski sklop je bil posvečen komuniciranju podatkov, načelom FAIR in podatkovnim repozitorijem, pri čemer so bila izvedena naslednja predavanja: Načrt za upravljanje raziskovalnih podatkov (angleško *Research data management plan*), Družboslovna hidrologija (angleško *Socio-hydrology*), Komunikacija hidroloških podatkov (angleško *Hydrological data communication*) in Odprta znanost (angleško *Open science*).

Terensko delo

Drugi dan poletne šole je bil namenjen terenskemu delu, med katerim so bile udeležencem praktično predstavljene in prikazane različne meritve na področju hidrologije. Potekalo je na porečju Gradašnice ob pomoči strokovnjakov iz Slovenije. Na reki Gradaščici v bližini vodomerne postaje Dvor je podjetje CGS labs, d. o. o., predstavilo in demonstriralo uporabo različne merilne opreme (slika 3). Udeleženci so za izbrani prečni profil sami merili hitrosti vode in posredno pretok. Naslednja postaja terenskega dne je bila meteorološka postaja Pasja ravan, ki deluje v okviru Agencije Republike Slovenije za okolje. Udeleženci so si lahko ogledali meteorološki radar ter se seznanili s spremljanjem in napovedovanjem vremena na podlagi podatkov radarja (slika 4). Terenski dan so udeleženci končali na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je doc. dr. Vesna Zupanc pripravila uvodno predavanje o spremljanju vlažnosti tal in jim predstavila nabor opreme, ki jo uporabljajo v ta namen.

Uporaba programskega orodja R in Rstudio

Zadnji tematski sklop poletne šole je bil namenjen uporabi različnih oblik in vrst hidroloških podatkov v programskem orodju R. V zadnjih dveh dneh poletne šole so se udeleženci preko nabora aktivnih predavanj (udeleženci so lahko predstavljeno simultano delali tudi na svojih računalnikih) spoznali



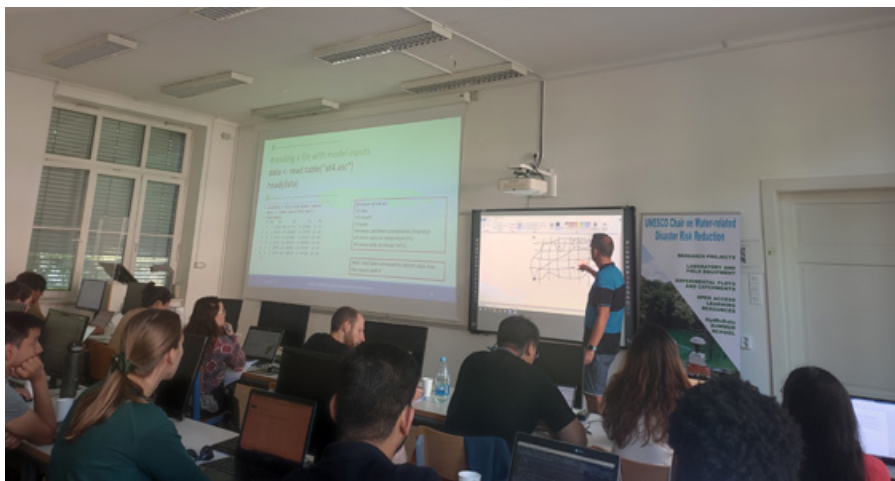
Slika 3: Predstavitev in uporaba merilne opreme za monitoring hitrosti vode in pretoka (foto: K. Lebar)

Figure 3: Demonstration and use of water speed and flow monitoring equipment (Photo: K. Lebar)



Slika 4: Ogled vremenskega radarja na Pasji ravni (foto: K. Lebar)

Figure 4: A tour of the weather radar at Pasja ravan (Photo: K. Lebar)



Slika 5: Delavnica o hidrološkem modeliranju v programskem orodju R (foto: K. Lebar)

Figure 5: Workshop on hydrological modelling in the R software tool (Photo: K. Lebar)

programski jezik R, in sicer vse od osnovnih funkcij in vizualizacije podatkov do uporabe programskega orodja za namen hidrološkega modeliranja (slika 5). Predavanja na delavnici so kronološko vključevala naslednja predavanja: Uvod v R in vizualizacija podatkov z R (angleško *Introduction to R and data visualisation using R*), R za verjetnostno analizo visokovodnih konic (angleško *R for flood frequency analysis*), R za prostorsko analizo (angleško *R for spatial analysis*), Uvod v modeliranje padavin in odtoka ter uporaba modela TUWien v R (angleško *Introduction to rainfall-runoff modelling and application of TUWien model in R*) in Modeliranje padavin in odtoka v R z uporabo paketa Airgr (angleško *Rainfall-runoff modelling in R using Airgr package*).

V zadnjem delu delavnice R smo udeležence z žrebom razdelili v skupine. Vsak od predavateljev je pripravil nabor kratkih nalog, ki so jih udeleženci

reševali v skupinah v programskem orodju R (slika 6), kar je bil tudi zaključni izpit poletne šole. Izpitne naloge so bile pripravljene skladno z gradivom, predstavljenim na delavnicah. Izpit je bil zaradi različnega predznanja udeležencev na področju programiranja v R zastavljen kot skupinsko delo. Vsi udeleženci so ga uspešno opravili in tako pridobili certifikat o udeležbi na poletni šoli, ki je bila predhodno ovrednotena z dvema kreditnima točkama ECTS (slika 7).

ODZIVI UDELEŽENCEV

Ob koncu poletne šole smo med udeležence razdelili vprašalnik o zadovoljstvu. Vprašalnik je vseboval deset vprašanj z ocenami od 1 do 10 (pri čemer je 1 pomenila najnižjo, 10 pa najvišjo oceno) in esejski vprašnji s predlogi za izboljšave ter vidikom poletne šole, s katerim so bili najbolj zadovoljni. Izpolnjen vprašalnik je oddalo 22 udeležencev.

Skupna povprečna ocena na podlagi desetih številčnih vprašanj je bila 9,27 (slika 8). Najnižjo oceno (8,77) je dobilo vprašanje »Ali je poletna šola zadovoljila vsebino, na podlagi katere ste se odločili za udeležbo na šoli?« Najvišjo oceno (9,86) je dobilo vprašanje »Kako bi ocenili podporo pred in med poletno šolo HydRoData?«

Na podlagi esejskih vprašanj smo lahko analizirali, v katerih vidikih bi lahko program prilagodili za naslednjo poletno šolo. Predlogi za izboljšave so vključevali nasprotujoče si odgovore, saj so trije udeleženci poudarili, da bi si želeli več delavnic o programiranju v R, trije udeleženci pa, da bi si želeli več časa za terensko delo in izvajanje meritev. To bi lahko bil razlog za najnižjo oceno splošnega zadovoljstva s poletno šolo, saj so nekateri študenti pričakovali več



Slika 6: Zaključni izpit poletne šole HydRoData z reševanjem nalog v programskem orodju R (foto: K. Lebar)

Figure 6: The final exam of the HydRoData summer school with problem solving in the R software tool (Photo: K. Lebar)



Slika 7: Udeleženci poletne šole HydRoData po podelitvi certifikatov o udeležbi (foto: K. Lebar)

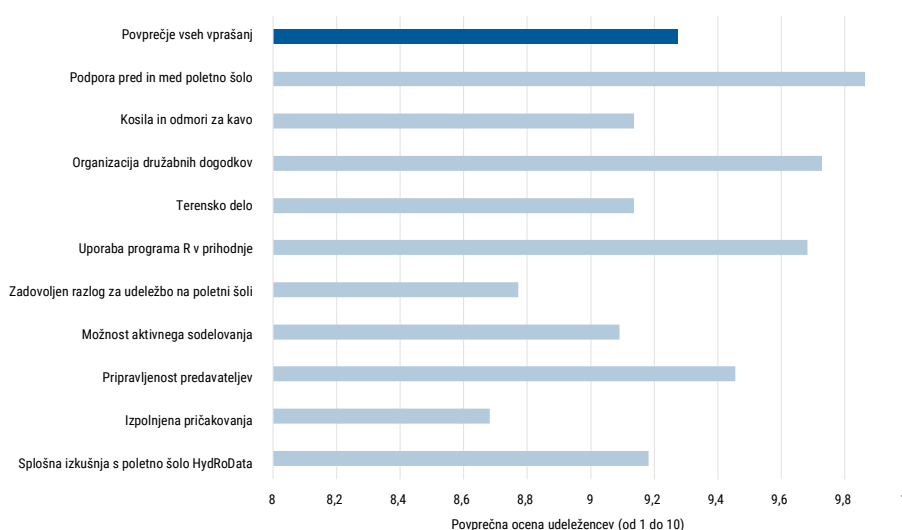
Figure 7: Participants of the HydRoData Summer School after the award ceremony of their participation certificates (Photo: K. Lebar)

programiranja v R, drugi pa več terenskega dela. Preostali predlogi so vključevali upočasnitev tempa delavnice R, več prostega časa ter zagotovitev, da se predavatelji držijo dodeljenih časovnih intervalov in urnika.

Kljub temu lahko sklenemo, da so se udeleženci na splošno počutili zelo dobrodošli in zadovoljni z organizacijo, saj je sedem udeležencev izpostavilo organizacijo kot najboljši del poletne šole. Največ pozitivnih povratnih informacij se je nanašalo na ekskurzijo oziroma terensko delo, saj ga je sedem udeležencev izpostavilo kot najboljši del poletne šole, po drugi strani pa jih je pet izpostavilo delavnico R kot najboljši del programa. Družabni dogodek, druženje in mreženje je kot najboljši del poletne šole izpostavilo pet udeležencev.

SKLEPNE MISLI

Poletna šola HydRoData je bila leta 2023 izvedena prvič, največji izziv pri organizaciji pa so predstavljala izbiranje vsebin, iskanje ustreznih predavateljev in časovno usklajevanje vsebin za zagotovitev povezanosti programa izredno širokega področja podatkov v hidrologiji. Kljub relativno dobremu odzivu udeležencev tako s številom prijav kot s končno evalvacijo programa z vprašalnikom bomo pri organizaciji prihodnjih poletnih šol HydRoData vsebine prilagajali aktualnim tematikam na področju in predlogom udeležencev preteklih poletnih šol.



Slika 8: Odzivi udeležencev poletne šole HydRoData na podlagi vprašalnika po koncu

Figure 8: Responses of the HydRoData Summer School participants to the post-workshop feedback questionnaire

ZAHVALA

Izvedbo poletne šole HydRoData so sofinancirali Univerza v Ljubljani v okviru ukrepa C.III.1 »Vključevanje lokalnih, regionalnih in globalnih izzivov trajnostnega razvoja, interdisciplinarnosti in STEAM pristopov v študijski proces – UNESCO katedra« Razvojnega stebra financiranja (RSF), Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost

Republike Slovenije v okviru raziskovalnega programa Vodarstvo in geotehnika (P2-0180) ter Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in inovacije, Slovenska nacionalna komisija za Unesco v okviru programa Medvladnega hidrološkega programa IHP. Pri izvedbi terenskih aktivnosti se zahvaljujemo podjetju CGS labs, d. o. o., za demonstracijo merske opreme in njene uporabe ter Agenciji Republike Slovenije za okolje za voden ogled vremenskega radarja na Pasji ravni.

Viri in literatura

1. Bezak, N., Lebar, K., Mikoš, M., Rusjan, S., Šraj, M., 2023. Razvoj metodologije za izračun visokovodnih valov na podlagi ekstremnih padavinskih dogodkov. Končno poročilo Ciljnega raziskovalnega projekta V2-2137, 114 str. https://www.fgg.uni-lj.si/wp-content/uploads/2023/05/Koncno_porocilo_CRP_V2_2137.pdf.
2. Brenčič, M., 2023. Paradoks povratnih dob. <https://sdzv-drustvo.si/novice/paradoks-povratnih-dob>, 22. 5. 2024.
3. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike.
4. Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti.
5. Gan, T., Tarboton, D. G., Dash, P., Gichamo, T. Z., Horsburgh, J. S., 2020. Integrating Hydrologic Modeling Web Services with Online Data Sharing to Prepare, Store, and Execute Hydrologic Models. *Environmental Modelling and Software*, 130, 104731. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104731>.
6. IHP, 2022. IHP-IX: Strategic Plan of the Intergovernmental Hydrological Programme: Science for a Water Secure World in a Changing Environment, ninth phase 2022-2029. Unesco, Francija. 51 str.
7. Komac, B., 2019. Digitalizacija naravnih nesreč, uvodnik. *Ujma*, 6–7. https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/URSZR/Publikacija/Ujma/2019/uvodnik_vsebinska_za_tisk.pdf.
8. Montanari, A., 2011. 2.17 - Uncertainty of Hydrological Predictions. Pp. 459–78 in *Treatise on Water Science*, edited by P. Wilderer. Oxford: Elsevier.
9. Stewart, Bruce, 2015. *Measuring What We Manage - The Importance of Hydrological Data to Water Resources Management*. IAHS-AISH Proceedings and Reports 366 (June 2014), 80–85. doi:10.5194/piahs-366-80-2015.
10. Šraj, M., Sapač, K., Žgajnar Gotvajn, A., Lobnik, F., Brilly, M., Lobnik, M., Ranzi, R., Hübl, J., 2017. Mednarodna doktorska poletna šola v okviru projekta Erasmus+ Varovanje okolja in naravne nesreče. *Ujma*, 252–257. <https://ojs-gr.zrc-sazu.si/ujma/article/view/8511/7950>.
11. Ulaga, F., Koprivšek, M., Šupek, M., Sušnik, M., Piry, M., Petan, S., 2023. Izjemne poplave med 4. in 8. avgustom 2023. V: *Zbornik Tretjega slovenskega kongresa o vodah*, 15–24.
12. World Bank, 2022. <https://www.worldbank.org/en/topic/waterresourcesmanagement#2>, 21. 3. 2024.
13. WMO, 2022. *State of Global Water Resources 2021*. WMO No. 1333. Geneva, Switzerland. <https://doi.org/10.18356/9789263113085>.
14. Zabret, K., Šraj, M., 2018. Spatial variability of throughfall under single birch and pine tree canopies. *Acta hydrotechnica* 31:54, 1–20. <https://doi.org/10.15292/acta.hydro.2018.01>.
15. Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdlr-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 – odl. US in 78/23 – ZUNPEOVE).