DOI:10.5937/eroz52-72601 ПРЕГЛЕДНИ РАД

ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ПРИМЕНА БИОТЕХНИЧКИХ РАДОВА У ЗАШТИТИ ОД ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF BIOTECHNICAL MEASURES FOR SOIL EROSION CONTROL

Стефановић Милутин[1*], Стефановић Ирина[1], Ђорђе Живановић

[1]Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ д.о.о.

Примљен: 21.08.2026. / ***Рецензиран:*** 21.09.2026. / ***Прихваћен:*** 06.10.2026

АПСТРАКТ

Биотехнички радови представљају синергију инжењерских техника и природних вегетационих система. Њихов примарни циљ је стабилизација земљишта, смањење површинског отицања воде и спречавање ерозионих процеса.

На основу анализе доступне литературе размотрени су основни елементи поступка пројектовања, укључујући анализу ерозионог проблема, дефинисање функције објекта, избор типа конструкције, одређивање њеног положаја и распореда, избор конструктивних и биљних елемената, начин извођења и потребе за одржавањем. Приказани су основни типови биотехничких конструктивних решења, са посебним освртом на плетере, гарнисаже, слојеве живог грања и њихову комбинацију са другим мерама заштите од ерозије. Кроз примере пројектовања и примене на подручју Текије и у сливу акумулације Бусур приказане су могућности примене ових решења у различитим условима.

У раду није вршена квантитативна оцена ефеката примењених мера, већ су разматрани принципи пројектовања, конструктивна решења и услови њихове примене. Посебно је указано на значај прилагођавања избора и распореда биотехничких радова условима конкретне локације, као и на потребу за праћењем стања конструктивних елемената и развоја вегетације након извођења. Циљ рада је систематизација основних принципа примене и пројектовања биотехничких радова у заштити од ерозије земљишта, као и приказ начина њиховог укључивања у мере заштите од ерозије на конкретним подручјима.

Кључне речи: биотехнички радови, биоинжењеринг земљишта, стабилизација косина, бујични сливови, плетери

[1]* Милутин Стефановић, email: milutin.stefanovic@jcerni.rs, ORCID ID: 0009-0002-6200-9839; Ирина Стефановић ORCID ID: 0000-0002-2681-223X

ABSTRACT

Biotechnical works represent a synergy between engineering techniques and natural vegetation systems., The primary goal of this approach is soil stabilization, the reduction of surface runoff, and the prevention of erosion processes.

Based on an analysis of available literature, the paper examines the fundamental elements of the design process, including the analysis of the erosion problem, the definition of the structure's function, the selection of the structural type, the determination of its location and layout, the choice of structural and vegetative components, construction methods, and maintenance requirements. Basic types of biotechnical structural solutions are presented, with particular emphasis on wattle fences, brush layers, and live branch layers, as well as their combination with other erosion control measures. Examples of design and implementation in Tekija and Busur reservoir catchment illustrate the potential for applying these solutions under various conditions.

The paper does not provide a quantitative assessment of the effects of the implemented measures, it focuses on design principles, structural solutions, and the conditions for their application. Particular attention is drawn to the importance of tailoring the selection and layout of biotechnical works to the specific site conditions, as well as the need to monitor the condition of structural elements and vegetation development following implementation. The aim of this paper is to systematize the fundamental principles of applying and designing biotechnical measures for soil erosion control, as well as to outline how these measures can be integrated into erosion protection strategies for specific areas.

Keywords: biotechnical works, soil bioengineering, slope stabilization, torrent watersheds, wattle fences

УВОД

Ерозија земљишта представља један од значајних процеса деградације земљишних ресурса, нарочито на подручјима израженог рељефа, где нагиб терена, карактеристике земљишта, режим падавина, начин коришћења простора и стање вегетационог покривача могу значајно утицати на интензитет ерозионих процеса (Костадинов, 2022). Поред губитка површинског слоја земљишта, ерозија доприноси повећању продукције и транспорта наноса, дестабилизацији падина и косина, угрожавању водотокова и акумулација, као и оштећењу инфраструктуре и других објеката. Због тога заштита од ерозије захтева примену одговарајућих мера које се бирају у зависности од природних, хидролошких, геотехничких и антропогених услова конкретног подручја.

У систему заштите од ерозије примењују се техничке, биолошке и биотехничке мере (Gavrilović, 1972, Kostadinov, 1996). Техничке мере обухватају различите врсте грађевинских радова у кориту бујичног водотока којима се непосредно утиче на кретање воде и наноса, стабилност терена и услове одвијања ерозионих процеса. Биолошке мере заснивају се првенствено на успостављању и одржавању вегетационог покривача, најчешће пошумљавањем и затрављивањем. Биотехнички радови представљају радове у којима се својства живог биљног материјала користе у комбинацији са одговарајућим природним материјалима или лаким конструктивним елементима, са циљем заштите земљишта, смањења површинског отицања, контроле ерозије и повећања стабилности површинских слојева терена.

Овакав начин дефинисања биотехничких радова је уобичајен у домаћој литератури у области заштите земљишта од ерозије. Важно је у самој терминологији разграничити појам биотехнички радови и биоинжењеринг земљишта који је заступљен у страној литератури (soil bioengineering). Биотехнички радови представљају шири појам јер комбинују биљни материјал са другим природним материјалима. Биоинжењеринг земљишта је ужи, прецизнији појам и представља радове у којима су саме биљке конструктивни материјал. У оваквој подели би се могло рећи да је биоинжењеринг земљишта подтип биотехничких радова.

Примена биотехничких радова има дугу традицију у заштити од ерозије и бујичних подручја у Србији, где су различита решења примењивана у оквиру радова на уређењу сливова, стабилизацији ерозионих жаришта и заштити земљишта и водотока (Kostadinov et al. 2013, 2016). Искуства домаће праксе, заједно са савременим приступима развијеним у другим земљама, представљају значајну основу за сагледавање могућности примене и пројектовања ових радова. За разлику од масивних бетонских зидова, овај приступ је еколошки повољнији, јефтинији и временом постаје све јачи како се развија коренски систем биљака. Вегетација у биотехничким радовима не служи само као естетски додатак, већ делује као активни структурални елемент који механички повећава отпорност тла на смицање и хидраулички регулише влажност земљишта (Gray and Sotir, 1996).

Имајући у виду различитост услова у којима се биотехнички радови примењују, њихово пројектовање захтева повезивање више области: заштиту од ерозије и бујичних токова, хидрологију, хидраулику, геотехнику, познавања вегетације и искустава из реализованих пројеката. У том контексту, циљ овог рада је да се систематизују основни принципи пројектовања и примене биотехничких радова у заштити од ерозије земљишта, са посебним осртом на поједине типове биотехничких грађевина, услове њихове примене, начин извођења и могућност комбиновања са техничким и биолошким мерама.

ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД ПРИМЕНЕ БИОТЕХНИЧКИХ РАДОВА У СРБИЈИ

За почетак систематских радова на сузбијању штетних последица од ерозије земљишта и бујичних токова на подручју Србије сматра се 1907. године када су извођени радови на уређењу бујичних токова у Грделичкој клисури ради заштите железничке пруге Београд-Скопље-Атина (Kostadinov, 2007). Систематски приступ уређењу бујичних сливова почео је 1928. године, радовима на уређењу бујичног тока Калиманска река у Владичином Хану. На уређењу овог бујичног тока извођени су, поред техничких, и у великом обиму биотехники и биолошки радови. Тада је први пут у Србији од биотехничких радова изведоно: пошумљавање на градонима и контурним рововима, подизање воћњака на терасама и др. Радови на уређењу бујичних токова у том периоду рађени су и у сливу реке Нишаве.

До 1930. године служба за уређење бујичних токова била је у оквиру Хидротехничког одељења Министарства грађевина. Године 1930. године донет је Закон о уређењу бујица којим је формиран самосталан Шумско-технички одсек за уређење бујица у оквиру Министарства шума и руда и банских управа. Све до почетка рата 1941. године радови су извођени углавном ради заштите железничке пруге.

Након II светског рата, 1948. године због обилних киша активирали су се многи бујични токови у Грделичкој клисури и својим катастрофалним поплавама нанели огромне штете, пре свега, двема међународним саобраћајницама - железничкој прузи и путу. Саобраћај је био обустављен на прузи Београд-Скопље-Атина и скоро месец дана на међународном путу. Због великих штета од ерозије и бујичних токова, Влада НР Србије доноси 1949. године посебну Одлуку о непосредним задацима на обнови и пошумљавању подручја која су угрожена од ерозије и бујица. 1950. године формирана је Управа за уређење бујица и грађевинску делатност при министарству шумарства. 1948. године формирана је Реонска секција „Ерозија“ у Нишу а 1953. „Ерозија“ у Владичином Хану и почели су обимни радови на уређењу бујичних токова у Грделичкој клисури и Врањској котлини, односно у јужној и источној Србији.

Најзначајнији закон који је уређивао област заштите од ерозије и уређење бујица после Другог светског рата је Закон о заштити земљишта и уређењу бујица донесен 1954. године. Овај Закон је поново донесен 1960. али је укинут 1965. године због усаглашавања са новим Уставом Републике Србије (Драговић и сар., 2007). Од тог периода до данас, област заштите од ерозије и уређење бујица је регулисано Законом о водама и малим делом неким другим законским актима (Закон о пољопривредном земљишту, Закон о ванредним ситуацијама, Закон о шумама и др.). Законом о водама Србије донесеним 1967. године финансирање радова у области заштите земљишта од ерозије и уређења бујичних сливова, односно организација пословања у овој области потпуно прелази у оквир водопривреде.

Највећи обим радова на заштити од ерозије и уређењу бујица био је у периоду 1954-1965. Интензитет радова након тог периода опада, да би дошло до повећања 1977. и 1978. године, када су добијена значајна средства од Зајма за аутопут и водопривреду 1977. године. Након тога, обим радова се смањује до 1990. године, да би се у периоду од 1991. до 2001. свео на минимум због економске и политичке сутуације у нашој држави. Већа улагања у противерозионе радове са различитим интензитетом била су у периоду од 2001. до 2011. да би након тога поново смањена. Значајна промена у организовању и финансирању радова на заштити од ерозије у уређењу бујица настала је доношењем Закона о водама 2010. године. Одредбама овог Закона, уређење и заштита водотока II реда (бујични водотоци) је у надлежности јединице локалне самоуправе, које често немају организационе, стручне и финансијске капацитета за његово спровођење (Драговић & Вулевић, 2022).

Протеклих деценија евидентно је смањење улагања у заштиту од вода, у изградњу нових и одржавање постојећих објеката, што је један од разлога да су поплаве које су се десиле 2014. године имале тако катастрофалне последице (Dragović & Ristić, 2013). После усвајања закона о водама 2010. финансирање радова за заштиту од ерозије и уређење бујица је, не само смањено, него и непрепознатљиво у финансијским извештајима ЈВП „Србијаводе“. У ранијим извештајима мого се видети колика су улагања, у оквиру ове области, за грађевинско-техничке радове, биотехничке радове и биолошке радове. Средства за биотехничке радове се не опредељују од 2008. године а за биолошке радове су годинама уназад значајно смањивана.

Почев од 1907.г., па све до данашњих дана није било прекида, (чак су и неки мањи радови извршени за време II светског рата) у извођењу радова на уређењу бујичних токова и заштити земљишта од ерозије. Међутим, врста, интензитет, односно обим ових изведених радова, осцилирао је зависно од економске и политичке ситуације и свести доносиоца одлука о значају извођења радова за превентивцију од бујичних поплава.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Методолошки приступ

Рад је заснован на прегледу релевантне литературе и доступне пројектне и стручне документације о биотехничким радовима у заштити од ерозије земљишта. Анализом доступних извора обухваћени су принципи примене и пројектовања биотехничких радова, њихова конструктивна решења, услови примене, као и могућности њиховог комбиновања са техничким мерама.

Приказани материјал обухвата, како опште принципе примене биотехничких радова, тако и практична решења из домаће стручне праксе.

Анализа пројектних примера

У раду су анализирана два одабрана пројекта биотехничких радова. За сваки пример разматрани су услови на подручју примене, предмет и циљ пројекта, пројектовани типови биотехничких радова, њихова диспозиција, основни конструктивни елементи, начин извођења и комбиновање са другим мерама.

Пројектни примери су изабрани са циљем да се прикажу различити услови примене и начини пројектовања биотехничких радова. Њихова улога у раду није статистичко поређење различитих решења, већ приказ начина на који се, у конкретним условима, избор биотехничких мера прилагођава карактеристикама терена и идентификованим ерозионим процесима.

Ограничење анализе

Рад не обухвата квантитативну процену ефеката изведених биотехничких радова, јер за приказане локалитете нису били доступни подаци систематског дугорочног мониторинга пре и након извођења радова.

Стога се приказани пројектни примери користе за анализу начина пројектовања, конструктивних решења и подручја примене биотехничких радова, а не за доказивање ефикасности појединачних мера.

МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУП ПРОЈЕКТОВАЊУ БИОТЕХНИЧКИХ РАДОВА

Пројектовање биотехничких радова представља поступак избора мера којима се, у складу са условима на терену, заустављa интензивирање ерозионих процеса, стабилизују корито и обале водотока, смањује брзина површинског отицања и обезбеђује постепено успостављање вегетационог покривача. За разлику од појединачног избора конструктивног решења, пројектовање подразумева сагледавање међусобне зависности морфолошких, хидролошких, геолошких, педолошких и вегетационих услова на конкретној локацији.

У постојећој пракси биотехнички радови се најчешће примењују као комбинација живог биљног материјала и помоћних, неживих материјала. У почетној фази након изградње биљни материјал још нема развијену функцију, због чега се његова улога допуњује конструктивним елементима који обезбеђују почетну стабилност система. Са развојем вегетације и укорењавањем биљног материјала, биолошка компонента постепено постаје значајнија у функционисању система.

Дефинисање проблема и анализа услова на терену

Први корак у пројектовању је идентификација процеса који угрожавају стабилност терена или корита и одређивање њиховог просторног обухвата. Посебно је потребно разликовати типове ерозионих процеса на падинама слива од процеса ерозије и дестабилизације у кориту и на обалама бујичних токова.

Анализа услова на подручју обухвата сагледавање ерозионих процеса, нагиба и конфигурације терена, карактеристика подлоге и земљишта, стања корита и обала, начина отицања површинских вода и постојећег вегетационог покривача. Код бујичних токова посебан значај имају ширина и нагиб корита, количина и карактер наноса, као и могућност подривања објекта.

Дефинисање функције и циља пројектоване мере

Избор решења се заснива на дефинисаним условима на терену и могућности које одређена биотехничка мера пружа.

Након идентификације проблема дефинише се основна функција биотехничке мере. Она може бити усмерена на стабилизацију косина, стабилизацију дна или обала корита, успоравање течења, задржавање наноса, смањење ерозионог дејства воде или стварање услова за развој вегетације.

Избор врсте биотехничког решења

Избор врсте биотехничких радова се врши на основу дефинисаних услова и потребне функције биотехничке мере. При избору се разматрају расположиви биљни и грађевински материјали, могућност одржавања и потреба за комбинацијом са другим мерама.

Одређивање положаја и распореда објеката

Након дефинисања функције и избора одговарајућег типа биотехничког рада, потребно је одредити његов тачан положај и распоред у оквиру угрожене деонице.

Код попречних конструкција у јаругама и водотоковима посебну пажњу потребно је посветити њиховом уклапању у корито и обале, тако да конструкција обухвати целу ширину профила због учвршћивања у обале. Положај објекта у односу на уздужни профил корита одређује се у складу са његовом функцијом, односно потребом за успоравањем тока, задржавањем наноса, стабилизацијом дна или заштитом угрожених делова корита.

Код система са више објеката њихов распоред треба посматрати као целину, а не као низ независних конструкција. Међусобни положај објеката треба да омогући постепено смањење ерозионог дејства воде и стабилизацију деонице између суседних конструкција. При томе је потребно узети у обзир могућност локалног подривања, преливања, заобилажења воде и концентрације тока између објеката.

При одређивању положаја потребно је узети у обзир и услове извођења, пре свега могућност приступа локацији, допремања и привременог складиштења материјала, као и услове за извођење радова и касније одржавање

Одређивање основних конструктивних елемената и димензија

Основни конструктивни елементи, материјали и димензије биотехничких грађевина морају бити прилагођени условима конкретне локације и функцији објекта.

Посебну пажњу треба посветити обезбеђењу објекта од подривања, испирања и заобилажења воде. Код конструкција у кориту то може подразумевати адекватно уклапање објекта у дно и обале, као и примену додатних материјала низводно.

Избор биљног материјала и начин његове уградње

Избор биљног материјала мора бити повезан са условима станишта и начином примене.

Потребно је одредити врсту и порекло биљног материјала, његове димензије, начин припреме и уградње, као и период извођења. Биолошка компонента не сме се посматрати одвојено од конструктивне, јер њена функција у почетном периоду зависи од правилне уградње и обезбеђивања услова за преживљавање и развој биљака

Фазе извођења, почетна стабилност и одржавање

Код биотехничких радова нарочито је значајно разликовати почетно стање након изградње од стања након успостављања вегетације.

У почетној фази конструктивни елементи преузимају већи део механичког оптерећења, док се са развојем биљног материјала постепено повећава његов допринос стабилизацији. Због тога пројекат треба да предвиди мере које обезбеђују стабилност у периоду док биљке још нису развиле коренов систем и надземну биомасу.

Потребно је предвидети контролу стања објеката након већих падавина и бујичних догађаја, проверу појаве подривања, оштећења конструкције, испирања материјала и стања уграђеног биљног материјала. На основу резултата контроле могу се предвидети поправке или допунски радови.

Основни критеријуми за пројектовање

На основу претходно описаних фаза у пројектовању биотехничких радова, избор биотехничке мере треба разматрати кроз следеће групе услова:

- тип ерозионог процеса – површинска, браздаста, јаружаста или ерозија корита;
- положај у сливу – падина, јаруга, горњи или средњи део бујичног тока и зона уливања у акумулацију;
- нагиб и геометрија терена – дужина и нагиб падине, ширина и дубина корита;
- хидролошки и хидраулички услови – очекивани проток, брзина воде, могућност преливања и поткопавања;
- карактеристике земљишта и подлоге – гранулометријски састав, кохезија, услови влажења и стабилност;
- доступност и особине биљног материјала – врста, способност ожиљавања, прилагођеност локалним условима и време извођења;
- почетна механичка стабилност – потреба за додатним техничким или привременим елементима;

- могућност одржавања и контроле – приступ објекту, контрола након већих падавина, замена оштећених елемената и праћење развоја вегетације.

Овако дефинисани критеријуми представљају основу за пројектантски избор решења. Биотехничке радове не треба посматрати као меру заштите која се примењује независно од услова, већ као део система заштите од ерозије.

ТИПОВИ БИОТЕХНИЧКИХ ГРАЂЕВИНА

У пракси се примењује већи број различитих типова биотехничких грађевина и конструктивних решења. У овом поглављу су приказани плетери, гарнисажи, слојеви живог грања и рустикалне преграде. За сваки од одабраних типова приказани су основна намена, услови примене, конструктивни елементи и начин извођења, уз податке о биљном и другом материјалу који се користи у конкретним решењима.

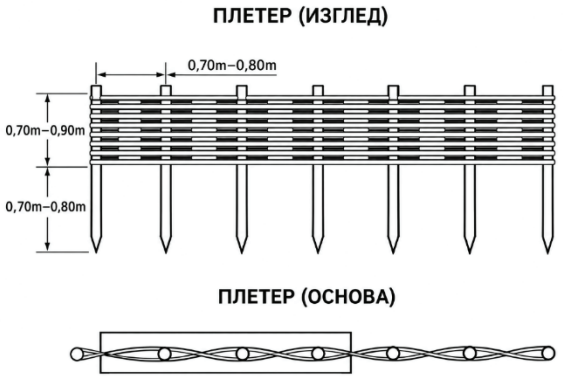
Једноструки и двоструки плетери

Плетери представљају једноставне попречне конструкције од дрвених кољa и савитљивог прућа, које се могу примењивати у јаругама и на падинама изложеним површинској и јаружастој ерозији. Њихова основна функција је успоравање површинског отицања, задржавање еродираног материјала и постепено стабилизовање корита или дела падине. У зависности од услова, могу се изводити као једноструки или двоструки плетери, а у случају употребе живог биљног материјала конструкција временом добија и вегетациону функцију.

Једноструки плетер се формира побијањем кољa у тло и њиховим преплитањем савитљивим гранама. Код живих плетера могу се користити врба, топола, леска, јасен и друге врсте које имају одговарајућу способност ожиљавања и прилагођене су локалним условима. За успешно оживљавање живих елемената важно је да се радови изводе у периоду мировања вегетације, односно у условима када је ризик од исушивања резница минималан.

Према подацима из разматране стручне праксе, код израде живих плетера користи се кољe пречника приближно 8–15 cm и дужине 1,3–1,5 m, док се резнице постављају у дужини од око 30–50 cm. Кољe се поставља у темељну зону конструкције, односно у дно корита и обале, како би се обезбедило његово укрућење. Плот се плете у висину од приближно 20–25 cm, након чега се постављају резнице и врши затрпавање земљом. Поступак се понавља до достизања пројектоване висине конструкције.

За стабилизацију конструкције и спречавање њеног померања под притиском земље, појединa кољa могу се жицом повезати са додатним колцима дубље побијеним у тло иза конструкције. Овакви плетери изводе до висине од око 1 m.

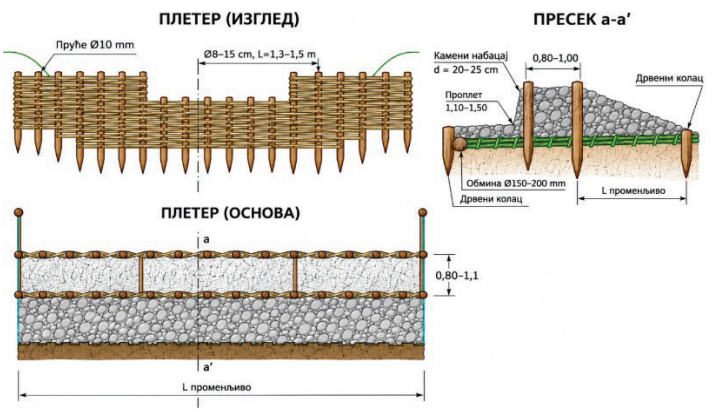


Слика 1. Једноструки плетер (Извор: Пројекат заштите насеља Текија од бујичних вода, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2015)

Figure 1. Single wicker fencing (Source: Designfor the Protection of the Tekija village from Flash Floods, "Jaroslav Černi" Water Institute, 2015)

Двоструки плетер се примењује у условима већег притиска воде и материјала или код ширих корита. Састоји се од два паралелна плетера, при чему се простор између њих испуњава каменом, каменом ситнежи, шљунком или другим расположивим материјалом. Растојање између предњег и задњег плетера у описаном решењу износи око 0,7–1,0 m. Предњи и задњи плетер међусобно се повезују жицом како би се спречило њихово раздвајање током испуне и деловања воде.

Низводно од плетера може се извести камени набачај чија је функција заштита ножице конструкције од поткопавања. Овај елемент је посебно значајан код конструкција постављених у коритима у којима се очекује преливање воде преко објекта.



Слика 2. Двоструки плетер (Извор: Пројекат заштите насеља Текија од бујичних вода, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2015)

Figure 2. Double wicker fencing (Source: Designfor the Protection of the Tekija village from Flash Floods, "Jaroslav Černi" Water Institute, 2015)

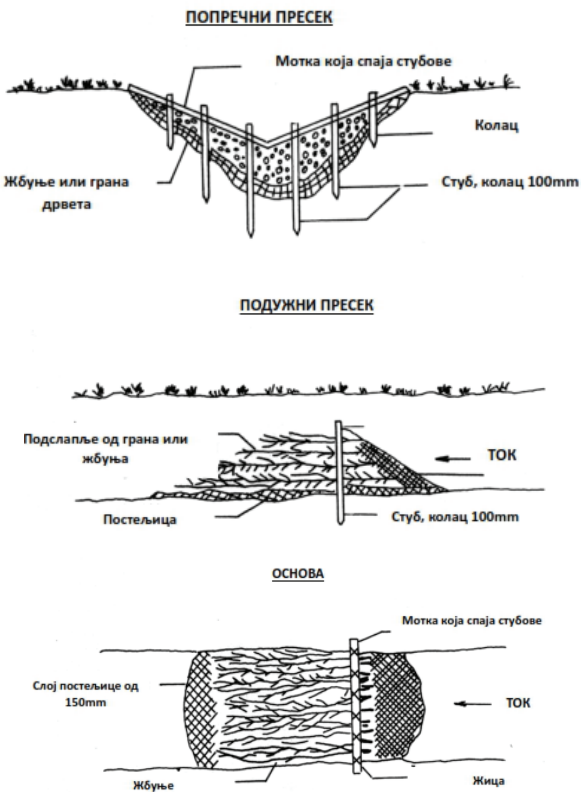
Примена једноструких и двоструких плетера може бити погодна на теренима различитих нагиба, посебно код браздасте и јаружасте ерозије. Међутим, избор овог решења треба да буде условљен очекиваним протоком и количином наноса, јер ова конструкција није замена за технички објекат у условима великих хидрауличких оптерећења.

Гарнисаже (прагови од жбуња)

Гарнисаже представљају конструкције које се могу применити у коритима јаруга за успоравање тока, задржавање материјала и заштиту дна од даљег продубљивања. Њихова конструкција се заснива на комбинацији дрвених стубова и слојева грања и жбуња, при чему биљни материјал има и конструктивну и вегетациону улогу.

Пре извођења конструкције обале јаруге се припремају, након чега се у дно и обале побијају вертикални стубови. Стубови се укопавају приближно 1 m у тло, док део изнад површине износи око 0,5–1,0 m. Као погодан материјал наводи се врба.

У доњем делу конструкције поставља се слој грања и жбуња дебљине око 150 mm. Гране се постављају између стубова, при чему се дебљи крајеви оријентишу узводно. На формирану постељицу постављају се зелене гране различитих дужина, а конструкција се сабија и повезује. Попречне мотке и гране причвршћују се за стубове поцинкованом жицом.

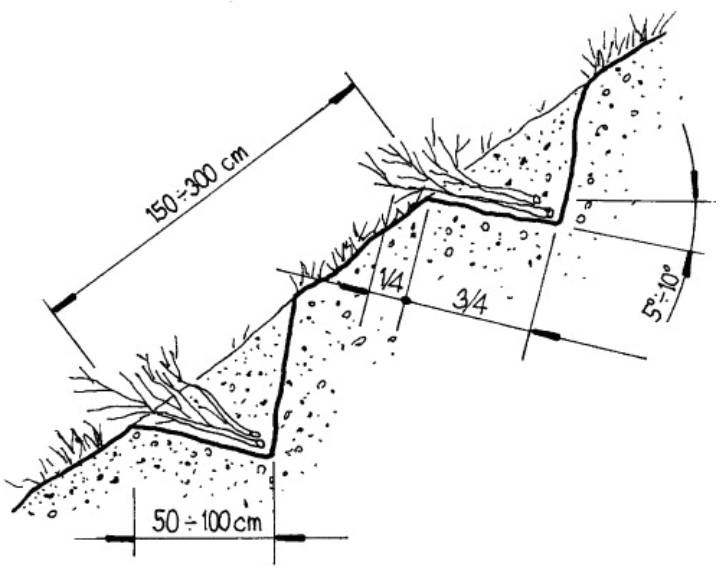


Слика 3. Гарнисажа (једноструки праг од жбуња) (извор: Morgan, 1986).
Figure 3. Garnisage (single brushwood check dam) (Source: Morgan, 1986)

Основни принцип примене гарнисаже је формирање пропусне попречне конструкције која успорава ток и задржава део наноса, док се употребом живог биљног материјала ствара могућност накнадног развоја вегетације. При пројектовању је потребно посебно проверити стабилност конструкције, начин фундирања и заштиту од поткопавања, јер њена трајност непосредно зависи од хидрауличких услова у кориту.

Живи слојеви прућа – brushlayering

Живи слојеви прућа представљају биотехничку меру код које се живе гране или шибље постављају између слојева земљаног материјала. Овај поступак може се применити на падинама и насипима, нарочито када је потребно истовремено обезбедити почетну механичку стабилизацију и створити услове за развој вегетације.



Слика 4. Живи слојеви прућа (Извор: Bischetti et al., 2010)
Figure 4 Live brush layers (Source: Bischetti et al., 2010)

Живи слојеви се постављају између узастопних слојева збијеног земљишта, тако да део грана излази на лице падине. У почетној фази гране могу имати механичку улогу у задржавању површинског материјала и успоравању отицања, док се након ожиљавања њихова функција проширује на коренско ојачање и развој вегетационог покривача.

При пројектовању је потребно узети у обзир нагиб падине, карактеристике земљишта, услове влажења, дужину и распоред слојева, избор врста и период извођења. Нарочито је значајно да се живи материјал не исуши пре успостављања кореновог система. Због тога се време извођења, избор врста и услови складиштења и уградње морају прилагодити локалним условима.

На веома стрмим падинама живи слојеви могу се комбиновати са облицама или даскама које формирају мале терасасте елементе. Оваква модификована решења могу допринети задржавању ситног материјала и смањењу ризика од оштећења младог биљног материјала услед површинског отицања или кретања материјала низ падину. У

постојећем раду као пример је приказано решење са дрвеним елементима дужине око 2 m и дебљине најмање 5 cm, уз могућност додатног причвршћивања арматурним шипкама. Ове вредности представљају карактеристике описаног примера и не треба их генерализовати без пројектне провере.

Рустикалне преграде

Рустикалне преграде познате под називом и прагови од камена у суво могу се примењивати као попречни објекти за контролу уздужног пада корита и успоравање ерозионих процеса у јаругама. За разлику од живих плетера и гарнисажних конструкција, код ових објеката основну механичку функцију има камени материјал, па их је потребно разликовати од биотехничких конструкција са живим елементима. Њихово укључивање у систем биотехничких радова оправдано је само када су део ширег, комбинованог система мера.





Слика 5. и 6. Комбинација плетера и рустикалног зида у потоку Сарач – Пријепоље (фото: Ђ. Живановић 2005.)

Figure 5. and 6. Combination of wicker fencing and rustic wall in the Sarač stream – Prijepolje (Photo: Đ. Živanović, 2005)

Прагови од камена у суво економично се изводе до висине од око 0,45 m. Са низводне стране предвиђа се слапиште ради заштите ножице од поткопавања и расипања енергије воде. Дужина слапишта зависи од нагиба дна јаруге и висине прага.

Изградња почиње припремом обала и ископом рова попречно на дно јаруге и у обалама. У ров се постављају крупнији комади камена који формирају ножицу, након чега се гради тело прага. Комади камена мањи од 100 mm се не користе због могућности њиховог испирања.

Посебну пажњу треба посветити порозности конструкције. Код веома крупног материјала могу се формирати шупљине кроз које вода пролази великом брзином, што може неповољно утицати на стабилност објекта и транспорт наноса. Због тога избор материјала и начин његовог уграђивања треба да буду усклађени са очекиваним протоком и условима темељења.

ПРИМЕРИ ПРОЈЕКТОВАЊА И ПРИМЕНЕ БИОТЕХНИЧКИХ РАДОВА

Одабрани примери примене биотехничких радова у последњих 10-15 година показују начин избора и примене појединих конструктивних решења. Примери обухватају примену плетера и њихових комбинација са другим мерама у Србији.

Примена једноструких и двоструких плетера у заштити насеља Текија од бујичних вода

Након бујичних поплава у септембру 2014. године на подручју насеља Текија по хитном поступку је израђена пројектна документација Заштите насеља Текија од бујичних вода (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2015). Радови су изведени током 2015. године, а систем заштите насеља састоји се из техничких, биолошких и биотехничких радова.

Насеље Текија се налази у североисточном делу Републике Србије и сконцентрисана је у морфолошки погоднијим деловима терена и уз Дунавску магистралу.

Поред стрмог нагиба падина узводно од насеља, подручје карактерише и изражена геоморфолошка разуђеност са дубоким и стрмим усеченим јаругама које гравитирају ка насељу и даље ка Дунаву. Терен је изграђен од шкриљаца и кластита па су овој средини створени погодни услови за настанак и даљи развој егзогеодинамичких процеса високог интензитета, као што су: механичко распадање, површинско спирање, и линијска ерозија, што условљава и интензивну бујичну активност. Највише су заступљена смеђа кисела земљишта на микашисту и гнајсу и делувијални нанос у осмеђавању.

Површине сливова узводно од насеља су у распону од 0,13 до 0,74 km^2, са средњим падом између 31 и 38%, претежно под шумом и деградираном шумом. Протицаји велике воде вероватноће појаве једном у сто година су од 1,4 до 7,36 m^3/s. Ерозиони процеси су идентификовани теренском проспекцијом. Издвојене су локације за израду плетера, узимајући у обзир и могућност приступа локацији.





Слика 7 и 8. Заштита косина једноструким и двоструким плетерима у Текији (фото: М. Стефановић, 2015.)

Figure 7 and 8. Slope protection with single and double wicker fencing in Tekija (Photo: M. Stefanović, 2015)



Слика 9. Израда плетера у јаругама (фото: М. Стефановић, 2015.)
Figure 9. Installing wicker fencing in gullies (Photo: M. Stefanović, 2015)

На основу поменутог пројекта на падинама узводно од насеља Текија изведено је укупно 1185 m једноструких и 60 m двоструких плетера, груписаних у 5 система.

Примена двоструких плетера у противерозионој заштити слива акумулације Бусур

Након велике количине падавина у јуну 2018. године, на сливу реке Бусур је формиран поплавни талас услед којег је дошло до преливања, поткопавања низводне косине тела бране и оштећења тј. „пролома“ бране „Бусур“ (на левој обали акумулације). Започета је израда Пројекта хитних радова за санацију оштећења на брани „Бусур“ након поплавног догађаја у јуну 2018. год. (Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, 2018) којим су дефинисани радови на санацији бране и заштити обала непосредно низводно од бране до ушћа реке Коренице. Планирани противерозиони радови у сливу су обухватали техничке и биотехничке радове.

Површина слива узводно од бране је 14,10 km^2, са средњим падом слива од 1,6%. У сливу доминира пољопривредно земљиште на скоро 60% површина, а листопадне шуме су на нешто више од 25% од укупне површине. Најзаступљенији су седименти представљени песковима, пешчарима, глином и сочивима конгломерата. Према педолошком саставу, на сливној површини домира гајњача у оподзољавању са уделом од 72% од укупне површине, док се у централном делу слива јавља значајнија површина на којој преовлађује скелетоидно земљиште (28%). Протицај велике воде вероватноће појаве једном у сто година је 59,9 m^3/s, док је хиљадугодишња вода 91,7 m^3/s. Ерозиони процеси средње категорије су на 52% површине слива, на 32% су заступљени процеси слабе ерозије а врло слабе на 16%.

Укупно је предвиђено 11 бујичних преграда и 9 двоструких плетера. На локацијама где није било могуће решавање имовинско-правних односа неопходних за заузимање површина за класичне бујичне преграде, двоструки плетери су представљали алтернативно конструктивно решење за стабилизацију бујичног тока и контролу наноса.





Слика 10 и 11. Двоструки плетер у кориту бујичног тока узводно од улива у акумулацију Бусур (фото: М. Стефановић, 2018).

Figure 10 and 11. Double wicker fencing on a torrent directly discharging into the Busur reservoir (Photo: M. Stefanović, 2018)

ДИСКУСИЈА

Примена биотехничких радова у заштити од ерозије и стабилизацији падина и бујичних токова заснива се на повезивању конструктивне функције објекта са развојем вегетације (Zeedyk et al. 2009). За разлику од техничких решења код којих се стабилност система у потпуности заснива на механичкој отпорности конструкције, код биотехничких радова се током времена мења значај појединих компоненти система (Sangalli, P. et al. 2021). Због тога избор и пројектовање ових радова захтевају сагледавање услова на терену, функције која се жели постићи, конструктивног решења, избора биљног материјала, начина и времена извођења, као и услова одржавања и развоја вегетације (Suresh et al. 2022).

Избор врсте биотехничких радова не треба посматрати као почетни корак пројектовања, већ као резултат претходне анализе услова на локацији и дефинисања функције објекта. Редослед пројектовања има посебан значај јер се различити типови биотехничких радова разликују по месту примене, конструктивној функцији, начину извођења и захтевима у погледу развоја вегетације (Bischetti et al. 2021).

Почетни корак представља анализа проблема и услова на терену, која обухвата сагледавање типа ерозије, морфологије терена, нагиба, својстава земљишта и подлоге, хидролошких и хидрауличких услова, као и положаја локације у сливу (Polster, 2016). На основу ових услова дефинише се функција коју биотехнички радови треба да остваре, као што су успоравање површинског отицања, задржавање наноса, стабилизација падине или корита и заштита од даље деградације.

Тек након дефинисања услова и функције приступа се избору одговарајућег типа решења (Bergmaister et al. 2009). Овакав приступ је значајан јер исти тип објекта не може имати исту примену у свим условима. Плетери, гарнисажи и слојеви живог грања могу се примењивати у различитим условима, али њихова конструктивна улога, положај и димензионисање зависе од конкретног проблема који треба решити. У случајевима већег хидрауличког оптерећења или изражене опасности од подривања, могу бити потребна додатна техничка решења.

Једна од специфичности биотехничких радова јесте истовремено постојање почетне конструктивне функције и потенцијалног каснијег доприноса развијене вегетације. Код решења као што су живи плетери и слојеви живог грања, бильни материјал у почетној фази нема исту функцију као потпуно развијен коренов систем, па се стабилност непосредно након извођења не заснива искључиво на вегетацији.

Због тога је потребно размотрити период између извођења радова и успостављања вегетације. У том периоду конструктивни елементи, начин анкерисања, ослонац, заштита од подривања и други елементи објекта имају посебан значај. Истовремено, избор врсте и квалитета садног материјала, начин уградње, сезонски услови и доступност влаге у земљишту морају бити прилагођени условима који омогућавају његово преживљавање и укорењавање.

Развој кореновог система представља један од основних механизама којима биљна компонента може допринети стабилизацији земљишта. Коренов систем може утицати на механичку повезаност честица земљишта и допринети повећању отпорности на смицање, док развој вегетације истовремено може утицати на смањење изложености површинског слоја земљишта дејству падавина и површинског отицања (Kumar et al. 2023) а самим тим и на смањење интензитета ерозионих процеса (Kostadinov et al. 2018).

Међутим, величина овог доприноса није константна и зависи од врсте и развоја биљке, карактеристика кореновог система, својстава земљишта, влажности и услова станишта (Polster, 1997). Због тога се у пројектовању не може полазити од претпоставке да ће развој вегетације аутоматски обезбедити потребну стабилност, већ се њен допринос мора посматрати у оквиру конкретних услова и у односу на почетну конструктивну стабилност (Stangl, 2007).

Хидролошки и хидраулички услови представљају један од кључних критеријума за избор и димензионисање биотехничких радова. Посебно је значајно разликовати услове у којима објекат треба првенствено да успори површинско отицање и задржи материјал од услова у којима је изложен директном дејству бујичног тока.

Код објеката постављених у коритима и јаругама, поред саме конструкције, потребно је размотрити и могућност подривања, обилажења воде око објекта и ерозије низводног дела. Због тога се код појединих решења примењују додатни елементи заштите темеља и низводне деонице. Ови елементи не представљају само конструктивни детаљ, већ су део укупног концепта стабилности објекта.

Приказана решења у раду показују да се избор конструкције мора прилагодити очекиваном оптерећењу. Тамо где биотехничка конструкција сама не обезбеђује довољну почетну отпорност, њена примена може бити оправдана у комбинацији са техничким елементима. Такав приступ је присутан и у широј стручној пракси, где се различити облици дрвених, камених и живих конструкција комбинују у зависности од услова терена и захтеване функције (Leiser, 1998).

У различитим областима примењују се бројна решења заснована на коришћењу дрвеног и живог биљног материјала за стабилизацију падина, корита и мањих бујичних токова (Georgi et al. 2006, Blinkov, 2015). У алпским и другим планинским подручјима забележена је примена дрвених преграда и других конструкција од локално доступног дрвета, укључујући и ариш, док се на падинама и дуж мањих водотокова примењују различити облици живих плетера, слојева живог грања и комбинованих конструкција (Schwarz M. et al. 2023).

Иако биотехнички радови имају потенцијал за истовремено остваривање конструктивних и биолошких функција, њихова примена има одређена ограничења (Tarmidzi et al. 2026). Најзначајнија су повезана са зависношћу биљне компоненте од услова станишта, временом потребним за развој вегетације, могућношћу сушења или пропадања садног материјала, као и са хидрауличким оптерећењем којем је конструкција изложена.

Поред пројектовања и правилног извођења, значај имају контрола и одржавање након изградње. Нарочито у почетном периоду потребно је пратити стање конструктивних елемената, развој вегетације, појаву ерозионих процеса, подривање и евентуално обилажење воде око објекта. На основу стања на терену могу бити потребне мање санације или допунске мере. Период непосредно након изградње је значајан не само ради анализе ефеката ових радова. У том периоду оштећење конструктивних елемената или губитак биљног материјала може утицати на даљи развој система. Због тога се биотехнички радови не могу посматрати као решења чија је функција потпуно независна од даљег управљања. Њихова дугорочна функција зависи од односа између конструктивне стабилности, развоја вегетације и услова који се на локацији јављају током времена па би мониторинг након извођења требало да буде саставни део примене биотехничких радова.

Један од тренутно актуелних изазова јесте дефинисање биоинжењерских мера за низ различитих ситуација. Иако су технике добро описане, недостају квантитативне препоруке о томе како и које материјале користити у конкретним ситуацијама (Rey et al. 2019).

Приказани примери не омогућавају квантитативну оцену успешности појединих решења, јер нису доступни подаци о дугорочном праћењу њиховог стања. Њихова улога у овом раду је пре свега у приказу примене биотехничких мера у конкретним условима. За поузданију оцену дугорочне функције различитих решења неопходно је систематско праћење стања објеката и развоја вегетације, уз дефинисање мерљивих показатеља као што су стање ерозије након извођења радова или хидролошки услови на третираном подручју (Kuschel et al. 2025).

ЗАКЉУЧАК

Биотехнички радови представљају део система заштите од ерозије у којем се конструктивни елементи и биљни материјал користе за остваривање стабилизационе и заштитне функције. Њихова специфичност у односу на конструкције чија се функција у потпуности остварује непосредно након изградње огледа се у томе што се улога биљне компоненте мења током времена, са успостављањем и развојем вегетације и кореновог система. Због тога пројектовање ових радова захтева истовремено разматрање почетне конструктивне стабилности и услова за развој вегетације.

Основни принципи пројектовања и примене биотехничких радова подразумевају анализу ерозионих процеса и дефинисање функције објекта, избор типа објекта и одређивање његовог положаја и распореда, до избора конструктивних елемената, биљног материјала, начина извођења и услова одржавања. Пројектовање биотехничких радова треба заснивати на прилагођавању конструктивног решења условима конкретне локације и функцији објекта, уз истовремено уважавање почетне механичке

стабилности, могућности развоја вегетације и захтева у погледу извођења, одржавања и мониторинга.

Приказани типови конструктивних решења показују да биотехнички радови могу имати различите функције у систему заштите од ерозије, од стабилизације површине и косина до успоравања тока, задржавања наноса и стабилизације корита. Истовремено, појединачна решења се не могу посматрати независно од техничких мера. У условима већег ерозионог или хидрауличког оптерећења неопходно је комбиновати техничке и биолошке елементе, при чему се њихове функције међусобно допуњују.

Примери пројектовања и примене на подручју Текије и у сливу акумулације Бусур илуструју примену различитих решења у конкретним условима. Њихова анализа указује на значај правилног избора типа објекта, његовог просторног распореда и начина конструктивног решавања у односу на функцију која се жели постићи. У датим примерима није вршена квантитативна оцена ефеката примењених мера, јер за приказане примере нису били доступни подаци који би омогућили поуздано поређење промена ерозионих процеса, количине наноса, стабилности терена и хидролошких услова.

За унапређење примене биотехничких радова значајно је успоставити систематско праћење изведених објеката, нарочито у периоду непосредно након изградње и током успостављања вегетације. Мониторинг би требало да обухвати стање конструктивних елемената, преживљавање и развој биљног материјала, појаву подривања и заобилажења воде, промене у стању ерозије, количини наноса и потребу за одржавањем. Тако прикупљени подаци могу представљати основу за унапређење пројектантских решења и прецизније сагледавање дугорочног понашања биотехничких система.

Захвалница

У раду су коришћени подаци из пројеката Заштита насеља Текија од бујичних вода, 2014. и Пројекта хитних радова за санацију оштећења на брани „Бусур“ након поплавног догађаја у јуну 2018. год урађених од стране Института за водопривреду "Јарослав Черни" д.о.о.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leiser, A. (1998). Biotechnology for Slope Protection and Erosion Control, A Conference on Watershed Stewardship, Rapid City, South Dakota
2. Morgan R.P.C. (1986). Soil Erosion and Conservation, Longman Group Limited, Hong Hong-London
3. Gray, D. H., & Sotir, R. B. (1996). Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control. New York: John Wiley & Sons.
4. Dragović, N., & Ristić, R. (2013). Institutional Organisation and Financing of Works for the Protection of Soil from Erosion and Torrent Control in Serbia: Current Problems and Possible Solutions, Wildbach- und Lawinenverbau, Journal of Torrent, Avalanche, Landslide and Rock Fall Engineering, Juni 2013, Heft Nr, 171, pp. 256-266, ISBN: 978-3-9503089-5-2, Austria
5. Драговић, Н., & Вулевић, Т. (2022). Организација противерозионих радова, универзитетски уџбеник, Универзитет у Београду Шумарски факултет, ISBN 978-86-7299-350-9
6. Dragović, N., Zlatić, M., & Petković, S. (2007). *Comparative Analysis of Institutional*

Organization of Erosion and Torrent Control in Serbia and Same EU Countries, Conference Proceedings „Erosion and Torrent Control as a Factor in Sustainable River Basin Management"- marking 100 years of experience with erosion and torrent control in Serbia, on CD, p.p. 1-10, publisher Faculty of Forestry University of Belgrade, Belgrade, ISBN: 978-86-80439-07-5

7. Kostadinov, S., & Marković, S. (1996). Soil erosion and effects of erosion control works in the torrential watersheds in south-east Serbia. In Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives; Walling, D.E.,Webb, B.W., Eds.; IAHS Press: Walingford, UK, 1996; pp. 321-332, ISSN 0144-7815.

8. Kostadinov, S. (2007). Erosion and torrent control in Serbia: hundred years of experiences, International Conference: Erosion and Torrent Control as a Factor in Sustainable River Basin Management, Belgrade, Serbia, 25–27 September 2007, Proceedings (CD).

9. Kostadinov, S., & Ristić, R. (2013). Erosion and Torrent Control Works in Serbia, Journal of Torrent, Avalanche, Landslide and Rock Fall Engineering (Zeitschrift fur Wildbach-Lawinen, Erosions und Steinschlagschutz, ISBN 978-3-9503089-5-2), No. 171, pg. 246–254.

10. Kostadinov, S., Borisavljević, A., & Radović, N. (2016). Torrential Floods and Soil Erosion Control in Serbia. *Journal of Torrent and Erosion Control*, 4(1), 12–25.

11. Kostadinov S., Momirović N., Lazarević K., Stefanović T. (2022). Erozija i bujične poplave u Srbiji: iskustva i perspektiva odbrane, Vodoprivreda 0350-0519, Vol. 54 No. 317-318 p. 81-96

12. Kostadinov, S., Braunović, S., Dragičević, S., Zlatić, M., Dragović, N., & Rakonjac, N. (2018). Effects of Erosion Control Works: Case Study-Grdelica Gorge, the South Morava River (Serbia) Water 2018, 10(8), 1094; https://doi.org/10.3390/w10081094

13. Gavrilović, S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji, Časopis „Izgradnja", Specijalno izdanje, str. 1–292

14. Blinkov, I. (2015). Bioengineering as a tool for soil erosion and torrent control in North Macedonia. *Proceedings of the International Conference on Soil Bioengineering*, Skoplje.

15. Georgi, J.N., & Stathakopoulos, I. (2006). Bioengineering techniques for soil erosion protection and slope stabilization. In Proceedings of the 46th Congress of the European Regional Science Association, Volos, Greece, 30 August–3 September 2006.

16. Kumar, N., & Kumari, S. (2023). The efficiency of Vetiver grass for slope stabilization and erosion control: A comprehensive review. *J. Chem. Health Risks* 2023, *13*, 3755–3767.

17. Suresh, B., & Vinay Dwivedi (2022). Soil Bioengineering to Deal with Soil Erosion and Landslides in Developing Nations. Technoarete Transactions On Recent Research In Applied Microbiology And Biotechnology (TTRRAMB). 1(2), 7-13. doi.org/10.36647/TTRRAMB/01.02.A002.

18. Tarmidzi, S.N.A., Rahman, Z.A., Masri, I.N. *et al.* (2026). A decade of soil bioengineering for erosion control in Malaysia: Progress, challenges, and future directions. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* **23**, 319. https://doi.org/10.1007/s13762-026-07080-w

19. Sangalli, P., Fernandes, J.P., & Tardío, G. (2021). Soil and Water Bioengineering as Natural-Based Solutions. In: Catalano, C., Andreucci, M.B., Guarino, R., Bretzel, F., Leone, M., Pasta, S. (eds) Urban Services to Ecosystems . Future City, vol 17.

Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75929-2_17

20. F. Rey, C. Bifulco, G.B. Bischetti, F. Bourrier, G. De Cesare, F. Florineth, F. Graf, M. Marden, S.B. Mickovski, C. Phillips, K. Peklo, J. Poesen, D. Polster, F. Preti, H.P. Rauch, P. Raymond, P. Sangalli, G. Tardio, & A. Stokes. (2019). Soil and water bioengineering: Practice and research needs for reconciling natural hazard control and ecological restoration, Science of The Total Environment, Volume 648, Pages 1210-1218, ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.217.
21. Schwarz, M., Dorren, L., & Suda, J. (2023). *Using timber to counter natural hazards: Erosion, Landslides, Torrent, Avalanches*. EcorisQ - Lignatec.
22. Bergmeister, K., Suda, J., Hübl, J., & Rudolf-Miklau, F. (2009). Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren: Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Ernst & Sohn
23. Bischetti G.B., Chiaradia E.A., D'Agostino V., & Simonato T. (2010). Quantifying the effect of brush layering on slope stability, Ecological Engineering, Volume 36, Issue 3, Pages 258-264, ISSN 0925-8574, https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.03.019.
24. Bischetti G.B., De Cesare G., Mickovski S.B., Rauch H.P., Schwarz M., Stangl R. (2021). Design and temporal issues in Soil Bioengineering structures for the stabilisation of shallow soil movements, Ecological Engineering, Volume 169, , 106309, ISSN 0925-8574, https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106309.
25. Kuschel, E., Obriejetan, M., Kuzmanić, T., Mikoš, M., Seifert, L., Conevski, S., Wirth, M., Canga, E., Fernandes, S., Hübl, J., & Stangl, R. (2025). A Systematic Framework for Assessing the Temporally Variable Protective Capacity of Nature-Based Solutions Against Natural Hazards. *Infrastructures*, *10*(12), 318. https://doi.org/10.3390/infrastructures10120318
26. Polster, D.F. (1997). Restoration of Landslides and Unstable Slopes: Considerations for Bioengineering in Interior Locations, The 21st Annula British Columbia Mine Reclamation Symposium, Cranbrook, BC, Technicak and Research Commitee on Reclamation
27. Polster, D.F. (2016). Natural Processes for the Restoration of Drastically Disturbed Sites, Journal American Society of Mining and Reclamation, Volume 5, Issue 2 pp 77-90 DOI: http://doi.org/10.21000/JASMR16020077
28. Stangl, R. (2007). Hedge brush layers and live crib walls—stand development and benefits. In: STOKES, A., SPANOS, I., NORRIS, J.E., CAMMERAAT, E. (eds) Eco-and Ground Bio-Engineering: The Use of Vegetation to Improve Slope Stability. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 103. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5593-5_28
29. Zeedyk B., & Jansens J.W. (2009). An introduction to Erosion Control, A Joint Publication from Earth Works Institute, the Quivira Coalition, and Zeedyk Ecological Consulting, Third Edition
30. Институт за водопривреду Јарослав Черни д.о.о. (2014): Заштита насеља Текија од бујичних вода
31. Институт за водопривреду Јарослав Черни д.о.о. (2018): **Пројекат хитних радова за санацију оштећења на брани „Бусур" након поплавног догађаја у јуну 2018. год.**