

- Zorn, B., Virant – Klun, I., Verdenik, I., Meden – Vrtovec, H., 1999: Semen quality changes among 2343 healthy Slovenian men included in an IVF-ET programme from 1983 to 1996. *International Journal of Andrology*, 22 (3): 178-183.
- Salian, S., Doshi, T., Vanage, G., 2009: Perinatal exposure of rats to Bisphenol A affects the fertility of male offspring. *Life Sciences*, 85 (21-22): 742-752.
- Xi, W., Wan, H. T., Zhao, Y. G., Wong, M. H., Giesy, J. P., Wong, C. K., 2011: Effects of perinatal exposure to bisphenol A and di(2-ethylhexyl)-phthalate on gonadal development of male mice. *Environmental Science and Pollution Research (international)*, 19 (7): 2515-2527.
- Doshi, T., D'Souza, C., Dighe, V., Vanage, G., 2012: Effect of neonatal exposure on male rats to bisphenol A on the expression of DNA methylation machinery in the postimplantation embryo. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 26 (9): 337-343.
- Akingbemi, B. T., Sottas, C. M., Koulova, A. I., Klinefelter, G. R., Hardy, M. P., 2004: Inhibition of testicular steroidogenesis by the xenoestrogen bisphenol A is associated with reduced pituitary luteinizing hormone secretion and decreased steroidogenic enzyme gene expression in rat Leydig cells. *Endocrinology*, 145 (2): 592-603.
- Bennetts, L. E., De Juijis, G. N., Nixon, B., Kime, M., Zelski, K., McVicar, C. M., Lewis, S. E., Aitken, R. J., 2008: Impact of estrogenic compounds on DNA integrity in human spermatozoa: evidence for cross-linking and redox cycling activities. *Mutation Research*, 641 (1-2): 1-11.
- Ooe, H., Taira, T., Iguchi-Ariga, S. M., Ariga, H., 2005: Induction of reactive oxygen species by bisphenol A and abrogation of bisphenol A-induced cell injury by DJ-1. *Toxicological Sciences*, 88 (1): 114-126.
- Xiao, G. B., Wang, R. Y., Cai, Y. Z., He, G. H., Zhou, Z. J., 2009: Effect of bisphenol A on semen quality of exposed workers: a pilot study. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 27 (12): 741-743.
- Li, D. K., Zhou, Z., Miao, M., He, Y., Wang, J., Ferber, J., Herrinton, L. J., Gao, E., Yuan, W., 2011: Urine bisphenol-A (BPA) level in relation to semen quality. *Fertility and Sterility*, 95 (2): 625-630.
- Meeker, J. D., Ehrlich, S., Toth, T. L., Wright, D. L., Calafat, A. M., Trisini, A. T., Ye, X., Hauser, R., 2010: Semen quality and sperm DNA damage in relation to urinary bisphenol A among men from an infertility clinic. *Reproductive Toxicology*, 30 (4): 532-539.
- Mendiola, J., Jørgensen, N., Andersson, A. M., Calafat, A. M., Ye, X., Redmon, J. B., Drobnis, E. Z., Wang, C., Sparks, A., Thurston, S. W., Liu, F., Swan, S. H., 2010: Are environmental levels of bisphenol a associated with reproductive function in fertile men? *Environmental Health Perspectives*, 118 (9): 1286-1291.

Gozdarstvo • Varovalni gozdovi in naravne nevarnosti v Sloveniji

Varovalni gozdovi in naravne nevarnosti v Sloveniji

Dejan Firm, Tihomir Rugani

V Sloveniji različni erozijski procesi ogrožajo stanovanjske in gospodarske objekte, ceste in železnice. Nemalokrat ti ogrožajo tudi človeška življenja. Gozdovi imajo pomembno vlogo pri zmanjševanju škodnega učinka različnih naravnih nevarnosti. Njihov prispevek oziroma varovalni učinek pa je močno odvisen od vrste naravne nevarnosti in stanja gozdnih sestojev.

Naravne nevarnosti in varovalni učinek gozdov

Slovenija je reliefno razgibana gorska država. Padavine v tem prostoru so obilne, kar botruje številnim erozijskim procesom (slika 1). Erozijski pojavi so prisotni na 44 odstotkih ozemlja, izrazitejši pa so na 24 odstotkih ozemlja, kjer se nahaja več kot 10.000 kilometrov hudourniških strug in erozijskih

Slika 1: V Soteski ogrožajo državno cesto in železnico drobirski in hudourniški tokovi ter padajoče kamenje.

Foto: Gal Fidej.



Slika 2: Večina erozijskih procesov se odvija v gozdnem prostoru.

Foto: Dušan Roženberger.



jarkov. Območja, kjer se pojavljajo snežni plazovi (plazovita območja), obsegajo 0,8 odstotka površja, plazljiva in pogojno stabilna območja (možno je proženje zemeljskih plazov) pa kar 30 odstotkov površine Slovenije. Gozd pomembno vpliva na nastanek in potek erozijskih procesov (slika 2). V slovenskem gozdarstvu je varovalna vloga gozda opredeljena kot funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev. Površina teh gozdov znaša 428.654 hektarjev (36 odstotkov vseh gozdov).

povzročajo mraz, sneg, voda in veter; preprečevanje razvoja (pojavljanja) zemeljskih in snežnih plazov, podorov in usadov; preprečevanje poglobljanja pobočnih jarkov; preprečevanje premeščanja naplavin; zadrževanje drobnega plovnega materiala; ohranjanje rodovitnosti gozdnih tal. Poudarjeno varovalno vlogo imajo zlasti gozdovi na zgornji gozdni meji, na erozijskih, plazljivih ali plazovitih območjih, določenih v skladu s predpisi o vodah, na zelo strmih pobočjih, sušnih legah, plitvih skalovitih ali kamnitih tleh.

Varovalna vloga. Varovanje rastišča in njegove okolice pred posledicami vseh vrst erozijskih procesov, zlasti zagotavljanje (ohranjanje) odpornosti tal proti erozijskim pojavom, ki jih

Kadar gozdovi s poudarjeno varovalno vlogo ščitijo tudi infrastrukturne objekte (ceste in železnice), bivanjske in druge objekte, ima-

jo opredeljeno tudi zaščitno vlogo (slika 3). Teh gozdov je v Sloveniji 29.209 hektarjev, kar predstavlja 2,5 odstotka vseh slovenskih gozdov.

Zaščitna vloga. *Zaščita prometnic, naselij in drugih objektov pred naravnimi pojavi, kot so padanje kamenja in peska, snežni zameti, bočni vetrovi in zdrsi zemljišča, ter zagotavljanje varnosti bivanja in prometa. Poudarjeno zaščitno vlogo opravljajo zlasti gozdovi na strmih pobočjih nad cesto ali železnico ter pod njo.*

Snežna erozija

Snežni plaz je opredeljen kot nenaden in hiter premik večjih količin snega (ali ledu) po pobočju navzdol. Plaz lahko drsi, teče, se kotali ali pa zvrtničen kot snežni oblak puhne v dolino. Na proženje snežnih plazov vpliva več dejavnikov:

- nagib pobočja,
- hrapavost tal,
- lastnosti snežne odeje,
- temperaturne in vetrne razmere.



*Slika 3: Erozijski procesi povzročajo materialno škodo z oviranjem prometa.
Foto: Aleš Zdešar.*



*Slika 4: Državno cesto Tržič-Ljubelj je kljub zaščitnemu tunelu zasul snežni plaz.
Foto: Aleš Horvat; Nosilec: PUH d.d.)*

Pri izločanju površin, ki jih potencialno ogrožajo snežni plazovi, je treba upoštevati naslednje naravne danosti: snežne razmere, topografijo (na primer nagib) in vegetacijske razmere. Z vidika nagibov ta vrste erozije najbolj ogroža površine, katerih nagib se giblje približno od 30 do 50 stopinj.

Snežni plazovi so naravni pojav, katerega delovanje pomeni veliko nevarnost in v prostoru povzroča velike škode. Hkrati pomenijo naravno nevarnost, ki jo je razmeroma težko napovedati, saj gre v večini primerov za nenadne premike snežnih gnot, ki so med drugim odvisni od jakosti snežnih padavin, zato se katastrofalni pojavi pojavljajo v razmeroma dolgih časovnih obdobjih. V alpskem prostoru so že v srednjem veku (14. stoletje) prepoznali varovalni učinek gozdov pred snežnimi plazovi, kar je pripeljalo do prvih odločitev o posebnem zavarovanju (prepoved kakršnekoli rabe) posameznih gozdov oziroma gozdnih sestojev.

Po rezultatih ene od študij ogroženosti Slovenije pred snežnimi plazovi, ki so jo opravili na Podjetju za urejanje hudournikov (1994), imamo v Sloveniji približno 16.000 hektarjev izrazito plazovitih območij. V okviru te študije so izdelali tudi podrobni kataster snežnih plazov, ki ogrožajo človeka in njegovo infrastrukturo (slika 4). Po obstoječih podatkih katastra najmanj 140 plazov ogroža stanovanjske in gospodarske objekte, daljnovode in smučišča, najmanj 715 plazov pa ogroža različne prometnice. Z vidika varovalne vloge gozda pa je še pomembnejši podatek, da se kar 94 odstotkov plazov, ki ogrožajo promet, in 79 odstotkov plazov, ki ogrožajo različne objekte (stanovanjske ali infrastrukturne) in smučišča, proži pod gozdno mejo. Večina obstoječih plazov je tako v veliki meri posledica nedomišljene rabe prostora (na primer krčitve gorskih gozdov). Hkrati pa to pomeni, da bi lahko z začasnimi tehničnimi ukrepi ustalili plazišča in s tem omogočili razmere, v katerih bi lahko, dolgoročno gledano, gozdni sestoji spet prevzeli glavno vlogo stabilizatorjev na plazovitih območjih.

Številne raziskave pri nas in v tujini so dokazale, da imajo gozdni sestoji na plazovitih območjih pomembno vlogo pri preprečevanju proženja snežnih plazov (to je v območju nastanka). Hkrati se moramo zavedati, da je varovalni učinek gozdov v prehodnem območju in območju zaustavljanja bistveno manjši oziroma pogosto neznaten, saj lahko gozd praviloma zaustavi le manjše plazove ali le zmanjša njihovo hitrost.

V območju proženja je varovalni učinek močno odvisen od zgradbe (na primer velikosti sestojnih vrzeli), vrstne sestave gozdne vegetacije ter značilnosti snežne odeje. Tako na primer v območju proženja, kjer prevladujejo grmovne vrste (na primer rušje), te preprečujejo zdrs snežne odeje, vse dokler jih ta ne prekrije. Pri višji snežni odeji pa se verjetnost samodejne splazitve močno poveča, saj lahko upognjene veje grmovja delujejo kot neke vrste vzmeti in že ob manjših spremembah snežne odeje povzročijo njen zdrs. Poleg tega se na površinah z grmovno vegetacijo, za katero je značilna večja poroznost, kot prevladujoča oblika preobrazbe snežne odeje pojavlja sreženje, ki lahko pripelje do nastanka plazov kložastega snega. Bolj ali manj sklenjeni gozdni sestoji učinkovito preprečujejo proženje snežnih plazov. Praviloma sestoji, v katerih je zastrtost s strani krošenj večja kot trideset odstotkov, v katerih ni sestojnih vrzeli, daljših od 25 metrov, in v katerih je hrapavost tal večja tudi zaradi stoječih in ležečih odmrlih dreves ter panjev, znatno zmanjšujejo verjetnost proženja plazov. Pozitivni vpliv gozda je večstranski, saj vključuje intercepcijo (prestrežanje) snežnih padavin v krošnjah dreves, spremenjene sevalne in temperaturne razmere (nastanek posebne mikroklimе pod sklenjenimi sestoji, kar vpliva na preobrazbo snega), zmanjšanje hitrosti vetra pri tleh in prisotnost debel dreves, ki predstavljajo mehansko oviro. V krošnjah dreves se zadrži precej snega, ki se topi in izhlapi, še preden doseže tla, zato je debelina snežne odeje manjša kot na odprtih površinah. De-

lež prestreženih padavin v krošnjah dreves je odvisen od drevesne sestave in sklepa krošenj gozdnih sestojev ter predvsem od vremenskih razmer ob sneženju. Intercepcija iglastih sestojev (na primer čistih smrekovih sestojev) je običajno od 10 do 40 odstotkov, medtem ko je intercepcija v mešanih sestojih in v sestojih listopadnih vrst (na primer macesnovi sestoji) manjša. Pod sklenjenimi sestoji se snežni odeji povečujeta gostota in trdnost, saj je snega manj in je neenakomerno razporejen, plasti so tanjše in nepravilne. Zaradi manjših hitrosti vetra pri tleh je proces premeščanja snega manj izrazit in posledično je zmanjšano kopičenje snega v grapah in depresijah, kar zmanjšuje možnosti za nastanek plazov. Drevesa delujejo tudi kot mehanski stabilizator snežne odeje. Mehanski učinek gozda je odvisen od gostote sestojev oziroma od števila dreves z zadostnim premerom. Tako velja, da zadostno oporo snežni odeji na pobočjih z naklonom 30 stopinj ponujajo sestoji z več kot petsto drevesi na hektar, na pobočjih z naklonom 40 stopinj pa sestoji z več kot tisoč drevesi na hektar.

Gozdni sestoji iglavcev lahko tudi negativno vplivajo na proženje plazov, saj se na robu gozda kot posledica odlaganja s krošenj dreves nakopičijo večje količine snega, ki je slabo vezan in se počasneje preoblikuje. To lahko pripelje do sprožitve klozastih plazov prav ob spodnjem robu gozda. Zato možnost nastanka plazov učinkovito zmanjšujejo le strnjeni sestoji na celotni plazoviti površini. Z gozdnogojitvenega vidika to pomeni, da moramo z ukrepanjem poskrbeti za trajno zarast plazovitih površin z gozdnim drevjem in da v primeru oblikovanja pomladitvenih jeder njihova velikost in oblika ne smeta presežati priporočenih razsežnosti. Kjer razmere to dopuščajo, pa skušamo hkrati upoštevati splošno priporočilo o aktivnem povečevanju hrapavosti terena, tako da puščamo dovolj visoke panje in ležeča debela.

Gozdni sestoji, ki imajo ustrezno zgradbo

in drevesno sestavo, predstavljajo - gledano iz različnih vidikov (na primer ekološkega in gospodarskega) - najustreznejšo trajno obliko zaščite pred snežnimi plazovi.

Porušitvena erozija

Porušitvena erozija obsega hitra, gravitacijsko pogojena premikanja kamninskega materiala. Odstopanja v vezani kamnini se dogajajo po že predhodno načrtanih ploskvah, predvsem po razpokah, stikih slojev ali zrnastostnih razmejitev.

Porušitvena erozija vključuje procese, kot so padanje kamenja, padanje skal, skalne podore in podore hribov. Posamezni procesi so opredeljeni s skupno prostornino sproščene materiala (skalni podor, podor hriba) ali s prostornino posameznih kamnitih zruškov (padanje kamenja in skal). Glavni vzroki za nastanek porušitvene erozije so:

- potresi,
- vremenski pojavi (na primer obilnejše padavine, zmrzovanje in taljenje vode v skalnih razpokah),
- preperevanje kamnin (mehansko, kemično, biološko),
- človekovo poseganje (infrastrukturni objekti, bivanjski objekti, krčitve gozda) v pobočja.

Na nastanek skalnih podorov in podorov hribov ter zaustavljanje ob tem sproščene materiala gozd nima značilnega vpliva. Nasprotno je varovalni učinek gozdnih sestojev v primeru padajočega kamenja in skal velik. Območje izvora padajočega kamenja se lahko nahaja v gozdu ali nad njim. Na teh površinah ima gozdno rastje praviloma negativne učinke, saj pospešuje sproščanje skal in kamenja. Drevesa z rastjo korenin v skalnih razpokah povzročajo nestabilnost skalnih blokov. Hkrati pa gibanje dreves zaradi zunanjih dejavnikov (na primer snega, vetra) dodatno zmanjšuje stabilnost kamnine. Zato



Slika 5: Mrtva drevesa prav tako zaustavljajo padajoče skale. Foto: Gal Fidej.

je treba na tem območju odstranjevati velika in nestabilna drevesa. Ostala drevesa, ki nimajo poudarjenih negativnih učinkov na sproščanje skal in kamenja, je treba ohraniti, saj s svojo prisotnostjo zmanjšujejo hitrost padajočega kamenja ali ga celo zaustavljajo. Prav tako pa drevesne korenine in opad iglavcev pospešujejo biokemično preperevanje kamnin. V prehodnem območju in območju odlaganja kamenja so nakloni površja praviloma manjši in imajo zato drevesa večji učinek pri upočasnjevanju in zaustavljanju padajočega kamenja in skal. Pri trku padajočega kamna z drevesom se njegova energija zmanjša na več načinov. Lahko pride do zasuka in premika koreninskega sistema drevesa, deformacije in nihanja drevesnega debla ter do penetracije kamna v samo deblo na mestu trka. Posledično se padajočemu kamenju zmanjšata energija in hitrost, nižje so tudi odbojne višine samega padajočega kamenja. Pri padajočem kamenju manjših dimenzij zadošča za njegovo zaustavitev že zadostna gostota dreves v gozdnem sestoji. Pri kamenju in skalah večjih dimenzij pa ima pomembno vlogo tudi povprečni premer samih dreves (slika 5). Splošno priporočilo je, da znaša povprečni premer dreves približno eno tretjino premera padajočega kamenja. Ob takšnih razmerah so ugotovili,

da se hitrost kamnov zmanjša povprečno za 26 odstotkov, največje odbojne višine kamnov pa celo za 75 odstotkov. Velik vpliv na prevzemanje energije padajočega kamenja ima tudi drevesna vrsta. Listavci lahko prevzamejo več energije od padajočega kamenja kot iglavci, saj je njihov les gostejši in so tudi bolje zakoreninjeni. Veliko zmožnost upočasnjevanja padajočega kamenja manjših dimenzij imajo tudi panjevski sestoji (bukov), saj imajo zelo veliko gostoto dreves, šopi debel, ki izraščajo iz panja, pa nemalokrat tudi ujamejo in zadržijo kamenje dalj časa (slika 6). V območju odlaganja so drevesa koristna tudi zato, ker lahko s svojim gostim koreninskim pletežem držijo skupaj odloženo kamenje. Priporočljivo je tudi puščanje posekanih dreves diagonalno na vpadnico terena, saj se tako nadaljnji transport kamnov odvija na nadzorovan način. Prav tako je treba paziti, da je največja razdalja med drevesi po vpadnici terena manjša od štirideset metrov, saj v nasprotnem primeru padajoči kamen lahko razvije dovolj kinetične energije, da lahko podira drevesa. Pri večjih naklonih terena (več kot 35 stopinj) se padajoče kamenje več ne kotali, ampak začne odskakovati od površja. Odbojne višine kamnov se zelo povečajo, če pride do trka kamna z drevesnim panjem. Zato je pripo-



Slika 6: Bukovi panjevski gozdovi odlično opravljajo vlogo zaščite pred padajočim kamenjem. Foto: Gal Fidej.



Slika 7: Na pobočjih, neporaslih z gozdom, pogosteje prihaja do površinske erozije in plazenja tal. Foto: Gal Fidej.

ročljivo puščati visoke panje (1,5 metra ali več), ki lahko še dalj časa po poseku drevesa upočasnjujejo in zaustavljajo padajoče kamenje. Pomembno je tudi, da je prehodno območje dovolj dolgo, saj bi v nasprotnem primeru gozdni sestoj, čeprav z zadostno gostoto dreves in s primerno drevesno sestavo ter povprečnim premerom dreves, ne uspel zadržati vsega padajočega kamenja. V takšnih primerih se lahko uporabijo gozdnogojitveni (puščanje večjega števila ležečih debel) ali tehnični ukrepi (na primer lovilne mreže, pregrade).

Zemeljski plazovi, površinska erozija in drobirski tokovi

Pri zemeljskih plazovih je splazela gmota lahko sestavljena iz vezanih ali nevezanih preperin kot tudi iz zemljin na pobočjih. Pojavljajo se na zmerno nagnjenih do strmih brežinah in pobočjih. Nestabilnost pobočja se kaže z različnimi pojavnimi oblikami plazenja. Zemeljski plaz se sproži ob neugodnih nagibih terena in neugodnih značilnostih hribin (na primer nevezane preperine na slabo prepustni podlagi), ob intenzivnih ali dolgotrajnih padavinah, odjugi ali drugih vzrokih, ki povzročijo velike koncentracije vode (na primer zamakanje v razpokah). Zemeljski plazovi so lahko plitvi, srednje globoki ali globoki. Učinek gozda je odvisen od globine zemeljskega plazu. Pri plitkih zemeljskih plazovih (segajo do globine korenin) je učinek gozda velik (slika 7). S svojimi koreninami gozdno drevje mehansko utrjuje tla. Pri tem so uspešnejša drevesa, ki globoko koreninijo (hrast, jesen, bor, bukev, macesen, črni gaber, jelka, robinija, topol, jelša), manj uspešna pa je smreka, ki korenini plitvo. Gozd pozitivno vpliva na vodno bilanco tal zaradi intercepcije, transpiracije in povečane prepustnosti tal. Vendar so ti pozitivni učinki prisotni le pri naklonih površja do 40 stopinj. Pri srednje globokih in globokih zemeljskih plazovih je znaten vpliv gozda posreden, saj s povečano vodno kapaciteto gozdnih tal preprečuje pronicanje

vode do globljih plasti (drсна ploskev), kjer se lahko zemeljski plaz utrga. Ta učinek ne pride do izraza, če so tla nasičena z vodo (obilne dolgotrajne padavine).

Na sestojni ravni je zato treba zagotoviti raznodobno zgradbo gozda z najvišjo možno pokrovnostjo. Rezultat raznodobne strukture gozda sta tudi raznolika globina korenjenja dreves in trajno pomlajevanje gozda. Treba je paziti, da pomladitvena jedra niso prevelika, saj se stabilizacijska vloga tal zaradi mrtvih korenin po nekaj letih izniči. Zato je velikost pomladitvenih jeder le tolikšna, da je zagotovljeno zadostno pomlajevanje drevesnih vrst.

Velik pomen imajo tudi sistemi odvodnjevanja (hudourniški jarki), ki s svojim delovanjem upočasnjujejo premikanje zemljine. Če ti niso prehodni (na primer zaradi obilice naloženega materiala in podrtih dreves), je tveganje pred zemeljskimi plazovi večje. Zato je sprotno čiščenje sistemov odvodnjevanja ključnega pomena. Prav tako podrtih dreves na območjih tveganja ne puščamo v sestoji. V odvisnosti od globine, v kateri se nahaja drčna ploskev, in od hitrosti plazenja lahko zemeljski plaz v območju splazitve, gibanja in odlaganja tudi različno učinkuje na gozdno drevje. Če je zemeljski plaz plitek in se premika počasi, lahko opazimo le nagnjena oziroma »pijana drevesa«. Ko pa je zemeljski plaz globlji in se premika hitro, so drevesa običajno zlomljena in izravana na večjih površinah.

Površinska erozija je postopno sproščanje nevezanega materiala na površini tal zaradi delovanja vode. Razmejitev med plitkim zemeljskim plazom in površinsko erozijo je zabrisana. V primerjavi z zemeljskim plazom in drobirskim tokom površinska erozija sama ne predstavlja naravne nevarnosti, vendar lahko v daljšem časovnem obdobju odloži sproščeni material v jarkih, ki ga lahko mobilizira drobirski tok. Napredujoča erozija drobnozrnatega materiala lahko zmanjša vodno kapaciteto tal in prostor za ukoreninjenje dreves. Gozd zmanjšuje površinsko



Slika 8: V primeru drobirskih tokov večjih razsežnosti je varovalni učinek gozda neznaten. Odloženi material pa zavira pomlajevanje v gozdnih sestojih. Foto: Gal Fidej.

erozijo. Na neporaslih površinah se poveča preperevanje tal, kar zmanjša strižno trdnost (povezanost talnih plasti) v tleh. Zato je na takšnih območjih treba zagotavljati trajno zastrtost z gozdom.

Drobirski tokovi (slika 8) so hitro tekoče mešanice vode in trdnih delcev, kjer je delež trdnih delcev od 30 do 60 odstotkov. Pogosto se pojavljajo v valovih v hudourniških jarkih. Običajno imajo veliko gostoto, včasih tudi veliko hitrost premikanja, veliko transportno kapaciteto ter lahko prenašajo tudi trdne delce z veliko prostornino (tudi skale, velike nekaj kubičnih metrov). Zemeljski plazovi in površinska erozija povzročajo kopičenje sproščene materiala v hudourniških jarkih in tako prispevajo k nastanku drobirskih tokov. Sama prisotnost gozda zmanjšuje verjetnost pojavljanja zemeljskih plazov in površinske erozije, posledično se zmanjša tudi dotok materiala, ki lahko sproži nastanek drobirskega toka.

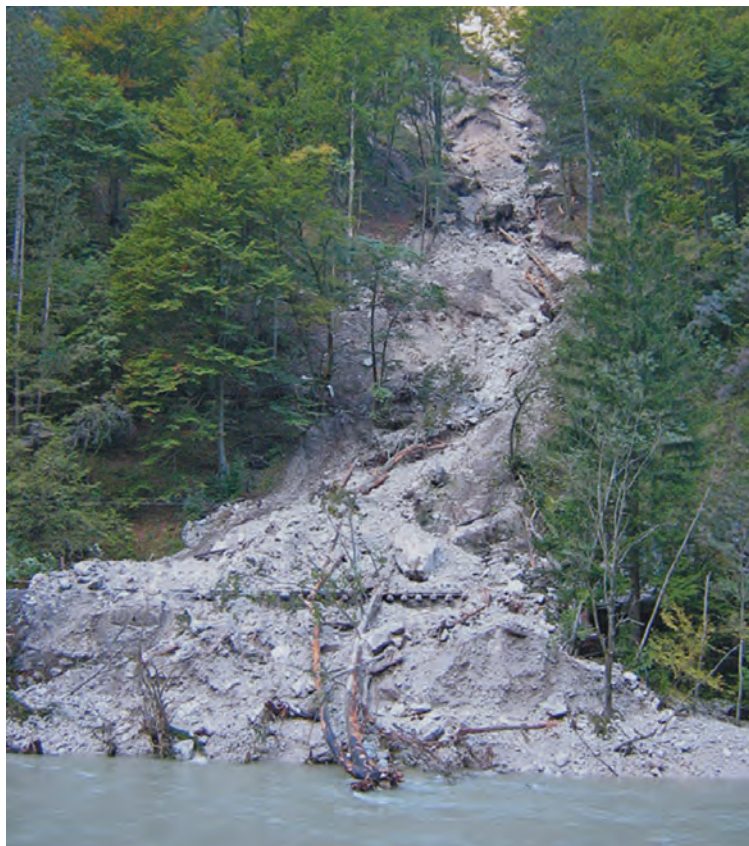
Hudourniška erozija in visoke vode

Stabilni, rastišču primerni gozdovi lahko omogočijo, da se shrani čim večja količina vode v tleh med obdobjem močnega deževja. Ali ti gozdovi vplivajo na odtekanje vode iz prispevnega območja, pa je odvisno od več dejavnikov. V veliki meri je ta pojav

odvisen od samega deleža gozdov na celotnem prispevnem območju hudourniškega toka. Prav tako je pomembna tudi lega gozdov znotraj prispevnega območja. Pogosto uspevajo gozdovi na območjih ob vodnih tokovih, kar ima največji vpliv na odtekanje vode (slika 9). Vodni režim je odvisen predvsem od jakosti in dolžine trajanja padavin. Lahko govorimo o treh scenarijih vodnega režima:

1. kratke intenzivne padavine na razmeroma majhnem območju,
2. dolga obdobja obilnih padavin na večjem območju,
3. padavine, ki so razširjene na večjem območju, kjer so tla nasičena z vodo (na primer med taljenjem snega).

Positivni vpliv gozda ob samem padavinskem dogodku je največji, če je vodna kapaciteta tal visoka in je vsebnost vode v tleh nizka. Najbolj ugoden je zato prvi scenarij, najmanj ugoden pa tretji scenarij. Drugi scenarij je nekje vmes med obema scenarijema. V primeru obilnih padavin ima gozdu le posreden vpliv na poplavljanje. Ta učinek je znaten le, če padavine trajajo krajše ali srednje dolgo obdobje. Značilnosti goz-



Slika 9: Gozdovi posredno vplivajo na količino sproščenega materiala ob hudourniških izbruhih.

Foto: Aleš Zdešar.

da vplivajo na gostoto in globino razrasti korenin. Pri rasti korenin se tvorijo v tleh številne pore, ki povečujejo prepustnost tal. Dobra razrast in velika globina prodora korenin povečujeta vodno kapaciteto gozdnih tal, ki je izrednega pomena pri obilnejših padavinah. Prav tako so pomembne razmere na površini tal, saj vplivajo na infiltracijsko sposobnost tal. Če so tla zbita (na primer zaradi uporabe mehanizacije), se lahko infiltrira v tla v krajšem časovnem obdobju manj vode, zato je verjetnost površinskega odtoka vode povečana. Infiltracijska sposobnost tal je večja, če je razvita globoka humusna plast in tla prekriva bujna plast zelišč in mahov. Na njo ugodno vplivajo drevesne vrste, katerih opad se hitro razgrajuje (jesen, javor in ostali listavci). Na sestojni ravni je pomembno, da gozdno rastej porašča celotno hudo-

urniško območje. Razrast korenin mora biti dobra tako v vodoravni kot tudi v navpični smeri (pozitivni učinek mešanih sestojev). Vrzeli v gozdu neugodno vplivajo na razrast korenin. Sama velikost vrzeli pa ni tako pomembna kot skupna površina vrzeli na hudourniškem območju. Smiselno je zagotoviti čim večjo pokrovnost raznomernega gozda

na čim manjši površini. Prepoznani pa so bili tudi negativni učinki gozda na vodni režim v hudourniških jarkih. Zaradi bočne erozije pogosto prihaja do odlaganja debel v hudourniške jarke (slika 10). Ta prispevajo k skupni količini materiala, ki se premika po jarkih. Na ožinah se drevnina nemalokrat zagozdi in se lahko kasneje sprost kot drobirski tok. Zato je treba ves les odstranjevati iz hudourniških jarkov. Prav tako je pomembno, da - kjer je to možno - vsa nestabilna drevesa iz območij, ki gravitirajo v hudourniške jarke, odstranimo ali pa jih razrežemo na manjše kose.

Zaključek

Številne raziskave, ki so bile opravljene na območju Alp v preteklih desetletjih, so po-



Slika 10: Odstranjevanje odmrlih dreves iz hudourniških strug je bilo v Sloveniji pogosto zapostavljeno.

Foto: Gal Fidej.



Slika 11: Neukrepanje v varovalnih gozdovih ogroža njihovo dolgoročno stabilnost.

Foto: Gal Fidej.

kazale, da posamezna drevesa, predvsem pa gozdni sestoji rešujejo življenja in zmanjšujejo škodni učinek različnih naravnih nevarnosti. Tako je tudi v *Protokolu o gorskih gozdovih Alpske konvencije* med drugim navedeno da »gorski gozdovi zagotavljajo najbolj učinkovito, najcenejšo in najbolj estetsko zaščito proti naravnim nevarnostim«. Nedvomno bi v primeru izostanka njihovega prispevka k varstvu pred nevarnostmi bili stroški gradnje in vzdrževanja tehničnih zaščitnih objektov bistveno višji oziroma bi bila večina ukrepov neuresničljiva. Prispevek gozdov k zmanjševanju škodnega učinka na-

ravnih nevarnosti je močno odvisen od vrste in značilnosti naravnih nevarnosti in stanja gozdnih sestojev. Gozdni ekosistemi se ne prestando spreminjajo oziroma razvijajo, kar je posledica notranjih (na primer staranja in odmiranja dreves) in zunanjih dejavnikov (na primer naravnih motenj: vetroloma, snegoloma, žleda, požara, bolezni in škodljivcev). Tako se v gozdovih ciklično izmenjujejo različne razvojne faze (to je različno stari sestoji). Varovalni učinek gozda je odvisen od deleža posameznih razvojnih faz, saj mlajše razvojne faze praviloma nudijo slabšo zaščito pred večino naravnih nevar-



Slika 12: S prilagojenim aktivnim gospodarjenjem trajno zagotavljamo najugodnejši varovalni učinek gozdov.

Foto: Tihomir Rugani.

nosti. Zato je prepuščanje varovalnih gozdov naravnemu razvoju pogosto lahko zelo tvegano, saj lahko zaradi naštetih dejavnikov pride do porušitve ravnovesja (na primer pomanjkanje stabilnih, odraslih sestojev) in posledično do zmanjšanja varovalnega učinka oziroma postane ta ničen (slika 11).

Gozdnogojitveno ukrepanje v varovalnih gozdovih mora temeljiti na upoštevanju vrste naravne nevarnosti in tipu gozdov (rastiščnih in sestojnih razmerah) ter na oceni dejanske ogroženosti objektov ali infrastrukture s strani naravnih nevarnosti. Vsi

ukrepi pa so usmerjeni v krepitev dolgoročne stabilnosti gozdov (njihove odpornosti proti različnim motnjam in njihove elastičnosti oziroma sposobnosti, da se po motnji vzpostavi prvotno stanje) in s tem v dolgoročno ohranjanje varovalnosti gozdov na zadovoljivi ravni, upoštevajoč naravne procese v teh ekosistemih. Pri gospodarjenju z varovalnimi gozdovi težimo k ohranjanju pestre drevesne sestave, zagotavljanju zadostnega pomladka in vzpostavitvi raznolike vodoravne in navpične zgradbe gozda (na primer raznomerni gozdovi) (slika 12).

Dejan Firm je zaposlen kot asistent na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Ukvarja se s preučevanjem razvojne dinamike gorskih gozdov.

Tihomir Rugani je zaposlen kot raziskovalec na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Ukvarja se s preučevanjem razvojne dinamike bukovih pragozdov.

Prispevek je nastal v okviru aplikativnega projekta (L4-2244) z naslovom »Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocena tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja«, ki ga financirajo ARRS, MKGP in Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov.

Literatura:

Brang, P., Schönenberger, W., Frehner, M., Schwitter, R., Thormann, J.-J., Wasser, B., 2006: *Management of protection forests in the European Alps: an overview. Forest Snow and Landscape Research*, 80: 23-44.
Dorren, L., Berger, F., Jonsson, M., Krautblatter, M., Mölk, M., Stoffel, M., Wehrli, A., 2007: *State of the art in rockfall -*

forest interactions. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 158: 128-141.

Frehner, M., Wasser, B., Schwitter, R., 2005: *Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).*

Horvat, A., 1995: Urejanje hudourniških in erozijskih območij. *Ujma*, 9: 243-248.

Horvat, A., 1997: Snežni plazovi v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 54: 45-70.

Horvat, A., Zemljič, M., 1998: Protierozijska vloga gorskega gozda. *Gorski gozd - XIX. gozdarski študijski dnevi*, 411-424. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Logarska dolina.

Komac, B., Zorn, M., 2007: Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije 15. Geografski inštitut Antona Melika, ZRC SAZU*.

Motta, R., Haudemand, J.-C., 2000: *Protective forests and silvicultural stability. An example of planning in the Aosta Valley. Mountain Research and Development*, 20: 74-81.

Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. *Ur.l. RS, št. 5/1998, Ur.l. RS, št. 70/2006, 12/2008*.

Zemljič, M., Horvat, A., 1999: Sodobni načini varstva pred porušitveno erozijo. *Gozdarski vestnik*, 57 (4): 207-213.

Študentska ekskurzija Kostarika 2012 • Nižinski tropski deževni gozd na območju Sladkega zaliva

Nižinski tropski deževni gozd na območju Sladkega zaliva

Primož Gams

Evolucija nam je pokazala, da nič ne ostane nespremenjeno: celine se pomikajo čez oceane, pragozdovi se spreminjajo v puščave in dinosavri se umikajo svilnatim mravljinčarjem. In če sta nekoč potek evolucije narekovala veter in sonce, je bližnja prihodnost tega planeta v mislih in dejanjih človeka. Uravnoveženost in boj med pohlepom, sočutjem, strahom in razumom bosta odslej odločala o usodi vsega živega na Zemlji.

Charles Lynn Bragg, ameriški umetnik

Tropski deževni gozdovi pomenijo enega izmed najbogatejših in najbolj raznolikih ekosistemov na Zemlji. Čeprav pokrivajo le 7 odstotkov Zemljine površine, se pod sencami visokih mogočnih dreves, preraščenih s prirastlikami in ovijalkami, po nekaterih predvidevanjih skriva več kot 50 odstotkov vseh danes živečih vrst organizmov. Ocenjujejo, da je med njimi kar 1,5 milijona rastlinskih in živalskih vrst, od katerih številnih sploh še nismo odkrili. Kje so potem še številne vrste protistov, alg in gliv? Kaj je v teh visoko produktivnih gozdnih tako posebnega, da omogočajo takšno biološko raznovrstnost?

Kostarika zavzema 0,03 odstotka celotnega površja Zemlje, delež vrst organizmov na njem pa je ocenjen kar na 3,9 odstotka vseh

vrst na planetu. Nižinski tropski deževni gozd, ki se razprostira na jugovzhodu države na meji s Panamo na območju Sladkega zaliva (Golfo Dulce), je vrstno najbogatejše območje Kostarike in hkrati eno izmed vrstno najbogatejših območij sveta. Na tako majhnem zemljepisnem območju so raziskovalci popisali več kot 2.396 vrst višjih rastlin, 8.000 vrst žuželk, 117 vrst dvoživk in plazilcev, 124 vrst sesalcev in 362 različnih vrst ptic. Za ta ekosistem je značilno, da so vse te najrazličnejše vrste med seboj odvisne, saj so se evlucijsko prilagajale druga drugi. Sladki zaliv je tudi edino območje vzdolž celotne tihomorske obale Srednje Amerike, kjer je še ohranjen tip primarnega deževnega gozda, ki raste čisto ob morju. Zaradi svoje pomembnosti sta bila v njem ustanovljena dva narodna parka: Piedros