

UTJECAJ POŠUMLJAVANJA KRŠA NA HIDROLOŠKU FUNKCIJU ŠUMA

THE EFFECTS OF KARST AFFORESTATION ON THE HYDROLOGICAL FUNCTION OF FORESTS

Ivica TIKVIĆ, Zvonko SELETKOVIĆ*

SAŽETAK: Šumski ekosustavi na krškom području Hrvatske odlikuju se raznolikim i specifičnim obilježjima reljefa, matične podloge, tla i klime, što je rezultiralo raznolikim šumskim ekosustavima. Oni imaju naglašene općekorisne funkcije od kojih su hidrološka i protuerozijska funkcija najznačajnije. Stanje tih ekosustava posljedica je različitih povijesnih utjecaja, posebno nepovoljnih utjecaja čovjeka, domaćih životinja, prirodnih ekscesa i požara. Hidrološki procesi kao što su intercepcija, infiltracija, evaporacija i transpiracija značajno ovise o stanju vegetacije. Degradacija vegetacijskog pokrova rezultira erozijom tla, što je posljedice poremećenih hidroloških prilika šumskih ekosustava. Pošumljavanjem krša primarno se utječe na hidrološke prilike i povratak prirodne šumske vegetacije koja je ili degradirana, ili je nestala u prošlosti.

Ključne riječi: hidrološka funkcija šuma, ekološki zahtjevi, stanišne prilike, pošumljavanje krša.

1. UVOD – Introduction

Hrvatski pojam krš odnosno engl. *karst* i njem. *Karst*, potječu iz indoeuropskog jezika od riječi *kar*, što znači kamen odnosno kameni kraj. To je jedno od osnovnih vizualnih obilježja krša. Međutim, s ekološkog gledišta značajno obilježje kršu daju hidrološki odnosi koji utječu na razvoj oblika i procesa na kršu. Šumska vegetacija ima posebno značenje za te hidrološke procese. Ona utječe na zadržavanje oborina, postupno procjeđivanje, otjecanje i poniranje vode, sprječavanje erozije tla, filtriranje i pročišćavanje vode. Stanje šumskih ekosustava na kršu ovisno je o brojnim

čimbenicima, a može se pratiti kroz regresijske i progresijske procese koji se odnose na biocenu i biotop (Vukelić J. i Đ. Rauš, 1998). Ti su procesi uzrokovani prirodnim i umjetnim čimbenicima, različitog su inteziteta što rezultira i različitim pojavama u kršu. U novije su vrijeme regresijski procesi sve više naglašeni zbog velikog broja i velike površine šumskih požara. Nasuprot tomu progresijski procesi koji se odvijaju prirodnim putem (sukcesija) ili umjetnim putem (pošumljavanje neobraslih šumskih površina) puno su manjeg opsega u odnosu na regresiju.

2. KRŠ HRVATSKE – Karst in Croatia

Krš se odlikuje specifičnošću reljefa, geološke građe i hidroloških prilika i svojstven je planinskom i obalnom dijelu Hrvatske, što sve zajedno uvjetuje raznolike florističke, faunističke i druge posebnosti. Karbonatne stijene na kojima se razvija krš zauzimaju oko

2,9 mil. ha, odnosno 52 % teritorija Hrvatske (Izvešće o stanju okoliša u RH, 1998). Krški se reljef razvija na vapnenačkim, sadrenim i dolomitnim stijenama, u kojima voda oblikuje specifične geomorfološke pojave u obliku pukotina, spilja, jama i kanjona. Na površini takvih stijena voda stvara različite krške fenomene poput vrtača, ponikava, škrapa, uvala, udolina, jezera i krških polja (Đikić, D. et al., 2001).

* Doc. dr. sc. Ivica Tikvić, prof. dr. sc. Zvonko Seletković,
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zagreb, Svetošimunska 25

Osnovno obilježje reljefa krškog područja je izvrsna izlomljenost, odnosno mozaik padina različitih nagiba i izloženosti. Između tih padina smještene su manje ili veće uvale ili drage (npr. Senjska draga). Nadmorska visina kreće se od razine mora do preko 1000 m na vrhovima Velebita, što značajno utječe na klimatske prilike toga područja. Matičnu podlogu čine različite eruptivne naslage amfibolskog porfirita, zatim vapnenci, pješčenjaci i pješćani škriljavci te gornjo-tri-

jaski dolomiti. Tla su uglavnom plitka i to posmeđena skeletoidna crvenica, rendzina, posmeđena planinska crnica i smeđe tlo.

To se područje odlikuje umjereno toplom klimom, toplim ljetima s vrlo malo oborina, dok su zime blage na manjim nadmorskim visinama, a hladne na većim nadmorskim visinama i sjevernim stranama. Većina količine oborina padne u jesen i u proljeće.

	<i>Srednja god. temperatura zraka</i>	<i>Srednja god. količina oborina</i>
Mali Lošinj	15,3	932
Rab	15,3	1100
Senj	14,7	1231

Pod utjecajem razvedenog reljefa, zatim jakog i naizmjeničnog zagrijavanja (danju i ljeti) i hlađenja (noću i zimi), zatim bure i raznolikih oborina, dolazi do pojave vodotoka velike energije pronosa i brzine. Ta je pojava ovisna o jakim pljuskovima i naglom topljenju

snijega. Međutim šumska vegetacija značajno utječe na oborine, time što dio oborina zadrži na lišću ili iglicama (intercepcija), dio se postupno slijeva niz deblo, dok se dio zadržava na listincu. Preostala količina oborina koja dolazi u tlo infiltrira se i ponire u matičnu podlogu.

3. UTJECAJ NA RAZVOJ ŠUMSKIH EKOSUSTAVA NA KRŠU

An influence on the development of karst forest ecosystems

Čovjek je glavni uzrok uništenja šuma, posebice tamo gdje se one više ne mogu ili se teško sponatano obnavljaju kao što je naše krško područje. Od prvih početaka razvoja poljoprivrede utjecaj čovjeka na šume bio je sve značajniji. Krčenje šuma za dobivanje plodnoga tla, sve brža eksploatacija izvora hrane, gradnja kuća, alata, spomenika ili brodova – gdje su se zahtijevala najljepša stabla, uspravna, čvrsta, visoka i teška – priprema hrane, ogrjev, obrada kovina, sve je to mijenjalo šume tijekom povijesti (R. Delort i F. Walter, 2002). Područja starih civilizacija i kultura poklapaju se približno s područjem najjačeg nestanka šuma, degradacije tla i vegetacije.

Problem nastanka krša i degradacije šumskih ekosustava u priobalnom području Hrvatske razmatra se već više od jednog stoljeća. Glavni uzroci degradacije i nestanka šuma na kršu su slični kao i u drugim dijelovima svijeta. Oni se dijele u dvije skupine, iako je mo-

guća i kombinacija ta dva uzroka (Brooks, K. N. et al. 1992):

A Prirodni uzroci

- geološka nestabilnost,
- klimatski ekstremi i ekscesi (obilne i jake kiše, vjetar, snijeg),
- strme padine vodotoka,
- plitka tla na strmim nagibima,
- požari.

B Antropogeni uzroci

- nekontrolirani utjecaj čovjeka putem sječe stabala i krčenja šumskih površina za poljoprivredu,
- nepovoljni utjecaj intezivne poljoprivrede odnosno ispaše i brštenje, neprimjerenih uzgojnih mjera,
- nepovoljni utjecaj požara.

4. OPĆEKORISNE FUNKCIJE – Non-market functions

Šumski ekosustavi krškog područja Hrvatske imaju naglašene općekorisne funkcije. Od brojnih općekorisnih funkcija ekološke funkcije imaju primarno značenje (hidrološka i protuerozijska funkcija), dok su u pojedinim područjima socijalne i ekološke funkcije također značajne (turistička, rekreativna i estetska, zaštita bioraznolikosti, zaštita staništa, klimatska funkcija i dr). Ekološke vrijednosti šuma na kršu najviše se očituje u reguliranju slijevanja i otjecanja vode, gdje šume

zaštićuju tla od erozije i nastanka bujica. Iako se u novije vrijeme daje naglasak bioraznolikosti i socijalnim funkcijama šuma, treba naglasiti kako su prirodni šumski ekosustavi hidrogeološki najstabilniji sustavi na Zemlji. To potvrđuju očuvana tla brdskih i planinskih područja, gdje su se održale prirodne šume te zatim bistre i čiste vode vodotoka, unatoč značajnom zračnom onečišćenju.

4.1 HIDROLOŠKA I PROTUEROZIJSKA FUNKCIJA – Hydrological and anti-erosion function

Erozijski i bujični procesi vezani su uz određena slivna područja, gdje se sve vode i vodotoci slijevaju do glavnog vodotoka ili vodene površine (jezera ili mora). Posljedica nepovoljnih utjecaja na vegetaciju i specifičnih stanišnih obilježja krša utječe na degradaciju i eroziju tla, proizvodnost tla, kao i na kvalitetu i kvantitetu vode, pojavu bujica i poplava te taloženje nanosa u nizinskim područjima i akumulacijama.

Erozija tla vidljivi je oblik degradacije tla, gdje se čestice tla prenose djelovanjem sile gravitacije, vodom ili djelovanjem vjetera. Erozijska tla, bilo prirodna i ubrzana, rezultat je kompleksnog djelovanja oborina, vjetera i temperature koji utječu na tlo i matičnu podlogu, koja se nalazi na izrazito razvijenom reljefu bez šumskog pokrova ili koji je degradiran. Glavno obilježje erozije je odnošenje i odlaganje tla na staništima poremećene prirodne biološke ravnoteže. Erozijska tla odražava se na smanjivanje potencijalne plodnosti i proizvodnosti staništa, te degradaciju staništa. Procjenjuje se kako je preko 90 % teritorija RH izloženo eroziji različitog inteziteta, od čega je 1,3 mil. ha golog krša

već potpuno erodirano. Prema istim procjenama 1,6 % ostalih površina izloženo je pretjeranoj i jakoj eroziji, 5,5 % površina srednjoj eroziji, a 93 % površina slaboj ili vrlo slaboj eroziji (Izvešće o stanju okoliša u RH, 1998). Podaci ukazuju na slabo izraženu eroziju tla u Hrvatskoj u novije vrijeme i značajnu eroziju tla u prošlosti. O kakvom se problemu radi, govori činjenica kako 1 mm šumskog tla nastaje nakon 40 godina razvoja šume. Za procjenu erozije tla koriste se parametri klime, erodibilnosti tla, nagiba, dužine padine, vegetacijskog pokrova i gospodarskih mjera.

U šumskim se ekosustavima hidrološki odnosi procjenjuju protokom u vodotocima prema sljedećoj jednadžbi:

$$Q = P - ET + \Delta S$$

$$Q = P - (L_I + L_{SW} + L_T) + \Delta S$$

Q – protok

P – ukupne oborine

ET – evapotranspiracija

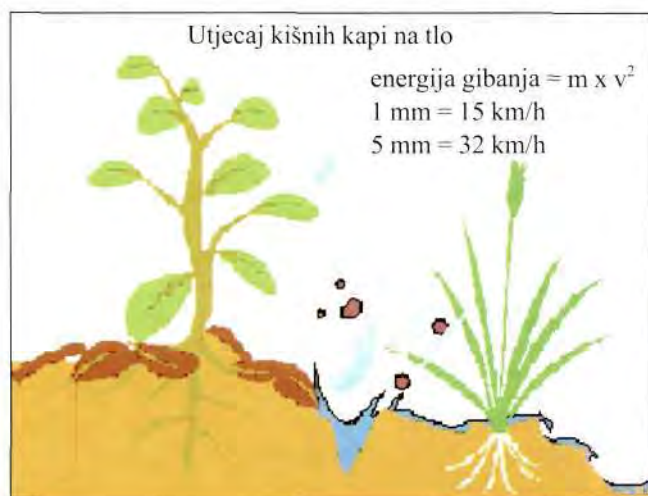
L_I – evaporacija intercepcijske oborine

L_{SW} – evaporacija iz tla i vodenih površina

L_T – transpiracija

ΔS – izmjena sadržaja vode u tlu i podzemne vode

Prema tomu, na ukupni protok odnosno nastanak erozije tla ili bujica značajan utjecaj ima površina sliva, vrsta vegetacije i stanišne prilike. Međutim za nastanak erozije značajna su i obilježja oborina. Kapi kiše imaju svoju energiju gibanja, koja je jednaka umnošku mase kapi i njezine brzine na kvadrat. Što su kapi kiše veće to će imati veću brzinu a time i veću energiju gibanja. Ta energija gibanja kod krupnih kapi kiše (5 mm) bude i do 800 puta veća u odnosu na sitne kapi, što ima za posljedicu veći nepovoljni utjecaj na tlo, posebice ako je ono bez vegetacijskog život ili mrtvog pokrova (slika 1).



5. POŠUMLJAVANJE KRŠA – Karst afforestation

Pošumljavanje krša u Hrvatskoj ima dugu tradiciju, pa je tako Zakonom o šumama iz 1852. godine u Vojnoj krajini bilo propisano pošumljavanje krša. Prvi organizirani radovi na pošumljavanju krša započinju 1860. godine na području Senjske drage, pa je u blizini Krmpota i Ledenica pošumljeno oko 1317 ha. U isto vrijeme J. R. Lorenz publicirao je prvi rad o opisu staništa i vegetaciji s geografsko-geološkom kartom za područje od Rijeke do Povila kod Novoga Vinodolskog. Od tada do danas stalno su se poduzimale šumsko-uzgojne i tehničke mjere kojima je osnovni cilj bio podizanje šumske vegetacije kao regulatora hidroloških prilika krških područja. Kao posljedica brojnih nastojanja ustanovljeno je i Nadzorništvo za pošumljavanje krša u Senju 1878. godine (Kovačević I. 1981).

Za pošumljavanje krša važan je izbor vrsta drveća i tehnika pošumljavanja (Tomašević, A., 1986; Topić, V., 1990; Tomašević, A., 1993; Tomašević, A., 1995). Crni bor (*Pinus nigra* Arn.) odlikuje se velikom razgranatošću korjenovog sustava i velikom površinom apsorpcije, što mu osigurava pionirska obilježja te se koristi kao glavna vrsta za pošumljavanje submediteranskog područja krša Hrvatske (24 puta veća razgranatost i 8 puta veća površina apsorpcije od obične jele). To je vrsta koja podnosi sušu i niske temperature, dok je umjereno osjetljiva na zimske studeni. U eumediteranskom području Hrvatske pri pošumljavanju krša najviše se koristi alepski bor (*Pinus halepensis* Mill.). To je vrsta koja dobro podnosi sušu i visoke ljetne temperature, dok niske temperature ne podnosi (Matić,

S., i B. Prpić, 1983; Prpić, 1986). Zahvaljujući specifičnoj morfologiji krša u pukotinama stijena zadržalo se tlo koje je osnovni preduvjet za pošumljavanje. Različitim tehnikama podrivanja omogućava se sadnja bi-

ljaka i s obzirom na niske ekološke zahtjeve vrsta drveća njihovo održanje u izrazito nepovoljnim ekološkim uvjetima kakvi su na kamenjarama krša.

6. ZAKLJUČAK – Conclusion

Svaka mjera kojom se nastoji obnoviti šumske ekosustave na kršu mora isključiti ili barem smanjiti nepovoljne utjecaje koji su doveli do degradacije i nestanka šuma, ukoliko se želi osigurati njihova drugoročna stabilnost. Danas su utjecaji čovjeka i domaćih životinja na šume uglavnom isključeni, dok klima i šumski po-

žari još uvijek predstavljaju opasnost za stabilnost šuma na kršu. Pošumljavanjem krša unaprjeđuje se hidrologija čitavoga krškog područja, a posebno kvaliteta površinskih i podzemnih voda, kao i druge općekorisne funkcije šuma.

7. LITERATURA – References

- Brooks, K. N., H. M. Gregersen, P. F. Ffolliott, K. G. Tejwani, 1992: Watershed Management: A Key to Sustainability, In: Managing the World's Forests, Looking for Balance Between Conservation and Development, Ed. Sharma N.P., Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA, pp. 455–487.
- Delort, R. i F. Walter, 2002: Povijest europskog okoliša, Barbat: Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja RH, str. 1–300, Zagreb.
- Đikić, D., H. Glavač, V. Glavač, V. Hršak, V. Jelavić, D. Njegač, V. Simončić, O. P. Springer, I. Tomašković, V. Vojvodić, 2001: Ekološki leksikon, gl. ur. Springer, O. P., Barbat: Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja RH, str. 1–361, Zagreb.
- Izvjješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj, gl. ur. Kutle, A., Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, str. 1–408, Zagreb.
- Kovačević, I., 1981: Stoljetni izazov Senja, slobodno more – plodno i šumovito kopno, Zavod za poljoprivredna ispitivanja, str. 1–345, Zagreb.
- Matić, S., i B. Prpić, 1983: Pošumljavanje. Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske, str. 1–79, Zagreb.
- Prpić, B., 1986: Odnos hrasta crnike i nekih njegovih pratilaca prema vodi i svjetlu. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje br. 2, str. 69–77, Zagreb.
- Tomašević, A., 1986: Rekultivacija kraških goleti pošumljavanjem u SR Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje br. 2, str. 147–160, Zagreb.
- Tomašević, A., 1993: Uspjevanje kultura austrijskog crnog bora (*Pinus nigra* Arn. ssp. *austriaca*) i zelene američke duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) na području šumarije Poreč. Šumarski list br. 3–5, str. 93–107, Zagreb.
- Tomašević, A., 1995: Višegodišnji rezultati istraživanja uspjeha pošumljavanja na kršu alepskim borom (*Pinus halepensis* Mill.), crnim borom (*Pinus nigra* Arn.) i primorskim borom (*Pinus pinaster* Ait.) kod tri različite metode pripreme tla za pošumljavanje. Šumarski list br. 7–8, str. 227–236, Zagreb.
- Topić, V., 1990: Prirast nekih vrsta četinjača na submediteranskom krškom području Dalmacije. Šumarski list CXIV, str. 441–450, Zagreb.
- Vukelić, J., i Đ., Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 1–310, Zagreb.

SUMMARY: Forest ecosystems in the Croatian karst area are characterised by a combination of diverse and specific features of the relief, substrate, soil and climate, which has given rise to a variety of such ecosystems. They abound in non-market functions, of which hydrological and anti-erosion ones are the most important. The condition of these ecosystems is determined by different historical impacts, especially those of adverse nature brought about by man, domestic animals, natural excesses and fires. Hydrological processes such as interception, infiltration, evaporation and transpiration depend largely on the condition of vegetation. A degradation of the vegetation cover leads to soil erosion, which is the consequence of disturbed hydrological conditions in forest ecosystems. Karst afforestation primarily affects hydrological conditions and allows the return of natural forest vegetation, which is either degraded or has long disappeared.

Key words: hydrological forest function, ecological requirements, site conditions, karst afforestation