



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-18-0472

Meranie tvaru vodnej hladiny pri neustálenom prúdení metódami blízkej fotogrametrie

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Marek Fraštia, PhD.**

Príjemca

Slovenská technická univerzita v Bratislave - Stavebná fakulta

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Katedra geodézie

Katedra hydrotechniky

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

nemáme

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

nemáme

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

MARČIŠ, Marián - FRAŠTIA, Marek - HIDEGHÉTY, Andrej - PAULÍK, Peter.

Videogrammetric verification of accuracy of wearable sensors used in kiteboarding. In Sensors. Vol. 21, iss. 24 (2021), online, [14] s., art. no. 8353. ISSN 1424-8220 (2021: 3.847 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.803 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI:

10.3390/s21248353 ; CC: 000737488100001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85121030054. Projekt: APVV-18-0472 122.

Kategória publikácie do 2021: ADC

BYTČANKOVÁ, Lucia - RUMANN, Ján - DUŠIČKA, Peter. Analyzing the impact of intake structure on the flow at low pressure SHPP. In Pollack Periodica. Vol. 16, no. 1 (2021), s. 114-119. ISSN 1788-1994 (2021: 0.260 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85104392319 ; DOI: 10.1556/606.2020.00149. Projekt: APVV-18-0472 122 ; 1/0361/17 113.

Kategória publikácie do 2021: ADM

MARČIŠ, Marián - FRAŠTIA, Marek - KOVANIČ, Ľudovít - BLIŠŤAN, Peter. Deformations of Image Blocks in Photogrammetric Documentation of Cultural Heritage—Case Study: Saint James's Chapel in Bratislava, Slovakia. In Applied Sciences. Vol. 13, iss. 1 (2023), online, [16] s., art. no. 261. ISSN 2076-3417 (2021: 2.838 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.507 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000909060200001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85145840011 ; DOI: 10.3390/app13010261.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

BUČEK, Daniel - ORFÁNUS, Martin - DUŠIČKA, Peter - ŠULEK, Peter. The impact of

hydropeaking on sediment transport. In Pollack Periodica. Vol. 16, no. 1 (2021), s. 120-125. ISSN 1788-1994 (2021: 0.260 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85104455767 ; DOI: 10.1556/606.2020.00176. Projekt: APVV-18-0472 122 ; 1/0361/17 113. Kategória publikácie do 2021: ADM

BYTČANKOVÁ, Lucia - RUMANN, Ján - DUŠIČKA, Peter. Distribution of flow velocity in a shaft intake structure. In Pollack Periodica. Vol. 17, no. 1 (2022), s. 83-87. ISSN 1788-1994 (2022: 0.298 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85128209314 ; DOI: 10.1556/606.2021.00346. Projekt: APVV-18-0472 122.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM

BYTČANKOVÁ, Lucia - RUMANN, Ján - ZUBÍK, Pavel. Comparative study of LDA and PIV methods for flow homogeneity measurements. In Pollack Periodica. Vol. 17, iss. 3 (2022), s. 106-110. ISSN 1788-1994 (2022: 0.298 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1556/606.2022.00577 ; SCOPUS: 2-s2.0-85141398608. Projekt: APVV-18-0472 122 ; APVV-20-0023 122.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM

ČUBANOVÁ, Lea [Hašková, Lea] - DUŠIČKA, Peter - ORFÁNUS, Martin - RUMANN, Ján. Redesign of an intake fish pass structure. In Slovak Journal of Civil Engineering. Vol. 30, no. 4 (2022), online, s. 49-54. ISSN 1338-3973 (2022: 0.400 - IF). V databáze: DOI: 10.2478/sjce-2022-0028 ; WOS: 000910814200007. Projekt: APVV-20-0023 122 ; APVV-18-0472 122.

Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADN

MARČIŠ, Marián - FRAŠTIA, Marek. Effect of camera network configuration on the accuracy of digitization of architectural objects. In Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage. No. 28 (2023), online, [9] s., art. no. e00254. ISSN 2212-0548 (2021: 0.753 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85144721651 ; DOI: 10.1016/j.daach.2022.e00254. Projekt: APVV-18-0472 122.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM

PAVÚČEK, Martin - RUMANN, Ján - DUŠIČKA, Peter. Experimental assessment of secondary stilling basin at the Hričov weir. In Pollack Periodica. Vol. 16, no. 2 (2021), s. 67-72. ISSN 1788-1994 (2021: 0.260 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85109819351 ; DOI: 10.1556/606.2020.00144. Projekt: APVV-18-0472 122.

Kategória publikácie do 2021: ADM

PAVÚČEK, Martin - RUMANN, Ján - DUŠIČKA, Peter. Investigation of scours on a physical model of the Hričov weir using photogrammetry. In Pollack Periodica. Vol. 17, no. 1 (2022), s. 105-110. ISSN 1788-1994 (2022: 0.298 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85128189479 ; DOI: 10.1556/606.2021.00358. Projekt: APVV-18-0472 122.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM

ŠOLTÉSZ, Andrej - ORFÁNUS, Martin - BUČEK, Daniel - MYDLA, Jakub. Flash flood transformation in small catchments. In Journal of Landscape Management. Vol. 13, no. 1-2 (2022), s. 9-14. ISSN 1804-2821. Projekt: APVV-20-0023 122 ; APVV-18-0472 122.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADE

ŠULEK, Peter - BUČEK, Daniel. A genetic algorithms approach for optimization of the Gabčíkovo ship locks filling and emptying system. In Journal of Landscape Management. Vol. 13, no. 1-2 (2022), s. 15-21. ISSN 1804-2821. Projekt: APVV-18-0472 122.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADE

FRAŠTIA, Marek - HIDEGHÉTY, Andrej - DUŠIČKA, Peter - RUMANN, Ján.

Fotogrametrické meranie pretvorenia modelu koryta Váhu pod haťou vodného diela Hričov. In Slovenský geodet a kartograf. Roč. 25, č. 1 (2020), s. 10-14. ISSN 1335-4019. Projekt: APVV-18-0472 122 ; 1/0584/19 113.

Kategória publikácie do 2021: ADF

prijaté do tlače: HIDEGHÉTY, Andrej - FRAŠTIA, Marek Comparison of image operators for time-based photogrammetry. DOI: <https://doi.org/10.1556/606.2023.00771>

Uplatnenie výsledkov projektu

Riešenie projektu prinieslo nasledovné odpovede a výzvy:

Fyzická signalizácia hladiny sa ukázala ako príliš prácna a obtiažna a to tak fyzicky, ako aj

časovo, čo spôsobuje značnú neefektivitu takéhoto meracieho postupu. Navyše pri plnení a prázdnení plavebných objektov s priamym plnením dochádza vplyvom prúdenia vody k pomerne veľkým zmenám takejto siete v horizontálnom smere, čo je tiež nevyhovujúce. Navyše takáto signalizácia je možná len pre menšie plavebné komory. Pri plavebných komorách väčších rozmerov by bol tento postup veľmi neefektívny. Ani automatizované spracovanie pomocou fotogrametrie nebolo možné a to ani metódou SfM, ani konvergentnou fotogrametriou. Manuálne spracovanie je však neefektívne vzhľadom na množstvo epochových meraní.

Naše doposiaľ vykonané experimenty ukazujú, že použiteľná cesta bude s využitím projektovaného svetla na vodnú hladinu, alebo využitie iného spektra ako viditeľného (napr. infračerveného). Riešitelia projektu sa týmto budú zaoberať ešte aj počas monitorovacieho obdobia. Na zváženie ostáva aj preverenie možnosti aplikácie tejto metódy v podmienkach hydrotechnického laboratória.

Využitie fotogrametrického skenovania sa ukázalo ako najefektívnejšia metóda merania skutočného stavu pri dokumentácii povrchov pre potreby hydrotechnického výskumu. A to tak v laboratórnych podmienkach (meranie povrchu pohyblivého dna na fyzikálnych modeloch) ako aj priamo na vodných dielach (dokumentácii skutočného vyhotovenia a stavu rybovodov). Práve pre merania priamo na vodných dielach počas ich prevádzkových odstávok je veľmi dôležitý čas, ktorý pri fotogrametrickom skenovaní predstavuje len pár minút alebo desiatok minút. To je pre prevádzku vodných diel doslova lukratívne riešenie. Použitie laserového skenovania je príliš zdĺhavé a komplikované. Navyše použitím UAV zariadenia je možné zachytiť aj dno kanála na miestach, kde zostala pri odstávke ešte voda, pokiaľ je dno cez vodu vidieť. Toto klasickými laserovými skenermi nie je možné. Práve preto vidíme v rozvoji metodiky fotogrametrického skenovania pre potreby hydrotechnického výskumu resp. prevádzky vodných diel veľký potenciál.

Výsledky projektu sa tak určite premietnu do najbližšie podanej žiadosti o grant.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Za celú dobu riešenia bolo doteraz publikované a vytvorené:

- Časopisecké publikácie V3: 17, z toho v databázach WOS/SCOPUS - 10, CC - 2.
- Zborníkové publikácie V2: 21
- Časopisecké publikácie O3: 1
- Zborníkové publikácie O2: 1
- Citácie: 7 WOS/SCOPUS (6 zahraničných, 1 domáca)
- 2 3D geometrické modely plavebných komôr (Kráľová, Selice)
- 15 digitálnych modelov pretvorenia dna (fyzikálny model Hričov)
- 2 digitálne modely hladiny
- 2 digitálne modely skutočného stavu povrchov (rybovod Veľké Kozmálovce, Martin)
- Tému čiastočne riešili vo svojich diz. prácach 3 doktorandi
- 1 vzdelávací seminár, 1 vzdelávací workshop

Všetky ciele projektu sa nepodarilo splniť, a to predovšetkým z dôvodov veľkých časových sklzov, keď sme sa kvôli pandémie nevedeli dostať k terénnym meraniam. Treba ale spomenúť aj to, že táto téma je aj v zahraničí riešená veľmi zriedkavo a s neuspokojivými výsledkami. Experiment realizovaný na plavebnej komore VD Selice ukázal, že zvolený postup signalizácie hladiny pomocou lán a plavákov je veľmi prácny a časovo náročný pri samotnej inštalácii ako aj nedostatočne robustný pre automatizované fotogrametrické vyhodnotenie. Manuálne vyhodnotenie bolo možné, avšak toto nebolo cieľom projektu. Naopak, signalizácia hladiny pomocou projektorov svetla sa ukazuje ako riešenie pre menšie objekty, nestihli ju však aplikovať priamo na plavebnej komore (len na vodnom toku Malého Dunaja). Toto chceme realizovať v jesenných mesiacoch kvôli svetelným podmienkam. Splnili sme ciele tvorby digitálnych a fyzikálnych 3D modelov hatí a odtokových kanálov, fotogrametrického merania pretvorenia dna odtokových kanálov v laboratórnych podmienkach. Vyriešili sme aj zber údajov v teréne pomocou synchronizovaných kamier. Boli realizované merania na VD Selice pomocou tlakových snímačov pri plnení a prázdnení a následné hydrotechnické výpočty. Na VD Selice boli realizované aj fotogrametrické a ďalšie geodetické merania. Problémom sa ukazuje aj to, že prevádzkovatelia vodných diel často nedisponujú dostatočne podrobnou technickou dokumentáciou hydrotechnických objektov, čo má za následok nepresnosť vypočítaných

výstupov. Toto bude potrebné riešiť do budúcnosti geodetickým meraním technológiou skenovania.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

For the entire time the solution has been published and created:

- Journal publications V3: 17, of which in the WOS/SCOPUS databases - 10, CC - 2.
- Conference proceedings publications V2: 21
- Journal publications O3: 1
- Conference proceedings publications O2: 1
- Citations: 7 WOS/SCOPUS (6 foreign, 1 domestic)
- 2 3D models of sailing chamber (Kráľová, Selice)
- 15 digital models of bed deformation (fyzical model Hričov)
- 2 digital models of water level
- 2 digital models of the surfaces (fishmongers Velké Kozmálovce, Martin)
- The topic was solved partially in dissertation theses of 3 doctoral students
- 1 educational seminar, 1 educational workshop

All of the project's goals could not be met, primarily due to large time slips, when we could not get to the field measurements due to the pandemic of coronavirus. However, it should also be mentioned that this topic is also addressed very rarely abroad and with unsatisfactory results. The experiment carried out at the sailing chamber of the Selice dam showed that the chosen procedure for signaling the level using ropes and floats is very laborious and time-consuming during the installation itself, as well as insufficiently robust for automated photogrammetric evaluation. Manual evaluation was possible, but this was not the goal of the project. On the contrary, level signaling using light projectors proves to be a solution for smaller objects, but we did not have time to apply it directly on the sailing chamber (only on the Little Danube river). We want to implement this in the autumn months due to light conditions. We fulfilled the goals of creating digital and physical 3D models of sailing chambers and drainage channels, photogrammetric measurement of the bed deformation of drainage channels in laboratory conditions. We also solved data collection in the field using synchronized cameras. Measurements were also carried out at the Selice hydroelectric dam using pressure sensors during filling and emptying, as well as subsequent hydrotechnical calculations. Photogrammetric and other geodetic measurements were also carried out at Selice sailing chamber. Another identified problem is that operators of waterworks often do not have sufficiently detailed technical documentation of hydrotechnical objects, which results in inaccuracy of calculated outputs. This will need to be solved in the future by geodetic measurement using scanning technologies.