

ЗАШТИТА ВОДНЕ АКУМУЛАЦИЈЕ ОД НАНОСА СА ПАДИНЕ: ПРИМЕР МАЛА АКУМУЛАЦИЈА „СЕЛИШТЕ“ НА ГОЧУ

Ђорђе Живановић¹, Стеван Дожић², Наталија Момировић³

¹Дипл. инж. за ерозију и мелиорације, у пензији, Београд

²Редовни професор Универзитета у Београду, у пензији

³Маст. инж. шум., истраживач сарадник, Институт за шумарство, Београд

Извод: Привредним развојем туристичких капацитета и доласком све већег броја гостију, као и развојем приватног предузетништва, јавио се проблем расположиве количине питке воде, нарочито у јеку туристичке сезоне. Руководство Општине Врњачка Бања кренуло је у реализацију изградње мале акумулације „Селиште“ на Гочу, за дугорочно решење водоснабдевања општине. Са тим циљем почела је изградња бране за водну акумулацију на Гочу. Брана и акумулација „Селиште“ на Гочу, завршена је током јесени 2005. године.

Слив узводно од бране и акумулације је готово потпуно под шумом. Ерозија и нанос се јављају само у хидрографској мрежи слива (Велика река и Мала река) и на падинама новоформираног језера које нису под шумом. То су два изворишта наноса који могу угрозити акумулацију.

У овом раду се даје приказ пројекта за заштиту акумулације „Селиште“ од наноса са падина непосредно уз језеро.

Кључне речи: водна акумулација, ерозија, нанос, заштита акумулације.

THE WATER RESERVOIR PROTECTION FROM SEDIMENT FROM SLOPE: A CASE STUDY OF 'SELIŠTE' RESERVOIR ON GOČ MOUNTAIN

Abstract: There was an increasing problem with the available amount of drinking water, especially in the peak of the tourist season due to the economic development of tourist capacities and the arrival of more guests, as well as the development of private entrepreneurship. The management of the Municipality of Vrnjačka Banja has started the construction of a small reservoir 'Selište' on Goč, for a long-term solution for the water supply of the municipality. Therefore, the construction of the dam for the water reservoir on Goč began. The dam and reservoir 'Selište' on Goč was completed in the fall 2005.

The basin upstream of the dam and reservoir is almost completely under forest. Erosion and sediment occur only in the hydrographic network of the basin (Velika reka and Mala reka) and on the slopes of the newly formed lake that are not under forest. These are two sources of sediment that can endanger the reservoir.

This paper presents the project for the protection of the 'Selište' reservoir from sediments along the slopes.

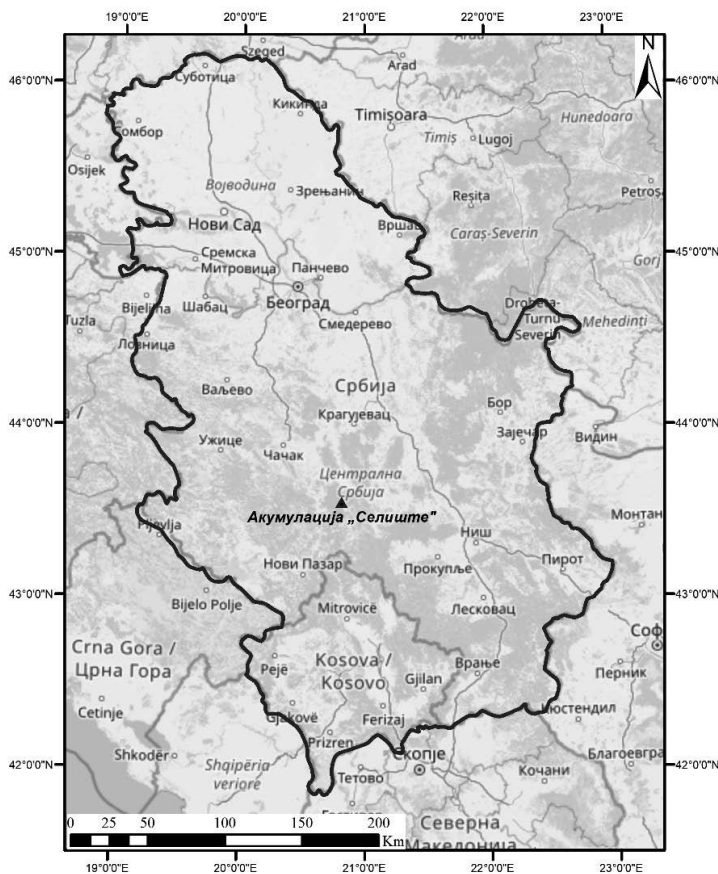
Keywords: water reservoir, erosion, sediment, reservoir protection

1. УВОД

Врњачка Бања је највеће и најпознатије бањско лечилиште у Србији и традиционално врло привлачан туристички центар за одмор и рекреацију. Врњачка Бања се налази у централној Србији, око 200 километара јужно од Београда.

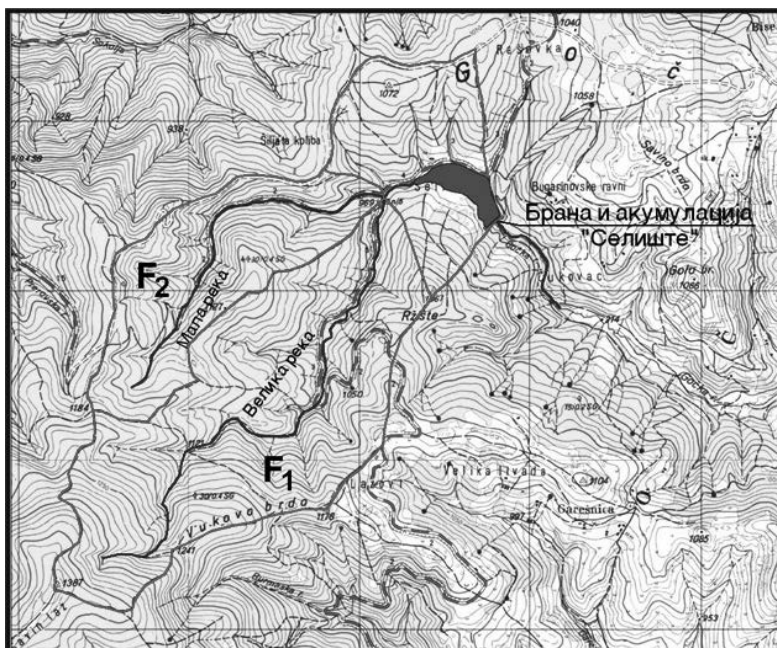
Окосницу привредног живота Врњачке Бање несумљиво чини туристичка делатност али су се захваљујући њој, успешно развиле и друге привредне гране пре свега минерална вода “Врњци”, дрвопрерађивачки капацитети и др.

Оваквим привредним развојем, како туристичких капацитета и доласком све већег броја гостију, тако и развојем приватног предузетништва, јавио се проблем расположиве количине питке воде и то у јеку туристичке сезоне па је руководство општине кренуло у реализацију изградње мале акумулације “Селиште” на Гочу, за дугорочно водоснабдевање Врњачке Бање. Акумулација „Селиште“ се налази на $43^{\circ} 33' 25.8732''$ СГШ, $20^{\circ} 48' 58.8024''$ ИГШ (слика 1). Удаљена је 18km од Врњачке бање и око 30km од Краљева.



Слика 1. Карта локације акумулације „Селиште“ у Србији
Figure 1. Location of 'Seliste' Reservoir in Serbia map

Брана и акумулација „Селиште“ на Гочу, завршена је током јесени 2005. године. Крајем децембра месеца довршени су технички радови на акумулацији којом се део воде, слива реке Расине, преводи у слив реке Западне Мораве и на тај начин повећава капацитет за водоснабдевање Врњачке Бање.

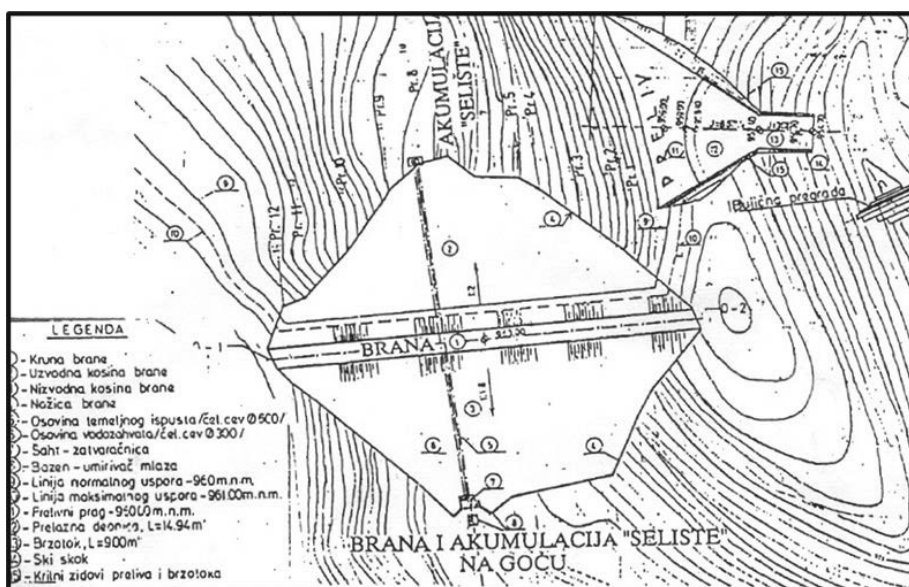


Слика 2. Карта слива Бране и акумулације „Селиште“
Figure 2. Map of the Seliste Reservoir and Dam

У склопу радова на изградњи акумулације нужно је исту заштитити од засипања како од наноса из слива који „носе“ Велика и Мала река тако и са падина самог језера. У овом раду даје се приказ пројекта за заштиту акумулације „Селиште“ од засипања наносом са непосредне палине око самог језера.

2. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ БРАНЕ И АКУМУЛАЦИЈЕ „СЕЛИШТЕ“ НА ГОЧУ

• кота круне бране	963,00 м.н.м.
• кота најниже тачке терена	941,00 м.н.м.
• кота најниже тачке глиненог језгра	937,00 м.н.м.
• кота максималног нивоа воде	961,00 м.н.м.
• кота прелива великих вода	960,00 м.н.м.
• кота нормалног успора	960,00 м.н.м.
• надвишење изнад максималног успора до коте круне бране	2,0 м.
• кота минималног успора	947,00 м.н.м.
• највећа висина бране до терена	22,0 м.



Слика 3. Приказ основе бране и њених делова

Figure 3. View of dam and its parts

• укупна висина бране	22,0 метра
• нагиб низводне косин	5,0 метра
• нагиб узводне косине	1 : 1,8
• укупна запремина акумулације	1 : 2
• запремина за евакуацију поплавних вода	882.000 m ³
• корисна запремина	62.000 m ³
• запремина за нанос	380.000 m ³
• површина акумулације од макс. нивоа воде	8.000 m ³
• површина акумулације до нормалног успора	7,3 h
• запремина материјала у тело бране	5,8 h
• брана је: Камено насута са глиненим језгром	41.707 m ³

3. ПРИРОДНИ УСЛОВИ У СЛИВУ УЗВОДНО ОД АКУМУЛАЦИЈЕ

Простор изграђене бране и акумулације „Селиште“ на Гочу налази се окружен шумом букве и јеле, са примесам каснијих пошумљавања боровима и затеченим клекама. Цео простор је потпуно покривен шумом изузев уског дела уз акумулацију на коме се још могу разазнати делови уређења површине приликом градње објеката.



Слика 4. Брана и акумулација „Селиште“ завршна фаза изградње
Figure 4. The final construction phase of Seliste Reservoir and Dam

Шумски пут, ширине до 4 метра, само местимично залази у простор са кога се жели максимално спречавање спирања честица земље у акумулацију. Касније потпуним завршетком пута и објеката (шумска кућа и неки мањи објекти уз брану) овај пут ће свакако бити у функцији заштите акумулације од засипања наносом и у том смислу са њега нема потребе спречавати сливање воде у акумулацију.

Поменућа шума спада у добро очуване и потпуно склопљене састојине типа *Abieto fagetum* и из тог простора се могу очекивати минималне количине наноса после највећих плјускова. Ово треба имати у виду прилоком планирања објеката активне заштите акумулације од засипања.

Долазни пут из правца Рашовке је добар шумски пут и са њега се не очекује сливање воде и наноса у акумулацију јер на прилазном делу објекту, слив гравитира низводно акумулације.

Надморска висина акумулације (961 mnm), потпуно шумско окружење и намена објеката, указују на решења у смислу максималне оријентације на спречавање дотока наноса у акумулацију. Врх слива је на Савином лазу (1387 mnm).

Климатски услови, на овом простору, указују на могућ узгој и одржавање биљних врста које су на располагању. Температурни услови, који су карактеристични за овај планински део Гоча, посебно зимски период који може бити ограничавајући, сужавају избор врста на биљке скромнијих захтева. Количине падавина, по којима је Гоч познат, омогућавају да се биљни материјал лако прими и одржи. Уколико би се садња биљака обавила у повољнијем периоду године, успех би био загарантован.

Пролећни период, уколико би се искористио термин после касних мразева, омогућио би успех садње. Уколико се пак због лоших временских услова догоди да пролећна садња изостане, могуће је садњу обавити и током јесени. При томе водити рачуна да се због надморске висине избегну периоди мразева.

Остале карактеристике локалитета не наговештавају посебне тешкоће око постављања објекта заштите од засипања наносом.

4. КОНЦЕПЦИЈА РЕШЕЊА

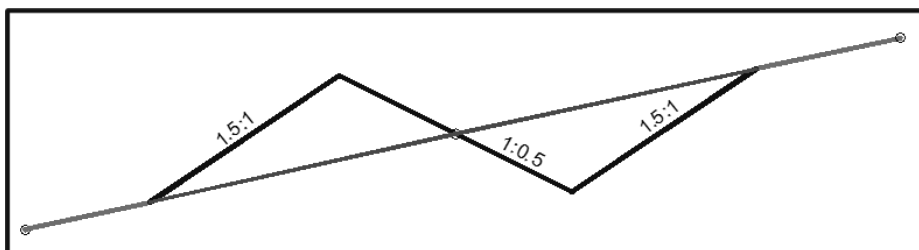
Коришћење предности да је цео слив под шумом доброг склопа, треба потенцирати у смислу спречавања сваког уношења честица у акумулацију. Иако системи илофилтара подразумевају постављање ширег појаса травнатих и жбунастих партија вегетације, то се у овом случају не може применити дословно. Пошто се скоро до саме велике воде простире шума, није ни потребно испоштовати овакав приступ. Ипак, ради остварења комплетне заштите, акумулација је од битног значаја за водоснабдевање Врњачке Бање, комбинацијом радова и мера може се остварити максимум у овим условима. У том смислу предлаже се комбинација техничких и биолошког радова. Они заједно могу да гарантују максимално смањење засипања акумулације уз остале потребне ефекте.

Технички део заштите представљао би систем од две банкете постављење на простору око целе акумулације. Њихов је задатак да све количине наноса који се водом сливају према огледалу воде, исталожи у простору који је обезбеђен конструкцијом банкете.

Карактеристике банкете (слика 5) су следеће: Пошто су нагиби падина испод коте круне бране до коте прелива максималне воде, од 15 – 50% на растојању од 10 метара од коте круне бране поставила би се банкета по целом ободу акумулације. Њен нагиб усекао од 0,5:1 осигурао би да нема услова за еродирање после већих падавина. Затрављивањем целе површине банкете, потенцирала би се додатно заштита ове шарпе.

Горњи део банкете био би постављен планумом са контра нагибом 1:0,5 чиме би се обезбедио простор за акумулирање воде и наноса. Циљ банкете није спровођење воде већ само заустављање како би се исталожио нанос. Банкета би имала и доњу шарпу нагиба 1:1,5 а укупна ширина банкете, износила би 5,5 метара. На деловима који су са већим нагибом она би се незнатно кориговала.

Суштина постављања банкете је да се обезбеди простор за депоновање наноса са падина које гравитирају у акумулацију. Банкета би била постављена без подужног пада а гаранција да до проваљивања не дође је простор који чини конструкција банкете порозно тле око акумулације.



Слика 5. Профил банкете
Figure 5. Profile of a terrace

На простору око 10 метара од горње, поставила би се доња банкета. Она би била са истим карактеристикама и димензијама као и горња. Простор обе банкете био би затрављен одмах после ископа чиме би се обезбедила њихова заштита од еродирања водом са падине али и од плувијалне ерозије.

Биолошки део филитрације вода око акумулације био би представљен садњом жбуња на целом простору између банкета док би се простор изнад горње и испод доње банкете, све до нивоа воде, затравио смешом трава. Ова смеша би била идентична као и она којом би се површина банкета затравила по њиховом формирању, мада се не мора у исто време обавити затрављивање и осталог простора.

Смеша трава треба да обезбеди покривност простора око акумулације а не и принос трава за друге намене. Уколико би се током касније експлоатације приметило да се трава може користити и у друге сврхе, то би се могло толерисати али то не би требало да буде главни циљ. Такође се подвлачи да се приликом формирања травњака (као и садње жбуна) не могу користити никаква ђубрива јер би то довело у питање намену воде из акумулације.

Суштину заштите од засипања акумулације представљало би смањење наноса који се спира са падина око акумулације, његово таложење у простору банкета и повремено чишћење. Ширини банкета омогућава пролаз лаког возила и уклањање наноса и његово одвожење ван простора акумулације. Овај нанос, се после процењених количина у првој години од формирања банкета, може предвидети за коришћење на другом месту, будући да се све обавља на простору који је доступан за возила на већем делу акумулације. Уклањање наталоженог наноса око акумулације био би активан вид заштите од засипања.

Пасиван вид би се огледао у заустављању наноса у простору који је затрављен и који се налази под жбунастом вегетацијом. Жбунасте врсте којима би била опасана цела акумулација, имају задатак да активно спрече плувијалну ерозију на овом простору. Пошто је један од предуслова постављања система илофилтра смањење шушња од околних врста, жбуње око акумулације треба да буде од четинара са мање отпада током раста.

Уколико би се током времена експлоатације појављивао отпад од ових врста у доњој банкети, он би се приликом сваког чишћења уклањао. Садња жбунастих врста би се обавила у ручно копане јаме, на растојању од 1,5 x 1,5 метар.



Слика 6. Акумулација „Селиште“
Figure 6. Seliste reservoir

4.1. Опис објекта

Предложеним системом заштите акумулације „Селиште“ потребно је припремити терен за формирање банкете на укупној дужини од око 1.050 метара око акумулације. Ово је знатно олакшано већ обављеном припремом терена приликом формирања акумулационог простора. Исколчавање банкета би се могло, обавити у припремном периоду док би се искап јама за садњу жбуња и затрављивање могли синхронизовати у целом простору током пролећне сезоне.

4.2. Избор трава и жбуња за објекат

4.2.1. Травна смеша

Травна смеша којом би се остварила заштита акумулације базира се на досадашњем искуству у формирању и одржавању травњака у планинским областима. Предложена смеша је прихватљивија од монокултуре јер се тиме обезбеђује боља покривност и дуговечност травног појаса око језера.

Као код свих смеша у травном покривачу који се оснива са одређеним циљем, и овде се водило рачуна да предложене траве еколошки одговарају подручју, да се њима може лако остварити заустављање наноса испред акумулације, да се лако одржавају и да су дуговечне као покривач.

Предложене тежине семена за сетву су унеколико кориговане од стандардних јер је циљ потпуна сигурност у остваривању покривача. У таквим случајевима се мора ићи на сигурност чак и онда ако се гарантује клијавост семена. Иако се декларацијама може донекле гарантовати успех травног покривача, када је овакав објекат у питању, ишло се са извесном сигурношћу.



Agrostis alba L. - Бела росуља Врста која је распрострањена у широком ареалу. Подноси прохладна подручја са доста влаге и дуго издржава снежни покривач. Остварује густ склоп што у овом случају одговара. Иако се по хектару сеје до 10 килограма, овде се, ради поузданог остваривања заштите, предвиђа 20 kg/ha у смеши.



Poa pratensis L. - Права ливадарка Биљка која има позитивне карактеристике раста односно, густ склоп при тлу што је и тражено у овом случају. Распрострањена је у нашим крајевима и користи се као основна трава за спортске терене али и код ливада. Искуства са њом су путоказ да нађе место у смеши. Подноси краткотрајне суше. У смеши је дуготрајна што се препоручује код оваквих објеката. Планира се сетва са 15 kg/ha.



Cynosirus cristatus - Петлова креслица је врста која се у нашим условима сеје на планинским ливадама. Планира се до 25 килограма семена које мора бити провереног квалитета.

Наведене врсте треба сејати после грабуљања површине. Сетву обавити омашке а потом површину прећи лаким ваљком уз заливање ради бољег ницања. После ницања семена површину треба покосити први пут ручном косом ради бољег пријема. Уколико се укаже потреба за даљим неговањем травњака, кошење се може обављати машински. Том приликом сено уклањати из простора око акумулације. Ђубрење површине није планирано због намене акумулације за водоснабдевање.

Траве око жбунастих врста косити искључиво ручно а после њихових развоја (нана, се шири по околини и ствара склоп) овај део површине не користити већ оставити да се траве саме редукују.

4.2.2. Жбунаста врста



Juniperus sabina - Клечица – нана је предложена да би покровношћу заштитила површину између банкета од плувијалне ерозије. Жбунаста врста која се брзо и лепо развија покрива простор око себе чиме се планирана заштита од продукције наноса у делу који гравитира акумулацији. Нема додатних захтева у погледу одржавања.

Има је у продаји и размножава се ожиљеним резанцима. Њен избор је свесно ишао на то да се избегавањем лишћара простор растерети од хумусног отпада током јесени. Евентуални отпад четина током раста у каснијем периоду, компензовати уклањањем отпадних делова са простора банкете.

Распоред садница треба да обезбеди бољу покровност површине па зато садити на растојању 1,5 x 1,5 m у шах-матском распореду између банкета. Садњу клечице обавити садницама 1 + 1 (ожиљене резнице), по могућству са бусеном или у неком од система контејнера, што ће обезбедити пријем и каснији раст.

Јаме (0,3 у 0,3 x 0,3) копати ручно а садњу обавити по влажном времену без ветра. Током прве вегетационе сезоне по садњи, обавити двократно окопавање садница. Касније то није могуће због пораста врсте.

5. ДИНАМИКА РАДОВА

Објекат илофилтарске заштите акумулације на Гочу, по обиму може бити реализован током једне сезоне садње и сетве (истовремено). Уколико се из било ког разлога касни с израдом банкета, могуће је обавити ископ банкета током летњег периода а касније, током

јесени, извршити сетву и садњу. Ипак величина а пре свега значај објекта претпостављају једновремену и што скорију изградњу илофилтра па се предлаже једновременно и једносезонско постављање око целе акумулације.

6. МЕРЕ НЕГЕ И ОДРЖАВАЊА ОБЈЕКТА

Постављање објекта типа илофилтра око акумулације подразумева сталну контролу покривности површине, како травама тако и жбунастим врстама. Уколико се у првој сезони после сетве и садње констатује слабији пријем садница клеке (мање од 80%), допунити у истој сезони неуспеле биљке истородним материјалом. (иста старост и произвођач).

Приликом обиласка и контроле пријема садница водити записник и констатовати стање. Стање покривности травне смеше контролисати после првог кошења када треба извршити и подсејавање. Стање илофилтра мора и визуелно деловати коректно. Ради остваривања визуелних ефеката објекта (у хортикултурном смислу) евентуалне допуне другим врстама осим предложених морају бити одобрене од стране пројектаната објекта.

Стање банкета се контролише после већих пљускова, када по потреби треба извршити корекцију изгледа банкета. Посебно у случају провала и евентуалног изливања воде, предузети мере санације подизањем плетера на месту провале. Стање запуњености банкета наносом редовно контролисати и по потреби интервенисати.

7. ЗАКЉУЧАК

Објекти ове врсте свакако спадају у групу значајних за заштиту од засипања акумулација наносом као и унапређење квалитета воде у њима. Познато је да заједно са суспендованим наносом у акумулације и водотоке доспевају разне врсте хемијских загађивача. Такве воде нису подесне за водоснабдевање, а често нису ни за наводњавање. Суспендовани нанос изазива и физичко загађење замућењем воде у акумулацији.

Уколико се успе са подизањем и одржавањем објекта како је предвиђено, то би допринело квалитету живота грађана у околини. Не само по томе што би се добила већа количина квалитетније воде, већ и зато што би се у јавности потврдила тежња за квалитетну животну средину.

Предложени материјал и метода за подизање оваквог објекта у свему поштују принципе заштите природне средине и одржавање биодиверзитета као и остварење основног циља, смањење ризика од губљења простора у акумулацији.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Батрић Спалевић, Конзервација земљишта и вода, Београд, 1997. год.
2. Гавриловић С., Инжињеринг о бујичним токовима и ерозији, Београд, 1972. год.
3. Ђоровић М., Исајев В. и Кадовић Р., Системи антиерозионог пошумљавања и затрављивања, Бања Лука, 2003. год.
4. Јовановић Б., Дендрологија са основама фитоценологије, Београд, 1971. год.
5. Летић Љ., Биорекулације, Београд, 2002. год.
6. Лујић Р., Шумске мелиорације, Београд, 1973. год.
7. Оцокољић С., Чолић Д. и др., Природни и сејани травњаци, Београд, Нолит, 1983. год.
8. Танасијевић Ђ., Павићевић Н., Алексић Ж. и др., Педолошки покривач западне и северозападне Србије, Београд, 1966. год.