
GEOGRAFSKI INŠTITUT ANTONA MELIKA

Znanstvenoraziskovalnega centra
Slovenske akademije znanosti in umetnosti
p. p. 306, 1001 Ljubljana
Telefon: (01) 470 63 50, 470 61 00
E-pošta: giam@zrc-sazu.si
<http://giam.zrc-sazu.si/>

**ANTON MELIK GEOGRAPHICAL INSTITUTE**

of Research Centre of
the Slovenian Academy of Sciences and Arts
p. o. 306, 1001 Ljubljana, Slovenia
Telephone: +386 1 470 61 00
E-mail: giam@zrc-sazu.si
<http://giam.zrc-sazu.si/>

Poročilo projekta
Primerni ekološki ukrepi na področju poplavne nevarnosti v hribovitem
območju Madžarske in Slovenije

Avtor poročila: dr. Rok Ciglič

Ljubljana 2021

VSEBINA

1 OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU	3
2 NAMEN PROJEKTA.....	3
3 REZULTATI.....	3
4 DODATNI POMEMBNI REZULTATI PROJEKTNE SKUPINE	9
5 REFERENCE.....	10

1 OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

Polni naslov: **Primerni ekološki ukrepi na področju poplavne nevarnosti v hribovitem območju Madžarske in Slovenije**

Naslov v angleščini: **Possible ecological control of flood hazard in the hill regions of Hungary and Slovenia**

Vodilni partner: **University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Geography**

Vodja projekta: **Dr. Dénes Lóczy**

Vodja projekta (slovenski del): **Dr. Rok Ciglič**

Trajanje projekta: **1. 11. 2017–31. 10. 2020 (podaljšan do 31. 10. 2021)**

Finančni vir (slovenski del): **Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (N6-0070).**

Finančni vir (madžarski del): **Nemzeti Kutatás-Fejlesztési és Innovációs Hivatal, NKFIH (National Research Development and Innovation Office)**

Sodelavci (slovenski del): **Dr. Mateja Ferk, Dr. Mauro Hrvatin, Dr. Blaž Komac, Mag. Miha Pavšek, Dr. Jure Tičar, Dr. Manca Volk Bahun, Dr. Matija Zorn, Dr. Rok Ciglič**

Šifra projekta (ARRS): **N6-0070**

2 NAMEN PROJEKTA

Glavni namen projekta je bil preučiti nekatere ukrepe in možnosti upravljanja za ekološki nadzor poplav. Kot glavni poudarki projekta so bili določeni:

- pokrajinskoekološka analizo naravnih in antropogenih pokrajinskih elementov, oblik in struktur, ki vplivajo na odtekanje vode, stopnjo sedimentacije ter na poplavne razmere,
- popis ter ovrednotenje prednosti malih pregrad in zadrževalnikov z ozirom na njihovo sedanjo uporabo,
- ovrednotenje možnih inženirskih rešitev pri upravljanju s poplavami.

3 REZULTATI

V projektu smo si skupaj s projektnimi partnerji kot poglobilni cilj zastavili preučiti možnosti ekološkega pristopa k upravljanju poplav. Za doseg tega smo v poteku projekta delo razdelili na tri sklope, ki sledijo zgoraj omenjenim poudarkom projekta. Med njimi je bil najbolj pomemben in obsežen prvi sklop pokrajinskoekološke analize.

Izbrana pilotna območja na Madžarskem so bila v hribovjih Somogy, Zselic, Mecsek in Baranya. Izbrana pilotna območja v Sloveniji so bila v Halozah, Slovenskih goricah in na Goričkem.

Osnovni koraki so obsegali pregled virov in zbiranje podatkov. Za celotno območje SV Slovenije smo zbrali osnovno literaturo ter druge osnovne obstoječe podatke in podatkovne sloje o pokrajinskih elementih (nadmorska višina, naklon, raba tal, zavarovana območja, infrastruktura, pretekla raba tal ...), s pomočjo katerih smo pripravili gradivo za osnovno poizvedovanje in prostorske analize preučevanega območja. Enako so za madžarska območja podatke in literaturo zbrali madžarski partnerji.

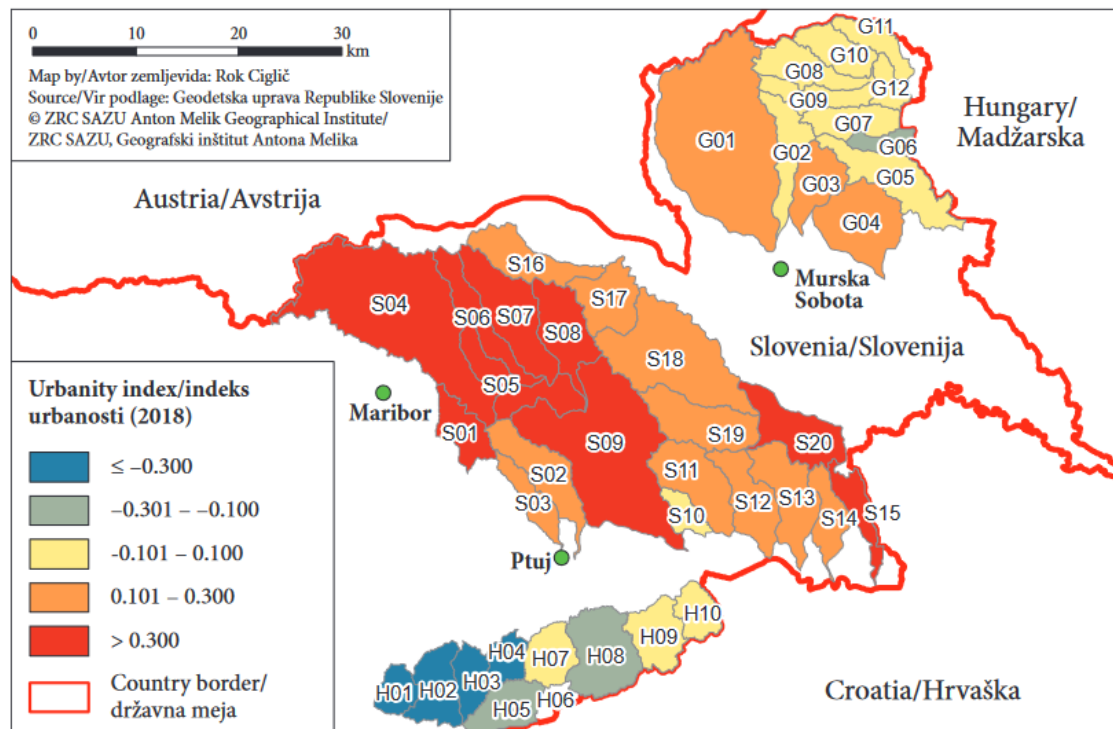
V začetnem delu projekta smo pripravili osnutke za objavo raziskav. V prvem delu projektnih aktivnosti smo postavili ustrezne temelje za nadaljnje delo, saj smo pripravili tudi monitoring sistem in tehnično opremo ter usposobili osebe za upravljanje raziskav. Podrobnosti so zapisane v spodnjih sklopih.

3.1 Sklop 1: Pokrajinskoekološka analiza naravnih in antropogenih pokrajinskih elementov, oblik in struktur, ki vplivajo na odtekanje vode, stopnjo sedimentacije ter na poplavne razmere

Sklop 1 je bil najbolj obsežen in je potekal na različnih prostorskih ravneh (v različnih merilih). V nekoliko manjšem merilu smo za območje slovenskih panonskih gričevij ugotavljali rabo tal (kot enega najbolj vidnih elementov pokrajine, ki kaže na naravne in antropogene dejavnike) ter njen vpliv na zadrževanje voda (Ciglič in Nagy 2019). Ugotovili smo nekatere razlike med posameznimi območji, saj je ponekod

delež gozdov in površin v zaraščanju večji kot drugod in so zato zmožnosti zadrževanja vode različne. S pomočjo kartografskega prikaza indeksa urbanosti (primer za leto 2018 je na sliki 1) smo izpostavili, katera območja imajo večji potencial zadrževanja voda z vidika rabe tal (Ciglič in Nagy 2019). Prav tako smo za ista območja raziskali, kako dovzetna so na pojav erozije (Hrvat in, Ciglič in Lóczy 2019) ter kakšni tipi prsti in reliefa se na tem območju pojavljajo (Hrvat in, Volk Bahun in Lóczy 2020). Tako smo opozorili na razlike znotraj panonskih gričevij ter pripomogli k lažji oceni možnosti zadrževanja voda v povirnih delih.

Slika 1. Indeks urbanosti leta 2018 v panonskih gričevjih Slovenije lahko nakazuje na sposobnost zadrževanja voda.



Z obsežnim terenskim delom smo se srečevali predvsem v Slovenskih gorica, kjer smo opravili raziskave v večjem prostorskem merilu (torej, smo se za posamezne raziskave osredotočili na manjša območja). Tako smo na pilotnem območju na severu Slovenskih goric popisali in ovrednotili manjša vodna telesa (s pregradami) in njihov vpliv na okolje oz. vodne razmere (glej poglavje 3.2; Ferk s sodelavci 2020). Za območje Jareninskega potoka v Slovenskih gorica smo izvedli tudi dodatno analizo, kako se je raba tal spreminjala v daljšem časovnem obdobju. Naredili smo primerjavo med 19. stoletjem in 21. stoletjem ter analizirali spremembe. Ugotovili smo, da je v primerjavi s tedanjim stanjem danes manj vinogradov na zelo strmih pobočjih, saj so bili opuščeni in zaraščeni, kar sicer pripomore k boljšemu zadrževanju voda (Deriaz s sodelavci 2019; Ciglič s sodelavci 2019; slika 2).

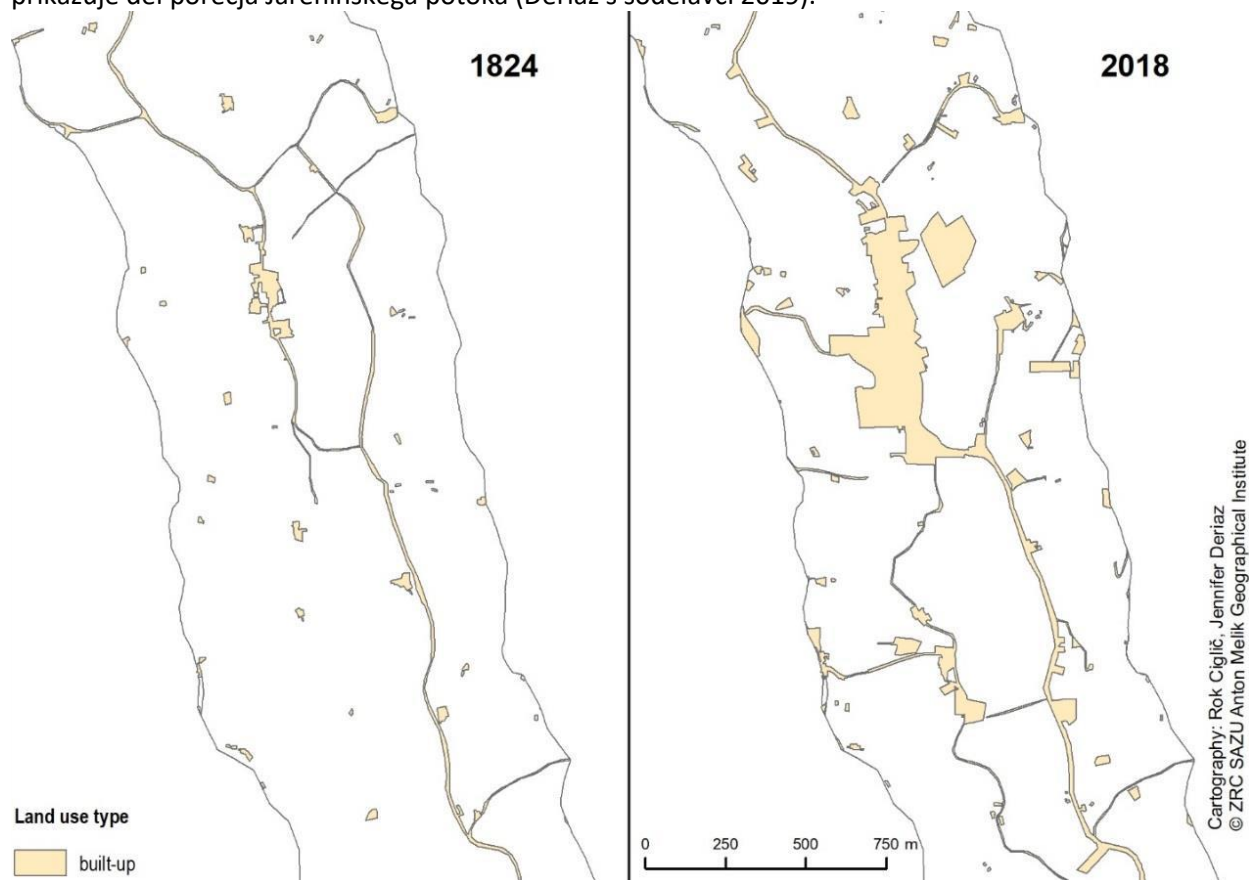
Najbolj prostorsko natančnih raziskav smo se lotili na območju povirnega dela Jareninskega potoka, kjer smo postavili opazovalni sistem za preučevanje vlage in temperature v prsti (Ciglič s sodelavci 2019; slika 3). Pri tem smo sledili vzoru madžarskih partnerjev, ki so na madžarskih pilotnih območjih postavili merilne sisteme, katerih podatke smo analizirali ter ugotavljali, kako raba tal vpliva na vsebnost vode v prsti. Po madžarskem vzoru smo torej tudi v Sloveniji pripravili merilni sistem, ki je začel delovati konec leta 2018 (ob izteku prvega leta projekta) in ob zaključku projekta še deluje. Z omenjenim sistemom merimo temperaturo in vlažnost prsti (volumetrično vsebnost vode) ter količino padavin. Slovenski

merilni sistem v prsti je postavljen na dveh lokacijah v bližini naselja Vajgen v porečju Jareninskega potoka. Merilni mesti sta medsebojno oddaljeni le nekaj 100 m – v vinogradu in v gozdu. Sensorje v prsti smo na vsaki rabi tal namestili na dveh lokacijah (višjem in nižjem delu pobočja) in na dveh globlinah (na 10 in 30 cm). Skupno to predstavlja dejansko osem merilnih točk. To nam omogoča spremljanje vlažnosti prsti na dveh vrstah rabe tal, ki imata zelo različen rastlinski pokrov in zato različno vplivata na zadrževanje vode ter posledično tudi na druge procese, denimo plazenje. Vse lokacije so na približno enaki nadmorski višini na istem pobočju jugozahodne ekspozicije. Merilni sistem je bil postavljen s pomočjo zunanjih izvajalcev (Gozdarski inštitut Slovenije). Z madžarskim partnerjem tako opravljamo analizo o stanju vode v prsti na različnih rabah tal.

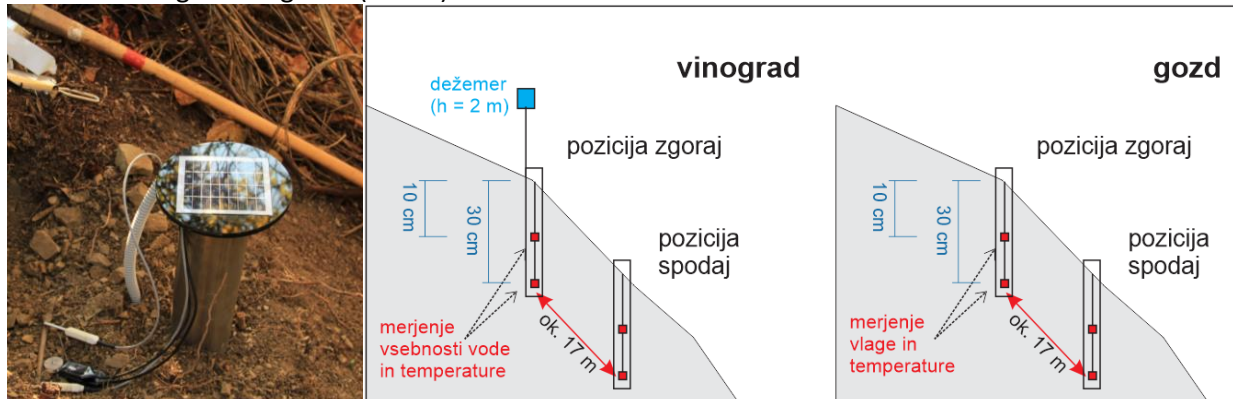
Na madžarskem pilotnem območju smo se osredotočili na različne kmetijske rabe tal, na slovenskem pa na primerjavo med vinogradom in gozdom. Ugotovljeno je bilo, da so njivske površine najbolj dovzetne za nastanek suše, več vode pa se v prsti ohrani na pašnikih in v sadovnjakih (Nagy s sodelavci 2020). Dodatno smo rezultate merilcev na terenu primerjali tudi z geoinformacijskimi izračuni (modeli) na podlagi digitalnih modelov višin laserskega skeniranja in satelitskih posnetkov (Nagy et al. 2021). Na slovenskem pilotnem območju smo se osredotočili na primerjavo med vsebnostjo vode v prsti v vinogradih in gozdovih. Vsebnost vode v prsti je bila navadno večja v gozdu, ki zatorej lahko bolj pripomore k zadrževanju voda v povirnih delih.

V tem sklopu smo najtesneje sodelovali s projektnimi partnerji, ki so nam posredovali svoje izkušnje za postavitev sensorjev temperature in vlažnosti prsti.

Slika 2: Primerjava pozidanih površin (ang. *built-up*) v prvi polovici 19. stoletja in leta 2018. Izsek prikazuje del porečja Jareninskega potoka (Deriaz s sodelavci 2019).



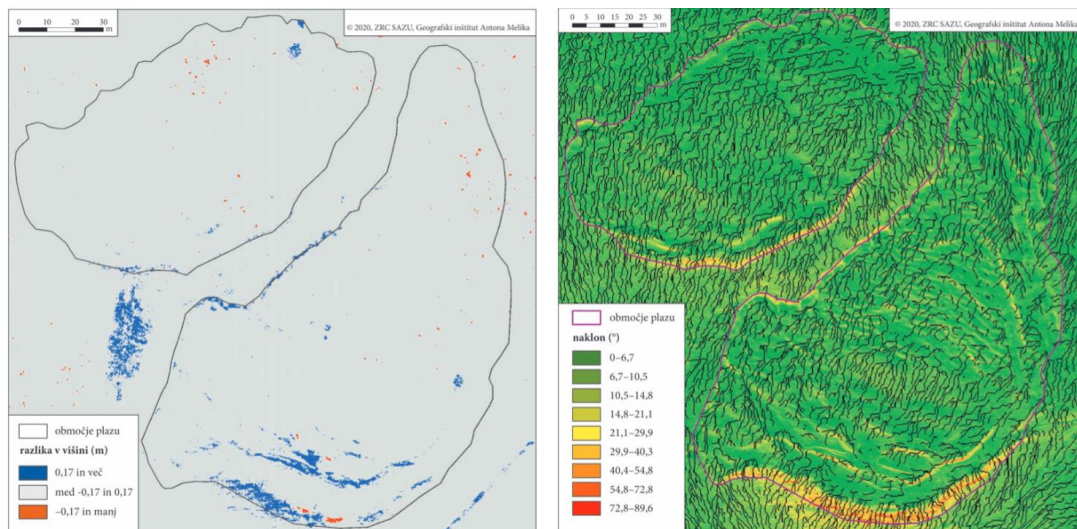
Slika 3: Fotografija enega merilnega mesta za vlago in temperaturo v prsti pred namestitvijo (zasutjem) v gozdu v okolici Vajgna v Slovenskih goricah (levo; foto: Mateja Ferk) in shema postavitve merilnega sistema v vinogradu in gozdu (desno).



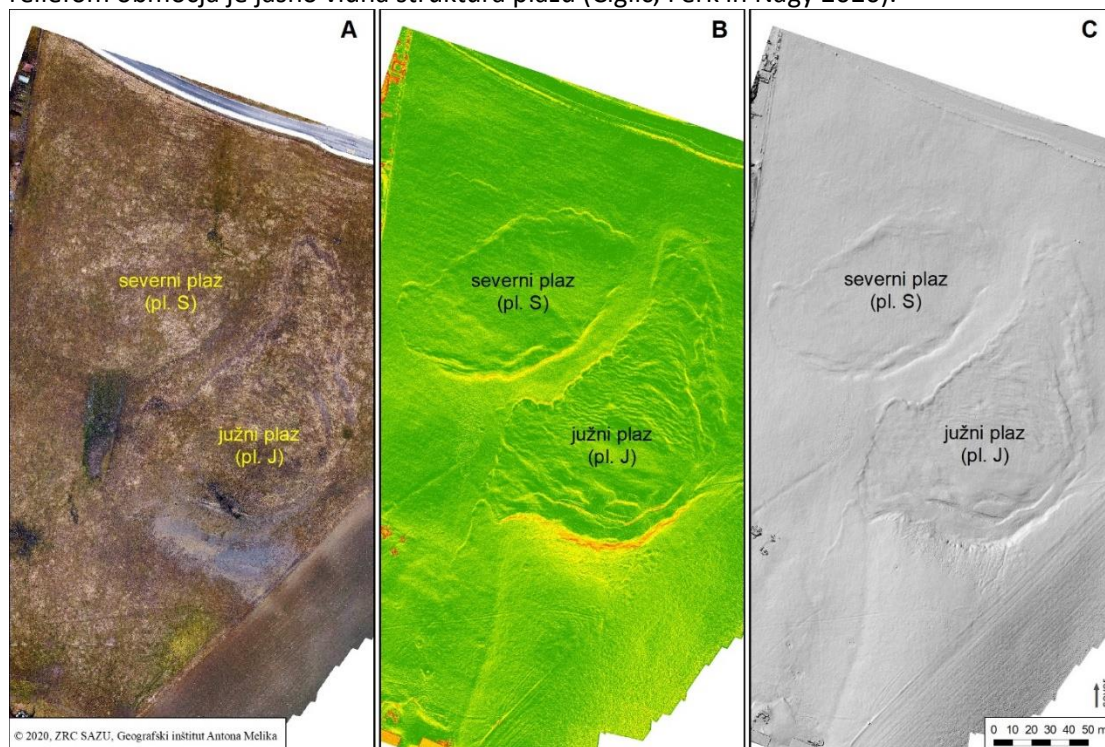
V bližini Šentilja smo izvedli opazovanje zemeljskega plazua ter pobočnih procesov na pobočju (npr. površinskega odtekanja vode), kar smo izvedli z rednim snemanjem z brezpilotnim letalnikom (Ciglič, Ferk in Nagy 2020). Uredili smo vso potrebno dokumentacijo za letenje, kar nam je omogočilo opazovanje vodnih, kmetijskih in gozdnih zemljišč iz zraka tudi na drugih terenskih ogledih (npr. pri popisu vodnih teles, glej poglavje 3.2). Del slovenske projektne skupine je opravil ustrezno izobraževanje o delovanju in upravljanju brezpilotnih sistemov.

S pomočjo brezpilotnega letalnika smo na omenjenem območju v okolici Šentilja fotografirali dva plazova. Pri plazui, kjer ni bilo grmovja in dreves ter kjer je rasla le pokošena trava, smo s fotogrametričnimi postopki v programu Metashape izdelali več digitalnih modelov površja ter jih primerjali med seboj ter s podatki laserskega skeniranja Slovenije izpred nekaj let. Opazili smo premik ter z geoinformacijskimi metodami analizirali površje ter možne poti površinske vode (sliki 4 in 5; Ciglič, Ferk in Nagy 2020). S projektni partnerji smo izmenjali izkušnje na področju letenja z brezpilotnimi letalniki.

Slika 4: Razlika v nadmorski višini pri primerjavi površij januarja 2020 in avgusta 2019 (levo) ter prikaz ocene stekanja vode na območju plazua v letu 2020 (desno) (Ciglič, Ferk in Nagy 2020).



Slika 5: Opazovanje plazu pri Šentilju z brezpilotnim letalnikom januarja 2020 (levo – ortofoto posnetek z brezpilotnim letalnikom; sredina – naklon; desno – senčen relief). S prikazanimi nakloni in senčnim reliefom območja je jasno vidna struktura plazu (Ciglič, Ferk in Nagy 2020).



3.2 Sklop 2: Popis in vrednotenje malih pregrad in zadrževalnikov

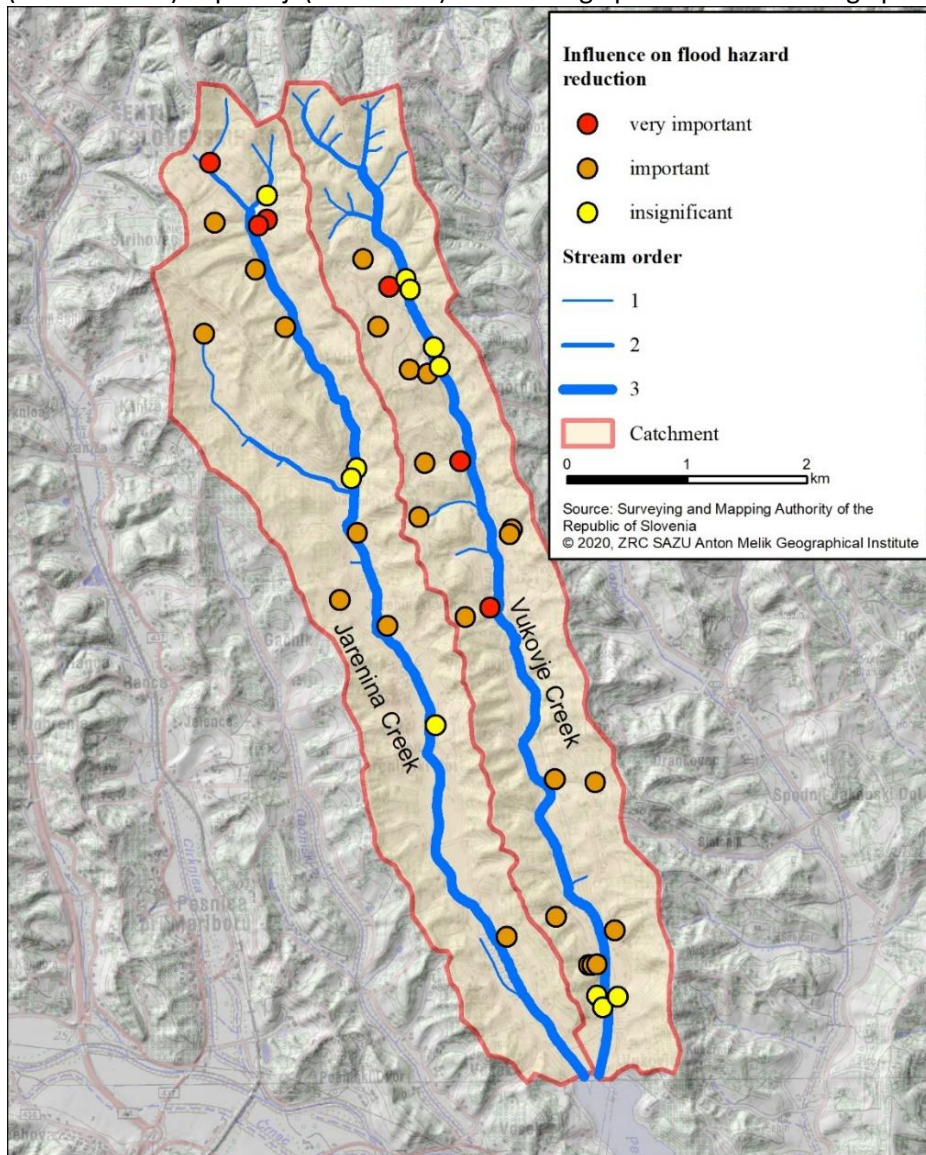
Na slovenskem raziskovalnem območju smo se posvetili pregledu manjših pregrad in ribnikov v zasebni lasti, ki se pojavljajo v zgornjih povirnih delih gričevja. Eden od načinov gospodarjenja z vodnimi viri je namreč izgradnja majhnih zadrževalnih ribnikov. V okviru projekta smo preučili upravljanje teh manjših vodnih teles in njihov vpliv na preprečevanje poplav v izbranih porečjih na testnem območju Slovenskih goric. Podatke o upravljanju vodnih teles smo zbrali s pomočjo intervjujev lastnikov. Ugotovili smo, da so bili v glavnem zgrajeni za namensko uporabo, kot je ribolov, namakanje, napajanje živine. Te funkcije so postopoma nadomestile prosti čas, estetika in turizem. Na pilotnem območju prevladujejo zadrževalniki, ki jih polnijo izviri, vodotoki in padavine, in nekoliko lahko zmanjšujejo poplavno ogroženost. Zaradi večje variabilnosti padavin postajajo ribniki na lokalni ravni tudi pomemben ukrep za omejevanje posledic suše. V pilotni študiji smo izvedli inventarizacijo in razvrščanje zadrževalnih ribnikov v porečjih Jareninskega potoka in Vukovskega potoka (slika 6; Ferk s sodelavci 2020).

3.3 Sklop 3: Ovrednotenje neinženirskih rešitev za upravljanje s poplavami

V projektu smo pregledali širše stanje na področju možnosti uporabe negradbenih ukrepov za zadrževanje vode oz. preprečevanje poplav. Ugotovili smo, da uporaba negradbenih ukrepov izhaja iz geografskih raziskav in da so v zadnjih desetletjih vse pomembnejši tudi v drugih strokah, ki se ukvarjajo s poplavami. Samo gradbeni protipoplavni ukrepi namreč ne zadoščajo več za tako kompleksno sodobno družbo, ki jo sicer zaznamujejo (informacijska) tehnologija in individualizacija. Negradbeni ukrepi obsegajo širok spekter dejavnosti, ki segajo vse od ukrepov upravljanja porečij in coniranja oziroma vzpostavitve evidenc poplavne ogroženosti, do monitoringa poplav in opozarjanja pred njimi ter ozaveščanja in nenazadnje tudi gospodarskih dejavnosti, kot je zavarovalništvo (Komac in Zorn 2020).

Nekaj splošnih spoznanj na temo voda severovzhodne Slovenije je bilo predstavljenih tudi v okviru širše predstavitve voda in upravljanja z vodami v Sloveniji (Hrvat in Komac in Zorn 2020).

Slika 6: Popis vodnih teles v porečju Jareninskega potoka in Vukovskega potoka (Ferk s sodelavci 2020). Zemljevid prikazuje oceno vpliva na zmanjšanje poplavne nevarnosti (ang. *Influence on flood hazard reduction*) za posamezna vodna telesa. Možne ocene so bile: zelo pomembno (*very important*), pomembno (*important*), nepomembno (*insignificant*). Na zemljevidu so prikazani tudi redi vodotokov (*stream order*) in porečji (*catchment*) Jareninskega potoka in Vukovskega potoka.



3.4 Drugi rezultati

Del rezultatov projekta bo objavljen kot poglavje tudi v knjigi o pokrajinah v Slovenji, ki je v prihodnje (predvidoma v 2023) načrtovana pri založbi Springer. Poglavje bo obravnavalo naravne danosti terciarnih gričevij panonskega dela Slovenije s poudarkom na pobočnih procesih. Del rezultatov meritev vsebnosti vode v prsti na slovenskem pilotnem območju nameravamo objaviti v slovenski reviji *Acta geographica Slovenica*.

3.5 Sumarni pregled objav in referatov

Na tem mestu povzemamo objavljene članke in poglavja ter uvrstitev v sklope projekta (preglednica 1).

Preglednica 1: Pregled objav (članki, poglavja) v okviru projekta. Za celotno referenco glej poglavje 5.

glavni poudarki prijave	rezultat (znanstveni članek, poglavje)
pokrajinskoekološka analiza naravnih in antropogenih pokrajinskih elementov, oblik in struktur, ki vplivajo na odtekanje vode, stopnjo sedimentacije ter na poplavne razmere	Ciglič in Nagy 2019; Ciglič, Deriaz, Zorn, Ferk, Lóczy 2019; Deriaz, Ciglič, Ferk, Lóczy 2019; Hrvatin, Ciglič, Lóczy in Zorn 2019; Ciglič, Ferk in Nagy 2020; Hrvatin, Volk Bahun in Lóczy 2020; Nagy s sodelavci 2020; Nagy s sodelavci 2021
popis in vrednotenje malih pregrad in zadrževalnikov	Ferk s sodelavci 2020
ovrednotenje ne-inženjskih rešitev za upravljanje s poplavami	Komac, Zorn 2020
drugo	Hrvatin, Komac in Zorn 2020

Tekom projekta smo delo predstavili na znanstvenih konferencah. Tu navajamo seznam povzetkov:

- Ciglič, R., Ferk, M., Deriaz, J., Zorn, M., Lóczy, D., Tičar, J., Hrvatin, M., Komac, B. 2019a: Land use change analysis in the Pannonian Region: the case study of Jarenina Creek (Jareninski potok), Slovenia. Abstracts and guide book. Ljubljana. [COBISS.SI-ID 45178413]
- Ciglič, R., Ferk, M., Deriaz, J., Zorn, M., Lóczy, D., Tičar, J., Hrvatin, M., Komac, B. 2019b: Spremembe rabe tal v Slovenskih goricah (Porečje Drave, Slovenija)/Land use change in the Slovenske gorice low hills (Drava River basin, Slovenia)/Promjena korištenja zemljišta u Slovenskim goricama (sliv rijeke Drave, Slovenija). Knjiga sažetaka/Book of abstracts. Koprivnica, Zagreb. [COBISS.SI-ID 44705837]
- Ciglič, R., Ferk, M., Hrvatin, M., Komac, B., Tičar, J., Zorn, M., Deriaz, J., Lóczy, D. 2019: Geoinformation analyses of land-use changes in Northeast Slovenia: a case study of the Jarenina Creek catchment. RSCy2019: Seventh International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of Environment, 18-21 March, 2019. Pahpos, Limassol. [COBISS.SI-ID 44500781]
- Ciglič, R., Ferk, M., Tičar, J., Kobal, M., Lóczy, D. 2018: Možnosti uporabe brezpilotnih letalnikov v geomorfologiji. Ekскурzije in povzetki. Ljubljana. [COBISS.SI-ID 43472685]
- Nagy, G., Ciglič, R., Czigány, Sz., Hrvatin, M., Fábrián, Sz. Á., Ferk, M., Pirkhoffer, E., Zorn, M., Lóczy, D. 2019: Topographic wetness index usability for the identification of soil moisture contents in SW Hungary. Abstracts and guide book. Ljubljana. [COBISS.SI-ID 45190701]
- Lóczy, D., Nagy, G., Czigány, Sz., Gyenizse, P., Pirkhoffer, E., Zorn, M., Ciglič, R., Fábrián, Sz. Á., Varga, G., Markovics, B. 2019: Landscape pattern and runoff in agricultural hilly regions: mapping and monitoring. Book of abstracts. Praga. [COBISS.SI-ID 44704813]
- Nagy, G., Dezső, J., Pirkhoffer, E., Ciglič, R., Czigány, Sz. 2018: Teraszos és lejtős művelésű területek víztartó képességének összehasonlítása vályog talajok esetében. [Comparison of the water capacity of cultivated terraces and sloping areas at loam texture soils]. Program és Absztrakt füzet [Program and book of abstracts]. Budimpešta. [COBISS.SI-ID 43565357]

4 DODATNI POMEMBNI REZULTATI PROJEKTNE SKUPINE

4.1 Mentorstvo pri opravljanju prakse Jennifer Deriaz (prenos znanja v gospodarstvo)

V okviru projekta je bilo izvedeno opravljanje študijske prakse tuje študentke Jennifer Deriaz (ESAIP Engineering School, Angers, Francija). Študentka je bila na inštitutu julija in avgusta 2018. Bila je

vključena v projektne aktivnosti na področju analize rabe tal. Študentka se je seznanila z georeferenciranjem arhivskega gradiva, vektorizacijo podatkov in pokrajinsko metriko. Pri svojem delu se je prvič podrobneje seznanila z različnimi orodji v programu *ESRI ArcGIS Desktop* ter tako pridobila znanje na raziskovalnem in tehničnem področju. Bila je vključena tudi v terensko delo. Uporabljen znanje je študentka kasneje uporabila pri svojem študijskem delu, prav tako pa bo lahko znanje uporabila pri delu na področju geografskih informacijskih sistemov pri različnih projektih. Študentka je bila vključena tudi v pripravo in objavo članka v *European Countryside* (Deriaz s sodelavci 2019).

4.2 Uporaba pridobljenega znanja in opreme v drugih raziskavah, ki jih podpira ARRS

V okviru projekta smo izboljšali znanje na področju uporabe brezpilotnih letalnikov, predvsem pri zajemu fotografij, in priprave različnih produktov, ki jih obdelava fotografij omogoča, predvsem izdelave digitalnih modelov površja in ortofotov. Pridobljena tehnična oprema (letalnik) in programska oprema (GIS programi) koristi raziskavam tudi delu raziskovalne skupine na drugih področjih. Tako je bila omenjena oprema vse od leta 2018 uporabljena pri raziskavah v okviru programa Geografija Slovenije (P6-0101) pri opazovanju Triglavskega ledenika in Ledenika pod Skuto ter pri zajemu pokrajinskih fotografij na različnih območjih Slovenije.

4.3 Mentorstvo pri opravljanju prakse Daniel Thieux

V okviru projekta je sodeloval tudi študent Daniel Thieux (University of Tübingen, Nemčija), ki je leta 2019 sodeloval pri pripravi prostorskih podatkov (digitlani modeli površja, satelitske slike) in njihovi analizi (izračun različnih kazalnikov potencialne vlažnosti, vegetacijskih indeksov idr.). Študent je bil vključen v pripravo članka, ki je v času pisanja poročila še vedno v recenziji pri reviji *PIOS ONE*.

4.4 Vabljen predavanja

V okviru projektne dela smo izvedli tudi tri vabljen predavanja. Seznam vabljenih predavanj:

- Ciglič, R. 2019: Evaluating suitability of numeric raster data layers according to landscape analysis scale : case study, NE Slovenia: predavanje na delavnici GIS und Fernerkundung in der Landschaftsanalyse v okvirju seminarja Geokolloquium, Universität Graz, Institut für Geographie und Raumforschung, 12. junij 2019. [COBISS.SI-ID 45071149]
- Ciglič, R. Possible ecological control of flood hazard in the hilly regions of Hungary and Slovenia - Slovenian part : predavanje na University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Geography and Earth Sciences, Pécs (Madžarska), 19. april 2018. [COBISS.SI-ID 42908717]
- Zorn, M. Erosion processes in Slovenia: a short overview : predavanje na University of Pécs, Faculty of Sciences, Institute of Geography and Earth Sciences, Pécs (Madžarska), 19. april 2018. [COBISS.SI-ID 42893357]

4.5 Organizacija predavanj

V sodelovanju z Geomorfološkim društvom Slovenije smo organizirali sklop predavanj o površinskem odtoku vode in erozije prsti. Gostujoča predavateljica sta bila dr. Dénes Lóczy in Gábor Nagy, ki sta predstavila ukrepe za zmanjšanje površinskega odtoka vode s kmetijskih površin in terenske meritve erozije prsti. (Objavljeno na <https://www.geomorfolosko-drustvo.si/2019/04/17/predavanji-o-povrsinskem-odtoku-vode-in-eroziji-prsti/>).

5 REFERENCE

- Ciglič, R., Deriaz, J., Zorn, M., Ferk, M., Lóczy, D. 2019: Analiza promjene uporabe zemljišta na primeru panonskih brda u Sloveniji/Land use change analysis: a case study from Pannonian low-hills in Slovenia. *Ekonomika i ekohistorija* 15. [COBISS.SI-ID 46022957]

- Ciglič, R., Nagy, G. 2019: Naturalness level of land use in a hilly region in north-eastern Slovenia/Stopnja naravnosti gričevnatega sveta severovzhodne Slovenije z vidika rabe tal. Geografski vestnik 91-1. DOI: 10.3986/GV91101 [COBISS.SI-ID 45963309]
- Ciglič, R., Ferk, M. 2020: Opazovanje pobočnih procesov z brezpilotnim letalnikom na primeru plazov v Slovenskih goricah. Modeliranje pokrajine, GIS v Sloveniji 15. Ljubljana. DOI: 10.3986/9789610504696_08 [COBISS.SI-ID 28637187]
- Deriaz, J., Ciglič, R., Ferk, M., Lóczy, D. 2019: The influence of different levels of data detail on land use change analyses: a case study of Franciscan Cadastre for a part of the Pannonian Hills, Slovenia. European Countryside 11-3. doi: 10.2478/euco-2019-0019 [COBISS.SI-ID 45198637]
- Ferk, M., Ciglič, R., Komac, B., Lóczy, D. 2020: Management of small retention ponds and their impact on flood hazard prevention in the Slovenske Gorice Hills. Acta geographica Slovenica 60-1. DOI: 10.3986/AGS.7675 [COBISS.SI-ID 16978947]
- Hrvatin, M., Ciglič, R., Lóczy, D., Zorn, M. 2019: Določanje erozije v gričevjih severovzhodne Slovenije z Gavrilovićevo enačbo. Geografski vestnik 91-2. DOI: 10.3986/GV91206. [COBISS.SI-ID 45990445]
- Hrvatin, M., Komac, B., Zorn, M. 2020: Water resources in Slovenia. Water resources management in Balkan countries. Springer water. Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-22468-4_3 [COBISS.SI-ID 45393709]
- Hrvatin, M., Volk Bahun, M., Lóczy, D. 2020: Tipi hidrografskih območij v gričevjih severovzhodne Slovenije glede na značilnosti reliefa in prsti. Modeliranje pokrajine, GIS v Sloveniji 15. Ljubljana. DOI: 10.3986/9789610504696_04 [COBISS.SI-ID 28464899]
- Komac, B., Zorn, M. 2020: Pomen negradbenih ukrepov za poplavno varnost. Geografski vestnik 92-1. doi: 10.3986/GV92106 [COBISS.SI-ID 53590275]
- Nagy, G., Lóczy, D., Czigány Sz., Pirkhoffer, E., Fábíán, S. Á., Ciglič, R., Ferk, M. 2020: Soil moisture retention on slopes under different agricultural land uses in hilly regions of Southern Transdanubia. Hungarian geographical bulletin 69-3. doi: 10.15201/hungeobull.69.3.3 [COBISS.SI-ID 31177475]
- Nagy, G., Lóczy, D., Czigány, Sz., Hrvatin, M., Ciglič, R. 2021: Comparison of soil moisture indices and field measurements in hilly agricultural lands of SW Hungary. Acta geographica Debrecina, Landscape & environment series 15-1. DOI: 10.21120/LE/15/1/7 [COBISS.SI-ID 72012035]