

Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије
Journal of erosion and torrent control

ЕРОЗИЈА

Број 39

UDK 626

ISSN 0350-9648



Београд, 2013. година

ЕРОЗИЈА

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Scientific Journal of erosion and torrent control

Главни и одговорни уредник
Проф.др Станимир Костадинов

Уређивачки одбор

Проф.др Станимир Костадинов, проф.др Нада Драговић, проф.др Миодраг Златић,
проф.др Снежана Белановић, Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Београд
Зоран Гавриловић, дипл.инг., Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Prof. Ivan C. Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Технички уредник

Милутин Стефановић, дипл.инж.шум.

Издавач

Универзитет у Београду, Шумарски факултет
Удружење бујичара Србије
Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд
Тел: +381-11-3053-851; +381-11-3906-461;
Адреса е-поште: bujiicari@gmail.com
Интернет презентација: www.udruzenjebujicara.com

Тираж: 250

Штампа

Планета принт, Рузвелтова 10, Београд

EROSION

Scientific Journal of erosion and torrent control

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Editor in Chief

Prof. Stanimir Kostadinov

Advisory Board

Prof. Stanimir Kostadinov, Prof. Nada Dragović, Prof. Miodrag Zlatić,
Prof. Snežana Belanović, University of Belgrade – Faculty of Forestry, Belgrade
Zoran Gavrilović, B.Sc, Institute for Water Management „Jaroslav Černi“, Belgrade
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Prof. Ivan C. Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Layout

Milutin Stefanović, dipl.ing.

Publisher

Association of graduate engineers in torrent control of Serbia
Kneza Visaslava 1, 11030 Belgrade
Phone: +381-11-3053-851; +381-11-3906-461;
E-mail address: bujicari@gmail.com
Web site: www.udruzenjebujicara.com

Circulation: 250 copies

Print

Планета принт, Рузвелтова 10, Belgrade

садржај

contents

I	ПРЕГЛЕДНИ РАДОВИ Review paper
II	ОРГИНАЛНИ НАУЧНИ РАДОВИ Original scientific paper
5	M. Moser, S. Janu, S. Mehlhorn The debris flow disasters 2012 and 2013 in Austria Катастрофалне бујичне поплаве у Аустрији 2012 и 2013 године
16	A. Kreisler, M. Moser, H. Habersack Integrative bedload monitoring station - URSLAU Станица за интегрисани мониторинг вученог наноса - УРСЛАУ
27	J. Suda, R. Schremser, F. Rudolf-Miklau New Austrian standard for torrential barriers (ONR 24800 to ONR 24803) Нови аустријски стандарди за бујичне преграде (ONR 24800 до ONR 24803)
37	М. Милојевић, М. Стефановић, И. Миловановић, М. Ђапић, Ј. Чотрић, З. Гавриловић, Н. Златановић Мониторинг водне ерозије на ерозионим парцелама на огледном сливу Рипе Water erosion monitoring in experimental basin Ripe, Serbia
46	Г. Гајић, И. Миљановић, Н. Живановић, М. Станишић, М. Павловић, В. Дамњановић Упоредна анализа ефекта биолошког „армирања“ и њихов утицај на унутрашњу ерозију Comparative analysis of the effects of biological „reinforcement” and their ascendancy on internal erosion
57	М. Стефановић, М. Милојевић, З. Гавриловић, И. Миловановић, М. Ђапић Улога локалне самоуправе у одбрани од поплава у Србији The role of local authorities in flood protection
IV	СТРУЧНИ РАДОВИ Professional papers
V	САОПШТЕЊА Information
65	Саопштење са 31. сусрета бујичара Србије у Аустрији и Италији Information from 31 meeting of Engineers for torrent control from Serbia in Austria and Italy
VI	ПРИЛОЗИ Supplements

Markus Moser ¹, Stefan Janu ², and Susanne Mehlhorn ³

The debris flow disasters 2012 and 2013 in Austria

Катастрофалне бујичне поплаве у Аустрији 2012 и 2013 године

¹ Austrian Service for Torrent and Avalanche Control, GBL Lungau, 5580 Tamsweg, Austria (markus.moser@die-wildbach.at)

² Austrian Service for Torrent and Avalanche Control, GBL Steiermark Nord, 8940 Liezen, Austria (stefan.janu@die-wildbach.at)

³ Austrian Service for Torrent and Avalanche Control, BMLFUW Abt. IV/5, 1030 Vienna, Austria (susanne.mehlhorn@die-wildbach.at)

Abstract

The documentation and analysis of torrential events are an essential part of an integrated risk management. It supports the understanding of the occurred processing to mitigate future hazards. The results should also serve to help answer the multitude of questions, in the public as well as political spheres, about the events. Following paper gives two examples of debris flow analyses and back calculations of events with numerical simulation models. In July 2012 intensive precipitation led to numerous debris flow- and landslide events in the torrent catchment areas of Styria, Austria. The event presented here occurred in the village of St. Lorenzen, causing catastrophic damage to residential buildings and other infrastructural facilities. The second example shows the debris flow event of the torrent Sattelbach in Salzburg representing the numerous high intensity debris flows and landslides with partially enormous amounts of damage the province of Salzburg suffered due to high precipitation sums that fell between May and June 2013.

Keywords: Event documentation, numerical 1D/2D simulations, FLO-2D, RAMMS, debris flow

Извод

Опис и анализа историјских случајева бујичних поплава су суштински важне компоненте интегрисаног управљањаризиком, јер помажу у разумевању процеса чиме се отвара могућност ублажавања негативних ефекта будућих догађаја. Резултати, такође, могу послужити у решавању бројних питања из јавне и политичке сфере, која су у вези са бујичним поплавама. У раду су представљена два примера анализе историјских бујичних поплава, на основу реконструкције помоћу нумеричких симулационих модела. Јула 2012. године интензивне падавине су изазвале појаву бројних бујичних поплава и клизишта на сливовима покрајине Стирија у Аустрији. Бујични догађај представљен у раду, одиграо се у селу Св. Лоренцен, и проузроковао је катастрофалне штете на стамбеним и инфраструктурним објектима. Други пример је везан за догађај на бујичном току Сателбах, у покрајини Салцбург, када су обилне падавине у периоду Мај-Јуни 2013. године, изазвале бројне бујичне надоласке воде и клизишта, која су проузроковала велике материјалне штете.

Кључне речи: документација о догађају, нумеричка 1D/2D симулација, RAMMS, бујична поплава

Debris flow event 2012 – torrent Lorenzerbach

General description

The village of St. Lorenzen, in the Styrian Palten valley is situated on the banks of the Lorenz torrent, in which a debris flow event occurred in the early morning hours of the 21st of July 2012, causing catastrophic damage to residential buildings and other infrastructural facilities. The catchment area encompasses a 5.84 km² area that is situated geologically in the Rottenmanner Tauern. The upper catchment lies within the High Tauern's basement complex (gneissic rock of the Bösenstein massif), whereas the middle section of the catchment lies within the greywacke zone (Mürz shale deposits, phyllite and sericite schist) and the lower catchment is located in greywacke-, green- and graphitic schists; the sedimentary cover is made up of alluvium.

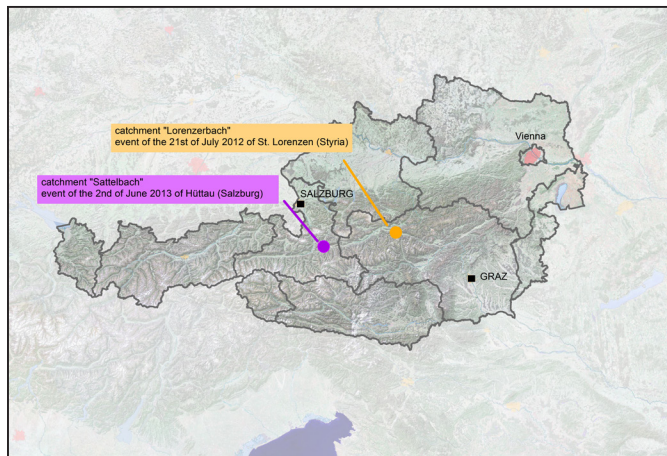


Figure 1 Location of the catchments of the torrents “Lorenzerbach” and “Sattelbach”, Austria

Слика 1 Географски положај бујичних сливова Лоренцбах и Сателбах, Аустрија

In the ministry-approved hazard zone map of 2009, the flood water discharge and bedload volume associated with a 150-year event was estimated at 34 m³/s and 25,000 m³ respectively for the 5.84 km² catchment area. The bedload transport capacity of the torrent was classified as ranging from ‘heavy’ to ‘capable of producing debris flows’. Large parts of the village were designated as red zones in the hazard zone map, while the remaining part of the alluvial fan upon which the village is situated was designated as belonging to the yellow zone. The Lorenzer torrent has always been known to present a danger and the construction of the first technical protection measures built by the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control (WLV) started in 1924. The extensive constructions undertaken by the WLV over the past few decades have however surely prevented an even worse catastrophe from occurring. A bed deepening was in particular prevented along the tiered series of check dams.



Figure 2 Residential area of St. Lorenzen following the debris flow event of 21st of July 2012

Слика 2 Насеље Св. Лоренцен после бујичне поплаве од 21. јула 2012.

Meteorology and precipitation

An extreme accumulation of heavy rainfall events, most of which were of a small spatial extent, led to flooding across the entire province of Styria from June to August 2012. These flooding events in many cases caused a great amount of damage. The worst such event took place in the

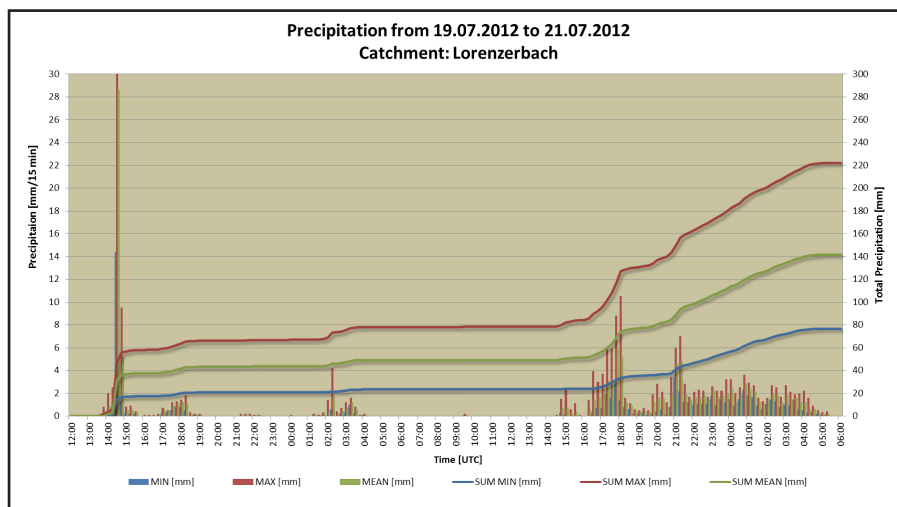


Figure 3 Precipitation time-series in the catchment areas of the Lorenz torrent

Слика 3 Временске серије падавина у сливову бујице Лоренц

village of St. Lorenzen im Paltental on the 21st of July 2012. The precipitation event that ultimately triggered this debris flow began at 13:00 UTC on the 19th of July 2012 and ended at 05:30 UTC

on the 21st of July 2012. The largest single-point 15 minute precipitation rate registered within the catchment area comprises nearly 40.4 mm. The average for the entire catchment area amounts to slightly more than 141 mm. The catastrophic impact of the event is however not only due to the rainfall intensity of this precipitation event itself, but also in combination with the precipitation of the weeks preceding it. Evaluation of INCA data showed that an average accumulated rainfall of 430 mm fell in the catchment area from the 20th to the 22nd of June. Statistical evaluation of extreme events, when applied to these precipitation sums, yielded a return period greater than 300 years.

Event Description

The dominant process type of the mass movement event may be described as a fine-grained debris flow. The damage in the residential area of St. Lorenzen was caused by a debris flow pulse in the lower reach of the Lorenz torrent. This debris flow pulse was in turn caused by numerous land-

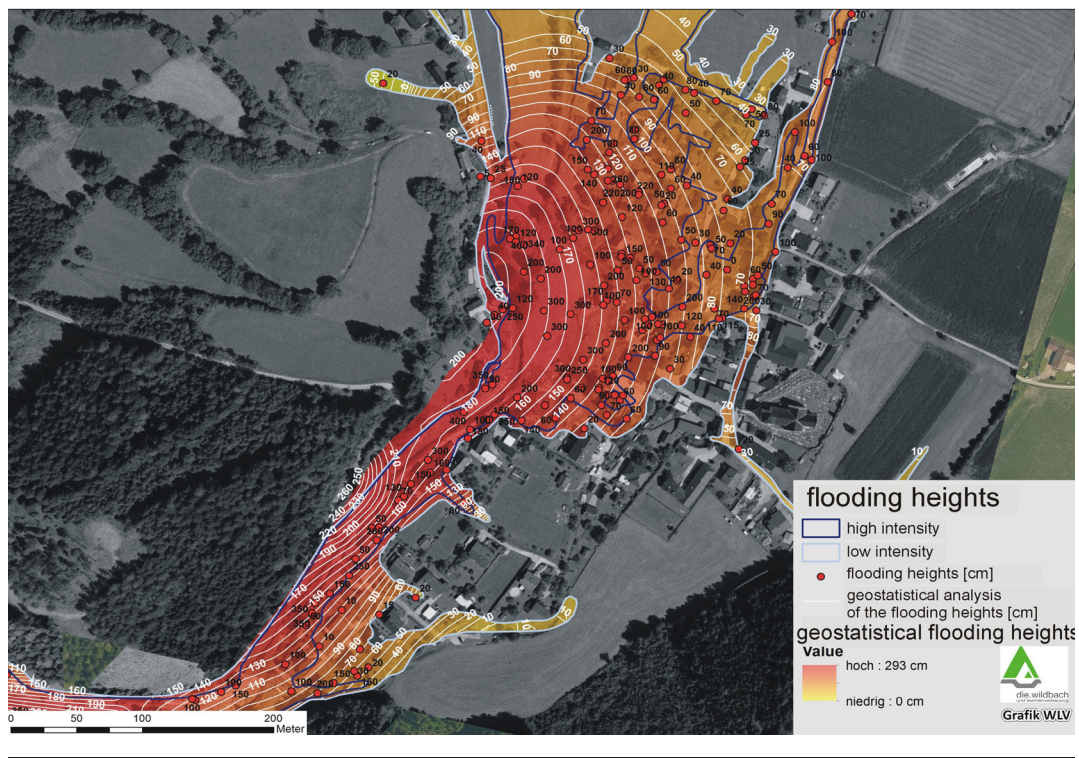
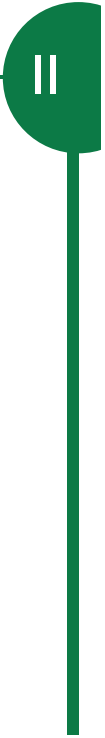


Figure 4 Documentation and analysis at the debris cone: mapping of intensities (polygons high and low intensity), flooding heights (red points), geostatistical analysis of the flooding heights

Слика 4 Документација и анализе бујичне плавине: картирање интензитета (полигони високог и ниског интензитета), висина плављења (црвене тачке), геостатистичке анализе висине плављења

slides along the middle reaches of the torrent, some of which caused blockages, ultimately leading to an outburst event in the main torrent.



Following the event, comprehensive documentation work was undertaken on the debris cone, along the channel length and on the lateral slopes of the channel.

A total of 37 cross profiles were measured along the channel length. Discharge cross-sections ranging from 65 – 90 m², and over 100 m² in a few instances, were measured upstream of the St. Lorenzen residential area. Shortly after the event a laser-scanning flight was carried out over the entire catchment area. This could then be compared to an existing laser-scan DTM from 2011, to construct a difference model. It showed, that approximately 123.000 m³ of sediment was eroded or mobilized in the entire catchment.

Back-calculations of velocities, based on a 2-parameter model by Perla and Rickenmann, yielded an average debris flow velocity along the middle reaches of the torrent between 11 and 16 m/s. An average velocity of 9 m/s was calculated for the debris flow at the neck of the alluvial fan directly behind the center of the village.

At about 4:05 am, the debris flow pulse with a back-calculated peak discharge of approximately 500 m³/s arrived. This debris flow event “only” lasted about 1½ minutes. After about 10 minutes, the torrent was again confined to its original torrent bed. Due to both the high discharge values as well as to the height of the mass movement deposits, the natural hazard event of 21 July 2012 in St. Lorenzen is clearly to be described as having had an extreme intensity.

A total of 67 buildings were damaged along the Lorenz torrent, 7 of were completely destroyed. In the town center, flooding heights of up to 3 m were measured.

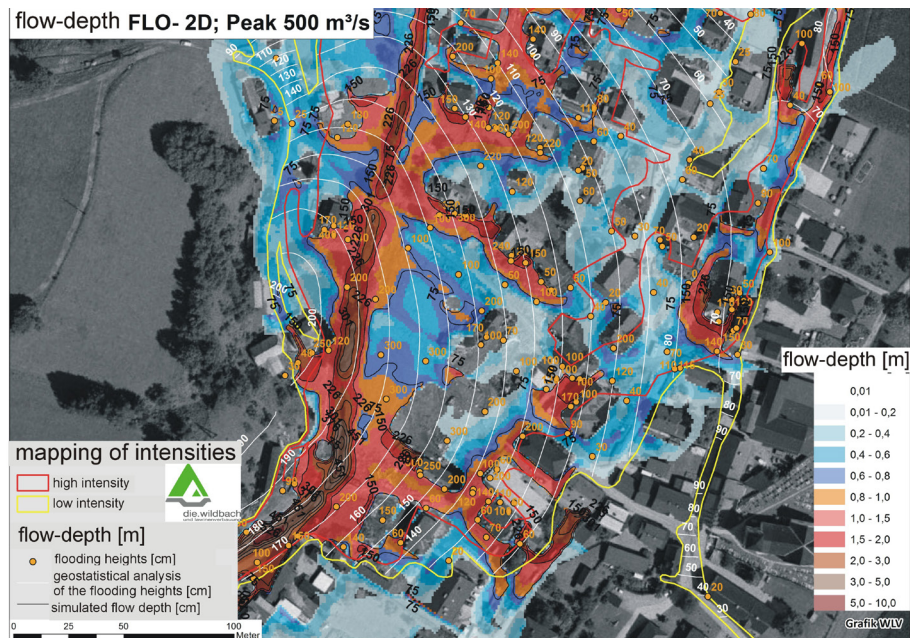
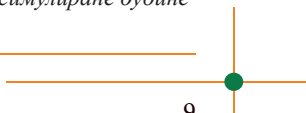


Figure 5 Comparison of simulated flow depths with mapping results and geostatistics: mapping of intensities (polygons high and low intensity), flooding heights (orange points), geostatistical analysis of the flooding heights (white line) and simulated flow depth

Слика 5 Поређење симулације дубине плављења са резултатима картирања и геостатистике: картирање интензитета (полигони високог и ниског интензитета), дубина плављења (наранџасте тачке), геостатичке анализе висине плављења (беле линије) и симулиране дубине плављења



Analyses of the event

Attempts at reconstructing the event processes as well simulating the debris flow in 2D were undertaken in the course of the event documentation and analysis. The thus obtained discharge heights, flow velocities and impact pressure values corresponded with the well documented event. The two dimensional simulations were carried out with the program FLO-2D, which is capable of simulating debris flows. The rheological parameters of the debris flow material were determined with the aid of a viscometer and a debris rotation drum (BOKU-IAN). The debris flow hydrograph, bedload and bedload ratio were reconstructed using data from the event documentation, such as difference models, geological mapping, wetted perimeters, witness's statements, etc. The best agreement with the results of the mapping was however achieved with a peak discharge of 500 m³/s and duration of 100 seconds.

The results of the 2D simulation along the channel length are in very good agreement with the velocities and flow pressures that were reconstructed one dimensionally. Comparison with the debris cone mapping shows that the main thrust directions were well reproduced by the simulation. There is a very good agreement between the results of the simulation and the registered impact marks and the calculated geostatistical discharge depths.

Outlook

There was a large media interest in this event. The results should therefore serve to answer the multitude of questions about this event that lie in the public as well political interests. Additional and substantial protection measures were also planned and built for the village of St. Lorenzen on the basis of these event analysis results. These are comprised of two debris flow barriers in the lower gorge stretches with a capacity of 15,000 m³ each as well as a bedload retention basin directly above, with a capacity of 30,000 m³.

Debris flow event 2013 - torrent Sattelbach

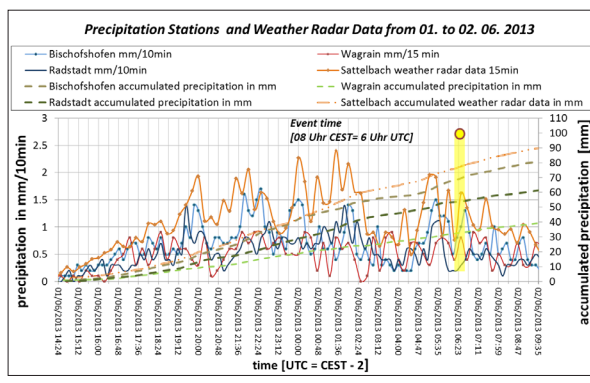
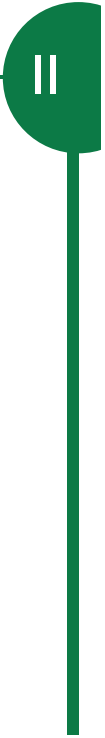


Figure 6 Data of the precipitation gages within Hüttau and INCA data of the catchment Sattelbach

Слика 6 Подаци са кишимерне станице Хуттау и INCA подаци за слив Сателбах

The municipality of Hüttau was struck by a very destructive debris flow on the morning of June 2nd, 2013 at ca. 08:00 [CEST, 06:00 UTC]. Following an initial period of pre-wetting rain of three days' duration, the precipitation rate peaked once more in the evening from June 1st to early in the morning of June 2nd. Analysis of precipitation intensities from weather radar data has shown that approximately 80 mm of rain fell in the catchment area up to the time of the debris flow event. The concen-



tiation of precipitation in the catchment area of the Sattelbach torrent is made clear through a comparison with the surrounding precipitation stations: the Radstadt station registered ca. 55 mm, the Wagrain station 35 mm and the Bischofshofen station 70 mm (Figure 6).



Figure 7 Landslide in the upper catchment

Слика 7 Клизите у изворишном делу слива

The triggering event for this debris flow can be identified as a landslide of 2000 m² extent in the upper catchment area. This mass movement event developed into a debris flow because of the steepness of the torrent. The previously deposited sediment in the torrent was washed away in its entirety by the debris flow, exposing the underlying bedrock. According to expert estimates, the resulting debris flow transported 12,000 m³ of material.



Figure 8 Situation in the middle reach (eroded cross section to bedrock)

Слика 8 Ситуација у средњем току (еродирани попречни профил до стене)



Figure 9 Situation at the junction with the tributary Fritzbach

Слика 9 Ситуација на уливу притоке Фрицбах

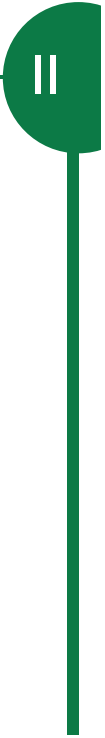
Debris flow characteristics

Due to the steep and very deeply incised torrent, the debris flow was channelized along the middle reaches. At the apex of the debris cone, the debris flow at first swerved strongly toward the



Figure 10 Mapped deposition area with control cross section (violet line)

Слика 10 Картирана зона таложења са контролним профилем (црвена линија)



orographical left side, impacting upon objects on the left bank, after which the debris flow swerved toward the orographic righthand side of the valley, destroying the staff quarters of the Hotel Hubertushof. In the vicinity of the railroad crossing, a blockage of the culvert as well as the receiving stream, the Fritzbach, occurred.

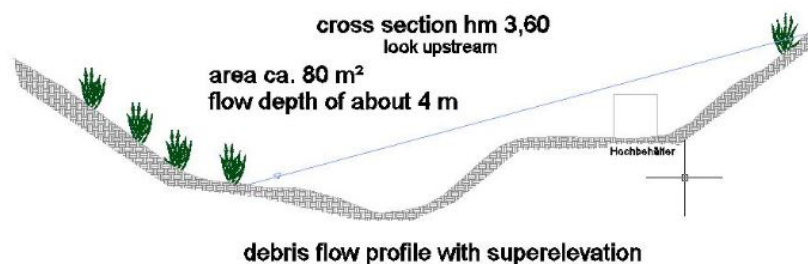


Figure 11 Cross section on the fan at hm 3,60

Слика 11 Попречни профил плавине на *hm 3,60*

The reconstructed impacts boundaries in the vicinity of hm 3.60 illustrate the enormous superelevation or curve banking that took place on the orographic left side of the torrent (Figure 11). An elevated tank, in the capacity of a silent witness, was completely submerged in the debris flow, whereas the orographic right bank with its high forest showed almost no wetting. As rough estimates, a wetted area in the order of 80 m² and a flow depth of 4 m along the torrent centerline can be prescribed.

Debris flow simulation

The basis for a debris flow simulation was provided by a LIDAR DTM, the results of the event documentation, an estimate of the debris volume and an investigation of the debris material in the starting zone. The simulation model encompasses the entire mass movement from the uppermost starting area (debris flow trigger) down to the residential area of Hütttau with the receiving stream of the Fritzbach. Based on the known course of events of this debris flow, the input into the model consisted on the one hand of the documented landslide area in the upper catchment, as well as numerous smaller slides along the middle reaches of the torrent on the other.

The simulation of the debris flow was carried out with the FLO-2D and RAMMS models, using the following input parameters:

FLO-2D	RAMMS
Grid size model 2m, particulate matter concentration 70%	Grid size model 2m
Limiting shear stress vs. particulate matter concentration $\tau_{GR} = 0.005e^{20.831 C_v}$	Friction parameters μ und ξ $\mu = 0,20$ $\xi = 200$
Bingham viscosity vs. particulate matter concentration $\eta_B = 0.0137e^{10.84 C_v}$	Debris flow termination – Stopping criteria 5 %
Discharge of the receiving stream with a bedload ratio of 20 % factored in	Modelling the discharge of the receiving stream not possible!



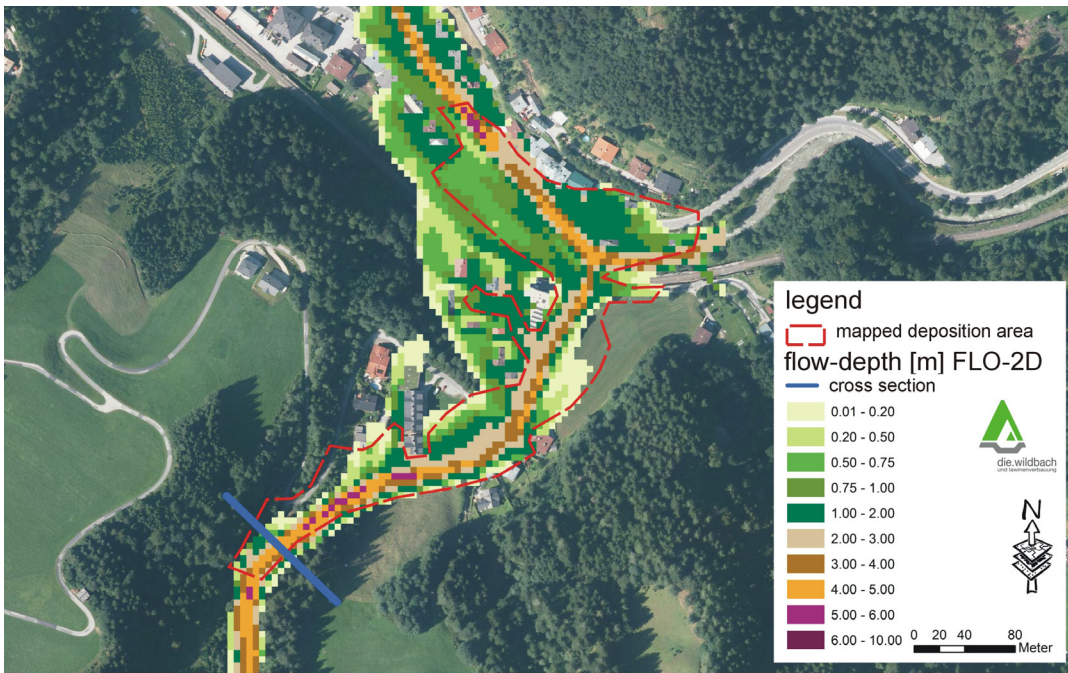


Figure 12 Simulated max. flow depths with FLO-2D

Слика 12 Симулирана максимална дубина плављења са FLO-2D

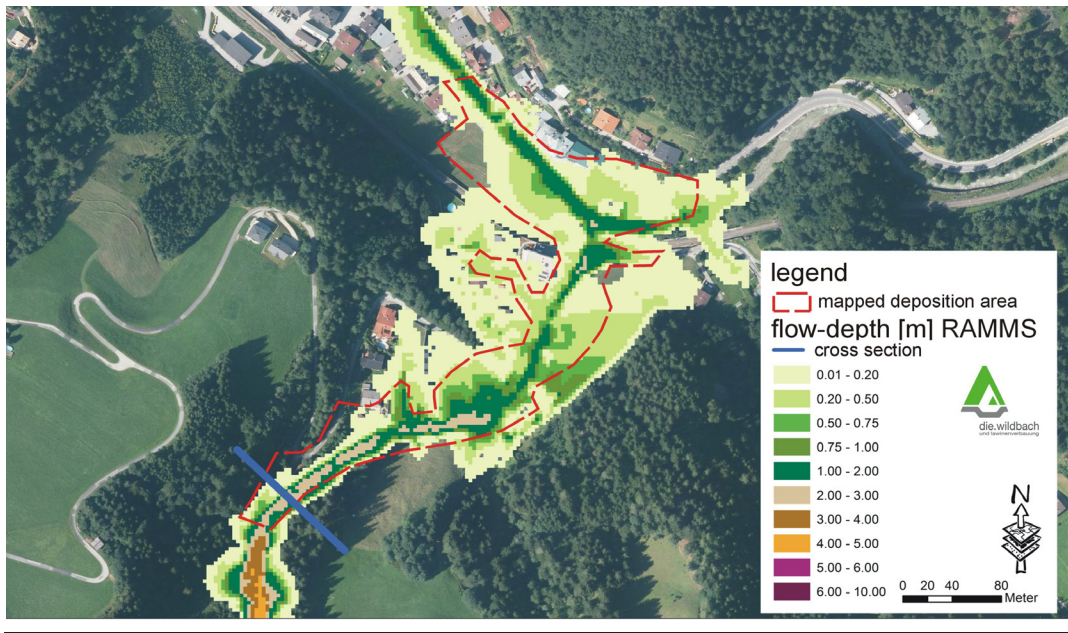


Figure 13 Simulated max. flow depths with RAMMS

Слика 13 Симулирана максимална дубина плављења са RAMMS

Discussion of the results

The back calculation of such debris flow events is seriously hampered by the extent and quality of the data basis. Phenomena registered in the course of event documentation were collated and input parameters defined for the calculations. For nearly all of the necessary input parameters, only ranges of values can reliably be given, due to the great complexity of the underlying processes. Nevertheless, it is only through the back calculation of such mass movement events that the applicability (possibilities and limits) of simulation models can be inferred. Reliable input parameters are generally considered to include the fracture- or release area in the upper catchment, the estimated debris volume as well as the analysis of debris samples and reconstructed impact demarcations and deposition areas. Flow resistance elements in the form of buildings were integrated in the DTM on the basis of LIDAR data. The sediment inputs from the headwaters to the apex of the debris cone were accounted for in the form of material inputs estimated section-wise along the torrent length. The simulated flow depths at the debris cone apex are in relatively good agreement with reconstructed flow depths. Larger deviations were found for the lateral expansion of the transported material in the residential area. Both models overestimated the orographic left bank - the outburst simulated on the left bank and reaching down to the ÖBB railroad line did not coincide with the actual lateral extent. On the orographic right bank, FLO-2D underestimated the lateral expansion, RAMMS overestimated it and calculated a flow depth up to the terrain rim. FLO-2D produced very good results at the mouth of the river. RAMMS is unable to integrate the receiving stream's discharge in the model and thus underestimates the flow depth in the vicinity of the Hotel Hubertushof. Both models generally have great difficulties simulating the previously mentioned extreme superelevation and the resulting change of flow direction. This clearly shows the limits of what can currently be done with model calculations and -simulations.

REFERENCES:

- Brenner, F.; Schartner, P. (2013):** Ereignisdokumentationen für Pinzgau und Pongau, Ereignismeldungen 5W-Standard im digitalen Wildbachkataster (unveröffentlicht).
- Fischlschwaiger, M. (2012):** Geschwindigkeitsberechnungen des Murenabgangs im Lorenzerbach; (unveröffentlicht).
- Holsworth, L.; Malgazhdar D., Kaitna, R. (2012):** Zusammenfassung Material/Rheologie Lorenzerbach, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht).
- Hübl J., Eisl J., Chiari M., Ornetsmüller C., Schraml K., Braito S., Heidger C. (2012):** Ereignisdokumentation Lorenzerbach; IAN Report 150, Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht).
- Julien P.Y, Asce M. and Paris A. (2010):** "Mean Velocity of Mudflows and Debris Flows", Journal of Hydraulic Engineering", 136, 676-679.
- Neumayer, G. (2013):** Ereignisdokumentation der Ereignisse im Pinzgau, KAT-Einsatz Reginalverband Pinzgau – Präsentation, Gebietsbauleitung Pinzgau (unveröffentlicht)
- Perla R., Cheng T.T. and McClung D. (1980):** "A two parameter model of snow avalanches motion", Journal of Glaciology, 26, 197-208.
- Rickenmann D. (1990):** "Bedload transport capacity of slurry flows at steep slopes", Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Bd. 103.
- ZAMG 2013:** Niederschlagsdaten für die Hochwasserperiode 29. Mai bis 3. Juni 2013 – INCA und Stationsdaten; Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Kundenservice Salzburg und Oberösterreich; Mag. B. Niedermoser, Mag. Claudia Riedl.

Andrea Kreisler ¹, Markus Moser ², Helmut Habersack ¹

Integrative bedload monitoring station - URSLAU

Станица за интегрисани мониторинг вученог наноса - УРСЛАУ

¹ University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Muthgasse 107, 1190 Vienna Austria

² Austrian Service for Torrent and Avalanche Control, Johann Löcker Straße 3, 5580 Tamsweg, Austria

Abstract

An integrative bedload monitoring station was installed at the middle reach of the Urslau torrent in 2010 in collaboration of the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control and the University of Natural Resources and Life Sciences Vienna / Institute of Water management, Hydrology and Hydraulic Engineering. At this monitoring station direct (mobile basket sampler, bedload trap) and indirect (geophone device) bedload monitoring methods are applied. The combination of selected monitoring methods enables a comprehensive measurement and assessment of the bedload transport process. This article presents the integrative monitoring system and explains the single used direct and indirect monitoring methods. Advantages and restrictions in bedload measurement of the applied devices are discussed. Selected results concerning spatial and temporal variability, initiation of motion, (specific) bedload rates, grain size distribution and bedload yields of three years of bedload monitoring at the Urslau torrent are presented.

Key words: Integrative Bedload monitoring system, Basket sampler, Bedload trap, Geophones

Извод

Станица за интегрисани мониторинг вученог наноса инсталисана је у средини бујичног водотока Урслау 2010. године у сарадњи са аустријском Службом за заштиту од бујица и лавина и Универзитетом за природне ресурсе и бионауке – Институтом за водопривреду, хидрологију и хидраулику. На овој станици су примењене директне (покретни хватач вученог наноса) и индиректне (геофон уређај) методе. Комбинација одабраних метода мониторинга омогућава свеобухватна мерења и оцену транспорта вученог наноса. У раду се презентује интегративни мониторинг систем и појединачно објашњавају директне и индиректне методе мониторинга. Дискутоване су предности и ограничења примењених уређаја за мерења вученог наноса. Презентовани су одабрани резултати просторне и временске променљивости, иницирана кретања, специфичне количине вученог наноса, крупноћа и продукција наноса за три године осматрања бујичног водотока Урслау.

Кључне речи: Интегрисани систем осматрања вученог наноса, хватач вученог наноса, геофони.

Introduction

The knowledge of bedload transport in downstream sections of mountain torrents is important for the analyses and assessment of floods with sediment transport and for the design and implementation of measures. Bedload monitoring is an essential step to improve the understanding of the natural process and forms the basis to apply and calibrate bedload transport formulas and numerical models. Being aware of the importance of bedload monitoring data, the project “Monitoring and Calculation of bedload transport at downstream sections of mountain torrents at the case study Urslau torrent” was started in 2010 by the University of Natural Resources and Life Sciences Vienna / Institute of Water management, Hydrology and Hydraulic Engineering, financed and supported by the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control (Habersack et al., 2012; Kreisler et al., 2012). The aims of the project are the development of an applicable method to assess bedload transport at downstream sections of mountain torrents and the measurement and analyses of the bedload transport at the Urslau torrent over four years. This article presents the developed and installed integrative bedload monitoring. Possibilities and restrictions of applied monitoring methods are pointed out. A choice of results of the bedload load monitoring program at the Urslau River is given and discussed.

Study Site

The Urslau torrent is located in the alpine region of the province Salzburg in Austria (figure 1b). It encompasses a drainage basin of 121.8 km² and is characterized by an average bed slope of 11.7%. In Saalfelden the Urslau discharges into the Saalach River, which is a tributary of the Salzach River. The catchment area is situated in the Upper Eastern Alps. The southern part of the project area lies within the Greywacke Zone and the northern part in the Northern Limestone Alps. The bedload monitoring station is situated near the town Maria Alm at the downstream section of the Urslau torrent. The drainage area upstream the measurement station is 56 km², bed width equals 8.2 m and the average bed slope near the station is 2%. The mean annual discharge at the gauging station Saalfelden (5 km downstream the measurement station) is 4.39 m³s⁻¹. Pictures of the monitoring site are shown in figure 1a and 1c.

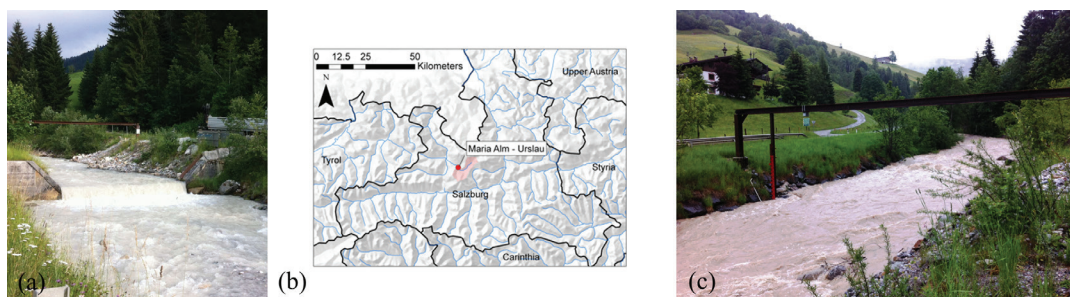


Figure 1 Site of bedload monitoring station (a,c), Location of catchment area (b)

Слика 1 Положај станице за мониторинг вученог наноса (а, ц), локација слива (б)

Materials and Methods

To describe the bedload transport process adequately a certain set of measured parameters is demanded. Following, these main parameters of interest and the common units are listed (after Habersack et al., 2010): Specific bedload rate [$\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$], Bedload rate [kg s^{-1}], Bedload yield [kg], Spatial variability of bedload transport, Temporal variability of bedload transport, Initiation of motion [m ; $\text{m3s}^{-1}\text{m}$, Nm^{-2}], Grain size distribution, Transport path / transport velocity [m ; ms^{-1}]

There are several monitoring methods in use, which have their specific possibilities and restriction in bedload measurement. There is no single bedload monitoring device, which enables to measure the whole set of main parameters of interest. The main objective of the integrative bedload monitoring system at the Urslau Torrent (also presented in Habersack et al., in prep) is to combine the advantages of a selection of monitoring methods. This combination of several single techniques allows monitoring the bedload transport process entirely. The integrative bedload monitoring station at the Urslau torrent combines indirect (geophone device) and indirect (mobile basket sampler, bedload trap) measurement methods. Following the single measurement devices are presented.

Geophone Device

Geophone plates allow a qualitative, indirect monitoring of the bedload transport. Geophones are vibration sensors, which are used originally in seismic subsurface exploration. To detect bedload transport at the Urslau torrent the geophone are mounted on the underside in the middle of 0.36m long, 0.5m wide and 0.015m thick steel plates (figure 2.a). These steel plates are installed horizontally, bed parallel over the whole river cross-section (figure 2.b). At the Urslau torrent seven geophones are distributed equally over a torrent profile width of eight meters.

Bedload particles, which move over the steel plates, create vibrations of the steel plates. These vibrations are detected by the geophones. A software program analyses and processes the raw data signal of the geophones automatically and continuously. Following parameters are computed and stored (Habersack et al., 2012): number of impulses per minute (threshold value of 0.1V), maximum amplitude per minute and quadratic integral of the signal per minute. If required the raw data signal and number of impulses, maximum amplitude and quadratic integral per second can be recorded.

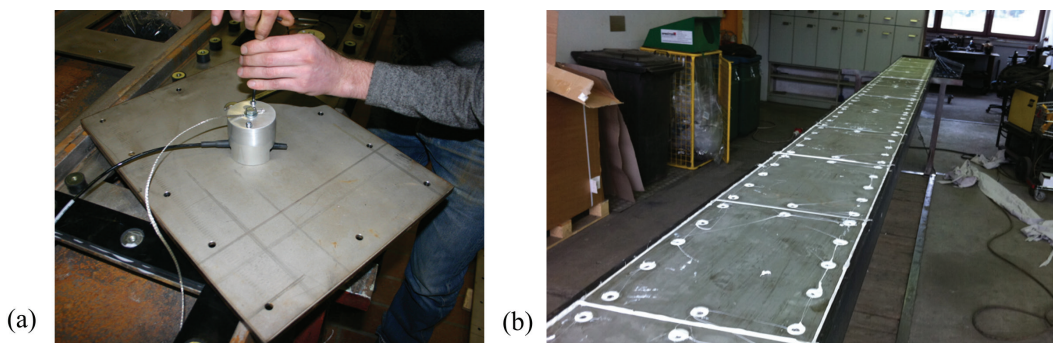


Figure 2 Geophone mounted on steel plate (a), Geophone device (b)

Слика 2 Монтиран геофон на челичној подлози (а), геофон уређај (б)

The continuous and automatic data recording offers information of the bedload transport which are high in spatial and temporal resolution. The spatial distribution of the transported material over the torrent profile is determined, as well as the temporal course of the bedload transport process. Further, the critical flow for the initiation of bedload material can be ascertained. The direct assessment of bedload transport rates in weight respectively volume and the texture of the transported material is not possible. Therefore calibration measurements with direct monitoring devices (mobile basket sampler, bedload trap) are required.

Mobile Basket Sampler

The concept of the used mobile basket sampler is based on a mobile bedload trap presented in Bunte and Abt, 2003. The sampler was built for bedload measurements in mountain streams with intense bedload transport (Habersack et al., 2012). The basket sampler consists of a rectangular steel frame, which is 0.4m wide and 0.3m high, a sampler bag and a steel bar. The sample bag has a mesh size of 4mm x 7mm. The steel bar is attached at the intake frame using a uniaxial rotary joint, which causes the sample intake to turn into mean flow direction in response to the fluvial forces. The sampler can be mounted on a mobile crane at the upper end of the steel bar. Two tensioning ropes, which are fixed on either side of the steel frame and on both riverbanks, prevent the sampler from drifting downstream. Figure 3a and 3b show the mobile basket sampler respectively pictures of the measuring procedure.

For bedload transport measurements the mobile basket sampler is lowered at given measurement verticals onto the streambed and raised again after a defined measurement time, which depends on bedload transport intensity. Measurements are performed downstream of the geophone device, allowing a calibration relation between the data of the geophone device and the result of the basket sampler measurements.

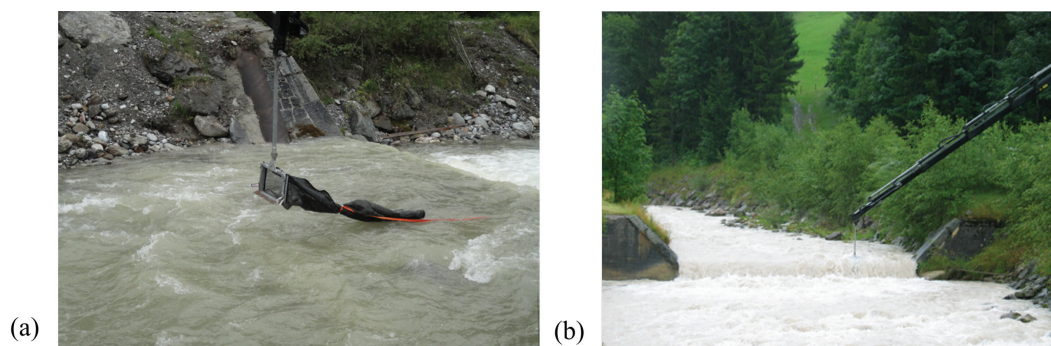


Figure 3 Mobile basket sampler, Measuring procedure (a,b)

Слика 3 Покретни хватач наноса, поступак мерења (а, б)

There are two possible measurement procedures – Cross-section Measurements and Permanent Measurements. At Cross-sections Measurements bedload samples are taken at three pre-defined verticals in the stream profile. Temporal variability of bedload transport is obtained by performing three measurements at one vertical consecutively. Specific bedload transport is calculated by determining the average value of these three subsequent measurements. Sample taking

at several measurement verticals allows the calculation of the prevailing bedload transport in the stream profile. Performing Permanent Measurements, bedload samples are taken at one vertical repeatedly. This measurement procedure is undertaken to analyse the temporal variability of the bedload transport process.

Advantages of mobile basket sampler measurements are the possibility to take spatial and temporal variable bedload samples. The spatial distribution of bedload transport within the stream profile as well as the temporal variability can be investigated. A sieving analysis of the measured material gives the grain size distribution respectively the characteristic grain sizes of the transported material. Bedload measurements with the basket sampler at the Ursiau torrent are restricted to low and medium discharges. At high water flow the lowering of the sampler on the riverbed is problematic due to high hydraulic flow pressure. Additionally, occurring woody debris make the measurement procedure difficult. Further, at high flow and therefore, at very intense bedload transport rates, measurement time has to be reduced strongly which can cause uncertainties within the measuring process.

Bedload Trap

The bedload trap is mounted directly downstream of the geophone device in the middle of the stream profile (Figure 4a). It consists of a sampling box, which is placed on load cells. The volume of the sampling box is 1.13 m³. The trap is covered by a lid with a longitudinal sampling slot (1.6m long and 0.5m wide). In rest position the slot is closed and flush with the streambed. When starting with bedload sampling, the slot is opened hydraulically via manual control, allowing for bedload material to be trapped in the container. The load cells commence recording automatically the bedload mass increase within the trap. To analyze the sampled bedload material an excavator withdraws the filled sampling box and places it on the riverbank (Figure 4b). After the box is emptied it has to be reinserted. This maintenance work is restricted to low flow conditions.

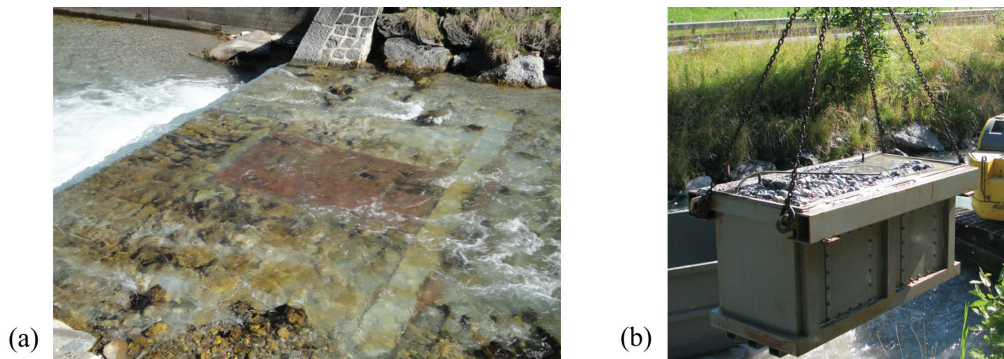


Figure 4 Bedload trap downstream geophone device (a), Sampling box (b)

Слика 4 Низводни хватач за вучени нанос са геофон уређајем (а), сандук за узорке наноса

Bedload monitoring using a bedload trap is possible at all water stages, even at high flow conditions and intense bedload transport. It enables a relative long-lasting direct bedload measurement. Specific bedload transport, temporal variability, texture of the transported material and also initiation of motion can be determined. As the bedload trap is fixed downstream the geophone

device, bedload trap measurements serve as well as the mobile basket sampler measurements to calibrate the geophone data. The fixed position of the bedload trap in the stream profile prohibits the analyses of the spatial variability of the transport process.

Integrative bedload monitoring system

Geophone device, mobile basket sampler and bedload trap form together the integrative bedload monitoring system. The combination of these methods takes advantage of the possibilities of the mentioned single monitoring methods and compensates their specific restrictions in bedload measuring. Table 1 shows the suitability for measuring the parameters of interest of all measurement devices, which are applied at the Urslau torrent. The last row of the table represents the integrative monitoring system and its possibilities in bedload monitoring.

Suitability Table	Specific bedload rate	Bedload rate	Spatial variability	Temporal variability	Initiation of motion	Grain size distribution	Transport process
Mobile Basket Sampler	3	3	2	1	1	2	-
Bedload Trap	3	1	-	2	3	3	-
Geophone Device	1	1	3	3	3	1	-
Integrative Monitoring System	3	3	3	3	3	3	-

3	Highly suited for measuring this parameter
2	Suited for measuring this parameter
1	Partially suited for measuring this parameter
-	Not suited for measuring this parameter

Table 1 Integrative Monitoring System - Suitability table (after Habersack et al., 2012)

Табела 1 Интегрисани мониторинг систем - Табела погодности (према Хаберзак-у et al., 2012)

Results

Bedload transport measurements are operated at the Urslau torrent since 2011. Several mobile basket sampler and seven bedload trap measurements have been performed already. Geophone recordings are available continuously since January 2011. In this chapter a selection of these bedload monitoring results is presented.

At the Urslau torrent bedload transport intensity is recorded continuously due to the geophone device. This enables a comprehensive analysis of the bedload transport process.

Considering bedload transport at the Urslau torrent on a large time scale gives the diagram in figure 5. Here the course of the sum of all installed geophone impulses and discharge, exemplarily illustrated for the year 2012, is shown. Bedload transport intensity tends to follow the course of water discharge. At high flow conditions the number of recorded geophone impulses is high too.

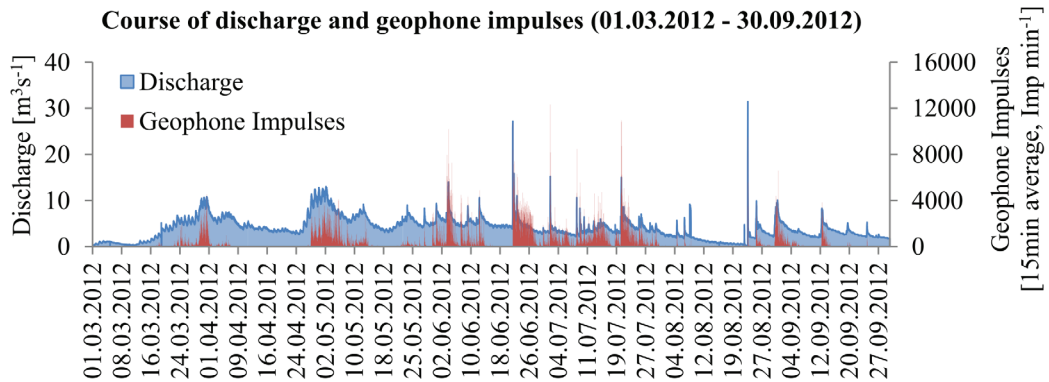


Figure 5 Course of Geophone Impulses (15min average value) and discharge – Urslau 2012

Слика 5 Курс геофон импулса (15 минутна средња вредност) и протицај – Урслау 2012

Figure 6 shows the daily course of geophone Impulses at the Urslau torrent. The strong temporal variability of bedload transport is apparent. Although hydraulic conditions are relative stable bedload transport intensity differs from an average value of 1 to nearly 400 geophone impulses per 15 minutes.

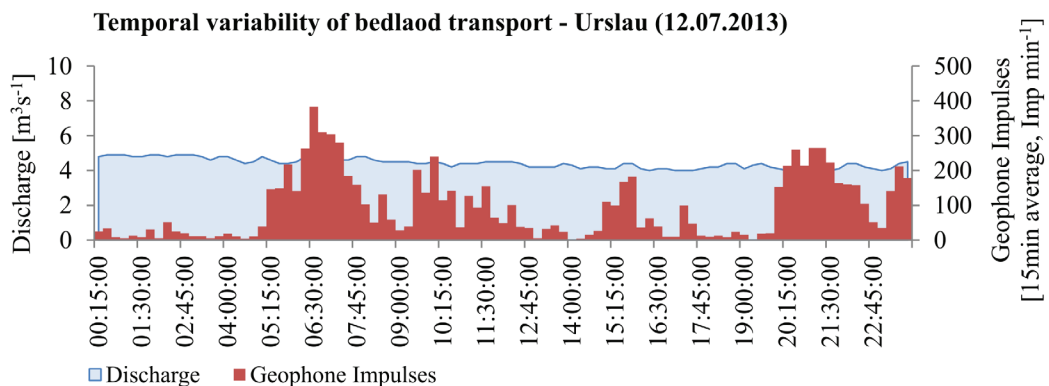


Figure 6 Temporal variability of bedload transport (Urslau 12.07.2013)

Слика 6 Временска варијабилност транспорта вученог наноса (Урслау 12.07.2013)



Bedload transport exhibits not alone temporal variability of bedload transport, but also varies spatially within the stream profile. Figure 7 shows the temporal and spatial distribution of geophone impulses for 01.05.2012 – 31.10.2012.

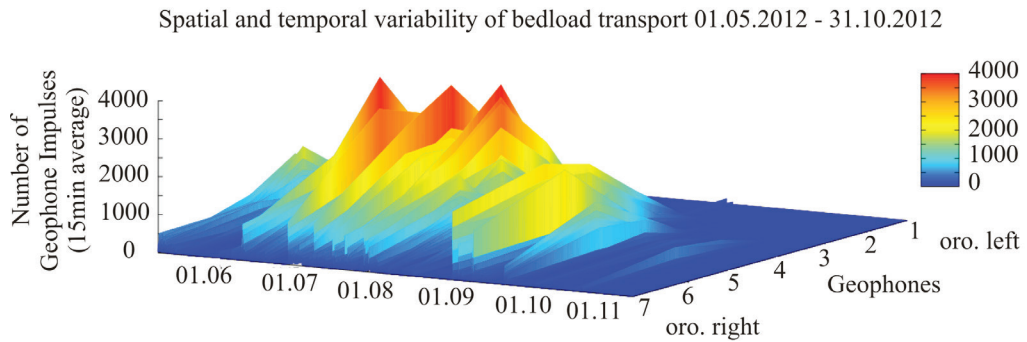


Figure 7 Spatial and temporal variability of bedload transport

Слика 7 Просторна и временска варијабилност транспорта вученог наноса

For the determination of the critical flow for initiation of motion the average number of geophone impulses is calculated for the corresponding discharge categories. Figure 8 shows the result of this analysis. For the Urslau River, in the section of the monitoring station the lower limit of the critical flow for the initiation of bedload transport is in the range of 3-5m³s⁻¹.

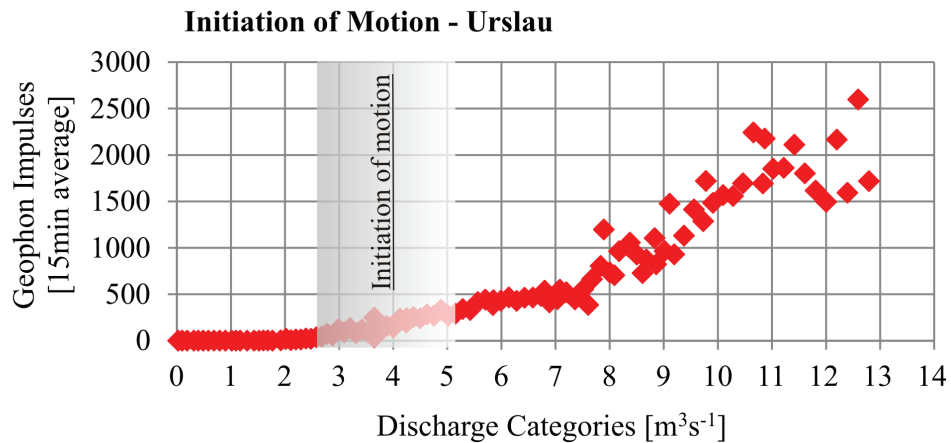


Figure 8 Initiation of motion

Слика 8 Почетак кретања



Direct bedload transport measurements allow the determination of transported bedload mass respectively volume and the texture of the transported material. Figure 9 gives an example of a measurement with the mobile basket sampler. At this cross-section measurement specific bedload rates and texture of the transported material at each measuring vertical are illustrated. The highest specific bedload rate (2.8 kgm⁻¹s⁻¹) was measured in the middle of the cross-section. Extrapolating these point measurements on the stream profile yields a bedload transport rate of 7.2 kg s⁻¹.

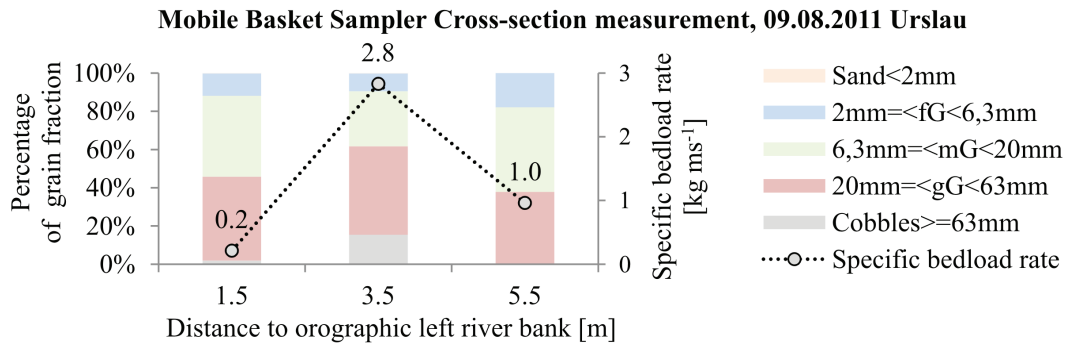


Figure 9 Cross-section measurement (09.08.2011)

Слика 9 Мерни профил (09.08.2011)

The result of a bedload trap measurement (01.06.2013) is given in figure 10. The course of mass increase of the sampled bedload material in the trap is shown. The cumulative curve of registered geophone impulses of the geophone directly upstream the bedload trap is illustrated too. The similarity of these two courses is evident.

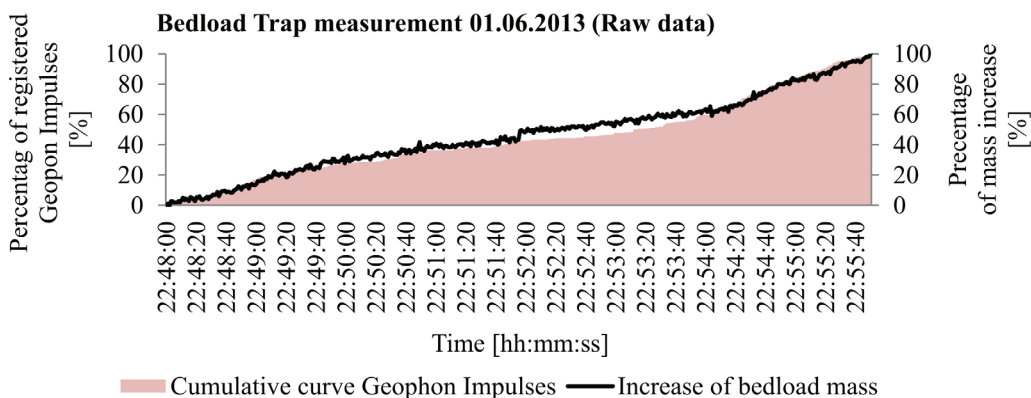


Figure 10 Bedload trap measurement 01.06.2013

Слика 10 Мерење проноса вученог наноса 01.06.2013

Direct bedload transport measurements are undertaken directly upstream of the geophone device, enabling the comparison of geophone data and direct measured transport rates. Geophon data are calibrated by relating the measured specific bedload rates to geophone impulses, which were recorded in the corresponding time period. This relation gives the opportunity to calculate bedload yields for chosen time periods. The correlation of direct measured specific bedload rates and geophone data is given in figure 11.

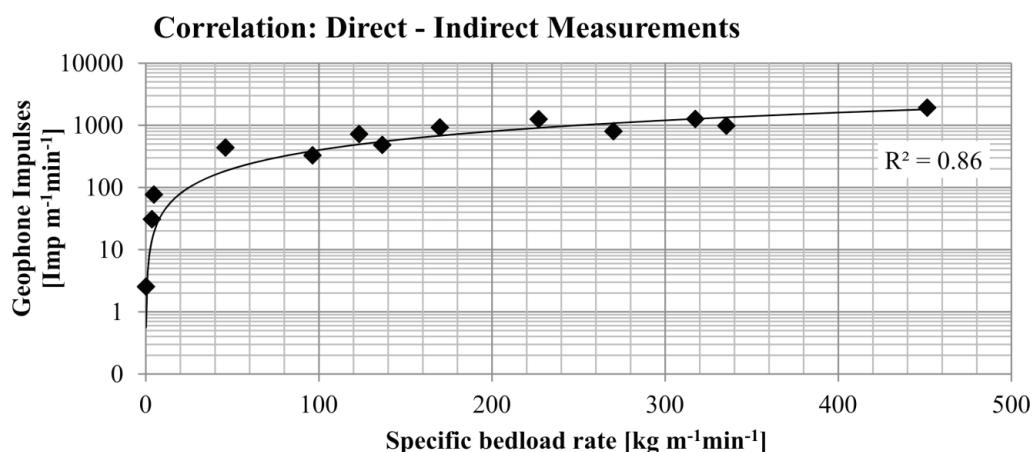


Figure 11 Correlation of direct and indirect bedload measurements

Слика 11 Корелација директних и индиректних мерења вученог наноса

Discussion

This article shows that the integrative bedload monitoring system, applied at the Urslau torrent gives satisfactory monitoring results. The suitability table (Table 1) and the given examples of monitoring results (figure 5 – 11) demonstrate that all main parameters of interest (after Habersack et al. 2012), except the parameters “transport path and transport velocity” can be determined. For the detection of transport path and transport velocity of single bedload particles the further application of tracer stones is needed (for example Liedermann et al., 2012).

Due to the high spatial and temporal variability of bedload transport, a continuous monitoring of the bedload process using indirect monitoring methods is required. The high temporal variability of bedload transport in figure 6 underlines the temporal variability of the transport process. This example reveals also that bedload transport is not alone dependent on prevalent water flow. It is recommended to consider further determining factor when assessing bedload transport events. Exemplarily bedload material supply, activity of tributaries and material input out of slope processes, previous bedload transport events and armouring processes are listed here.

The application of direct monitoring methods gives information of mass and volume of

transported bedload material. The mobile basket sampler is applied and established for low and medium flow rates at the Urslau torrent. At high flow and high intensities of bedload transport measurements with the mobile basket sampler are not feasible. Bedload transport measurements using the bedload trap are operating satisfactorily for higher discharges, as illustrated in the example of the bedload trap measurement of the 01.06.2013 in figure 10.

The calibration of geophone data is an essential issue of direct bedload measurements. The relation between geophone data and measured bedload rates in figure 11 provides a strong correlation (correlation coefficient of 0.86). As already mentioned this relation enables the determination of bedload yields.

Measured bedload data of the Urslau torrent form an essential basis to review existing approaches to calculate bedload transport. Further work will concentrate on the applicability of established bedload transport formulas by comparing calculated results with measured bedload data. Possibilities to calibrate and adjust bedload transport formulas will be compiled.

Summary

Bedload transport has been measured at the Urslau torrent for three years. Direct and indirect bedload monitoring methods have been applied. The presented results highlight the importance of an integrative monitoring system to detect the bedload transport process entirely. Selected results concerning the main parameters of interest are shown. Measured bedload data of the Urslau torrent form an important basis for future work relating the review and adaption of existing bedload transport formulas.

REFERENCES:

Bunte, K., Abt, S.R. (2003): Sampler size and sampling time affected bed load transport rates and particle size measured with bed load traps in gravel-bed streams, *Erosion and Sediment Transport Measurements*, Bogen J., Fergus T. and Walling D.E. (eds.), IAHS-Publication No. 283, (126-133)

Habersack, H., Seitz, H., Aigner, J., Kreisler, A., Laronne, J. (in prep.): Integrated Bedload Transport Monitoring at the Drau-Isel System.

Habersack, H., Kreisler, A., Aigner, J., Liedermann, M., Seitz, H. (2012): Spatio-temporal variability of bedload transport. *Proceeding of the River Flow Conference, 2012*, (423-430)

Habersack H., Kreisler A., Aigner J., Tritthart M. (2012): Messung und Berechnung des Geschiebetransportes in Wildbachunterläufen am Beispiel der Urslau. *Annual report* (in German)

Kreisler, A., Moser M., Seitz H., Rudolf-Miklau F., Habersack H. (2012): Bedload trap measurements as part of an integrative measurement system. *Extended Abstract 12th Interpraevent Congress*, (220-221)

Liedermann, M., Tritthart, M., Habersack, H. (2012): Particle path characteristics at the large gravel-bed river Danube: results from a tracer study and numerical modeling, *Earth Surface Processes and Landforms* 38, (512-522)

J. Suda ¹, R. Schremser ², F. Rudolf-Miklau ³

New Austrian standard for torrential barriers (ONR 24800 TO ONR 24803)

Нови аустријски стандарди за бујичне преграде (ONR 24800 до ONR 24803)

¹ alpinfra, consulting + engineering GmbH, Kuefsteingasse 15-19, 1140 Wien and Institute of Structural Engineering, Department of Civil Engineering and Natural Hazards, University of Applied live Science – BOKU, Vienna

² Austrian Standards, Heinestraße 28, 1020 Vienna

³ Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, Department IV/5 – Torrent and Avalanche Control; Marxergasse 2, 1030 Vienna, Austria
E-mail: juergen.suda@gmail.com

Abstract

There are a lot of different types of torrential barriers in different condition levels in Austrian torrents which have to be evaluated regularly with respect to their safety and serviceability. In addition, a lot of new barrier structures will be built in the near future which will be designed according to the EUROCODES (i.e. The standard series EN 1990 to EN 1999). Given those circumstances an interdisciplinary working group (Committee 256) was established at Austrian Standards (AS), which has managed to develop new standards for load models, design and life cycle assessment of torrent control works, the series ONR 24800 (ONR: short for ON-Rule). This paper presents the current state of standardization and is focused on selected requirements for design of torrent protection works.

Keywords: new standard, torrential barriers, torrent control works

Извод

Постоје више различитих типова бујичарских преграда, изграђених у различитим условима у бујичним токовима Аустрије, које би требало оценити имајући у виду њихову стабилност. И поред тога, много нових преграда ће бити пројектоване у блиској будућности према стандарду EUROCODES (тј. стандарди серија EN 1990 до EN 1999). Имајући у виду ове околности у оквиру Аустријских стандард (AS) формирана је интердисциплинарна радна група (Комитет 256) која је руководила развојем нових стандарда за нове моделе (типове) преграде и њихово оптерећење, процену пројектованог, као и животног циклуса радова на уређењу бујичних токова, серије ONR 24800 (ONR: скраћено за ON-Rule). Овај рад представља садашње стање стандардизације и он је фокусиран на одабране захтеве за пројектовање радова на уређењу бујица.

Кључне речи: нови стандарди, бујичне преграде, уређење бујица

Introduction

Due to the high percentage of mountainous regions within the Austrian federal territory, the protection of human settlements against natural hazards, especially avalanches, rock fall, landslides and torrential hazards, which result from torrent processes (flood, debris floods and debris flows), is of paramount importance for regional development and safety planning. Because of the high influence of these processes on the human existence, a lot of different technical structures to control torrent processes were designed and built. Until the end of the 1960s, solid barriers were built at the exits of depositional areas to prevent dangerous debris flows from reaching high consequence areas. The development of solid barriers with large slots or slits to regulate sediment transport began with the use of concrete and reinforced concrete during the 1970s. The surplus of solids produced by a debris flow was temporarily stored behind these dams. To reduce the energy of debris flows debris flow breakers were designed in the 1980s. By slowing and depositing the surge front of the debris flow, downstream reaches of the stream channel and settlement areas are exposed to considerably lower dynamic impact.

Currently there are a lot of different types of torrential barriers in different condition levels in Austrian torrents which have to be evaluated regularly concerning their safety and serviceability. In addition a lot of new barrier structures will be built in the near future which will be designed according to the EUROCODES. To provide state of the art design guidelines an interdisciplinary working group, Committee 256, was established at Austrian Standards, which has managed to develop new standards for load models, design and life cycle assessment of torrent control works. During this work the traditional assessment, design and construction concepts were adapted to the EUROCODES. The result of this work was published as ONR 24800-series.

The ONR 24800 - series - Overview

Torrent control works includes by definition all kinds of structures, which are realized in a torrents catchment or stream bed, in order to stabilize the bed and adjacent slopes, to regulate the discharge of floods, to dose runoff and solid transport, to filter large components (blocks, drift wood), to dissipate the energy of debris flow or to deviate (by-pass) hazardous flow processes from objects or areas at risk. [7] Since the beginning of systematic torrent control in Austria 125 years ago barriers were constructed for protection purposes.

In the past the technological development of these constructions was only guided by the experiences of engineering practice while an institutionalized process of standardization comparable to other engineering branches was not existent. This gap was closed by the publication of the ONR 24800-series, which consists of the following parts:

- ONR 24800, Protection works for torrent control - Terms, definitions and classification (published 2008)
- ONR 24801, Protection works for torrent control - Actions on structures (published 2013)
- ONR 24802, Protection works for torrent control - Design of structures (published 2011)
- ONR 24803, Protection works for torrent control - Operation, monitoring, maintenance (published 2009)
- Restliche Teile!?

These documents are based on and interact with EN 1990 (basic of structural design), EN 1992-1-1 (design of concrete structures), EN 1997-1 (geotechnical design) and the related documents for the Austrian national specifications (NAD) (Figure. 1) The development of these standards was accompanied by the publication of the first comprehensive technical handbook on torrent control engineering “state of the art” [1].

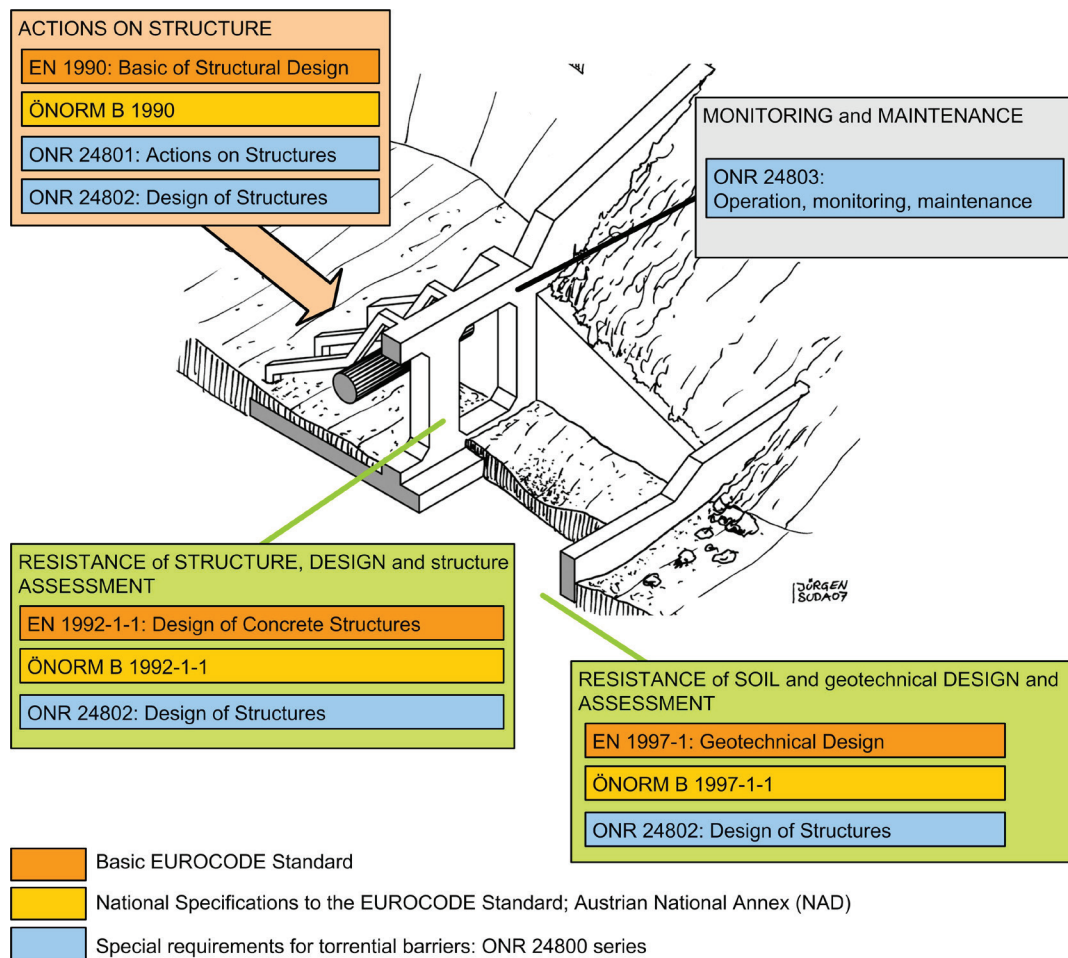


Figure 1 Interaction of EUROCODE Standards (EN 19xx), national specifications and special requirements (ÖNORM B 19xx) for torrent control works (ONR 24800)

Слика 1 Интеракција EUROCODE стандарда (EN 19xx) националне спецификације и специјалних захтева (ÖNORM B 19xx) за радове на уређењу бујица (ONR 24800)

ONR 24800: Terms, definitions and classification

This ONR gives basic recommendations about terms, definitions and classification, which are used in the other parts of this series. The most important classification for the design and assessment are the functions of torrential barriers. According to ONR 24800:2008 they can be divided in the following functional types:

- Conduction includes all measures to direct the debris flow on the shortest way through a potentially endangered area.
- Stabilization leads to a protection of the channel bed and the embankments against depth and lateral erosion.
- Consolidation supports adjacent slopes of the channel by raising the channel bed and reducing the stream gradient.
- Bypassing involves all measures to collect and redirect surface water around an erosion prone area to avoid excessive sediment recruitment along specific channel reaches.
- Retention leads to a more or less permanent deposition of sediments. The sediments have to be dredged after each event with the help of machinery (earth moving equipment?).
- Dosing covers all measures that allow a temporary deposition of sediments. After the event the deposits should be released if the tail water is deficient of sediments. The intermediate storage of the accumulated material is designed to balance hazard mitigation and a healthy riverine (?) environment.
- Filtering allows particle segregation by grain size to allow only a given grain size to pass the structure.
- Measures with energy dissipation are designed to reduce debris flow energy ([4][5]). By slowing and depositing the surge front of the debris flow, downstream reaches of the stream channel and settlement areas are exposed to considerably lower dynamic impact.
- Deflection directs debris flows towards areas of low consequences. This requires the existence of areas with low economic value in which debris flows maybe deposited.

Besides this the classification of the discharge and solid transport processes in torrents are necessary for the assessment of barriers. Torrents are per definition perennially or intermittently running water courses with steep slope, rapidly changing discharge and massive solid transport (debris, bedload, drift wood) at times[7]. According to ONR 24800:2008 4 definable displacement processes ([3],[2],[6]) can be distinguished:

- floods,
- fluvial solid transport,
- hyper-concentrated solid transport (debris floods)
- and debris flow (stony debris flow or mud-earth flow).

The characteristic displacement processes of torrential events (floods, fluvial solid transport, debris floods, debris flow) are definable by physical parameters like the rheology (newtonian/non-newtonian), the volumetric concentration of solids, the density of the liquid-solid-mixture, the kinematic viscosity, the flow velocity or the relative discharge (ratio of total discharge to water discharge).

Functional categories

According to ONR 24803:2009 the functional category has to be determined for each torrent control structure. Two functional categories of structures can be distinguished depending on the magnitude of consequences of a functional or structural failure (e.g. dam failure) for the protection system itself or the area at risk (ONR 24803:2009):

- key structures
- standard structures

This classification follows the principles of the ÖNORM EN 1990, depending on the extent of potential damages. Torrential dams can be classified according to the functions listed above. In any case, dams with retaining, dosing, filtering and energy dissipating function count among the key structures. Hence the stability and usability of these structures is of major importance for the safety of a whole protection system.

ONR 24801: Actions on structures

This ONR gives detailed recommendations for loads and load models on torrential barriers. Stresses on torrential barriers result from water (hydrostatic, dynamic), earth and debris flow impact. In special cases effects from avalanches, falling rocks and earth-quakes must also be considered. There are load models for all 3 displacement processes defined. As example the pressure of debris flows results from dynamic relocation processes with varying amounts of water, fine and coarse sediment. The debris flow drains in the channel and interacts with the structure during impact (Figure 2). It is assumed that during the initial impact contribute the highest forces on the lock. Any deposits behind the barrier have a damping effect and reduce the pressures occurring from a mudslide.

The model for debris flows is designed in way that on an interface, the parameters of the process model to the action model will be passed. The modeling of the processes is performed usually by an expert for torrent control. The nature of the process model is determined by the analysis of the catchment area and the relevant characteristics of the debris flow relocation process. The impact on the building model is defined in cooperation with the responsible structural engineer. The following parameters have to be defined on the interface (Figure 2):

- type of discharge process (stony debris flow or mud-earth flow),
- drainage area of the debris flow (AQM) in the characteristic canal cross section,
- velocity (v),
- density (ρ M),
- dynamic height h_{dyn} to determine the dynamic load width.

The action model consists of the following components (Figure 2 B):

- dynamic pressure (P_{dyn}),
- static pressure (p_{st}),
- vertical load (p_a),
- Force resulting from the impact of a single component (e.g. tree trunk, big block), (P_{imp}).

The results obtained from the model effects have to be considered as characteristic values for design and assessment.

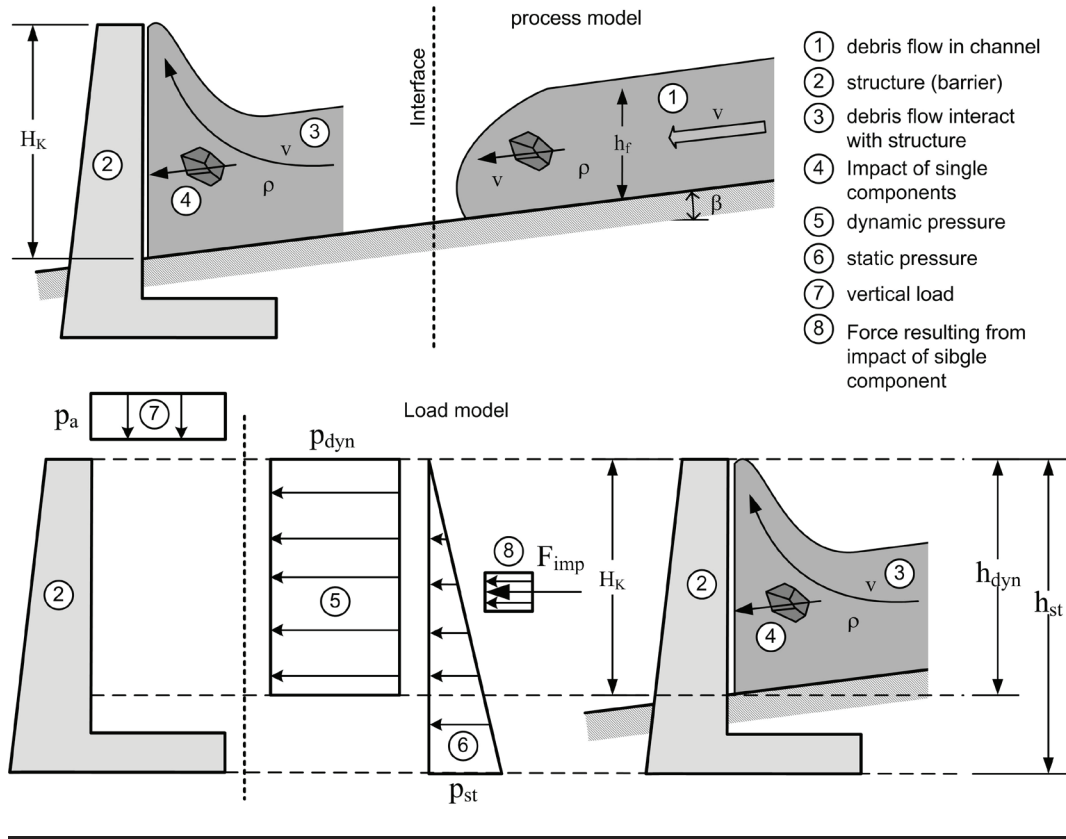


Figure 1 Load model and process model for debris flows according to ONR 24801

Слика 1 Модел оптерећења и процесни модел за бујичну лаву према ONR 24801

ONR 24802: Design of structures

This ONR is the main part of the series. It gives recommendation for the design and the assessment of barriers. Stress combinations and partial load factors depending on the functional type, the type of displacement process and functional category are defined. In addition specific design rules are given. Specific design rules are very important to achieve robust barriers which are able to fulfil their function over the expected lifetime.

Impacts on torrent control works are according to ÖNORM EN 1990 categorized in permanent, variable and accidental actions. According to ONR 24802:2010 accidental impacts are either caused by extreme events exceeding the design event or correlated to processes which are not covered by the systematical function of the structure (e.g. earth quakes). The proof of the hydraulic capacity of a torrent control work based on the design discharge comprises the following verifications:

- proof of the capacity of the discharge section (the hydraulic capacity has to exceed the design flood taking into account a freeboard),
- proof of the capacity of large openings (slits),
- dimensioning of spilling pool (overflow).

ONR 24802:2010 defines the limit states for the proof the stability and serviceability of the torrent control works and supporting structures. In order to provide these proofs the following impacts have to be taken into account for the design of torrent control works: own weight of structure, soil pressure, water pressure (design water level, water pressure in tension cracks), ground water pressure (water pressure at basis), dynamic water pressure of design event (flood, debris flow), dynamic water pressure exceeding the design event, water pressure due to unplanned backwater and traffic loads. In specific cases additional impacts caused by slope failure, rock fall, avalanches, earth-quakes or extreme floods have to be taken into account. The magnitude of these impact forces and the relevant load distribution figure are defined in ONR 24801.

According to ONR 24802:2010 the relevant impacts for the dimensioning of torrent control structures have to be combined according to the predominant displacement process. These characteristic combinations of loads are qualified as standardized stress combinations (SC). In SC A (Figure 3a), the state before backfill, the hydrostatic water pressure from the backwater (W_{owS}) is acting on the barrier. The specific gravity of the water, depending on the content of bed load in the pure water, ranging from $\gamma_w = 10$ to 20 kN/m^3 . If there is a water flow behind the bottom side of the barriers foundation a reduced hydrostatic water pressure in the soil body can be used. In this stress combination the buoyancy force (W_A) is acting on the barriers bottom side. This force reduces the external stability of the barrier. The downstream water pressure (W_{uw}) must not be used as a resistance for the barrier.

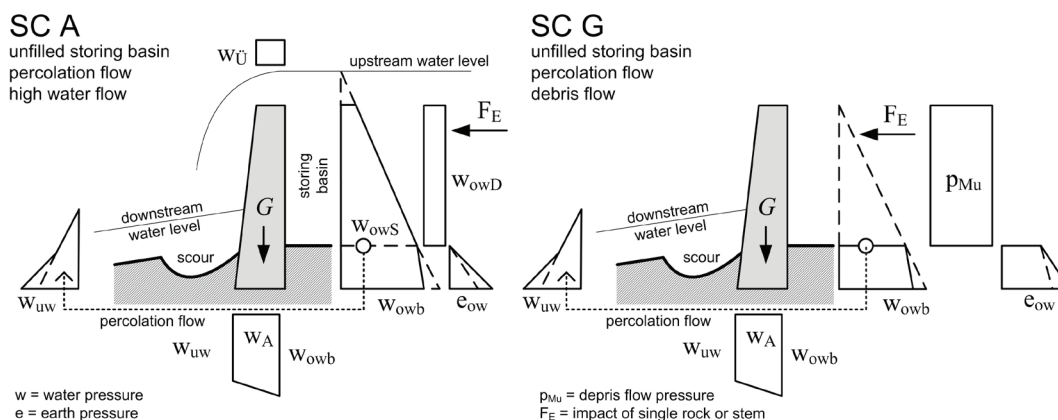


Figure 3 Stress combinations (a, left) for retention, dosing and filtering barriers and (b, right) for energy dissipation barriers (debris flow breaker); according to ONR 24802

Слика 3 Комбинација притиска (а, лево) за ретенционе, дозирне и филтерске преграде и (б, десно) за преграде за расипање енергије тока (разбијање бујичне лаве), према ONR 24802

ONR 24803: Operation, monitoring, maintenance

Currently a lot of different types of protection works (e.g. barriers, dams, sills, ramps) in different condition levels exist in Austrian torrents. There are different types of design, design age, material, and combination of materials. On the other hand the protection concepts have changed and the values of the protected regions depending of the type of land use have significantly increased in the last years. So there are protection works which are not needed any more. In other regions new structural mitigation measures had to be built to protect expanding human settlement areas. Besides these new developments, in the last decade many projects concerned with maintenance, improvement and restructuring were initiated. All these activities have to be considered taking account the limited public funds of the communities, federal states and the republic on the one hand and the statutory provisions on the other hand.

The number in design of new torrent protection works decreases whilst the amount of maintenance and rebuilding measures increases. A fundamental task is the regular supervision and monitoring of existing measures concerning their condition and effectiveness. This task is mainly the duty of the holder of title of the protection works (communities, beneficiaries, water cooperatives or others); technical supervision is also carried out by the Austrian Torrent and Avalanche Control Service.

By using a suitable area-wide monitoring concept with adjusted decision tools the available funds can be used more efficiently and a longer-term planning of maintenance measures is possible (based on life-cycle costs). The recommendations of ONR 24803 were developed considering economical, practical and safety aspects.

The monitoring concept in ONR 24803 is divided in two parts, the inspection and the measurement or intervention part (Figure 4). The main target of the inspection is to assess the condition and the reliability in a comprehensive manner. This is achieved by the comparison of the actual state with a reference state. To identify the actual condition, standardized instruments are developed. These instruments can be divided in the operational instruments, like three different control levels, and the instruments of documentation, like the control minutes and database and the instruments of assessment. The three control levels take into account economic limits. In the level 1 all structures will be periodically inspected e.g. by lumbermen during the annual inspection of the Austrian torrents (task of the community due to the Austrian Forest Act). If there is damage identified on a structure a level 2 inspection will take place. A competent expert will perform this level 2 inspection. If there is no possibility to assess the actual condition of the structure a level 3 inspection will be done. Level 1 and 2 is done with visual inspection methods. The level 3 inspection will be done, using complex engineering methods, like analyses of material samples, measuring systems, static and hydraulic simulations or else. In the ideal case this inspection level is carried out by an interdisciplinary expert team.

The aim of the inspection is to classify the structure in one of six condition levels. Level 1-buildings are new or as good as new, level 6-buildings are completely destroyed. The given standardized instruments allow a comparable classification of condition levels for the whole of Austria.

A consistent and comparable description of the damages of the structures is assured by well-developed control protocols and a damage catalogue for torrent protection works. This catalogue is based on the experience of practitioners and on the theoretical background of researchers. The catalogue contains a classification of the damages and detailed descriptions for several types of damages. The classification scheme divides the damage-types in those with relations to

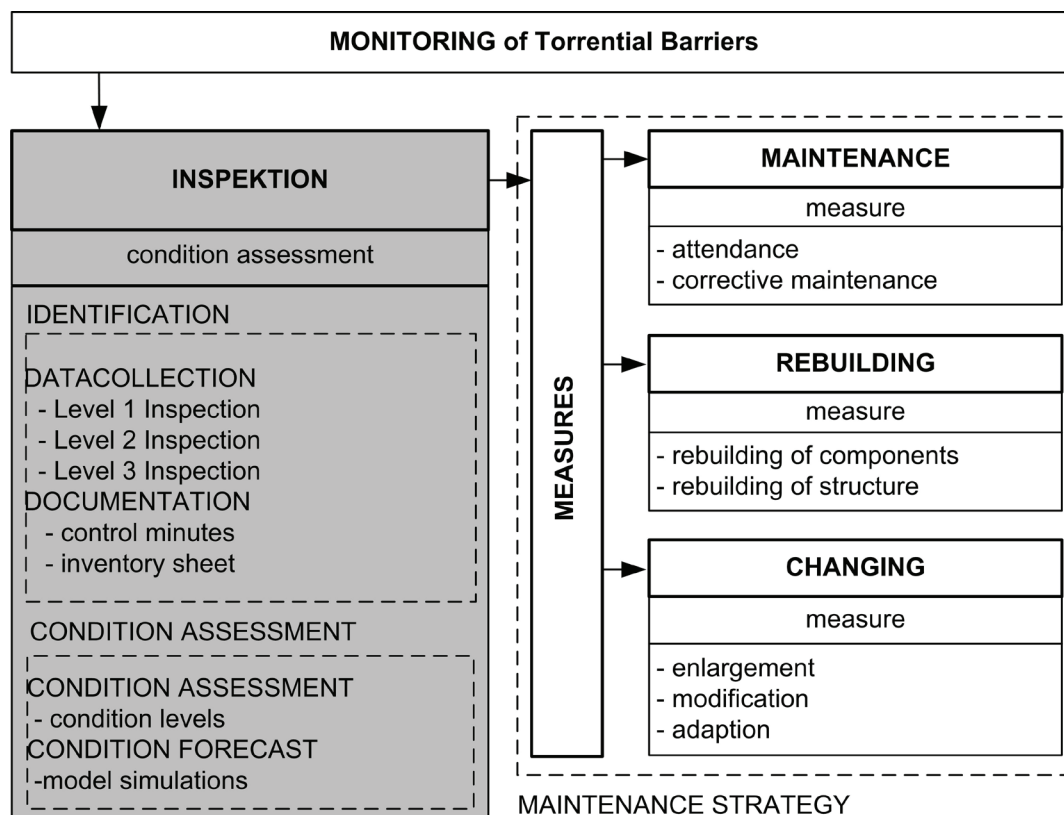


Figure 1 Monitoring concept for torrent protection works, according to ONR 24803

Слика 1 Концепт мониторинга за радове на заштити од бујица према ONR 24803

the ultimate limit state, the serviceability limit state and the durability limit state (terms in accordance to EUROCODE 0). Beside this the classification also takes into account the type of structure and the design material. These developed instruments enable effective decisions regarding the type of measures, the time of measures and also a realistic assessment of the state of the structure. Typical measures are rebuilding, maintenance and modification of the structure. The collected data is to be stored in a database of the so called torrent and avalanche Cadastre (WLK). This data base will be used for maintenance and inspection planning to avoid a precise and efficient maintenance by minimizing costs. It is also the base for simulations of further developments of the barrier systems depending on different maintenance scenarios.

Conclusion

The ONR 24800-series constitutes a new dimension in torrent control engineering. The application of these standards will favor the efficiency and cost-effectiveness of protection structures and secure a high standard of quality concerning the functionality, stability and safety of barrier structures. After the completion of the new Austrian standards in the spring of 2013 a

phase of testing and evaluation will help to gather experiences with the practical application of these regulations.

The highest uncertainty in attaining adequate design and assessment of barriers lies on the action side. Due to this fact, specific design rules are essential to achieve robust barriers which are able to fulfil their function over the expected lifetime.

REFERENCES:

- [1] **Bergmeister K., Suda J., Hübl J., Rudolf-Miklau F. (2009):** Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Ernst und Sohn, Berlin (in German).
- [2] **Hübl J. (2006): Vorläufige Erkenntnisse aus 1:1 Murenversuchen:** Prozessverständnis und Belastungsannahmen. In: FFIG, G. Reiser (Hrsg.), Geotechnik und Naturgefahren: Balanceakt zwischen Kostendruck und Notwendigkeit. Institut für Geotechnik, BOKU Wien, Geotechnik und Naturgefahren, 19.10.2006, Wien (in German).
- [3] **Iverson R. M. (1997):** The physics of debris flows, Reviews of Geophysics 35, American Geophysical Union: pp. 245–296.
- [4] **Jenni M., Reiterer A. (2002):** Debris flow management with crash dam construction, Journal of Torrent, Avalanche, Landslide and Rock Fall Engineering, Vol. 148, pp. 11-19.
- [5] **Kettl W. (1984):** Vom Verbauungsziel zur Bautypenentwicklung - Wildbachverbauung im Umbruch. Wildbach- und Lawinenverbau, Vol. 48, pp. 61–98.
- [6] **Marco F. (2007):** Torrential Processes. In: Campus S, Forlati F., Barbero S., Bovo S. (eds.): Evaluation and Prevention of Natural Risks. Taylor and Francis/Balkema: pp. 169-199.
- [7] **Rudolf-Miklau F. (2009):** Naturgefahren-Management in Österreich, NexisLexisOrac, Wien (in German).

Милета Милојевић ¹, Милутин Стефановић ¹, Ирина Миловановић ¹, Милица Бапић ¹, Јелена Чотрић ¹, Зоран Гавриловић ¹, Никола Златановић ¹

Мониторинг водне ерозије на ерозионим парцелама на огледном сливу Рипе

Water erosion monitoring in experimental basin Ripe, Serbia

¹ Институт за водопривреду “Јарослав Черни”, Завод за заштиту од бујица и ерозије
ул. Јарослава Черног 80, 11226 Београд

Извод

Научно-истраживачка станица на огледном сливу „Рипе“, десној притоци Топчидерске реке, формирана је 1953. године. Истраживачки рад на овом сливу је обновљен током 2004. године и усмерен је у правцу одређивања средње годишњег интензитета ерозије, тј. количине покренутог материјала са падина слива, који у себи садржи најплодније честице спраног земљишта и хранљивих материја. Сва осматрања и истраживања су организована према утврђеној методологији, како би се добили квантитативно бројчани показатељи, који су неопходни да би се утврдио средње годишњи интензитет ерозије. Врши се прикупљање метеоролошко-климатолошких података, осматрање и мерење отекле воде и спраног наноса на ерозионим парцелама. На основу анализе прикупљених података у периоду од 2005 до 2010. године закључено је да су на сливном подручју потока Рипе претежно одвијају површински процеси ерозије. Репрезентативни слив Рипе је показатељ стања ерозионих процеса на целој територији града Београда као и централног дела Србије.

Кључне речи: ерозија, осматрање, падавине, нанос

Abstract

The research station at the experimental basin Ripe, a right tributary of the Topčiderska River, was formed in 1953. The research was re-established in 2004 and directed towards determining the average annual erosion intensity i.e. the amount of displaced material from the basin slopes. This material contains the most fertile soil particles and nutrients. The observations and research both follow an established methodology to establish quantitative parameters necessary to determine mean annual erosion intensity. Observations include the monitoring of meteorological and climate data, discharge measurements as well as quantities and characteristics of sediment washed from erosion plots. Based on the analysis of the data collected between 2005 and 2010, it was concluded that surface erosion processes are dominant in the Ripe basin. The Ripe basin is a representative indicator of the state of erosion processes throughout the wider Belgrade city area as well as the rest of Central Serbia.

Key words: erosion, monitoring, precipitation, sediment

Увод

Бујичне поплаве и ерозија земљишта спадају међу највеће непријатеље читавог човечанства. Својим наглим надоласцима изазивају огромне материјалне штете, а често и људске жртве. Уништавањем инфраструктурних објеката (путева, железничких пруга, мостова) поплавама у насељеним местима, долази до огромних материјалних штета. Спирањем земљишта са брдских падина, ерозија константно осиромашује земљиште, што узрокује смањење приноса код пољопривредних култура.

После другог светског рата па све до данас, наша земља чини велике напоре да се смање ове природне непогоде. Извршено је уређење великог броја бујичних водотока, пошумљавано је више хиљада хектара на угроженим подручјима и затрављено пашњака исто тако. Изграђен је велики број брана и преграда за задржавање наноса. Ове антиерозионе мере су у великој мери допринеле да се смање бујичне поплаве и ерозија, али су те природне појаве још увек активне и борба са њима мора да буде трајна.

Код већине бујичарских пројеката и хидротехничких елабората, где је било потребно дати одговарајуће решење у вези са брзим сливањем вода низ падине, времену концентрацији или могућим поплавним водама, после одређених количина атмосферских талоба, коришћени су подаци и формуле страних аутора, које мало или никако не одговарају нашем климату.

Из тог разлога је 1953. године формирана научно-истраживачка станица на огледном сливу „Рипе“, десној притоци Топчидерске реке. Овај слив је узет као експериментални слив и у ствари представља узорни слив, ради одређивања потребних елемената за све мале сливове читавог подручја Шумадије. Стицајем разноразних околности, а пре свега због честих прекида финансирања, осматрања и истраживања су често прекидана а велики део опреме и огледних парцела је пропао или застарео за истражне радове.

У току 2004. године обновљен је истраживачки рад на сливу. Извршени су потребни припремни радови, како би се огледни слив обновио и наредне године започела осматрања. Набављена је нова метеоролошка, хидролошка и друга потребна опрема. Постојећи хидрометријски профил је оспособљен за осматрање водостаја и протицаја. Фомиране су ерозионе парцеле, под орицом, детелином и шумом, на којима се врше осматрања отицања воде и спирање наноса од палих киша. Набављена је и постављена аутоматска метеоролошка станица и плувиограф.

Природни услови на сливу су се пуно променили у односу на ранији период истраживања. Утицај људског фактора учинио је своје. У периоду када су започета прва осматрања, на ободу слива је било свега неколико сеоских кућа. Сада је на сливу изграђено преко седамдесет викендица и других објеката. Изграђена је и асфалтирана путна мрежа. Коришћење земљишта на сливу драстично се изменило. Већи део обрадивих површина је напуштен и претворен у деградирани пашњаке, а неке су зарасле у коров. Шумске површине су очуване, јер се дрво све мање користи за огрев. Изградњом кућа и путева, засечене су падине па су се на више локација појавила клизишта. Изградњом великог броја индустријских објеката, урбаним развојем саобраћаја и применом агротехничких мера у пољопривреди, долази до великог загађења вода, земљишта и ваздуха па је неопходно и континуирано праћење загађивача и одређивање степена загађености воде и земљишта.

Истражни радови и осматрања организовани су према усвојеној методологији. Период шестогодишњих истраживања од 2005-2010. године указује да су се природни услови на огледном сливу „Рипе“ битно променили у односу на период од 1955-1987. године.

Теренска осматрања и истраживања на огледном сливу Рипе

Сва осматрања и истраживања су организована према утврђеној методологији, како би се добили бројчани показатељи, који су неопходни, да би се утврдио средње годишњи интензитет ерозије.

Врши се прикупљање метеоролошко-климатолошких података, узимање узорака наноса, осматрање и мерење отекле воде и спраног наноса на ерозионим парцелама. У табели 1 је преглед одабраних парцела са карактеристикама.

Редни број	1	2	3
Површина (m ²)	95	97	89
Нагиб (%)	22,2	23,0	33,4
Облик површина	Правоугаоник	Правоугаоник	Правоугаоник
Врста културе	Детелина	Ораница	Ниска шума
Типови земљишта	Еутерично смеђе илимеризовано земљиште	Еутерично смеђе илимеризовано плитко	Еутерично смеђе илимеризовано
Геолошка подлога	Измењени серпентин	Метаморфна стена серпентин	Кредни седименти, лапорци и лапоровити пешчари, кречњаци

Табела 1 Карактеристике ерозионих парцела

Table 1 Characteristics of erosion parcels

Прикупљање метеоролошко-климатолошких података

На кишомерној станици, преко постављеног кишомера (плувиометра), током целе године региструју се све падавине (кишне и снежне). Непосредно поред кишомера постављен је и плувиограф (слика бр.1), који у периоду од првог априла па до краја октобра региструје на траци количине и интензитета палих киша. Снежне падавине које се хватају у кишомеру се топе и региструју као падавине. Дебљина снежног покривача мери се сваког дана мерном летвом на постављеној платформи. Садржај воде у снегу мери се тако што се узорци узимају хватачем за снег, а онда топе. Поред тога региструје се и брзина топљења снега.

На монтираној аутоматској метеоролошкој станица WS 3600, која је повезана са компјутерским центром у Институту ‘‘Јарослав Черни’’, прикупљају се следећи метеоролошки подаци:

- кишне падавине са тачношћу 0,5 mm;
- температуре ваздуха;
- влажност ваздуха са тачношћу од 1%;
- ветар се осматра из 16 праваца са тачношћу од 0,1m/s и
- атмосферски притисак са тачношћу од 0,1 hPa.



Слика 1 Плувиограф

Figure 1 Rainfall recorder

Мерни сензори станице су бежичним путем повезани са централним процесором који обрађује и чува податке о осматреним вредностима. Аутоматска станица очитива податке сваких 20 секунди и осматране вредности смешта у меморију (слика бр. 2 и 3).



Слика 2 Контролни дисплеј

Figure 2 Control display



Слика 3 Сензори аутоматске метеоролошке станице и pluviometer

Figure 3 Sensors of automatic weather meteorological station and rain gauge

Регистровање температура ваздуха

Температуре ваздуха у току 24 часа региструју се на аутоматској станици са тачношћу од 0,1°C. Прикупљају се подаци о средњим дневним, максималним и минималним температурама. Обрађују су средње месечне и годишње вредности.

Регистровање влажности ваздуха

Средња, максимална и минимална влажност ваздуха са тачношћу од 1% региструје се на аутоматској станици у току целог дана и године.

Регистровање отекле воде

Осматрање отицања површинских вода од свих киша се врши на ерозионим парцелама. После сваке кише у тотализаторима се региструје количина отекле воде, помоћу градуисане летве, која је спуштена у тотализаторе. На свакој ерозионој парцели, испод сливника, постављено је по два бурета, која су спојена сливницима. Уколико је отицање велико, вода са наносом се прелива из првог у друго буре. Вода се мери и у другом бурету. Запремине буради су идентичне и износе 214 l.



Слика 4 Парцела под шумом

Figure 4 Forest parcel



Слика 5 Парцеле под ораницом и детелином

Figure 5 Arabel and clover parcels

Регистровање спраног наноса

Када су у питању мале количине воде и наноса, узорци се узимају у пластичне канте и транспортују у седиментолошку лабораторију, где се декантирају, суше, а затим мере на аналитичкој ваги. На тај начин се добија тежина наноса у потпуно сувом стању.

Међутим, када су у питању велике количине отекле воде и наноса, потребно је извршити велики број операција да би се дошло до његове укупне количине и тежине. Тај процес се изводи на следећи начин: укупна количина воде и наноса транспортује се у пластичним посудама до лабораторије у институту. Ти узорци одстоје 15 дана, да би се нанос потпуно исталожио и читава маса постала компактна. Пошто су пластична бурад провидна, са спољне стране лако може да се забележи до које висине у бурету се налази нанос. Онда се пластичну цев пречника

Ø 25 mm, чији је доњи отвор оштрих ивица, кроз нанос набија до дна бурета. Горњи отвор цеви преко ребрастог црева се прикључује на вакуум пумпу. Пуштањем у рад вакуум пумпе извлачи се сав нанос из цеви. У моменту извлачења наноса, цев је потпуно прибијена уз дно бурета, тако да нанос са стране не може да улази у њу. На сваком узорку се та операција понавља три пута, да би се добио репрезентативни узорак. После издвајања, репрезентативни узорци се стављају у градуисане стаклене цилиндрице и остављају да се исталоже. По исталожавању, прочита се запремина узорка, а затим се узорак суши на 105°C. После сушења узорак се мери да би се утврдила његова тежина у сувом стању. Из односа запремине целог узорка и запремине репрезентативног узорка, а познавајући тежину репрезентативног узорка у сувом стању, добија се укупну тежину узорка у сувом стању. Уколико током године сушни период дуго траје, узорци се не узимају.

Анализа истражних радова на терену

Истраживања ерозије на огледном сливу дају синтетизоване податке деловања егзогених и ендегених сила на ерозију, чије рашчлањивање у природним условима је тешко изводљиво. Одабрани метод заснован је углавном на опажању деловања кишних падавина, као спољног фактора и отпорности земљишта на ерозију, при чему је веома значајан избор репрезентативних парцела. Резултати теренских опажања обрађују се статистичко-математички, за одабрани репрезентативни фонд података.

Обрада и анализа метеоролошких-климатолошких податка

Са гледишта хидрологије малих сливова и ерозионих процеса на њима, анализирају се следећи кишни елементи:

- структура падавина
- интензитет падавина
- ерозионе или екцесивне кише.

Анализа структура падавина

Да би се лакше сагледала учесталост падавина по висини, све кише су подељене у класе:

- I класа: 0,10 – 10,0 mm;
- II класа: 10,1 – 20,0 mm;
- III класа: 20,1 – 30,0 mm и
- IV класа: преко 30 mm.

Одређује се процентуална учесталост дана са падавинама по класама и ради лакшег сагледавања односа приказује се на дијаграму.

Анализа структура киша за период осматрања 2005-2010. године показује да већи део падавина припада првој класи од 0,1 – 10,0 mm. Потребно је истаћи да већина тих падавина не изазива било какво отицање и спирање са ерозионих парцела. То су веома мале количине, те се код утврђивања коефицијента отицања и спирања могу занемарити. Изузетак чине само кише јаког интензитета.

У другој класи, где су обухваћене падавине од 10,1 – 20,0 mm, подаци показују да неке од ових киша могу да изазову мања отицања воде, док су количине спраног наноса још увек мале и занемарљиве.

Са становишта депресионог оштећења и интензитета ерозије, кише из треће класе од 20,1 – 30,0 mm, уколико су јачег интензитета, углавном су изазивале отицање и спирање на парцелама под ораницом и детелином. На парцели под шумом и ове падавине ретко су изазвале отицање воде и спирање наноса.

Кише преко 30 mm најчешће изазивају отицање воде и спирање, посебно уколико су у коинциденцији са отапањем снежног покривача.

Година осматрања	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Падавине $\Sigma P(\text{mm})$	865.8	721.5	813.0	608.1	779.2	928.7

Табела 2 Годишња сума падавина за период 2005-2010.

Table 2 Annual precipitation sum for the period 2005-2010.

Према подацима о годишњој суми падавина 2010. година је година са највећом количином падавина у последњих 40 година.

Гранулометријска анализа наноса и одређивање запреминске тежине наноса на ерозионим парцелама

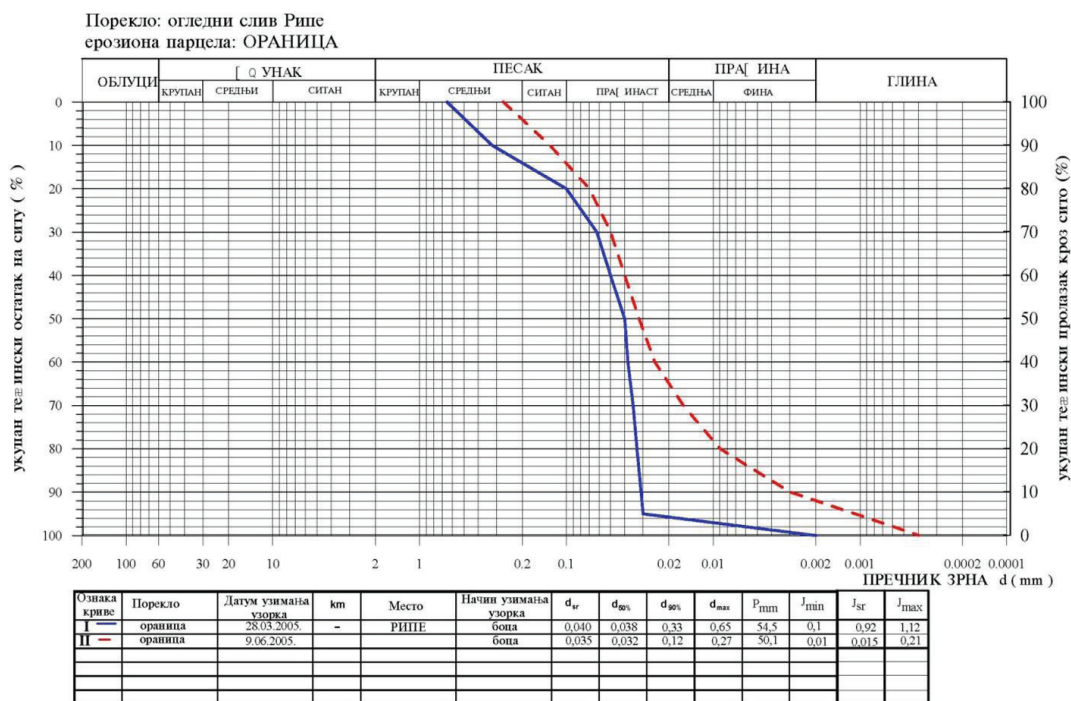
За одређивање гранулометријског састава (зрнитости) наноса спраног са ерозионих парцела, употребљава се аерометар метода (хидрометрисање). Поређењем гранулометријских кривих наноса за узорке падавина различитог интензитета се види колико је разорно дејство веће код киша са јачим интензитетом.

Разорно дејство пљусковитих киша најбоље се уочава на обрадивој површини – ораници, после кише од 28.03.2005. године од 54,5 mm. Ова киша је била и веома јаког интензитета $J = 0,9 - 1,2 \text{ mm/min}$. Најкрупније честице наноса су достигале величину $d = 0,65 \text{ mm}$. (графикон бр.1)

На парцелама под вегетацијом (детелина и шума), уочено је упоредно кретање гранулометријских кривих, што нас наводи на тврђење да је вегетациони покривач деловао као амортизер, приликом бомбардовања кишних капи, тако да је њихово разорно дејство ублажено. Разлика у крупноћи честица наноса, су резултат механичког дејстава сливајуће воде по нагибу парцела, које је било веће код кише јачег интензитета, што се и види на гранулометријским кривама.

Међутим, код парцеле под ораницом, (у то време је било без засађене културе), уочава се да је гранулометријска крива наноса, од кише јаког интензитета неправилног облика и честице наноса по величини, процентуално су неравномерно распоређене. У највећем проценту 50% заступљене су честице наноса дијаметра $d = 0,03 \text{ mm} - 0,04 \text{ mm}$, што значи да је у спраном наносу било највише прашинастог песка. Песка средње величине $d = 0,2 - 0,65$ има 13%. Ситног песка има око 7%. Честица прашине $d = 0,02 - 0,01$ има свега 1%.

КРИВА ГРАНУЛОМЕТРИЈСКОГ САСТАВА



Графикон 1 Крива гранулометријског састава наноса са ерозионе парцеле под ораницом

Chart 1 Granulometric composition curve of sediment from arable parcel

Одређивање средње годишњег интензитета ерозије на ерозионим парцелама

Сва истраживања на огледном сливу усмерена су у правцу добијања количина покренутог материјала са падина слива, који у себи садржи најплодније честице спраног земљишта и хранљивих материја. Мерењем и лабораторијским анализама узорака долази се до количина помоћу којих се одређује средње годишњи интензитет ерозије.

За одређивање запреминске тежине наноса користе се подаци само од киша које су изазвале већа спирања и отицања тако да је у периоду 2005-2010 обрађено 120 узорака.

С обзиром да се на овом сливу процеси ерозије појављују углавном у облику микро површинског спирања, било је потребно да се мерење врши веома прецизно.

Из досадашњих података се може закључити да су процесима убрзане ерозије нападнуте углавном површине под ораницама. Површине под осталим културама, шуме, пашњаци, детелишта, воћњаци и окућнице, захваћени су углавном процесима нормалне – геолошке ерозије. Ова тврдња је заснована на основу ухваћених количина наноса на ерозионим парцелама.

Несумњиви разлог, за овако лоше стање земљишта, су баш невидљиви процеси ерозије, који осиромашују земљиште, односећи са њега хранљиве материје, који су неопходни за

правилан развој културних биљака.

Већ је раније истакнуто да су ерозионе парцеле репрезентативни представници већих површина на сливу, како по геолошкој подлози, типовима земљишта, врсти вегетације, тако исто и по нагибу падина и конфигурацији терена. На основу аерофото снимка из 2003. године, извршено је веома детаљно разграничавање површине под културама и врсти обраде земљишта, на карти размере 1:5000. Затим је извршено планиметрисање свих површина и израчуната процентуална учесталост тих површина у односу на површину целог слива.

Закључак

Истраживања ерозионих парцела на огледном сливу „Рипе“ усмерена су у правцу одређивања средње годишњег интензитета ерозије, тј. количине покренутог материјала са падина слива.

На основу шестогодишњих осматрања и истраживања (2005-2010) може се закључити да су на ерозионим парцелама под ораницом, детелином и шумом, претежно заступљени површински процеси ерозије. Ерозионе парцеле на огледном сливу “Рипе” су показатељ стања ерозионих процеса на целој територији града Београда, па и уже Србије.

На основу добијених података у овом периоду, можемо извући следеће закључке:

- Покретање наноса са парцела зависи од интензитета, количине и структуре падавина, што показују подаци о падавинама забележеним током 2009. године. Иако је годишња сума падавина износила 779,2 mm, није било отицања са парцела због ниског интензитета падавина, чак ни за падавине интензитета 40 mm за 24h.
- Успостављање функционалних односа између интензитета падавина и концентрације наноса, у отеклој води, са ерозионих парцела, $K \text{ gr/l} = f(J)$, је најбитнији чинилац који утиче на разарање површинских слојева земљишта. Број прикупљених података у периоду 2005-2010. још увек не даје могућност успостављања функционалне зависности.
- Услед дејства спољних чинилаца и непримењивања агротехничких мера, земљиште на обрадивим површинама у лошем је стању. Уочава се недостатак хранљивих материја, посебно фосфора. Педолошки слој је плитак, лоше структуре, слабе заступљености колоидних честица, велике присутности пешчаних фракција.
- Вегетациони покривач – шуме, ливаде, пашњаци и воћњаци иако нису у добром стању, делују као моћни фактор на спречавању одношења земљишта и успоравању наглог отицања сливајућих вода. Из добијених података са ерозионих парцела, види се да су количине спраног наноса и до 10 пута мање него на парцелама под ораницама.
- Добијени резултати и даља истраживања послужиће ради провере и допуне методе прорачуна, које се примењују код пројектовања у бујичарству, израде водопривредних основа, микроакумулација и хидросистема на подручју шумадијске површи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резултати хидролошких, псамолошких и метеоролошких мерења и осматрања у сливу потока Рипе – Извештај за 2005 - 2010. године, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2011.

Гроздана Гајић ¹, Игор Миљановић ², Никола Живановић ¹, Мирјана Станишић ³, Милица Павловић ⁴, Весна Дамњановић ²

Упоредна анализа ефекта биолошког “армирања” и њихов утицај на унутрашњу ерозију

Comparative analysis of the effects of biological „reinforcement” and their ascendancy on internal erosion

¹ Универзитет у Београду Шумарски факултет,

² Универзитет у Београду Рударско геолошки факултете,

³ Maastricht School of Management, EP Maastricht The Netherlands,

⁴ Министарство пољопривреде шумарства и водопривреде - Републичка дирекција за воде

Извод

Упоредна анализа ефекта биолошког “армирања” у односу на референтно испитивано лесно земљиште извршена је да би се дефинисало: повећања вредности параметара отпорности на смицање и смањења вредности филтрационо струјних показатеља. Контрадикторност утицаја биолошког “армирања” на наведене параметре доводи до повећања укупне отпорности земљишта на настанак и развој свих облика унутрашње ерозије. Биолошки “армирано”, у односу на референтно лесно земљиште показује промене, како у физичко-механичким карактеристикама, тако и код филтрационо струјних показатеља унутрашње ерозије. У циљу комплекснијег сагледавања проблема унутрашње ерозије битно је анализирати и утицај присуства коренових система у земљишту на појаву и развој процеса унутрашње ерозије. Формирани математички модели и успостављене функционе везе између водног режима и отпорних карактеристика референтног и биолошки “армираног” земљишта, омогућили су упоредну анализу ефекта биолошког “армирања” на физичке и механичке особине земљишта, као и практичност примене ових резултата у пракси.

Кључне речи: физика земљишта, гео-статистика, филтрационо струјни показатељи, лес, биолошко “армирање”, ризици, унутрашња ерозија, упоредна анализа.

Abstract

The objective of the resented comparative analysis of the effect of biological „reinforcement” compared to reference loess soil was to define: the increase in the value of resistance parameters on shear and the decrease in the value of seepage stream parameters. The contradictory effect of biological „reinforcement” on the above parameters leads to the increase in the total soil resistance to the formation and development of all forms of internal erosion. Biologically „reinforced” soil, compared to reference loess soil shows the changes in both physical-mechanical characteristics and seepage stream indicators of internal erosion. Aiming at a more complex analysis of the problem of internal erosion, it is indispensable to analyse also the effect of the presence of roots in the soil on the occurrence and development of internal erosion. The comparative analysis of the effects of biological „reinforcement” on physical and mechanical characteristics of the soil, as well as the practical implementation of the results in practice have been made possible by the formed mathematical models and the established functional relations between water regime and resistance characteristics of the reference soil and biologically “reinforced” soil.

Key words: soil physics, geo-statistics, seepage stream parameters, loess soil, biological “reinforcement”, risk, internal erosion, comparative analysis.

Увод и циљ рада

Истраживања која су претходила анализи која ће бити приказани у овом раду урађена су на узорцима референтног и биолошки „армираног“ лесног земљишта са подручја познатог као „Стишка долина“. Гео статистичком обрадом резултата ових истраживања дефинисани су параметри од којих зависи интензитет унутрашњих ерозионих процеса. Показатељи настанка и интензитета унутрашњих ерозионих процеса код лесног земљишта су параметри отпорности на смицање, угао унутрашњег трења и кохезија у функцији влажности, и градијенти филтрације подземне воде у функцији сувих запреминских тежина, (И.Миљановић, Г.Гајић, 2011).

Присуство кореновог система, односно његов раст и развој у макропорозној зони леса утиче на промену првобитне структуре. Раст и развој кореновог система нарушава првобитну макропорозност, као и цевасту порозност и због повећане локалне збијености утиче на смањење порозности у зони кореновог система. Што указује на промене и осталих физичко-механичких параметара биолошки „армираног“ леса. Из тих разлога је извршено испитивање физичко-механичких карактеристика и филтрационих параметара код биолошки „армираног“ лесног земљишта, као и њихов утицај у погледу појаве и развоја процеса унутрашње ерозије, (Гајић Г., 2005).

Основни циљ истраживања је дефинисање физичко-механичких особина код референтног и код земљишта у ком је присутна биолошка компонента, односно у зони кореновог система. Поред испитивања физичко-механичких и филтрационих особина земљишта, испитани су и градијенти филтрације подземне воде, као показатељи настанка унутрашње ерозије и течења земљишта. Механизам настанка унутрашње ерозије условљен је различитим чиниоцима који делују на промену: напонског стања, физичко-механичких карактеристика и водног режима, ерозијом ангажованог земљишта, (Тодоровић, Г.; Гајић Г., 1997). У зависности од промена ових параметара, зависи степен и облик унутрашње ерозије код леса.

Материјал и метод рада

Порекло материјала

Лесно земљиште које је анализирано у овом раду је са подручја Пожа-ревца и Костолца, познатог под називом „Стишка долина“. Лесни плато у овом подручју сачињава саме обале и широке речне терасе реке Дунава и Млаве, има благо заталасану површину чије се апсолутне коте крећу од 70м.н.м. на обалама Дунава и Млаве, до 170м.н.м. на Лештару. Доминантни облици ерозије земљишта на заравнима речних тераса су унутрашњи ерозиони процеси, док су на падинама Лештара присутни и интензивни површински облици ерозије. Поред описаних на овим просторима су карактеристични и облици деградације речних обала и косина површинских ископа који су такође настали и/или формирану у лесу. Стабилност, и обала и косина такође су условљени физичко-механичким променама при водозасићењу и деловању филтрационих сила у лесној срадини, (Vujić S. et.all 2011).

Са овог подручја је узет 41 непоремећени узорак референтног и исто толико биолошки „армираног“ лесног земљишта. Узорци су испитани у лабораторијским условима према прописаним стандардима из групације СРПС - УБ1. Референтни лес су узорци леса без присуства кореновог система, док је биолошки „армирани“ лес термин за узорке узете из зоне кореновог система. Узорци биолошки „армираног“ леса у својој маси су садржали 10÷ 20% периферних делова кореновог система, да би се прилагодили апаратима из групације СРПС - УБ1.

Метод рада

Методе рада при изучавању референтног и биолошки “армираног” лесног земљишта су теренски истражни радови и лабораторијско испитивање. Теренски истражни радови су обухватили узимање непоремећених узорака. Лабораторијским испитивањима узетих непоремећених узорака су одређени физичко-механички и филтрациони параметри. Метод који је примењен има за циљ да се кроз анализу добијених резултата дође до квантитативних показатеља утицаја кореновог система на промене физичко-механичких и филтрационих параметара земљишта, а самим тим, и настанка унутрашње ерозије, (Г.Гајић,2000). Анализирање унутрашње ерозионе стабилности извршиће се упоредном анализом, градијената филтрације подземне воде, сувих запреминских тежина, влажности и параметара отпорности на смицање код референтног и биолошки “армираног” лесног земљишта.

Утицај биолошке компоненте на настанак унутрашњих ерозионих процеса, који се приказује у овом раду, односи се на утицај кореновог система у гео-ерозионом моделу терена. Формирање кореновог система, већа или мања маса главних, скелетних, секундарних, и фиброзних жила зависи у великој мери од земљишних услова (дубина, механички састав, аерација, плодност, влажност и сл.). Посматрано са друге стране, раст и развој кореновог система нарушава структуру земљишта, а самим тим мења физичко-механичке особине земљишта. Све ово доводи до закључка да су коренов систем и гео-ерозиони модел терена у узрочно последиочној функцији у погледу настанка и развоја унутрашњих ерозионих процеса.

Тип испитивања и резултати испитиваних параметара земљишта

Испитивања и одређивања вредности физичко-механичких параметара и филтрационих показатеља код референтног и биолошки “армираног” лесног земљишта, извршено је на свим узетим узорцима, (укупно 82). Утицај биолошке компоненте је регистрован код следећих параметара: порозности, запреминских тежина, водопропустљивости и параметара отпорности на смицање. За потребе компаративне анализе резултата у оквиру овог рада биће приказане само карактеристике где су регистроване промене због присуства кореновог система, (Гајић Г., 2005).

Садржај воде у земљишту - у моменту узимања узорака, макропорозне зоне леса се креће у границама од $6,5\% \div 35,3\%$ (22,5). Испитиване вредности садржаја воде код биолошки “армираног” лесног земљишта су $12,2 \div 26,24\%$ (19,1).

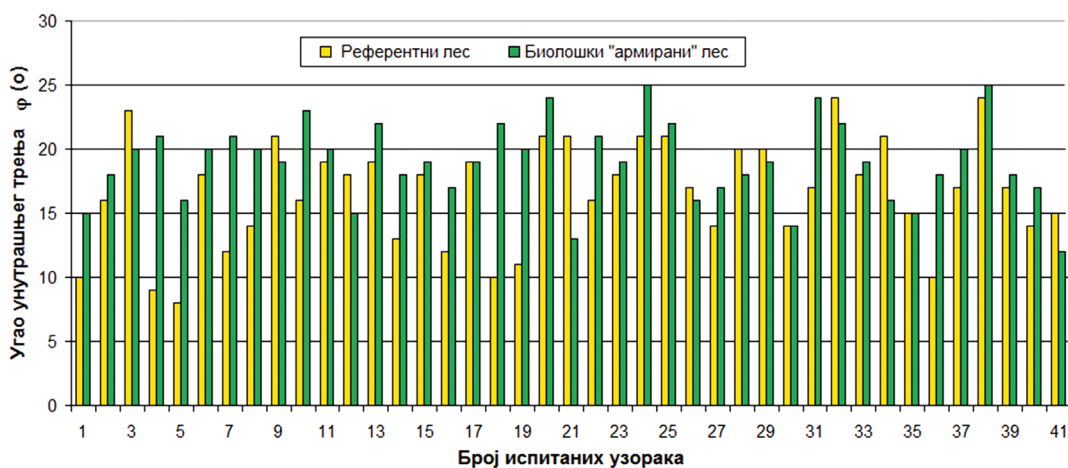
Запреминске тежине - код лесног земљишта битан показатељ промене физичких особина су запреминске тежине. Вредности запреминских тежина, код референтног лесног земљишта су у распону од $\gamma = 15,8 \div 21,0 \text{ kN/m}^3$ (18,5), односно $\gamma_d = 11,8 \div 16,2 \text{ kN/m}^3$ (14,14). Биолошки “армирани” лес, у односу на референтни, је показао веће вредности запреминске тежине природно влажног узорка које су у распону од $\gamma = 16,8 \div 21,5 \text{ kN/m}^3$ (19,7), односно, сувог $\gamma_d = 13,2 \div 17,5 \text{ kN/m}^3$ (15,74).

Порозност - Укупна порозност испитиваног леса се креће у границама од $36\% \div 53,3\%$ (45,1), док је коефицијент порозности $0,50 \div 1,05$ (0,80). Присуство кореновог система, односно његов раст и развој, у површинској зони леса утиче на промену првобитне структуре. Испитивана укупна порозност код биолошки “армираног” лесног земљишта је $32,6 \div 50,6\%$ (42,31), са коефицијентом порозности од $0,41 \div 0,9$.

Водопропустљивост - лесног земљишта, у директној је зависности од сопствених физичких карактеристика, вискозитета течности и других хидрофизичких показатеља.

С обзиром на већ приказане промене порозности и запреминских тежина референтног и биолошки „армираног“ лесног земљишта, логично је очекивати и промене у водопропустљивости. Одређивање водопропустљивости код узорака са присутним деловима кореновог система урађени су лабораторијским поступком као и за референтно земљиште. Добијени су коефицијенти филтрације код референтног леса $K_f=1,9 \cdot 10^{-6} \div 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s}$ ($2,23 \cdot 10^{-4}$), односно код биолошки „армираног“ $2 \cdot 10^{-5} \div 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$, док је средња вредност $3,14 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$.

Отпорне карактеристике - један од најважнијих механичких параметара земљишта је чврстоћа на смицање. Елементи унутрашњег отпора земљишта, су угао унутрашњег трења и кохезија. На вредности параметра отпорности на смицање, код лесног земљишта, утичу хетерогеност састава, садржај глине и прашине, порозност и збијеност, као и садржај воде. Обзиром да се у условима повећане влажности и водозасићења могу очекивати промене у наведеним физичким особинама, долази и до промене параметара отпорности на смицање, а поготово у условима водозасићења и деловања филтрационо струјног тока. Код референтног леса су добијене вредности угла унутрашњег трења $\varphi=8^\circ \div 24^\circ$ (17), и кохезије $c=9,0 \div 26,1 \text{ kN/m}^2$ (16,53). Биолошки „армирано“ лесно земљиште је карактеристично по мањој порозности, већим запреминским тежинама и повећаној збијености, у односу



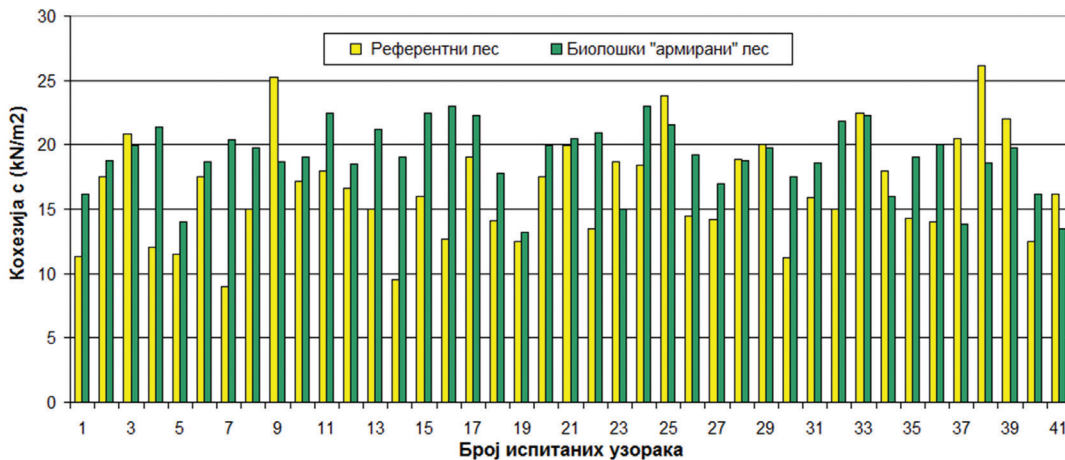
Слика 1 Промене угла унутрашњег трења код референ-тног и биолошки „армираног“ леса

Figure 1 Changes in the angle of internal friction in reference soil and biologically „reinforced” loess soil

на референтно, што доводи и до већих вредности параметара отпорности на смицање. Добијени резултати се крећу у границама: $\varphi_B=12^\circ \div 26^\circ$ (19°), и $c_B=13,5 \div 23,0 \text{ kN/m}^2$ ($19,02$). Промене угла унутрашњег трења и кохезије код референтног и биолошки „армираног“ леса су приказане на слици 1 и 2.

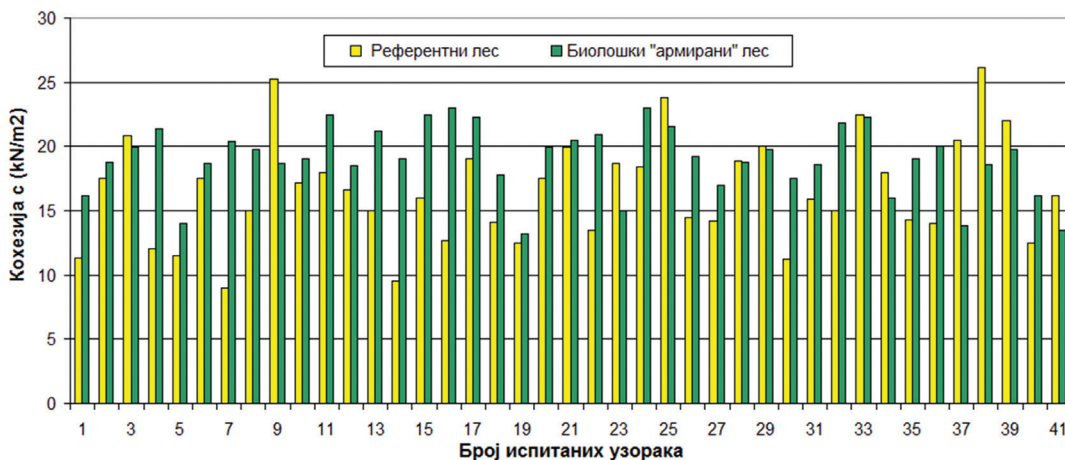
Упоредо са одређивањем физичких и механичких карактеристика лесног земљишта, на 41-ом узораку референтног и биолошки „армираног“ лесног земљишта извршена су мерења почетне - иницијалне унутрашње ерозије и преласка у стање течења. Ова мерења су испитивана до момента слома услед прекорачења граничних услова отпорности земљишта

при деловању филтрационо струјног тока. Параметри који су на овај начин добијени јесу критични градијент J_{ue} у моменту почетка померања честица - унутрашње ерозије, и критични градијент J_t при пластичном течењу референтног лесног земљишта, односно J_{ue_B} и J_{t_B} , код биолошки „армираног“ леса. Упоредни приказ вредности градијента унутрашње ерозије код референтног и биолошки „армираног“ леса се може пратити на слици 3, док су промене вредности градијената течења приказане на слици 4.



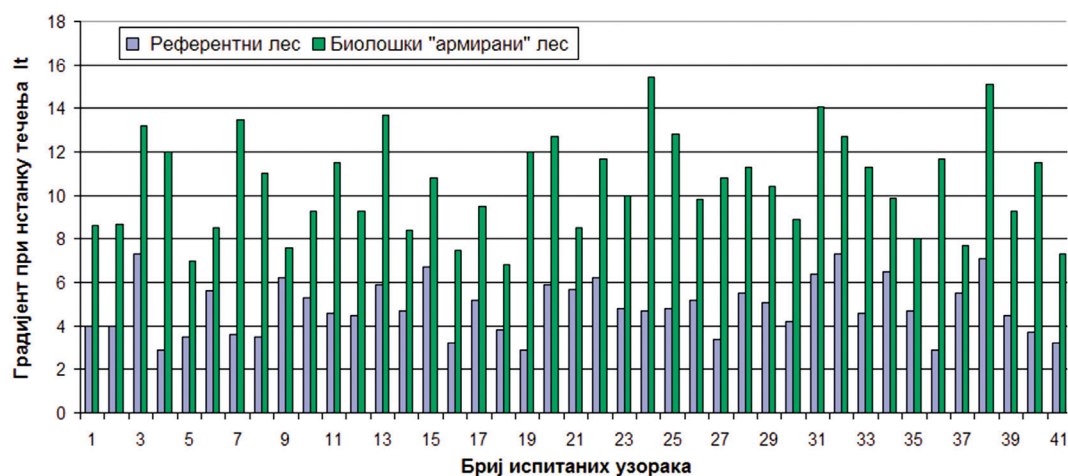
Слика 2 Промене кохезије код референтног и биолошки „армираног“ леса

Figure 2 Changes in cohesion in reference soil and biologically „reinforced“ loess soil



Слика 3 Промене вредности градијента унутрашње ерозије код референтног и биолошки „армираног“ леса

Figure 3 Changes in the gradient value of internal erosion in reference soil and biologically „reinforced“ loess soil



Слика 4 Промене вредности градијента течња код референтног и биолошки „армираног“ леса

Figure 4 Changes in the value of gradient flow in reference soil and biologically „reinforced“ loess soil

Компаративна анализа ефекта биолошког “армирања”

Промена параметара отпорности у функцији промене влажности

Како су угао унутрашњег трења и кохезија један од основних показатеља отпорности земљишта извршена су експериментална испитивања промене ових параметара у функцији промене влажности. Испитано је укупно 41 узорак, а резултати су приказани у слици 1 и 2. На основу добијених резултата формиран су математички модели и утврђена је функциона веза $\varphi = f(w)$ и $\varphi_B = f(w)$, као и $c_R = f(w)$ и $c_B = f(w)$. Регресионе једначине полинома и који дају функциону везу угла унутрашњег трења, кохезије и садржаја воде у земљишту, како код референтног тако и код биолошки “армираног” земљишта, имају следећи израз:

Референтни лес

- Угао унутрашњег трења: $\varphi = 12,2 + 2,40w - 0,24w^2 + 0,013w^3 - 2,3^{-04}w^4 + 2,5^{-06}w^5$

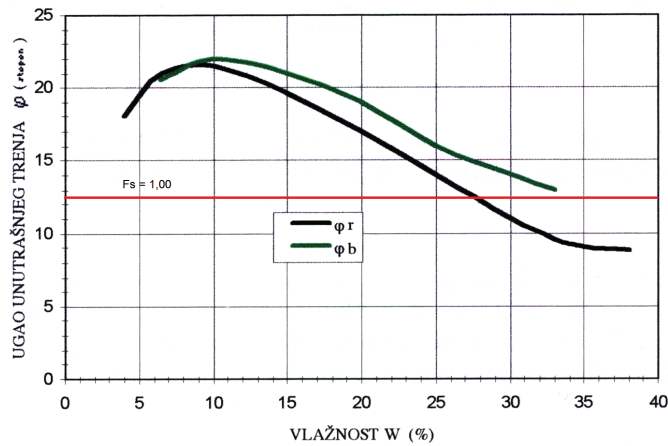
- Кохезија: $c = 17,3 + 0,4w - 0,02w^2 + 23^{-03}w^3 - 3,1^{-04}w^4 + 1,2^{-05}w^5 - 1,4^{-07}w^6$

Биолошки “армирани” лес

- Угао унутрашњег трења: $\varphi_B = 247 + 0,2w - 0,05w^2 + 1,8^{-03}w^3 + 1,1^{-05}w^4 - 3,5^{-06}w^5 + 6,5^{-08}w^6$

- Кохезија: $c_B = 0,19 + 4,51w - 0,34w^2 + 0,082w^3 - 5,9^{-05}$

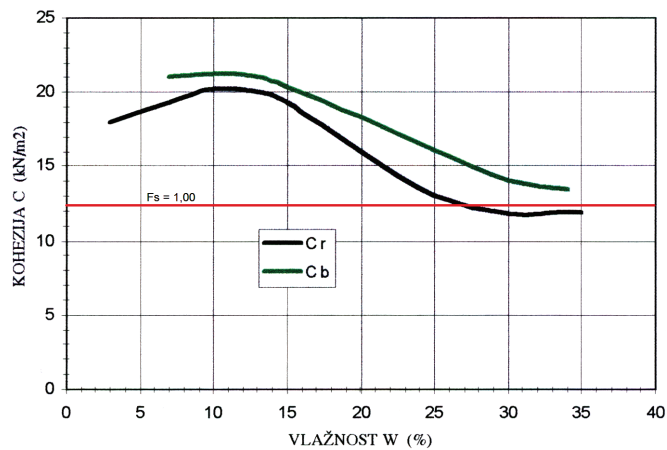
На основу математичке анализе и успостављене функционе везе између параметара отпорности на смицање и влажности, како код референтног, тако и код биолошки „армираног“ лесног земљишта извршена је компаративна анализа и формиран упоредни дијаграми графикон 1.



Графикон 1 Дијаграм упоредне анализе корелације $\varphi_R = f(w)$, и $\varphi_B = f(w)$, код референтног и биолошки „армираног“ лесног земљишта

Diagram 1 Comparative analysis of correlation $\varphi_R = f(w)$ and $\varphi_B = f(w)$ in reference soil and biologically „reinforced” loess soil

Угао унутрашњег трења код референтног лесног земљишта има максималне вредности од $\varphi_R = 22^\circ$, при влажности $w = 9\%$, (вршна чврстоћа), док се резидуалне вредности од $\varphi_{Rez} \approx 10^\circ$ постижу при влажности од $w \geq 30\%$. Угао унутрашњег трења код биолошки „армираног“ лесног земљишта свој максимум од $\varphi_B = 23^\circ$, достиже при влажности $w = 10\%$, (вршна чврстоћа), при влажности од $w \geq 30\%$, угао унутрашњег трења код биолошки „армираног“ лесе има резидуалну вредност од $\varphi_{Brez} \approx 14^\circ$, графикон 1.



Графикон 2 Дијаграм упоредне анализе корелације $c_R = f(w)$ и $c_B = f(w)$, код референтног и биолошки „армираног“ лесног земљишта

Diagram 2 Comparative analysis of correlation $c_R = f(w)$ and $c_B = f(w)$ in reference soil and biologically „reinforced” loess soil

Кохезија као параметар отпорности на смицање референтног у односу на биоло-шки армирано” лесно земљиште има мање вредности како у вршном, тако и у свом резидуалном подручју. Интересантно је да резидуалну вредност кохезија достиже на $w \geq 25\%$ влажности, док код биолошки “армираног” земљишта пад од вршне на резидуалну чврстоћу је тек на $w \geq 30\%$, влажности графикон 2.

Промена филтрационо струјних параметара унутрашње ерозије у функцији промене сувих запреминских тежина

Филтрационо струјни параметри иницијалне унутрашње ерозије анализирани у овом раду су вредности градијента при настанку унутрашње ерозије (J_{ue}) и вредности градијента при настанку течења земљишта (J_t) у функцији промене сувих запреминских тежина лесног земљишта (γ_d). Експериментално испитивање је извршено на 41. узорак лесног земљишта и добијене су вредности које су приказане на слици 3 и 4. На основу добијених резултата формиран су математички модели и утврђена је функциона веза $J_{ue_r} = f(\gamma_d)$; $J_{ue_b} = f(\gamma_d)$, као и $J_{t_r} = f(\gamma_d)$ и $J_{t_b} = f(\gamma_d)$. Регресионе једначине полинома и који дају функциону везу градијента при настанку унутрашње ерозије, градијента при настанку течења и сувих запреминских тежина, како код референтног тако и код биолошки “армираног” земљишта, имају следећи израз:

Референтни лес

Градијент при настанку унутрашње ерозије:

$$J_{ue} = 82,5 - 15,2 \gamma_d + 1,0 \gamma_d^2 - 0,025 \gamma_d^3$$

Градијент при настанку течења земљишта:

$$J_t = 58,07 - 10,23 \gamma_d + 0,62 \gamma_d^2 - 0,01 \gamma_d^3$$

Биолошки “армирани” лес

Градијент при настанку унутрашње ерозије:

$$J_{ue_b} = -751,3 + 144,7 \gamma_d - 15,43 \gamma_d^2 + 0,7 \gamma_d^3 - 0,05 \gamma_d^4 + 7,9^{-04} \gamma_d^5$$

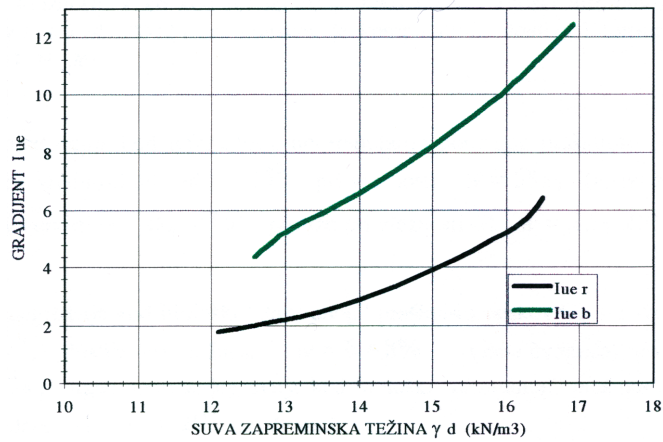
Градијент при настанку течења земљишта:

$$J_{t_b} = -574,2 + 142,1 \gamma_d - 13,78 \gamma_d^2 + 0,65 \gamma_d^3 - 0,02 \gamma_d^4 + 6,1^{-04} \gamma_d^5$$

Упоредни дијаграми референтног и биолошки „армираног“ лесног земљишта, који дају функционе везе између критичног хидрауличног градијента при настанку иницијалне унутрашње ерозије и одговарајућих вредности сувих запреминских тежина приказани су на графикону 3.

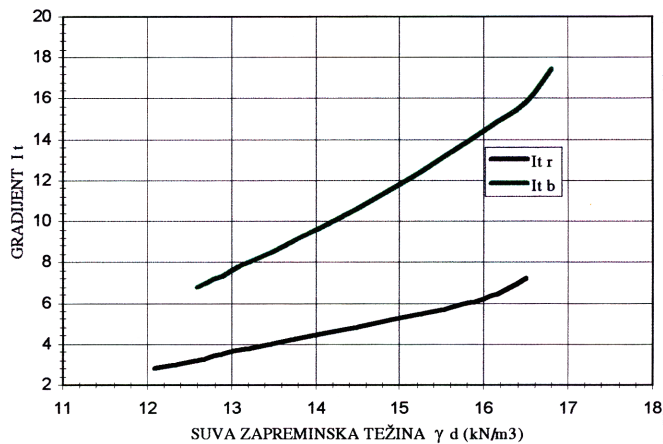
Анализом приказаног дијаграма може се закључити следеће:

Код биолошки “армираног” у односу на исти референтни лес за настанак почетне - иницијалне унутрашње ерозије земљишта потребни су знатано већи градијенти и излазне брзине филтрационог тока у односу на референтно земљиште. Ово се може објаснити утицајем биолошког “армирања” на структурно механичке промене унутар средине, у првом реду смањене водопропустљивости, што све заједно повећава укупну отпорност на унутрашњу ерозију у односу на референт-но земљиште. Због тога су потребни и знатно већи градијенти 2÷3 пута у односу на референтни лес при којима настаје почетна иницијална ерозија графикон 3.



Графикон 3 Дијаграм упоредне анализе корелације $J_{ue_r} = f(\gamma_d)$ и $J_{ue_b} = f(\gamma_d)$, код референтног и биолошки „армираног” лесног земљишта

Diagram 3 Comparative analysis of correlation $J_{ue_r} = f(\gamma_d)$ and $J_{ue_b} = f(\gamma_d)$, in reference soil and biologically „reinforced” loess soil



Графикон 4 Дијаграм упоредне анализе корелације $J_{t_r} = f(\gamma_d)$ и $J_{t_b} = f(\gamma_d)$, код референтног и биолошки „армираног” лесног земљишта

Diagram 4 Comparative analysis of correlation $J_{t_r} = f(\gamma_d)$ and $J_{t_b} = f(\gamma_d)$, in reference soil and biologically „reinforced” loess soil

Код критичних хидрауличких градијената при којима долази до течења земљишта, како референтног, тако и биолошки армираног леса, коментар би био скоро идентичан предходном, с тим што се однос између градијената знатно повећава са повећањем сувих запреминских тежина, и иде чак и преко 3 пута у корист градијента течења биолошки “армираног” лесног земљишта графикон 4.

Закључак

Компаративна анализа ефеката биолошког “армирања”, на ерозиону отпорност земљишта извршена је на основу формираних математичких модела и успостављених функционих веза, како код референтног тако и код биолошки „армираног“ лесног земљишта. На основу приказаних експерименталних испитивања физичко-механичких, а посебно отпорних карактеристика и филтрационо струјних параметара - иницијалне унутрашње ерозије и течења лесног земљишта, и њиховом обрадом математичким методама може се закључити да:

1. Угао унутрашњег трења код референтног лесног земљишта има максималне вредности од $\varphi_R = 22^\circ$, при влажности $w = 9\%$, (вршна чврстоћа), док се резидуалне вредности од $\varphi_{Rez} \approx 10^\circ$ постижу при влажности од $w \geq 30\%$.
2. Угао унутрашњег трења код биолошки “армираног” лесног земљишта свој максимум од $\varphi_B = 23^\circ$, достиже при влажности $w = 10\%$, (вршна чврстоћа), при влажности од $w \geq 30\%$, угао унутрашњег трења код биолошки “армираног” леса има резидуалну вредност од $\varphi_{Bez} \approx 13^\circ$.
3. Кохезија као параметар отпорности референтног у односу на биолошки “армирано” лесно земљиште има мање вредности како у вршном, тако и у свом резидуалном подручју. Интересантно је да резидуалну вредност кохезија достиже на $w \geq 25\%$, влажности, док код биолошки “армираног” земљишта пад од вршине на резидуалну чврстоћу је тек на $w \geq 30\%$ влажности.
4. Код биолошки “армираног” у односу на исти референтни лес за настанак иницијалне унутрашње ерозије земљишта потребни су знатано већи градијенти и излазне брзине филтрационог тока у односу на референтно земљиште. Ово се може објаснити утицајем биолошког “армирања” на структурно механичке промене унутар средине, у првом реду смањене водопропустљивости, што све заједно повећава укупну отпорност на унутрашњу ерозију у односу на референтно земљиште. Због тога су потребни и знатно већи градијенти 2 ÷ 3 пута у односу на референтни лес при којима настаје почетна иницијална ерозија.
5. Упоредном анализом може се констатовати да су ефекти биолошког “армирања” значајни, нарочито у условима повећане влажности што је од посебног интереса за примену биолошких мера у противерозионој заштити.

Захвалност

Истраживања која су послужила као основ за концепт изложен у овом раду резултат су пројекта НПТР 33044 „Мониторинг и адаптивно управљање ризицима у површинској експлоатацији минералних сировина“ који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, а који реализује тим стручњака Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Факултета организационих наука Универзитета у Београду, Шумарског факултета Универзитета у Београду и Иновационог центра Машинског факултета Универзитета у Београду.

ЛИТЕРАТУРА:

- ¹ Гроздана Гајић (2000): “Утицај отпорности земљишта на степен активизације дубинске ерозије” докторска дисертација, Шумарски факултет у Београду
- ² Tiosav Todorović; Grozdana Gajić (1997): “Applications geotechnical approach to structures on macroporous loess soil”, APCOM '97 - Symposium on computers applications and operations research in the mineral industries, 2nd Regional, Moscow state Mining University, Moscow, August 24-28.
- ³ Гроздана Гајић, (2005): “Иницијални показатељи настанка унутрашњих ерозионих процеса” “Шумарство”, Часопис за шумарство, прераду дрвета, пејзажну архитектуру и заштиту од ерозије, бр. 3, Београд 2005.г., YU ISSN 0350-1752, UDK 630*116.2, COBISS.SR-ID 39008263, стр. 117-129.
- ⁴ Гроздана Гајић, (2005): “Утицај кореновог система на настанак унутрашњих ерозионих процеса” “Шумарство”, Часопис за шумарство, прераду дрвета, пејзажну архитектуру и заштиту од ерозије, бр. 4, UDK 630*116.3, стр. 45-58.
- ⁵ Игор Миљановић, Гроздана Гајић, (2011): “Математички модели компаративне анализе ефеката биолошког армирања земљишта на унутрашње ерозионе процесе” – SIMOPIS, 38. Симпозијум о операционим истраживањима, ISBN 86-7352-132-8;
- ⁶ Slobodan Vujić, Vladimir Čebašek, Grozdana Gajić, Nebojša Gojković, Igor Miljanović, Aleksandar Petrovski, (2011): „Potential traps and risks in slope stability calculations at open pit mines“, 4th Balkan Mining Congress BALKANMINE, Ljubljana, Slovenia, ISBN 978-961-269-534-7pp. 527-530.

Милутин Стефановић ¹, Милета Милојевић ¹, Зоран Гавриловић ¹, Ирина Миловановић ¹, Милица Ђапић ¹

Улога локалне самоуправе у одбрани од поплава у Србији

The role of local authorities in flood protection

¹ Институт за водопривреду “Јарослав Черни”, Завод за заштиту од бујица и ерозије ул. Јарослава Черног 80, 11226 Београд

Извод

На путу ка Евроатланским интеграцијама, Србија је данас у процесу усклађивања свеукупног законског и институционалног оквира са бројним међународним захтевима и стандардима. У том контексту, препозната је и потреба да се утврди одрживи оквир у области националне безбедности и сагласности са ЕУ Директивама о водама и одбрани од поплава.

У Институту за водопривреду “Јарослав Черни” развијена је Методологија за израду Оперативног плана за одбрану од поплава на локалном нивоу. У овом раду биће приказана сврха опшег и оперативног плана за одбрану од поплава и бујичних надозака на локалном нивоу, законски оквири, организација и подела одговорности, смернице за израду планова, системи веза; припрему процедура хитно реаговања и правремену одбрану од бујица и за ублажавање потенцијално могућих штета.

Кључне речи: поплаве, бујица, методологија, план

Abstract

On the road to Euro-Atlantic integration, Serbia is in the process of harmonization of the overall legal and institutional framework with numerous international requirements and standards. In this context, the need has been recognized to establish a sustainable framework for national security and compliance with EU Water Framework Directive and Floods Directive.

The Institute for the Development of Water Resources “Jaroslav Černi” has developed a methodology for the preparation of Flood Control Operating Plans for local authorities. This paper presents the purpose of General and Operational Flood Control Plans for local authorities, as well as the legal framework, organization and division of responsibility, guidelines for the preparation of plans and emergency response procedures for flood defense to reduce potential damages.

Key words: floods, torrent, methodology, flood control plan

Увод

Поплаве на великим рекама и бујичне поплаве су најчешће елементарне непогоде у Србији. То је условљено положајем и рељефом Србије. Зато је одбрана од ових елементарних непогода институционално организована од 19. века до данас. Држава је преко својих специјализованих служби и јавних предузећа организовала одбрану од поплава на великим рекама и заштиту међународних и осталих главних саобраћајница.

Локална самоуправа је увек имала свој удео у систему одбране од поплава, од учешћа у државном систему одбране на великим рекама до одбране од бујичних поплава на својој територији. Тај удео је стално растао у складу са развојем угрожене инфраструктуре и облеката који су под директном управом локалне самоуправе.

У Србији је, Законом о водама и пратећим подзаконским актима, прописана обавеза локалне самоуправе у области одбране од поплава. Примена ове обавезе је показала бројне проблеме услед недостатка обуке за уједначавање организовања ове сложене активности на нивоу локалне самоуправе.

Посебан проблем је уочен у несналажењу надлежних за одбрану од поплава у општинама у припреми система одбране и деловања током и после поплаве. У бројним случајевима су локалне самоуправе чекале на деловање државног система заштите од поплава иако су бујичне поплаве биле локалне и у њиховој законској обавези. Ти проблеми су указали на потребу оспособљавања локалних самоуправа припрему и активну одбрану од поплава и бујица.

У Србији не постоји Локална самоуправа, као ни појединци, који се нису суочили са поплавама или бујицама, јер су те врсте елементарних непогода у прошлости биле веома честе.

Данас је потребно имати у виду и научно доказане глобалне климатске промене, које представљају један од највећих изазова данашњице: нагле поплаве, проузроковане јаким регионалним падавинама постају све учесталије, интензивније и у стању су да у најкраћем року поточиће претворе у рушилачке бујице које могу угрозити и људске животе. Велике поплаве у прошлости, какве су се бележиле једном у сто година, сада се све чешће понављају. Благе зиме са мало снега, за време којих сатима пада јака киша или пак обилан снег уз екстремне температурне осцилације повећавају опасност од поплава.

Улога локалне самоуправе у одбрани од поплава је од прворазредног значаја, а добро осмишљена организација и јасна подела задужења у припреми и спровођењу одбране, може значајно умањити ризик од катастрофалних штета.

Правни оквир у области превенције и одбране од поплава

Постојећа законска регулатива у области заштите од вода, која је тренутно на снази је:

- Закон о ванредним ситуацијама Републике Србије (“Службени гласник РС” број 111/09)
- Закон о водама Републике Србије (“Службени гласник РС” број 30/10 - даље: ЗоВ РС)

Закон о ванредним ситуацијама обједињава целокупни систем организовања, заштите и спасавања у ванредним ситуацијама од националног нивоа до појединца. Заштита и спасавање од поплава је дефинисана члановима 84 и 85 овог Закона.

Одбрана од поплава се спроводи у складу са важећим одредбама Закона о водама Републике Србије, односно следећим документима:

- Општи план за одбрану од поплава за воде I и II реда Републике Србије 2012-2018.
- Оперативни план за водотоке I реда за 2013. годину.

Према Закону о водама, члан 55., Оперативни планови за воде II реда су у надлежности Локалних самоуправа.

У складу са тим, потребно је имати у виду да законска подела надлежности, знатно отежава улогу Локалне самоуправе у одбрани од поплава:

- Одбрана на водотоцима са изграђеним заштитним објектима је организована на националном нивоу,
- Организација и спровођење одбране од поплава од деловима неуређених водотока (а то значи на деоницама без заштитних објеката), као и одбрана од урбаних поплава је у надлежности Локалне самоуправе (у материјалном и организационом погледу).
- Неуређене деонице водотокова (посебно бујичног карактера) су далеко бројније, а због брзине и специфичности настанка бујичних поплава, приступ у одбрани је другачији у односу на одбрану поплава на великим рекама.
- Без обзира на поделу надлежности, организована одбрана од поплава подразумева ангажовање свих субјеката на угроженом подручју, а одговорни субјекти имају руководећу и организациону улогу,
- Без обезбеђених материјалних и финансијских средстава (наменска буџетска средства општине и РС), одбрана од поплава се не може успешно организовати и спровести.

Методологија за израду оперативног плана за одбрану од поплава за воде II реда

Основно обележје поплава на бујичним водотоцима произлази из специфичне динамике бујичних феномена. Карактеристична генеза и брза концентрација великих вода у бујичним сливовима онемогућава примену класичних хидротехничких принципа и метода одбране од поплава.

Брз настанак и кратко трајање великих бујичних вода најчешће не остављају довољно времена ни за проглашење редовне одбране од поплава. То је случај уколико је план за заштиту и спавање од поплава користио модел уобичајен за велике реке. У том се случају одбрана од бујичних поплава своди на ванредну ситуацију спасавања преживелих и санацију оштећења.

Нажалост, код нас се у случају бујичних поплава не предузимају никакве мере активне одбране, већ се све своди на пасивно санирање последица поплаве.

Методологија за израду планова за одбрану од поплава на локалном нивоу је прилагођена бујичном карактеру поплава које погађају такоређи сваку општину.

Честа је појава преплитање токова брањених на националном нивоу са токовима локалног нивоа. Зато је неопходно усклађивање тих планова као предуслов за интегралну организацију одбране од поплава и успостављање везе субјеката одбране на нивоу локалне самоуправе са субјектима одбране на националном нивоу.

Као што је то већ поменуто, у циљу заштите од поплава, за водотоке на законом прецизно дефинисаним Водним подручјима „Дунав“, „Сава“ и „Морава“, на којима постоје изграђени објекти за заштиту од штетног дејства вода, односно за водотокове који су уређени, доносе се национални планове за одбрану од поплава - шестогодишњи Општи план РС и годишњи Оперативни планови РС.

Овим националним плановима обухваћена су мелиорациона подручја на којима су изграђени системи за одводњавање (каналске мреже и црпне станице), на којима се спроводи одбрана од поплава од унутрашњих вода.

Одбрану од поплава на водним подручјима организују и спроводе јавна водопривредна предузећа на територији за која су основана, уз ангажовање Републичког хидрометеоролошког завода и предузећа којима је поверено одржавање заштитних објеката за одбрану од поплава и непосредно вршење послова на одбрани од поплава.

Усклађеност Оперативних планова за одбрану од поплава на локалном нивоу (општинским оперативним плановима) са националним плановима је потребна, али када су у питању поплаве и бујичне поплаве, Локалној самоуправи су потребни национални ресурси осматрања и обавештавања.

Планови за одбрану од поплава на територији неке општине морају имати интегрални карактер, обухватајући целокупно подручје, које може бити угрожено не само од бујичних водотока без заштитних система, већ и од уређених водотока, са изграђеним заштитним водопривредним објектима. Тиме је обезбеђена могућност организовања интегралне одбране од штетног дејства вода подручја на целој територији. Општинским плановима дефинише се програм мера, радова и активности за неповољне хидролошке околности на назначеном подручју у целини. Ови радови, мере и активности су систематизовани по фазама одбране од поплава и по учесницима (општинским субјектима), са дефинисаним задужењима и обавезама у свакој фази одбране посебно.

Циљеви методологије за израду оперативних планова

Основни циљеви методологије су :

- формирање и организација ефикасних општинских Штабова за ванредне ситуације, за одбрану од поплава на водотоцима који су нису обухваћени Националним, Оперативним планом за одбрану од поплава (водама II реда);

- јасна дефиниција структуре Штаба и подела надлежности у спровођењу активности које су неопходне за ефикасну одбрану од штетног дејства вода – у свим фазама одбране (припрема за одбрану од поплава пре настанка поплава, ванредне активности у току појаве које може изазвати поплаве, ванредна ситуација у условима плављења и угрожености људских живота и материјалних добара);

- устројство једнообразних општинских Оперативних планова за одбрану од поплава на територији Републике Србије, у мери колико то дозвољава разноврсна проблематика, у циљу имплементације оптималног концепта одбране - интегралне одбране од штетног дејства вода у садејству са водопривредним институцијама, као и циљу имплементације оптималног концепта одбране од бујичних поплава на водотоцима и сливовима који су у надлежности општине.

Овом методологијом су дефинисане активности у оквиру одбране од поплава, које су по врсти сврстане у следеће групе, које се прецизније дефинишу плановима:

- опште
- институционалне,
- хидротехничке активности

Оперативним планом се утврђују:

1. генералне карактеристике подручја од значаја за одбрану од штетног дејства вода;
2. дефинисање елемената за успостављење координације са националним плановима одбране - у циљу организације интегралне одбране од поплава;
3. имплементација механизма руковођења, координације и субординације између субјеката одбране – шема организације и структура општинског штаба, делокруг рада Штаба;
 - a. организација одбране – дефинисање ранга активности, подела надлежности у руковођењу у садејству националне и општинске организације за одбрану од поплава (задачи и одговорности и координација субјеката руковођења у одбрани од поплава);
 - b. синхронизација активности са субјектима одбране (предузећа која по природи делатности које обављају, могу имати активно учешће у одбрани);
 - c. синхронизација активностима виталних система одбране: МУП-а, Центри за обавештавање и узбуњивање, Јавна комунална предузећа, путна привреда, медицинске службе, војска, Црвени крст.
4. дефинисање критеријума за увођење различитих степена - фаза одбране зависно од ранга опасности;
5. систематизована проблематика угрожености подручја од поплава (штетног дејства вода у целини), актуализована кроз приказ евидентираних и на терену (од стране повереника Штаба) потврђених неповољних појава на сваком сегменту подручја општине;
6. план мера и активности које се морају спровести у одбрани од поплава - у виду синхрон плана општинских активности који дефинише координирани рад свих судионика;
7. приоритет у решавању проблема на основу критеријума који подразумевају степен угрожености, вредност и угроженост добара;
8. систематизоване ажуриране податке о расположивим кадровима, људству, опреми и механизацији;
9. план ангажовања људства, примене потребне опреме и механизације, сразмерно рангу појаве;
10. план и програм годишње реализације превентивних мета и радова и предвиђена средства и одакле се обезбеђују;

Оперативни годишњи план за одбрану од поплава за Локалне самоуправе се доноси сваке године. У оперативном годишњем плану се врши прилагођавање основних поставки и евентуалних промена које су настале у односу на претходну годину. Овим планом се

дефинише годишњи оперативни план активности, мера и радова са актуелним подацима од значаја за ефикасну организацију и спровођење заштите и спасавања од поплава.

Систем обавештавања субјеката у одбрани од поплава

За успешно спровођење заштите од поплава неопходно је располагати информацијама о садашњем стању водотока и прогнозираним хидролошким и метеоролошким величинама. У складу са усвојеним принципом интегралне одбране у оквиру овог пројекта ће се дати приказ предложене шеме обавештавања у водопривреди са посебним освртом на специфичности код бујичних поплава.

Квалитетне информације може да обезбеди само адекватан начин прикупљања информација са оптимално развијене осматрачке мреже, опремљене савременим уређајима за регистровање хидролошких и метеоролошких величина и уређајима за пренос информација. Све информације се морају прикупљати у једном центру, који ће затим припремати прогнозе и достављати информације о прогнозираним вредностима. Одлучивање на основу овако добијених података је свакако дужност Команданта штаба за ванредне ситуације.

Дистрибуција информација свим потребним субјектима је у Центру за обавештавање и узбуњивање. Шема дистрибуције информација, одлучивање и субјектима у заштити и спасавању од поплава је следећа:

- Републички хидрометеоролошки завод је центар за осматрање, мерење, прикупљање, обраду, анализу и издавање хидрометеоролошких података, информација и прогноза, па стога РХМЗ представља окосницу целог система за обавештавање, у фазама припреме за спровођења одбране од поплава. РХМЗ ће прикупљати и обрађивати податке о:
 - Нивоима воде
 - Метеоролошким величинама (падавине, температуре итд.)
 - Радарским осматрањима
 - Стању леда на рекама
- Центар за обавештавање и узбуњивање је трансмисија преко кога се даље прослеђују све информације које доставља РХМЗ, а односе се на најаве наиласка бујичних падавина. Ове информације добијене од РХМЗ прослеђују се Штабовима на угроженим подручјима (Општински, градски, окружни, покрајински и национални).
- Све осмотрене промене битне за настанак, ток и одбрану од поплава Центар за обавештавање и узбуњивање прослеђује штабовима. За одбрану од бујичних поплава битни су подаци о наиласку и месту падања јаког пљуска, наглом топљењу снега, као и о рушењу мостова и саобраћајница услед бујица и њима покренутих клизишта.

Дефинисање зона ризика и хазарда од поплава на локалном нивоу

Закон о водама је дефинисао да се плавне зоне одређују приликом израде Урбанистичких (Генерални и Регулационих) и Просторних планова јер су простори дуж водотокова најатрактивнији за изградњу објеката и саобраћајница. [13]

Ова обавеза је одлагана за касније, са образложењем да су трошкови одређивања плавних зона велики и да превазилазе расположиви буџет за израду планског документа.

Због тога је присутна чињеница да се током израде урбанистичких планова минимизира потенцијално плавно подручје, посебно у случају неуређених бујичних токова.

Зато су широм Србије изграђени бројни објекти непосредно уз основно корито водотока, па се тек након поплаве утврди да се налазе у плавној зони.

Бујичне поплаве које су погодиле европске земље током последње деценије, указале су на низ заблуда о истоветности принципа одређивања плавних зона за велике водотокове и бујичне токове.

Закон о ванредним ситуацијама је прописао обавезу израде мапе ризика, која обухвата и ризик од поплава. Ту мапу је немогуће израдити без претходно одређене плавне зоне.

Локална самоуправа може да уради значајан део посла у овој области, чији ће резултати ублажити грубе грешке које су до сада нанеле велике штете.

Не постоји локална самоуправа која током сваке године није неколико пута угрожена поплавама и штетама од малих бујичних токова. Свака од тих поплава има јасно препознатљив домет и захват плавне зоне. Сведоци тих поплава су становници поплављеног подручја и људи из локалне самоуправе који имају дужност одбране од поплава или процене штете. Данас је све више присутна и разноврсна фото документација.

На основу познавања сопственог подручја нема разлога да се у картама и плановима не унесу подаци о забележеним плављењима. Те забележене поплаве је могуће класификовати у неколико класа.

- Прву класу плавних површина чине оне површине које се плаве редовно током сваке године
- Другу класу чине површине које се плаве у размаку од пет до десет година
- Трећу класу чине површине које се плаве једном у педесет до стотину година.

Прве две класе је лако идентификовати и означити на карти док је за домет треће класе потребно стручно знање, међутим, чињеница је да се та зона налази непосредно уз другу класу, па је и њу могуће приближно идентификовати.

Идентификованим плавним површинама треба додати и карактер поплаве који се једноставно може поделити на:

- Плављење
- Рушење
- Разарање

То је основна класификација врсте ризика од поплава и бујица која је сасвим доступна ресурсима сваке локалне самоуправе.

Закључак

Поплаве и бујице су природне појаве које настају након јаких киша или отапања снега и њихов интензитет може бити појачан или ублажен услед деловања људи. Те појаве не настају моментално већ имају своје трајање. У зависности од величине речног слива и услова отицања, настанак и трајање поплаве износи од једног сата за мале бујичне токове, до неколико недеља за велике реке.

Најважнија карактеристика поплава и бујица је то да су предвидиве. Предвидивост поплава и бујица пружа могућност за правовремену најаву и реаговање одбрамбеног система. Одбрана од поплава на великим рекама је и до сада била покривена системом органозоване одбране од поплава.

Савремено осматрање метеоролошких појава је омогућило правовремено организовање одбране од бујица. Локална самоуправа се мора оспособити да искористи своје ресурсе у заштити и спасавању од бујица и поплава. Познавање карактеристика значајних бујица и водотокова је од пресудног значаја за правовремено и исправно реаговање на нивоу локалне самоуправе. За успешну одбрану од поплава и бујица потребно је стално усавршавање које се остварује кроз овладавање нових сазнања, метода и путем сталних вежби.

ЛИТЕРАТУРА:

¹ Закон о ванредним ситуацијама Републике Србије (“Службени гласник РС” број 111/09)

² Закон о водама Републике Србије (“Службени гласник РС” број 30/10),- даље: ЗоВ РС

³ (1998) Методологија за израду планова за одбрану од бујичних поплава на водотоцима на којима нема објеката за заштиту од штетног дејства вода – Институт за водопривреду “Јарослав Черни” – Београд.г.

⁴ Општи план за одбрану од поплава за период од 2012 до 2018. године (донет Уредбом Владе РС “Службени гласник РС”, број 60/11)

⁵ Оперативни план одбране од поплава за 2013. годину (донет Наредбом Министра Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде-МПШВ – на предлог Републичке дирекције за воде и Јавних водопривредних предузећа „Србијаводе“, „Воде Војводине“ и „Београдводе“, бр. 325-10-200/2012-07 од 16. јануара 2013.)

⁶ Гавриловић З., Брајковић М., Исаковић Д. (2000) Бујичне поплаве из 1999. године природна појава, да или не?, 2. саветовање „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење”, Крушевац, стр. 181-186,

⁷ Гавриловић З., Стефановић М., Милојевић М. (2002) “ЕРОЗИЈА ЗЕМЉИШТА И АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈ НА ПОВЕЋАЊЕ РИЗИКА ОД БУЈИЧНИХ ПОПЛАВА”, 1. стручно саветовање „Инжењерски ризик и hazard у урбаном систему Београда” ,г., Београд,стр 39-45

⁸ Гавриловић З., Стефановић М., Брајковић М. (2003) “NEW TORRENT FLOOD FORECASTING METHOD FOR UNPROTECTED AREAS”, Natural and socio-economic effects of erosion control in mountainous regions., стр. 247, Београд

⁹ (2005) План за одбрану од поплава за територију Града Београда – Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.г.,

¹⁰ (2007) План за одбрану од поплава за територију Општине Смедерево – Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.г.,

¹¹ (2007) Одређивање плавних зона за потребе ГУП-а Лазаревца - Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.г.,

¹² (2011) Стефановић М., Гавриловић З., Коцић З. - Улога Локалне самоуправе у управљању ризиком од поплава у Србији - USAID, Програм за планирање и реаговање у ванредним ситуацијама и јачање економске сигурности, ISBN 978-86-82565-29-1, Београд

Саопштење са 31. сусрета бујичара Србије у Аустрији и Италији

Information from 31 meeting of Engeeners for torrent control from Serbia in Austria and Italy

Сусрети бујичара, који се већ традиционално тридесет година одржавају, ове године организовани су у периоду од 09. до 14. септембра у Аустрији и Италији на позив аустријског Удружења за заштиту од бујица и лавина.

Поред Удружења бујичара Србије, у организацији стручне екскурзије учествовали су и Институт за водопривреду „Јарослав Черни” и Шумарски факултет Универзитета у Београду. Стручњацима из ових институција су се придружиле и колеге из: ЈВП „Србијаводе”, ЈВП „Београдводе”, ЈВП „Воде Војводине”, ЈП „Србија шуме”, ВП „Западна Морава” из Краљева, ВП „Ерозија” из Ниша, ВП „Мичелини” из Ваљева и Дирекције за изградњу Ужица.



Слика 1 Радни састанак у Одељењу за уређење бујица и лавина Аустрије, Департману за шумарство Министарства за пољопривреду, шумарство, заштиту животне средине и водопривреде

Figure 1 Meeting in Austrian Service for Torrent and avalanche control, Department of Forestry, Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management

Циљ екскурзије био је да се стручњаци из института и факултета, као и учесници из државних и јавних предузећа упознају са искуствима и новим решењима у уређењу бујица која се примењују у иностранству. Овогодишњи „Сусрети бујичара” протекли су у обиласку локалитета у Аустрији и Италији који су током године били погођени бујичним поплавама, као и посетама образовним институцијама и стручним организацијама које се баве уређењем бујица и заштитом земљишта од ерозије.

Удружење за заштиту од бујица и лавина Аустрије организовало је свечани пријем за чланове Удружења бујичара Србије и радни састанак два удружења у Министарству пољопривреде, шумарства, заштите животне средине и водопривреде Аустрије, Департману за шумарство, Одељењу за заштиту од бујица и лавина. Учесницима састанка се испред Министарства обратила дипл.инж. Марија Патек, директор Одељења за заштиту од бујица и лавина Аустрије и изразила задовољство посетом и спремношћу два удружења за међусобну сарадњу. Председник Удружења за заштиту од бујица и лавина Аустрије, дипл. инж. Кристоф Зејман, изложио је кратак историјат Удружења и даље планове на заштити од бујица и лавина у Аустрији. Председник Удружења бујичара Србије, дипл.инж. Милутин Стефановић такође је представио историјат Удружења бујичара Србије и позвао колеге из Аустрије на унапређење сарадње са нашим Удружењем кроз размену искустава на уређењу бујица узајамним посетама стручњака, заједничким учешћем на пројектима и објављивањем научних радова у часописима оба Удружења.

На позив проф. др Јоханеса Хубла, директора Института за алпске природне непогоде, Универзитета за природне ресурсе из Беча (BOKU), учесници су посетили Институт у коме



Слика 2 Посета Институту за алпске природне непогоде (директор проф.др Јоханес Хубл), Универзитета за природне ресурсе (BOKU) у Бечу

Figure 2 Visit to Institute of Mountain Risk Engineering (Head of the Institute Prof.Dr. Johannes Huebl), University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna



Слика 3 Учесници стручне екскурзије на малој хидроелектрани у горњем делу бујичног слива у близини Цел ам Зеа, Аустрија

Figure 3 The participants of the excursion (field trip) on a small hydroelectric power near Zell am See, Austria

су се упознали са системом високошколског образовања дипл. инжењера за област уређења бујица и лавина. У оквиру Института посетили су и лабораторију у којој се врше веома значајна истраживања у области примене различитих типова преграда у зависности од услова слива, симулације транспорта наноса и отицања са слива, и др.

У организацији Удружења за уређење бујица и лавина Аустрије и проф.др Јоханеса Хубла учесницима је омогућено да на теренима у околини Салзбурга и Цел ам Зеа виде нове концепције и решења уређења бујица, начина мониторинга појава бујичних поплава и система за алармирање. Проф. Јоханес Хубл и дипл.инж Франц Анкер су врло детаљно упознали учеснике стручне екскурзије са уређењем слива бујице Урслау у оквиру којег је извршено уређење горњег дела слива системом преграда, у средњем делу слива се врши мерење проноса наноса а у зони насеља проширење постојећег корита регулације због великих поплава које су се десиле јуна 2013. године.

Поред обиласка сливног подручја бујице Урслау, учесници стручне екскурзије су имали прилику да обиђу и бујице у околини Цел ам Зеа а посебно бујицу Дурнбах. У сливу ове бујице је пре 100 година почело систематско извођење радова на уређењу корита бујичног тока и преграда приказана на слици 4. представља прву изграђену преграду у систему.

У обиласку јужнотиролских бујица у околини Болцана у Италији, у пилот подручју Гардија, представљен је савремени систем мониторинга појаве бујичних поплава и систем за правовремено алармирање за надоласак поплавног таласа постављен у горњем делу слива. Систем је успостављен у циљу заштите насеља, саобраћајница и пољопривредних површина (комплекс плантажа јабука) у долини.



Слика 4 Систем преграда за уређење бујице Дурнбах

Figure 4 Check dams system for torrent control Durnbach



Слика 5 Систем мониторинга бујичних поплава на подручју Гардија, Јужни Тирол, Италија

Figure 5 System of torrential floods monitoring in the Gardia area, South Tirol, Italy

Наши стручњаци су се упознали, у овој изузетно интересантној стручној екскурзији, са искуствима у решавању, пројектовању и извођењу нових система за уређење бујичних сливова стручњака из Аустрије и Италије. Новостечена искустава ће им помоћи да прошире знања унапреде досадашње приступе у решавању проблема уређења бујичних сливова у Србији.

УПУТСТВО ЗА АУТОРЕ

Часопис Ерозија објевљује прегледне, оригиналне научне и стручне радове из области заштите од ерозије и уређења бујица, еколошког инжењеринга у заштити земљишних и водних ресурса. Часопис објављује два броја годишње, при чему је јадан тематски одређен. Радови се штампају на српском и енглеском језику. Радови штампани на енглеском језику имају резиме на српском језику, а прилози двојезичне легенде.

Наслов - Наслов треба да буде кратак, јасан и да изрази суштину рада не користећи скраћенице и курзиве.

Име аутора - Наводи се пуно презиме и име (свих) аутора испод наслова рада. Наводи се пун (званични) назив и седиште установе (афилијација) у којој је аутор запослен. Ако је аутора више, а неки потичу из исте установе, мора се, посебним ознакама или на други начин, назначити из које од наведених установа потиче сваки од наведених аутора.

Адреса или е-адреса аутора даје се у напомени при дну прве странице чланка. Ако је аутора више, даје се само е-адреса једног, обично првог аутора

Извод/Апстракт - Кратак садржај рада (до 150 речи). Треба да садржи област, предмет и остварене резултате истраживања. Извод дати обавезно на српском и енглеском језику.

Кључне речи – Обавезно навести кључне речи (3-7) на српском и енглеском језику.

Текст - Основна поглавље рада су: увод, материјал и методе рада, резултати, дискусија, закључци и резиме. У уводу се дају основне смернице рада. Материјал и методе су део у коме се описују примењене методе и технике. У поглављу резултати износе се подаци добијени испитивањима на које се рад односи, а у дискусији аутор своја истраживања доводи у везу са већ постигнутим резултатима у датој области односно са предметом рада, могућностима за даља истраживања, открива теоретске и практичне импликације својих открића и указује на недовољно испитане аспекте и тврдње које захтевају додатна испитивања. У закључку се таксативно износе резултати истраживања, тврдње засноване на добијеним резултатима, ставови, препоруке и слично. Резиме, уз наслов рада, имена аутора и институције у којима раде, треба да прикаже резултате рада и закључке у најкраћим цртама.

Прегледни радови - треба да садрже свеобухватни преглед неког проблема, а заснивају се на исцрпним подацима из литературе и сопствених истраживања. Прегледни рад треба да садржи најмање 10 аутоцитата.

Табеле и графикони - Табеле и графикони треба битно да допринесу бољем разумевању и интерпретацији резултата рада. Исте податке не приказивати на оба начина. Графиконе радити у Excel-у. Означити у рукопису место за табелу и графикон. У наслову обавезно дати прво српски па онда енглески текст, ако се рад штампа на српском језику, односно прво енглески па српски, ако се рад штампа на енглеском језику.

Фотографије и цртежи - Треба да представљају карактеристичан детаљ, појаву и слично. Фотографије и цртежи морају да буду контрастни и оштри. Нејасне и мутне фотографије неће бити штампане. Фотографије се прилажу у облику посебне датотеке, морају да буду у неком од стандардних формата (BMP, TIF, JPG, GIF или PSD), у резолуцији најмање 300X300 dpi (пожељно 600X600 dpi), а у размери 1:1. Пошто ови захтеви обично резултирају великим фајловима, пожељно је оригиналне фотографије приложити заједно са

радом као посебне датотеке, што би обезбедило постизање већег квалитета код припреме за штампу. Цртежи се могу доставити у форматима DXF, DWG, CDR, WMF, EPS или AI. Наслови и легенде фотографија и цртежа морају бити урађени двојезично - на српском и енглеском језику.

Литература - Само референце наведене у тексту наводе се у литератури. Цитирање необјављених радова могуће је само у тексту као лична комуникација или необјављени подаци. Сви извори, како у тексту тако и у списку референци, наводе се латиницом, по абecedном реду, на начин приказан у примерима.

Примери:

Чланак у часопису: Petrović P., Brzić B., Šijaković D. (1991): Efekti pošumljavanja brzorastućim vrstama lišćara u Vojvodini, Šumarstvo 44 (8), SIT šumarstva i prerade drveta Srbije, Beograd (15-28)

У тексту: (Petrović et al., 1991)

Монографска публикација: Dumanović J., Marinković D., Denić M. (1985): Genetički rečnik, Naučna knjiga, Beograd

У тексту: (Dumanović et al., 1985)

Поглавље у књизи или у зборнику радова са конференције: Krstić M., Stojanović LJ. (2007): Gajenje šuma hrasta kitnjaka, „Hrast kitnjak u Srbiji“, ured. Stojanović LJ., Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet, Beograd, (29-292)

У тексту: (Krstić, Stojanović, 2007)

Изворе без аутора сортирати према првом слову наслова рада, тако да је испред наслова само година издања

Примери:

(1992): Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Srbije, JP „Srbijašume“, Beograd

У тексту: (1992)

Веб станица: Chicago/Turabian Style. The Writing Center at the University of North Carolina at Chapel Hill, from: <http://www.unc.edu/depts/wcweb/handouts/chicago.html>. (accessed / приступљено 15. 05 2008. год.).

У тексту: (2008)

Математичке формуле – Раде се у едитору формула у Word-у или MathType-у.

Остале напомене

Радови се рецензирају, рецензенти одређују категорију рада, а рецензенте одређује Редакција.

Редакцији доставити радове у електронском облику (e-mail, CD/DVD диск, флеш-диск, итд.) урађено у формату MS Word 6.0/2007/XP (Office 97/2003/XP), тип слова Times New Roman, величина 12 pt. Мерне јединице изражавати у Интернационалном систему јединица (SI).



Инжењерска комора Србије
Булевар војводе Мишића 37, Београд
www.ingkomora.org.rs



Удружење бујичара Србије
Кнеза Вишеслава 1, Београд
www.udruzenjebujicara.com

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd
626/627:631.6

EROZIJA: naučno-stručni časopis za uređenje bujica i zaštitu od erozije = torrent and erosion control / odgovorni urednik Stanimir Kostadinov. - 1970, br. 1 - . -Beograd (Kneza Višeslava 1) Šumarski fakultet : Udruženje bujičara Srbije, 1970- (Beograd : **Planeta print**). - 25 cm

Povremeno

ISSN 0350-9648 = Eroziija

COBISS. SR-ID 15956226