

Ristić R., Radić B., Vasiljević N. 2009. *Restoration of eroded surfaces in Serbian ski-areas*. Bulletin of the Faculty of Forestry 100: 31-54.

Ратко Ристић
Борис Радић
Невена Васиљевић

UDK: 630*46+630*384.2(497.11)
Прегледни рад
DOI: 10.2298/GSF0900031R

РЕСТАУРАЦИЈА ЕРОДИРАНИХ ПОВРШИНА У СКИ-ЦЕНТРИМА СРБИЈЕ

Извод: Негативни утицаји на животну средину у ски-центрима Србије имају веома наглашене естетске и функционалне последице. Изградња или проширење постојећих ски-стаза утиче на деградацију земљишног и вегетационог покривача. Одређене активности повећавају ерозиону продукцију и пронос наноса: чисте сече, транспорт трупаца низ нагиб, изградња путева и масивни ископи. Недостатак мера за заштиту од ерозије, посебно у периоду април-октобар, доводи до различитих облика деформације терена, као што су: бразде, јаруге, клизишта, осулине. Последице неодговарајућег третмана простора у ски-центрима очљиве су на низводним деоницама речних корита, услед учесталих поплава и депоновања великих количина вученог наноса. Адекватна заштита угрожених површина реализује се применом концепта рестаурације и противерозионе заштите, од нивоа израде планске и техничке документације, до касније изградње објеката.

Кључне речи: рестаурација, заштита од ерозије, ски-стазе, технички и биотехнички објекти

RESTORATION OF ERODED SURFACES IN SERBIAN SKI-AREAS

Abstract: The environmental impacts in Serbian ski areas are very strong, leading to landscape degradation and functionality losses. Construction or improvement works cause serious destruction of topsoil and native vegetation. Some activities enhance erosion production and sediment yield: clear cuttings; trunk transport down the slope; road construction and large excavations. Also, lack of erosion control works in ski areas, especially between April and October, result in various forms of land degradation such as furrows, gullies, landslides, or debris from rock weathering. The consequences of mismanagement in ski areas are noticeable in

др Ратко Ристић, доцент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (e-mail: ratko.ristic@gmail.com)

мр Борис Радић, *звање*, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

мр Невена Васиљевић, *асистент*, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

downstream sections of river beds, causing floods and bed-load deposition. Planning and designing activities, with the application of technical and biotechnical erosion control structures, through the concept of restoration, are necessary measures in the protection of ski areas.

Key words: restoration, erosion control, ski-runs, technical and biotechnical structures

1. УВОД

Изградња нових или проширење постојећих ски-стаза представља атрактивну делатност у транзиционим друштвима Балкана (Србија, Црна Гора, Македонија, Бугарска). Међутим, поред великог значаја за развој туризма, ове активности генеришу читав низ негативних ефеката на животну средину, током извођења радова и касније експлоатације објеката. Сеча дрвећа, извлачење трупаца, земљани радови, монтажа ски-лифтова и пратеће инфраструктуре, ерозија, бука и загађење воде, угрожавају станишта животињских и биљних врста (Fattorini, 2001). Процес се креће ка грубој фрагментацији преосталих климатогених шума, доводећи у питање њихов опстанак. Чак и прореде, пажљиво изведене као мере неге, увећавају ерозиону продукцију 28-45 пута (Masan *et al.*, 1997). У зони ски-јалишта и приступних путева веома брзо се јављају интензивни ерозиони процеси, који започињу са спирањем плитких земљишта. Масивни земљани радови на нагибима резултују појавом одрона, плићих клизишта и осулина. На овај начин ски-стазе постају обилан извор ерозионог материјала који лако доспева до хидрографске мреже, нижих деоница речног корита, влажних станишта и акумулација (Masan *et al.*, 1997, Ristić *et al.*, 2005). Истовремено, низводне деонице речног корита постају изложене учесталој појави бујичних поплава (Ристић, 2002), са увећаним садржајем наноса, оптерећеног полутантима. Деструкција земљишта и вегетационог покривача на еродираним површинама (Ristić, Kostadinov, Malošević, Spalević, 2001) утиче на временске карактеристике хидрограма директног отицаја: време кашњења (Ристић, 2003) и време концентрације (Ристић, 2006). Непланско извођење радова угрожава лепоту јединственог планинског пејсажа, водећи ка функционалним и естетским проблемима (Ristić *et al.*, 2007).

1.1. Ски-центри Србије

Главни и најстарији ски-центар Србије је „Копаоник“, који се налази на истоименој планини, у оквиру националног парка (слика 1), са око 50 *km* ски-стаза за алпско и 18 *km* за нордијско скијање, које су повезане са 24 ски-лифта и жичаре. Само у периоду од децембра 2004. год. до августа 2009. год. уложено је више од 20.000.000 € за изградњу нових ски-лифтова и стаза. Други по величини ски-центар је „Брезовица“, који се налази на Шар планини, на граници Србије и Македоније (слика 1), са око 16 *km* ски-стаза, које повезује 5 жичара са седиштима и 5



Слика 1. Положај највећих ски-центра у Србији (1-Копаноник, 2-Стара планина, 3-Златибор, 4-Дивчибаре, 5-Гоч, 6-Брезовица)

Figure 1. Disposition of main ski areas in Serbia (1-Kopaonik, 2-Stara Planina, 3-Zlatibor, 4-Divčibare, 5-Goč, 6-Brezovica)

ски-лифтова. Крајем 2006. год. започети су радови на изградњи ски-центра „Стара планина“, у околини локалитета Бабин Зуб, близу границе Србије и Бугарске. До септембра 2009. год. формиране су три ски-стазе укупне дужине око 3,7 *km*, са пратећим инсталацијама (ски-лифт четворосед, жичара типа сидро и бејби лифт), као и акумулација запремине око 10.000 *m*³, са системом за дистрибуцију воде и производњу вештачког снега. Досадашња улагања премашују суму од 15.000.000 €. У периоду 2006-2009. године обновљен је ски-центар „Златибор“ на Торнику, са око 4 *km* ски-стаза (две су потпуно нове), до којих води једини ски-лифт шестосед у Србији. Досадашња улагања премашују суму од 15.000.000 €. Крајем 2006. год. започета је изградња скијалишта „Дивчибаре“ у близини истоименог локалитета на планини Маљен (слика 1), када је формирана ски-стаза и постављен ски-лифт двосед. Улагања су премашила суму од 1.500.000 €.

Поред поменутих ски-центра, којима газдује ЈП „Скијалишта Србије“, у Србији је активно неколико десетина мањих скијалишта, од којих су најзначајнија: „Добре воде“ на планини Гоч (две ски-стазе, дужине око 300 *m*, опремљене са два вучна ски-лифта за децу и почетнике, ски-стаза дужине 1.400 *m* са ски-лифтом једноседом; скакаоница за скијашке скокове), „Ивер“ на планини Тари, са три ски-стазе дужине око 4 *km* и ски-лифтом дужине 1.400 *m* и „Златар“ у Новој Вароши (ски-стаза дужине око 1.000 *m*, са ски-лифтом четвороседом).

Скијашки капацитети Србије су веома скромни, с обзиром да је њихов развој започет тек 70-их година XX века, али је савим извесно да су лимитирани и

основним природним одликама рељефа, пре свега недостатком високо-планинских терена (преко 2000 *m* н.м.) и доминантним климатским условима. Скијалишта у Србији су формирана без примене мера противерозионе заштите, што се односи на периоде експлоатације и одржавања, а негативни ефекти су, у већој или мањој мери, довели у питање њихову функционалност. У периоду од 2007-2009. год. обављени су радови на противерозионој заштити и уређењу скијалишта, којима газдује ЈП „Скијалишта Србије“, применом концепта рестаурације и противерозионе заштите, на основу техничке документације израђене на Шумарском факултету Универзитета у Београду. Примењени концепт обухвата комплексне радове, који су оптимизирани на основу обимних истраживања и представљају пионирски подухват од значаја, не само за Србију, већ и за читав регион Балкана. Дужина ски-стаза у Србији износи око 94 *km*, са површином од око 470 *ha*, док је дужина свих типова жичара око 35 *km*, са површином коридора од око 150 *ha*.

1.2. Заштита од ерозије на скијалиштима у свету и региону

Алпска регија (на површини од 191.287 *km*², са популацијом од 13 милиона становника), има више од 13.000 ски-лифтова и жичара, као и 40.000 ски-стаза укупне дужине 120.000 *km*, које годишње користи око 20 милиона туриста. Ски-стазе и коридори ски-лифтова заузимају површину од око 110.000 *ha* (од чега је 93.300 *ha* искоришћено за стазе), а више од 24.000 *ha* се вештачки оснежава. Активно се примењују мере противерозионе заштите, а у последњих 15 година развијене су технике ревитализације терена употребом аутохтоног биљног материјала (Krautzer, Peratoner, Bozzo, 2000). Истраживачки институти, као што су Höheren Bundeslehr и Forschungsanstalt (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein или бивши Landesanstalt Rinn, начинили су пионирске кораке у покушају да развију нове стандарде ревитализације терена у високим зонама где су лоциране скијашке стазе и жичаре (Krautzer *et al.*, 2006). Кооперативни напори су артикулисани кроз заједничке ЕУ пројекте, уз учешће истраживачких група и компанија из Аустрије, Италије, Немачке и Швајцарске (www.alperos.org). На простору Северне Америке, где су регистрована 703 скијалишта (Matto, 2007), мере заштите и ревитализације су садржане у примени обавезујућих BMP's (Best Management Practices - пракса најбољег управљања).

Искуства са скијалишта у региону (Црна Гора, Бугарска, Македонија, Босна и Херцеговина), Европе или Северне Америке, говоре да изостанак противерозионе заштите доводи до појаве деградационих процеса, са великом продукцијом ерозионог материјала (2007, Ristić *et al.*, 2007, Krautzer *et al.*, 2006). На скијалиштима европских Алпа и Северне Америке примењују се строги стандарди управљања земљиштем, са обавезном применом BMP's, што утиче на минимизирање ефеката ерозионих процеса (2004, 2005, 2001). Најчешће форме деградације терена, у виду ерозионих „оживљака“ или спорадичне појаве огољених површина, везане су за процесе спирања земљишта (где је проређен или уништен

травни покривач), услед неконтролисаног дејства брзог површинског отицаја, што може довести до појаве бразда и јаруга. Иницијални узроци су, пре свега, прекомерно оптерећење током скијашке сезоне (велики број пролазака скијаша, кретање машина за табање снега (ратрака, поготово у периодима са тањим снежним покривачем) или неконтролисане активности током пролећно-летњег периода (кретање туриста, стоке или моторних возила). У зонама изнад границе вегетације (преко 2.500 m н.м.) честа је појава распадина и осулина (Аустрија, Швајцарска, Италија, Француска), пре свега деловањем екстремних климатских услова (максималне и минималне температуре ваздуха; плувиометријски режим), што се решава применом техничких мера заштите. Искуства из Северне Америке говоре да је ерозиона продукција на деградираним површинама ски-стаза (са земљиштима вулканског порекла) готово 10 пута већа него на суседним шумским површинама у природном стању (Grismer, Eliss, 2006).

Машинско просецање и обликовање стаза доводи до уништења или деградације хумусно-акумулативног хоризонта земљишта, због чега се инсистира на његовом привременом уклањању и каснијој употреби, у циљу ревитализације терена (Balaganskaya, Malinen, 2000.). Стабилност земљишних агрегата у многоме зависи од садржаја органске материје, који рапидно опада од нетакнутих шумских састојина ка околним ски-стазама (Ferraz *et al.*, 2002), што је последица компакције земљишта и деловања ерозионих процеса. Ревегетација има позитиван ефекат на стабилизацију ски стаза, пре свега услед задржавања ерозионог материјала и редукције површинског отицаја (Nondedeu *et al.*, 2006, Nondedeu, Bédécarrats, 2007). Обнављање травног покривача најчешће се обавља семенским смешама врста које се могу набавити на тржишту, са променљивим успехом у екстремним, високо-планинским условима: алохтоне врсте веома брзо напредују на голетима (Tsuuzaki, 1994), успостављају стабилне трајне заједнице (Titus, Tsuuzaki, 1998), или се повлаче пред отпорнијим аутохтоним врстама (Tsuuzaki, 1993, 2002, 2005). Интензитет ерозионих процеса на ски стазама, поред визуелне деградације пејсажа, индиректно утиче на квалитет и дебљину снежног покривача (Riess, 1996), што у садејству са текућим (и очекиваним) климатским променама може довести до скраћења сезоне и неповољних финансијских резултата (Scott *et al.*, 2003).

1.3. Ерозиони процеси и деградација терена у ски-центрима Србије

Ски-центри у Србији су формирани без јасне представе о потенцијалним ризицима од развоја ерозионих процеса (табела 1), што је касније довело до штета великог обима.

Ерозиони процеси на скијалиштима анализирани су на основу расположивих подлога (карта ерозије Србије; сателитски снимци), као и на основу детаљног теренског прегледа угрожених локалитета. Интензитет ерозионих процеса изражен је репрезентативним (средњим) вредностима коефицијента ерозије Z_{sr} (табела 1), које

су добијене аналитичко-квантитативним поступком (применом методе „Потенцијала ерозије“).

Табела 1. Преглед основних карактеристика ерозионих процеса
Table 1. Basic characteristics of erosion processes

| Скијалиште Ski resort | Ерозионе форме Erosion forms | Z_{sr} | Геол. подлога Bedrock | Тип земљишта Soil type |
|--------------------------|---|-------------|---|---|
| Стара планина | – дубоке јаруге – плитка клизишта – суфозија – мреже бразда – осулине – спирање – путна ерозија | 1.235-1.712 | – црвени пешчари – зелени шкриљци | – скелет црвених пешчара – хумусно-силикатно земљиште |
| Дивчибаре | – ембриони јаруга – мреже бразда – осулине – спирање | 0,683 | – харцбургит | – хумусно-силикатно земљиште на серпентиниту |
| Златибор | – ембриони јаруга – мреже бразда – осулине – спирање – путна ерозија | 0.771-1.416 | – харцбургит | – хумусно-силикатно земљиште на серпентиниту |
| Копаник | – ембриони јаруга – мреже бразда – осулине – спирање – путна ерозија | 0.288-0.306 | – порфиرويدни гранодиорит – гранит – серицит-хлоритски шкриљци – метаморфисани пешчари | – хумусно-силикатно земљиште на граниту – смеђе скелетоидно кисело земљиште на шкриљцима – смеђе скелетоидно кисело земљиште на шкриљцима |

Грађевинске активности на просецању и обликовању ски-стаза, формирању коридора и постављању стубова за ски-лифтове, изазвале су бројна оштећења терена током извођења и после завршетка радова (слике 2, 3). Стабилне шумске састојине и ливадске формације, претворене су у деградиране површине после чистих сеча и употребе тешких машина, услед разарања површинског слоја земљишта и стварања великих количина ерозионог материјала, који је брзо доспео до локалних водотокова.

Радови су, поред естетских, имали функционалне последице на простор дуж и око свих новоформираних ски-стаза. Извлачење трупаца, обимни ископи, земљани радови на стрмим падинама, проузроковали су појаву бразда, јаруга,



Слика 2. Дубоке јаруге на ски-стази „Коњарник 2“ (Стара планина, јуни, 2008. год.)
Figure 2. Deep gullies on ski-run „Konjarnik 2“ (Stara planina, June 2008)



Слика 3. Деградирана ски-стаза „Црни врх“ (Дивчибаре, јуни, 2008. год.)
Figure 3. Degraded ski-run „Crni vrh“ (Divchibare, June 2008)

осулина и плитких клизишта (слике 2 и 3), нарочито у периоду април-октобар. Појава површинског отицаја (услед кратких киша јаког интензитета, отапања снега или њиховом коинциденцијом) условила је брзо спирање плитког земљишног покривача, угрожавање инсталација и путне инфраструктуре (слика 4).

Годишња продукција ерозионог материјала на Старој планини варира од $6460 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ на деградираним локалитетима (ски-стаза „Коњарник 1“, слив Зубске реке), до $450 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ на локалитетима у природном стању (слив Репушког потока). Ерозиона продукција била је готово 14 пута већа на оштећеним површинама које за подлогу имају црвене пешчаре и гранит него на стаништима у природном стању (Ristić *et al.*, 2009).

Законска регулатива у домену заштите животне средине није доследно примењивана или је потпуно изостала, чак и на подручјима под строгим режимом заштите, што је у супротности са основним циљевима газдовања оваквим поручјима*: очување функционалности екосистема и биодиверзитета. Ипак, степен узурпације простора није достигао размере као у скијалиштима суседне Бугарске (2007), али је био довољно провокативан да постане предмет научног интересовања (Pegović, 2007/2008) и многобројних критичких чланака у дневној штампи.

2. КОНЦЕПТ РЕСТАУРАЦИЈЕ И ЗАШТИТЕ ОД ЕРОЗИЈЕ

Израда концепта рестаурације и заштите од ерозије, на деградираним површинама скијалишта, заснива се на реализацији следећих циљева:

- очување способности земљишта да инфилтрира и задржи воду од каквих киша и отапања снега, без појаве брзог површинског отицаја (који изазива ерозију на ски-стазама и падинама);
- уколико се не може избећи појава површинског отицаја, неопходно је смањити његову брзину и скренути га у стабилне шумске састојине или локалне водотоке;
- стабилизација ерозијом угрожених деоница ски-стаза и евакуација подземних вода;
- рестаурација вегетације на еродираним површинама;
- заштита и рехабилитација угрожених површина током једне грађевинске сезоне (мај-октобар);
- примена биотехничких и техничких радова, као и административних мера за заштиту од ерозије, у складу са општим принципима заштите животне средине (очување биодиверзитета, везивање CO_2 , ублажавање ефеката глобалних климатских промена, итд.).

Претходно дефинисани циљеви захтевају комплексна истраживања, после којих се одређује обим и врста радова, а обављају се у следећим сегментима:

* Скијалиште „Стара планина“ налази се у истоименом парку природе, у зонама I и II степена заштите, а скијалиште „Копаоник“ се налази у истоименом националном парку.

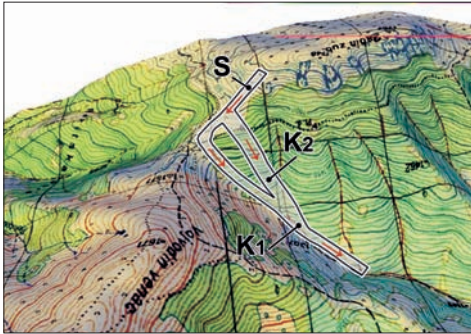


Слика 4. Површински отицај на ски-стази „Коњарник“ угрозио је полазну станицу жичаре и приступни пут (Стара планина, август, 2007. год.)

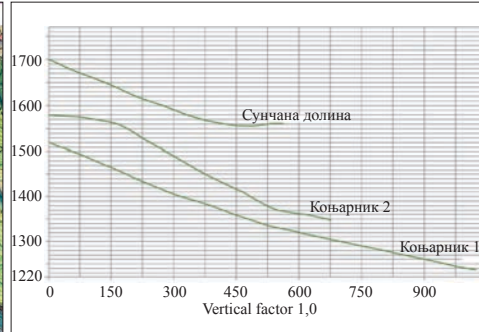
Figure 4. Surface runoff on ski-run „Konjarnik“ endangered starting point of ski-lift and access road (Stara planina, August, 2007)

- теренски истражни радови (детаљан преглед угроженог подручја, картирање ерозионих процеса и структуре површина, геолошка и педолошка перспекција са узимањем узорака и сакупљање аутохтоног биљног материјала);
- лабораторијска обрада материјала (обрада топографских, педолошких и геолошких карата, обрада доступних аеро-фото и сателитских снимака, морфолошке анализе терена, са израдом одговарајућих дводимензионалних и тродимензионалних модела; педолошке и флористичке анализе);
- анализа постојеће документације и података (подаци Републичког хидрометеоролошког завода са локалних метеоролошких и хидролошких станица; анализа постојеће техничке и планске документације);
- извођење прорачуна (прорачун ерозионе продукције; прорачун максималног отицаја);
- израда концепта рестаурације и заштите;
- димензионисање објеката.

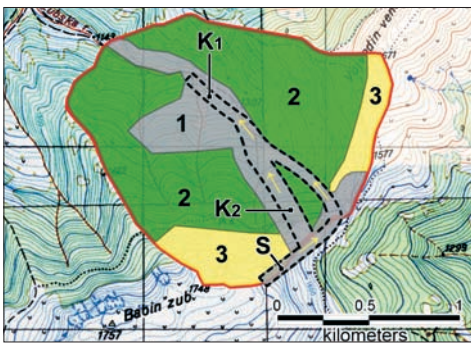
Представљени след радњи заснован је на потреби да се у одговарајућој процедури дође до оптимизирања врсте и обима неопходних радова на рестаурацији и противерозионој заштити: теренским истражним радовима добија се репрезентативан пресек стања на терену, односно, дефинишу се гранични услови унутар



Слика 5. Распоред ски-стаза на скијалишту „Стара планина“
Figure 5. Disposition of ski-runs on Stara Planina



Слика 6. Уздужни профили ски-стаза на скијалишту „Стара планина“
Figure 6. Longitudinal profiles of ski runs in ski resort „Stara Planina“



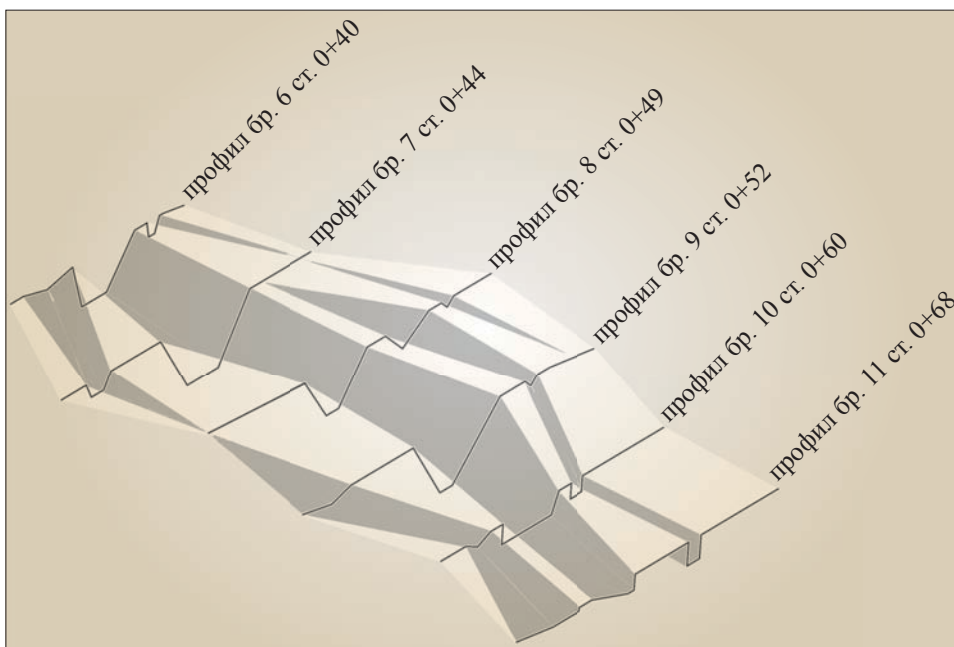
Слика 7. Структура површина на вршном делу слива Зубске реке (1-антропогене голети, 2-шума; 3-ливаде, S, K₁ и K₂-ски-стазе)
Figure 7. Structure of surfaces on upper part of Zubska river watershed (1-anthropogenic bare land, 2-forest; 3-meadows, S, K₁, K₂: ski runs)

којих се одвија процес деградације земљишта, морфолошке анализе дају улазне податке за одговарајуће прорачуне, педолошким анализама се дефинише потенцијал земљишта за успостављање травног покривача, флористичка анализа служи да се на основу еколошких својстава аутохтоне вегетације изврши одабир комерцијалних врста чије семе се може наћи на тржишту, на основу чега се формира адекватна травно-легуминозна смеша, објекти се димензионишу на основу одговарајућих прорачуна, а израда модела терена омогућује сагледавање доминантних просторних односа (распоред објеката и међусобни утицаји, слике 5-8).

2.1. Технички радови

Технички радови се обављају по стандардизованим процедурама које су карактеристичне за систем противерозивне заштите, што се односи на следеће радне позиције:

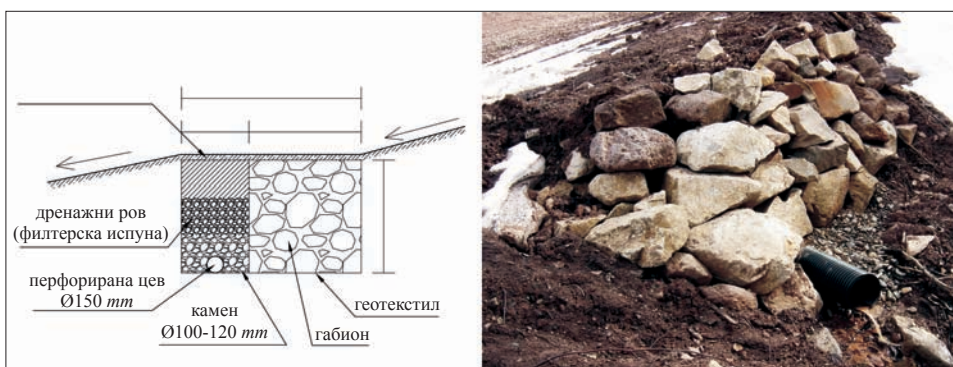
- уређење локалних водотокова који пресецају ски-стазе или теку поред (израда армирано-бетонских цевовода испод површине стаза, чишћење и продубљивање корита ради превенције плављења и меандрирања);
- израда потпорних конструкција у зони полазних станица жичара;



Слика 8. Систем јаруга на ски-стази „Коњарник 2“ (скијалиште „Стара планина“)
Figure 8. System of gullies on ski run „Konjarnik 2“ (ski resort „Stara planina“)

- изградња преграда и прагова ради заустављања вученог наноса;
- изградња стабилизационо-дренажних конструкција.

Предност се даје конструкцијама од габиона (жичане корпе пуњене каменом), на рачун конструкција од хидротехничког бетона због веће флексибилности (трпе



Слика 9. Стабилизационо-дренажна конструкција (излив, Стара планина, стање октобар, 2008. год.)
Figure 9. Stabilization and drainage construction (outflow; Stara planina, October 2008)

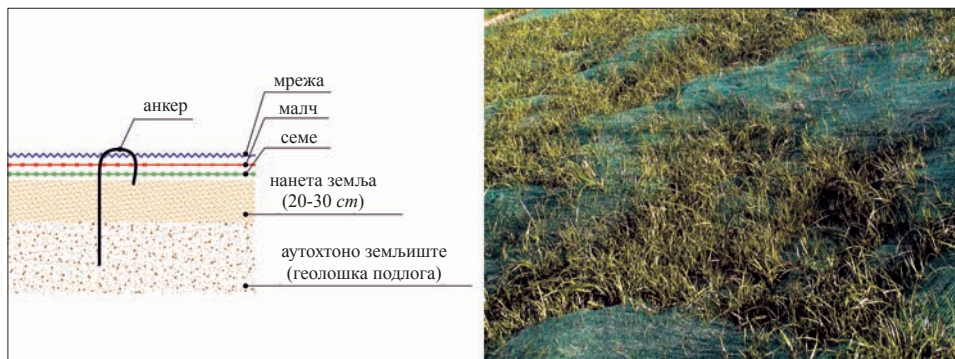
деформације али задржавају функционалност), ниже јединичне цене (по 1 m^3 габиони су јефтинији 60-80%) и трајности (уколико се користи квалитетна жица за израду корпи и одговарајући камен, трајност је далеко дужа у високо-планинским условима, у односу на бетонске конструкције).

Превенција појаве плитких клизишта, сакупљање и евакуација подземних (изворских) вода (што је представљало велики проблем посебно на Старој планини) обављена је израдом стабилизационо-дренажних конструкција (СДК-комбинација габионских корпи и дренажног рова, слика 9). СДК су конструисане и први пут примењене у циљу стабилизације ски-стазе „Коњарник 1“, на Старој планини (Ристић *et al.*, 2008).

2.2. Биотехнички радови

Биотехнички радови имају за циљ успостављање и стабилизацију травног покривача на ски-стазама и елиминацију штетног утицаја површинског отицаја. Присуство травне вегетације повећава површинску рапавост, смањује брзину течења и продукцију ерозионог материјала. Деградирана планинска земљишта су збијена са малом количином хумуса и ослабљеним везама између структурних агрегата. Истовремено, земљишта у природном стању или рехабилитована, су порозна и способна да ретенционирају значајан део воде од падавина, убрзавају инфилтрацију, чиме превентивно делују на појаву брзог, површинског отицаја. Постојање травног покривача директно утиче на интензитет површинског отицаја стварањем „губитака падавина“ кроз процесе интерцепције (Ристић, Мачан, 2002), евапорације, транспирације и инфилтрације (Ristić, Macan, 1995, Ristić, Macan, Malusević, 2005).

Ревегетација еродираних површина је изведена у неколико корака (слика 10):
– наношење плодног земљишта, у слоју дебљине 0,2-0,3 m;



Слика 10. Обнављање земљишног и вегетационог покривача (Дивчибаре, мај, 2009. год.)
Figure 10. Reestablishing of soil and vegetation cover (Divchibare, May 2009)

- сетва одговарајуће травно-легуминозне смеше ($20\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, $200\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), ђубрење ($70\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, $700\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), са наношењем малча од сламе ($0,5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$);
- прекривање са синтетичким или биоразградљивим мрежама, које се фиксирају гвозденим анкерима, дужине 0,4-0,5 m;
- инсталација контурних стабилизатора (КС), на растојању од 8-20 m, у зависности од нагиба терена (слика 11);
- израда система површинске дренаже (слика 12).

Коришћене су комерцијалне травно-легуминозне смеше (табеле 2 и 3), јер у Србији не постоји организована производња, нити сакупљање довољних количина семена аутохтоних врста (енг. site specific species).

Табела 2. Аутохтоне врсте и састав коришћене комерцијалне травно-легуминозне смеше на Старој планини

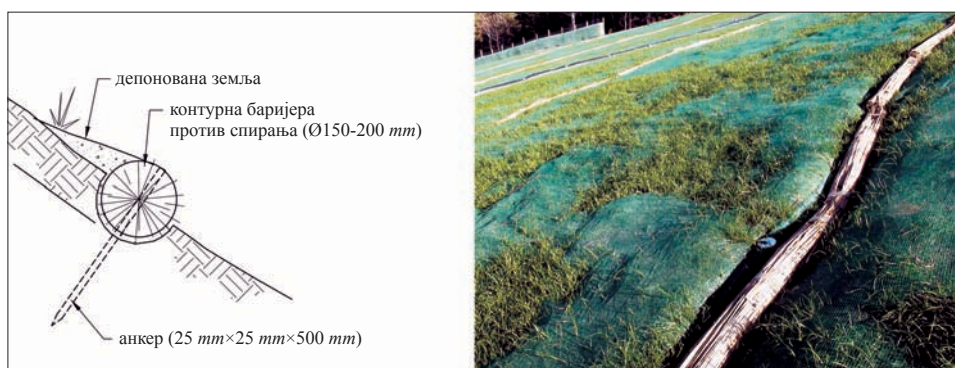
Table 2. Site specific species and commercial seed mixture (grasses and leguminous) used on Stara planina

| Аутохтоне врсте Autochthonous species | Комерцијална травно-легуминозна смеша Commercial grass-leguminous mixture |
|--|--|
| 1. <i>Anemone ranunculoides</i> | 1. <i>Festuca rubra</i> (30%) |
| 2. <i>Verbascum</i> sp. | 2. <i>Agropyrum repens</i> (15%) |
| 3. <i>Lusula silvatica</i> | 3. <i>Festuca arundinacea</i> (10%) |
| 4. <i>Taraxacum officinale</i> | 4. <i>Agrostis alba</i> (15%) |
| 5. <i>Sesleria</i> sp. | 5. <i>Trifolium repens</i> (10%) |
| 6. <i>Gentiana asclepiadea</i> | 6. <i>Festuca ovina</i> (20%) |
| 7. <i>Rumex</i> sp. | |
| 8. <i>Viola tricolor</i> | |

Табела 3. Аутохтоне врсте и састав коришћене комерцијалне травно-легуминозне смеше на Дивчибарама

Table 3. Site specific species and commercial seed mixture (grasses and leguminous) used on Divčibare

| Аутохтоне врсте Autochthonous species | Комерцијална травно-легуминозна смеша Commercial grass-leguminous mixture |
|--|--|
| 1. <i>Sesleria rigida</i> | 1. <i>Festuca rubra</i> (40%) |
| 2. <i>Muscari botrioides</i> | 2. <i>Agropyrum repens</i> (15%) |
| 3. <i>Asteraceae</i> | 3. <i>Festuca arundinacea</i> (25%) |
| 4. <i>Daphne blagayana</i> | 4. <i>Poa pratensis</i> (5%) |
| 5. <i>Vaccinium myrtillus</i> | 5. <i>Lolium perene</i> (5%) |
| 6. <i>Brachipodium silvaticum</i> | 6. <i>Lotus corniculatus</i> (5%) |
| 7. <i>Luzula</i> sp. | 7. <i>Trifolium repens</i> (5%) |

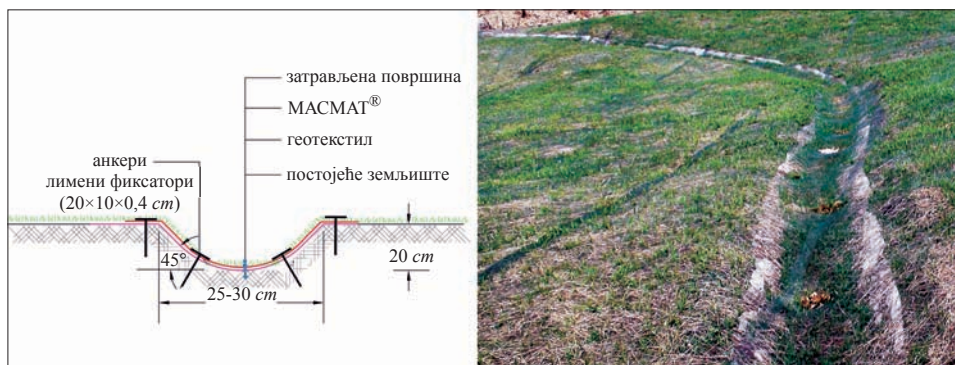


Слика 11. Контурни стабилизатори (баријере) за контролу брзог површинског отицаја (Дивчибаре, мај, 2009. год.)

Figure 11. Contour barrier against fast surface runoff (Divchibare, May, 2009)

КС (контурни стабилизатори) се производе од трске или сламе, које се везују у ваљке (са или без пластичног омотача), пречника 200-250 mm, 2-5 m дужине. Постављају се и фиксирају контурно, готово управно на осовину трасе нових или оштећених ски-стаза. КС смањују брзину површинског отицаја, задржавају покренути ерозиони материјал, стабилизују нагиб до појаве травног покривача. Задржане органске материје, земља и вода стварају стабилну средину за клијање семена. Такође, смањују локални нагиб и превентивно делују на појаву процеса браздања и јаружања. Трају 1-2 године, после чега долази до распадања сламе или трске, што додатно обогаћује земљиште хранљивим материјама. Постављају се у плитке ровове (дубине 80-120 mm) и фиксирају дрвеним или металним анкерима (слика 11).

Током доношења и планирања плодног земљишта на деградираним површинама формиран је површински дренажни систем (обложени канали нагиба 3-5%,



Слика 12. Површинска дренажа (Стара планина, октобар, 2008. год.)

Figure 12. Surface drainage system (Stara planina, October, 2008)

слика 12). Површински дренажни систем на ски-стазама заштићен је MacMat® мрежом (тродимензионални геокомпозит, који се користи као заштита од ерозије на нагибима и у каналима, а поред тога поспешује раст вегетације). Израђен је од двоструко плетене челичне жице, обмотане полипропиленским влакнима, чиме се обезбеђује висок степен механичке чврстоће и заштита од ерозије. Поставља се по дну и косинама канала, а фиксира челичним анкерима (слика 12).

2.3. Административне мере

Целовито сагледавање проблема који се јављају у ски-центрима могуће је израдом одговарајуће планске документације, која претходи техничкој документацији, а у циљу одрживог коришћења простора, заштите од ерозије и евиденције потенцијалних ризика. Неопходни плански документи су:

- план за проглашење ерозионих подручја (обавезујући према члану 38 Закона о водама (Сл. гл. 46/91, 48/91, 53/93, 54/94 и 54/96);
- план одбране од бујичних поплава (члан 30, став 2).

Израда ових планова даје јасан преглед стања површина у оквиру скијалишта, прецизно идентификује потенцијалне ризике и омогућује превентивно деловање. У периоду без снега (мај-октобар) ски-стазе постају простор за различите, често нежељене активности: кретање возила (ципова, мотоцикала, трактора), испашу



Слика 13. Ски-стаза „Коњарник 1“ (Стара планина“, август, 2008. год.)
Figure 13. Ski-run „Konjarnik 1“ (Stara Planina, August, 2008)

(локални сточари изводе крда говеда или стада оваца, која се слободно крећу отвореним простором), неконтролисана шумарске активности (сеча и транспорт дрвета са околних шумских станишта), неконтролисано кретање туриста, итд. Последице су бројне: збијање површинског слоја земљишта; редуција инфилтрационог капацитета земљишта, деградација вегетационог покривача, интензивирање површинског отицаја, смањење отпорности на ерозију, итд. Под овим околностима неопходно је применити одређене административне мере, забране и препоруке, на основу одрживог капацитета за поједине активности:

- дефинисати ниво максималног оптерећења (туристи, возила, стока);
- применити ВМР's у експлоатацији шумског фонда;
- израдити програм одрживог коришћења простора, са контролним механизмима.

3. РЕЗУЛТАТИ АКТИВНОСТИ НА РЕСТАУРАЦИЈИ И ЗАШТИТИ ОД ЕРОЗИЈЕ

Почетак и завршетак свих активности обављен је у периоду мај-октобар 2008. године, у сагласности са основним принципима за извођење рестаурационих (Krautzer *et al.*, 2006) и радова на заштити од ерозије (Ristić *et al.*, 2007): технички радови су били завршени до краја лета, биотехнички до средине октобра. Вегетациони покривач био је успостављен већ 20 дана после сетве, а мере неге су примењиване до краја лета 2009. године. Опште стање и изглед ски-стаза („Коњарник 1“ - упореди слике 13 и 14 и 18 и 19, „Црни врх“ - упореди слике 3 и 15, „Чигота“ - упореди слике 16 и 17) је значајно промењено након завршетка свих планираних рестаурационих и противерозионих радова.

4. ДИСКУСИЈА

У претходним деценијама је уочљив недостатак аспекта противерозионе заштите терена, током фаза пројектовања, изградње, одржавања или проширења ски-стаза и пратеће инфраструктуре (коридори жичара и ски-лифтова, приступни путеви и системи за производњу вештачког снега). Такође, стандарди заштите и унапређења животне средине недовољно су примењивани у српским скијалиштима. Рестаурациони и противерозиони радови у ски-центрима „Копоник“, „Стара планина“, „Златибор“ и „Дивчибаре“ били су прве активности те врсте у Србији. Одсуство инвестиција за противерозионе радове (непосредно по завршетку основних грађевинских радова) проузроковало је касније трошкове (табела 4).

Рестаурациони и противерозиони радови су изведени у условима потпуне деструкције терена, после завршетка свих грађевинских радова на просецању ски-стаза и путева, као и постављања стубова ски-лифтова, тако да су исказане суме најскупља варијанта. Превентивно деловање, дакле у фази пре и током извођења



Слика 14. Ски-стаза „Коњарник 1“ (Стара планина“, август, 2009. год.)
Figure 14. Ski-run „Konjarnik 1“ (Stara Planina, August, 2009)



Слика 15. Ски-стаза „Црни врх“ (Дивчибаре, мај, 2009. год.)
Figure 15. Ski-run „Crni vrh“ (Divchibare, May, 2009)



Слика 16. Ски-стаза „Чигота“ (Златибор, јуни, 2008. год.)

Figure 16. Ski-run „Chigota“ (Zlatibor, June, 2008)



Слика 17. Ски-стаза „Чигота“ (Златибор, август, 2009. год.)

Figure 17. Ski-run „Chigota“ (Zlatibor, August, 2009)



Слика 18. Полазна станица ски-стазе „Коњарник“ (Стара планина, август, 2008. год.)
 Figure 18. Starting point of ski-run „Konjarnik“ (Stara planina, August, 2008)

Табела 4. Преглед трошкова за рестаурационе и противерозционе радове
 Table 4. Review of expenses for restoration and erosion control works

| Ски-центар Ski area | Ски-стаза Ski-run | Трошкови / Expenses | |
|------------------------|----------------------|---------------------|---------|
| | | динара | € |
| Стара планина | „Коњарник 1“ | 85.500.000 | 900.000 |
| | „Коњарник 2“ | 9.500.000 | 100.000 |
| | „Сунчана долина“ | 28.500.000 | 300.000 |
| Дивчибаре | „Црни врх“ | 28.500.000 | 300.000 |
| Златибор | „Чигота“ | 14.250.000 | 150.000 |
| | „Торник“ | 19.000.000 | 200.000 |
| | „Змајевац“ | 33.250.000 | 350.000 |
| Укупно | 218.500.000 | 2.300.000 | |

грађевинских радова, произвело би трошкове на нивоу 20-25%, од сума исказаних у табели 3 (цене исказане у еврима формиране су на односу 1 €=95 RSD).

Рестаурационе и противерозционе радове изводила су предузећа која делују, углавном, у области водопривреде и шумарства („Водопривреда Њуприја а.д.“, „Ерозија“ - Књажевац, „Мичелини“ - Ваљево“, „Западна Морава“ - Краљево), уз



Слика 19. Полазна станица ски-стазе „Коњарник“ (Стара планина, август, 2009. год.)

Figure 19. Starting point of ski-run „Konjarnik“ (Stara planina, August, 2009)

сталну координацију између пројектанта (Шумарски факултет), стручног надзора (ЈП „Србијаводе“) и инвеститора (ЈП „Скијалишта Србије“). Поједине радне позиције нису до сада извођене на ски-стазама у Србији (СДК, КС, површинска дренажа), тако да је била неопходна едукација извођача, кроз прецизирање технике извођења и упознавање са могућностима појединих материјала.

Ризик од појаве ерозионих процеса и евидентне штете на ски стазама Србије довели су до уочавања потребе за израдом приручника са прецизно дефинисаним ВМР'с (Best Management Practices - пракса најбољег управљања). ВМР'с, поред општих принципа заштите од ерозије, треба да уваже специфичне локалне услове који су присутни на појединим скијалиштима (2005, 2004, 2001, Reider, 2004). Рестаурација деградираних локалитета планинског региона најефикаснија је уз коришћење аутохтоних врста (Peratoner, 2003, Krautzer, Peratoner, Bozzo, 2004), што се у Србији ретко примењује због чињенице да не постоји организована производња, нити сакупљање аутохтоног семена трава и легуминоза. Забележени су спорадични и успешни покушаји употребе травног бусена, који је пресађиван са околних локалитета (скијалишта „Мокра Гора“ и „Златибор“).

Обављени рестаурациони и противерозиони радови на скијалиштима „Копаноник“, „Стара планина“, „Златибор“ и „Дивчибаре“ представљају пионирски подухват на регионалном нивоу, што је установљено прегледом скијалишта у Бугарској („Бањско“, „Пампорово“, „Боровец“), Македонији („Попова Шапка“, „Кожув“), Црној Гори („Бјеласица“, „Жабљак“), Босни и Херцеговини („Јахорина“).

5. ЗАКЉУЧЦИ

На основу претходно изнесених чињеница може се закључити следеће:

- изградња ски-стаза и пратеће инфраструктуре има негативне ефекте на животну средину, што је уочљиво на примеру ски-центра „Копаоник“, „Стара планина“, „Златибор“ и „Дивчибаре“;
- рестаурациони и противерозиони радови су зауставили деградационе процесе, помогли обнављању вегетационог покривача и рехабилитацији предела;
- рестаурационе и противерозионе радове треба изводити симулатно са грађевинским радовима, или по њиховом непосредном завршетку, у циљу минимизирања деструкције терена и рационализације трошкова;
- неопходна је израда приручника са прецизно дефинисаним BMP's (Best Management Practices - пракса најбољег управљања), у циљу ране идентификације потенцијалних ризика и превентивног деловања;
- даљи пројекти у ски-центрима Србије захтевају пажљиве анализе утицаја, посебно у начину коришћења земљишта, на свим нивоима израде планске и техничке документације.

ЛИТЕРАТУРА

- Balaganskaya E.R., Malinen K.M. (2000): *Soil nutrient status and revegetation practices of downhill skiing areas in Finnish Lapland - a case study of Mt. Yllas*, Landscape and Urban Planning, Volume 50, Issue 4, (259-268), www.elsevier.com/locate/landurbplan (посећено: 13.11.2009. год.)
- (2004): *Best Management Practices For Erosion Control During Trail Maintenance and Construction*, Bureau of Trails, Department of Resources and Economic Development, Division of Parks and Recreation, Concord, New Hampshire
- Grismer M.E., Eliss A.L. (2006): *Erosion control reduces fine particles in runoff to Lake Tahoe*, California Agriculture, volume 60, number 2, <http://CaliforniaAgriculture.ucop.edu> (посећено: 13.11.2009. год.)
- (2007): *For Earth*, Environment Association www.pirin-np.com, <http://whc.unesco.org> (посећено: 13.11.2009. год.)
- Macan G., Krstić M., Ristić R., Macan I. (1997): *Variability of erosion production as a consequence of thinning cuttings*, The 3rd International Conference on the Development of Forestry and Wood Science, Proceedings, Belgrade (243-248)
- Matto T.D. (2007): *Conceptualizing a sustainable ski resort: a case study of Blue Mountain resort in Ontario*, A thesis presented to the University of Waterloo, Waterloo
- Krautzer B., Peratoner G., Bozzo F. (2004.): *Site-specific grasses and herbs*, Plant Production and Protection, Series № 32, FAO, Rome
- Krautzer B., Peratoner G., Graiss W., Partil C., Parente G., Vekerrus S., Rixen C., Strait M. (2006): *Site-specific high zone restoration in the alpine region, The current technological development*, Federal Research and Education Centre (HBLFA), Raumberg-Gumpenstein, Irndning

- Nondedeu F.I., Rey F., Bedecarrats A. (2006): *Contributions of vegetation cover and cattle hoof prints towards seed runoff control on ski pistes*, Ecological Engineering, Volume 27, Issue 3 (193–201), www.elsevier.com/locate/ecoleng (посећено: 13.11.2009. год.)
- Nondedeu F.I., Bédécarrats A. (2007): *Influence of alpine plants growing on steep slopes on sediment trapping and transport by runoff*, Catena 71, Issue 2 (330–339), www.catena-elsevier (посећено: 13.11.2009. год.)
- Peratoner G. (2003.): *Organic seed propagation of alpine species and their use in ecological restoration of ski runs in mountain region*, Kassel University Press, Kassel
- Perović M. (2007/2008): *Green development and participation - implications for countries in transition: Case study of Stara Mountain, Republic of Serbia*, A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the award of the MA in Sustainable Environmental Management, Middlesex University, School of Social Sciences, Middlesex
- Reider H. (2004.): *The new Italian ski slope regulation*, ISIA Congress 2004, Rovinj
- Riess J.B. (1996): *Landscape damage by skiing at the Schauinsland in the Black Forest, Germany*, Mountain Research and Development, Volume 16, № 1 (27-40), www.mrd-journal.org - MRD Archives (посећено: 13.11.2009. год.)
- Ристић Р. (2002): *Режим појаве великих вода на бујичним сливовима у Србији*, Шумарство 1-3, УШИТС, Београд (1-14)
- Ристић Р. (2003): *Време кашења отицаја на бујичним сливовима у Србији*, Гласник Шумарског факултета 87, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (51-65)
- Ристић Р. (2006.): *Време концентрације на бујичним сливовима у Србији*, Гласник Шумарског факултета 93, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (7-21)
- Ристић Р. (2007): *Студија са претходним истраживањима за уређење и заштиту скијашког комплекса Коњарник-Јабучко Равниште*, Шумарски факултет, Београд
- Ristić R., Gavrilović Z., Stefanović M., Malušević I., Milovanović I. (2006): *Effects of urbanization on appearance of floods*, BALWOIS, Topic: Droughts and Floods, Proceedings (CD), Ohrid
- Ristić R., Kadović R., Malušević I., Belanović S. (2005): *Conflicts between Forestry and Erosion Control in Serbia*, „Legal Aspects of European Forest Sustainable Development”, ETH, Zurich (259-266)
- Ristić R., Kostadinov S., Malošević D., Spalević V. (2002): *Erosion aspect in estimation of hydrologic soil group and determination of runoff curve number CN*, Zemljište i biljka Vol. 50, № 3, Yugoslav Society for Soil Studies, Vrnjačka Banja (165-174)
- Ristić R., Malušević I., Nikić Z. (2007.): *Watershed protection in erosive regions through concept of "natural reservoirs"*, International Conference: Erosion and Torrent Control as Factor in Sustainable River Basin Management, Belgrade
- Ristić R., Macan G. (1995): *Influence of forest ecosystems on runoff process as the part of the global hydrologic cycle*, The Second International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME, Proceedings, Pattaya (327-329)
- Ристић Р., Мацан Г. (2002): *Истраживање процеса интерцепције у буково-јеловој састојини на планини Гоч*, Гласник Шумарског факултета 86, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (181-188)

- Ristić R., Macan G., Malušević I. (2005): *Influence of forest ecosystems on runoff process on micro catchments*, International Conference on Forest Impact on Hydrological Processes and Soil Erosion, Proceedings, Yundola (30-35)
- Ristić R., Radivojević S., Nikčević R., Malušević I. (2007): *Erosion Control in ski areas*, International Conference: Erosion and Torrent Control as Factor in Sustainable River Basin Management, Proceedings (CD), Belgrade
- Ристић Р. *et al.* (2008): *Главни пројекат противерозионе заштите ски-стазе „Црни врх” на Дивчибарама*, Шумарски факултет, Београд
- Ristić R., Radivojević S., Radić B., Vasiljević N., Bjedov I. (2009): *Concept of restoration and protection of eroded surfaces in ski resorts of Serbia*, International Conference LANDCON, Proceedings (CD), Tara
- Ристић Р., Радић Б. (2008/а): *Студија о процени утицаја на животну средину*, Главни пројекат противерозионе заштите ски-стазе „Црни врх” на Дивчибарама, Шумарски факултет, Београд
- Ристић Р., Радић Б. (2008/б): *Пројекат хитних интервенција на противерозионој заштити ски-стазе Коњарник*, Шумарски факултет, Београд
- Ристић Р., Радић Б. (2008/в): *Главни пројекат противерозионе заштите ски-стазе „Сунчана долина” на Старој планини*, Шумарски факултет, Београд
- Ристић Р., Радић Б. (2008/г): *Студија о процени утицаја на животну средину*, Главни пројекат противерозионе заштите ски-стазе „Сунчана долина” на Старој планини, Шумарски факултет, Београд
- Ристић Р., Радић Б. (2008/д): *Главни пројекат противерозионе заштите ски-стаза у ски-центру „Торник” на Златибору*, Шумарски факултет, Београд
- Ристић Р., Радић Б. (2008/ђ): *Студија о процени утицаја на животну средину*, Главни пројекат противерозионе заштите ски-стаза у ски-центру „Торник” на Златибору, Шумарски факултет, Београд
- Ристић Р., Радић Б. (2008/е): *Главни пројекат противерозионе заштите терена у оквиру скијалишта „Копаник”*, Шумарски факултет, Београд.
- Ристић Р., Радић Б. (2008/ж): *Студија о процени утицаја на животну средину*, Главни пројекат противерозионе заштите терена у оквиру скијалишта „Копаник”, Шумарски факултет, Београд
- Ристић Р., Радић Б. (2009): *Главни пројекат противерозионе заштите и уређења ски-стазе „Бријежђа” у Новој Вароши*, Шумарски факултет, Београд
- Scott D., McBoyle G., Mills B. (2003.): *Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation*, Climate Research, Volume 23, Issue 2 (171–181), www.int-res.com/InterResearch/Journals/CR/CR Home
- Titus J., Tsuyuzaki S. (1998.): *Ski slope vegetation at Snoqualmie Pass, Washington State, USA, and a comparison with ski slope vegetation in temperate coniferous forest zones*, Ecological Research, Volume 13, № 2, Springer Japan (97-104), www.springerlink.com/SpringerLink-Journal (посећено: 13.11.2009. год.)
- Tsuyuzaki S. (1993.): *Recent vegetation and prediction of the successional sere on ski grounds in the highlands of Hokkaido, northern Japan*, Biological Conservation, Volume 63, Issue 3 (255-260), www.elsevier.com/locate/biocon (посећено: 13.11.2009. год.)

- Tsuyuzaki S. (1994.): *Environmental deterioration resulting from ski-resort construction in Japan*, Environmental Conservation, Volume 21, Issue 2, Cambridge University Press, New York (121–125)
- Tsuyuzaki S. (2002): *Vegetation development patterns on ski slopes in lowland Hokkaido, northern Japan*, Journal: Biological Conservation, Volume 108, Issue 2 (239–246), www.elsevier.com/locate/biocon (посећено: 13.11.2009. год.)
- Tsuyuzaki S. (2005): *Miscanthus sinensis grassland is an indicator plant community to predict forest regeneration and development on ski slopes in Japan*, Ecological Indicators, Volume 5, Issue 2 (109–115), www.elsevier.com/locate/ecolind (посећено: 13.11.2009. год.)
- (2001): *Ski Area BMPs (Best Management Practices) Guidelines for Planning, Erosion Control, and Reclamation*, USDA Forest Service, Salt Lake City
- Fattorini M. (2001): Establishment of Transplants on Machine-Graded Ski Runs Above Timberline in the Swiss Alps, Restoration Ecology, Vol. 9 No. 2, (119–126).
- Freppaz M., Lunardi S., Bonifacio E., Scalenghe R., Zanini E. (2002): *Ski slopes and stability of soil aggregates*, Book Series: Advances in Geoecology, Volume 35, Reiskirchen (125-132)
- (2005): *Heavenly Mountain Resort*, BMP Monitoring - Third Quarter Report 2005, Resource Concepts Inc., Carson City

Ratko Ristić
Boris Radić
Nevena Vasiljević

CONCEPT OF RESTORATION AND EROSION CONTROL OF ERODED SURFACES IN SERBIAN SKI-AREAS

Summary

The environmental impacts in Serbian ski resorts are very strong, leading to landscape degradation and functionality losses. There was a lack of planned and organized erosion control activities during design, construction, improvement or maintenance stages for ski areas, in the last few decades. Absence of erosion control works resulted in various forms of land degradation, such as furrows, gullies, landslides, or debris from rock weathering. Consequences of mismanagement in ski areas are noticeable in downstream sections of river beds, causing floods and bed-load deposition. Legal nature-protection standards were weakly implemented in Serbian ski areas. Restoration and erosion control works at ski-resorts “Kopaonik”, “Stara planina”, “Zlatibor” and “Divčibare” were first activities of that kind in Serbia. The onset and completion of all activities fell within period May-October, 2008, in accordance with basic restoration and erosion control works principles. Absence of investments for erosion control works (immediately after basic construction works) caused costs of 2,300,000 €, instead usually 20-25% (460,000-575,000). Application of technical and biotechnical structures, with administrative measures for erosion control, through concept of restoration, is necessary in protection of ski areas. Further projects in ski areas of Serbia need carefully considerations of impact assessment of land use at all levels of planning and designing activities.