

Gozd in voda

Rezultati projekta

GOZD IN VODA –

rezultati projekta Interreg III A

Sodelavci projekta na Gozdarskem inštitutu:

Marko Kovač, Špela Fajon, Urša Vilhar,
Andreja Ferreira, Gal Kušar, Anže Japelj, Peter Krma,
Barbara Polanšek, Maša Tenčič, Mihej Urbančič, Lado
Kutnar

Sodelavci projekta na Zavodu za gozdove Slovenije:

Andrej Gartner, Simon Resman in zaposleni na
Območni enoti Bled, Zavod za gozdove Slovenije

Izdala:

Gozdarski inštitut Slovenije in
Zavod za gozdove Slovenije

Odgovorna urednica: Špela Fajon

Recenzija: mag. Pavle Košir

Publikacija je bila sofinancirana v okviru projekta
»Gozd in voda« iz Programa pobude Skupnosti
INTERREG IIIA Slovenija – Avstrija 2000–2006.

Programska skupina za gozdno biologijo, ekologijo in
tehnologijo (P4-0107)

Raziskovalni projekt v okviru Ciljnega raziskovalnega
programa Konkurenčnost Slovenije 2006-2013 "Ohran-
janje kakovosti vodnih virov v gozdnem prostoru"
(V4-0350-06), ARRS, MKGP

Podoktorski temeljni raziskovalni projekt "Ohranjanje
kakovosti in količine vodnih virov v gozdnem pros-
toru" (Z4-9641-0404-06), ARRS, MKGP

Prvi natis

Prevod v nemščino: Katja Berden

Fotografije: Špela Fajon

Tisk: Tiskarna knjigoveznica Radovljica d.o.o.

Leto izida: dec. 2007

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630*116(082)

GOZD in voda : rezultati projekta Interreg IIIA / [sodelavci
Špela Fajon ... et al.]. - Ljubljana : Gozdarski inštitut
Slovenije: Zavod za gozdove Slovenije, 2007

ISBN 978-961-6425-35-3 (Gozdarski inštitut Slovenije)

1. Fajon, Špela

236800000

Vsebina

Predgovor	4
Gozdarska politika in gojenje	8
Zgodovina gospodarjenja z gozdom na območju Karavank (<i>S. Resman</i>)	8
Primerjalna analiza zakonodaje, ki ureja gospodarjenje z vodami in gozdovi (<i>M. Kovač</i>)	9
Obravnavna hidrološke funkcije gozdov v gozdarstvu (<i>Š. Fajon, M. Tenčič</i>)	11
Gozd in voda – gozdna hidrologija	14
Uvod v gozdno hidrologijo (<i>U. Vilhar, Š. Fajon</i>)	14
Vpliv gozda in gozdnogojitvenih ukrepov na hidrološki režim vodozbirnega območja (<i>U. Vilhar, Š. Fajon</i>)	16
Metode dela in rezultati	22
Daljinsko zaznavanje in analiza kakovosti satelitske klasifikacije (<i>G. Kušar, B. Polanšek</i>)	22
Oblikovanje modela za vrednotenje hidrološke vloge gozda (<i>A. Ferreira, A. Japelj, Š. Fajon, M. Urbančič</i>)	24
Oblikovanje idealnih struktur gozda v Dragi (<i>Š. Fajon</i>)	27
Priporočila za gozdarsko prakso (<i>Zavod za gozdove Slovenije in Gozdarski inštitut Slovenije</i>)	32
Usmeritve za krepitev hidrološke funkcije	33
Nabor ukrepov za krepitev hidrološke vloge obrežnih pasov gozda	36
Gozdnogojitveni ukrepi za krepitev hidrološke vloge	36
Priloge	38

Predgovor

Čeprav iz izjave »voda je vir življenja in kot taka omogoča vznik, obstoj in preživetje gozda« ni mogoče neposredno sklepati, da med vodo in gozdom obstajajo tudi nasprotni relacijske povezave, pa opazovanje vsakodnevnih naravnih procesov, povezanih z vodo, njihovo preučevanje in razvijanje modrosti za njihovo usmerjanje vendarle govori v prid dejstvu, da je dvosmernih povezav med gozdom in vodo veliko več, kot se zdi. Iz ekosistemske teorije je npr. znano, da gozd niso samo drevesa, grmi in zeli, pač pa je gozd zapleteno stvarstvo, ki obsega nadzemni, pritalni in talni sloj skupaj z vsemi živimi bitji, ki omenjene sloje naseljujejo. Prav zaradi tega gozd ne sme biti razumljen in obravnavan samo kot porabnik vode, ampak

tudi kot njen naravni filter, rezervoar in nena-zadnje kot dejavnik, ki v veliki meri vpliva na gibanje vodnega odtoka. Naj ponazorimo: pri kroženju vode v naravi (glej Poglavje Gozdna hidrologija) ta prehaja skozi različne vegetacijske in zemeljske plasti in se pri tem čisti, rastline in gozdna tla pa obenem akumulirajo ogromne količine vode, ki bi sicer prosto odtekala po površju in imela še bolj razdiralne učinke, kot jih ima sedaj. Povedano drugače, če gozda ne bi bilo, bi bilo poplav, plazov, zemeljskih usadov in hudourniških pojavov še veliko več, kot jih je sedaj, zelo verjetno pa bi bila precej drugačna tudi lokalna klima.

Gozdarstvo, ki mu je ta knjižica prvenstveno namenjena, ima torej izjemno pomembno in



Slika 1: Voda je vir življenja

odgovorno poslanstvo, ki ga je treba razumeti in dejavno izvajati na dva vsebinsko različna načina. Prvi obsega varovanje obstoječih podtalnih in površinskih voda in strug ter preprečevanje erozijskih procesov, ki lahko skupaj z visokimi vodami predstavljajo neposredno grožnjo vsemu, kar jim je v napoto. Drugi, doslej premalo poudarjen in tako v znanosti kot v praksi premalo poznan način pa je vzdrževanje in izboljševanje gozdnih struktur in zgradb, ki posredno dvigujejo kapaciteto tal za skladiščenje vode. Preprosto povedano to pomeni, da je treba z gozdnim ekosistemom gospodariti tako, da bo ta kar najbolje deloval kot goba. In ker je gozdarjevo edino orodje »sekira«, mora ta s preverjenimi in učinkovitimi ukrepi skrbeti, da bo sedanji gozd pripeljal v zaželeno stanje, tj. da bo poleg vseh ostalih optimalno izpolnjeval tudi hidrološko vlogo.

Čeprav je v zasnovi te knjižice vloženega precej znanstvenega dela in izkušenj, pridobljenih z eksperimentalnim delom doma in v tujini, knjižica ne želi biti preveč znanstvena. Nastala je kot rezultat dvoletnega sodelovanja v okviru bilateralnega zrcalnega Interreg III A projekta »Gozd in voda«, ki so ga operativno izvedli številni slovenski in avstrijski sodelavci.

V prvem poglavju je orisana zgodovina gojenja gozdov v obmejnem področju in sedanje gojenje gozdov ter predstavljena analiza zakonodaje, ki ureja gospodarjenje z vodami in gozdovi na obeh straneh meje.

V drugem poglavju so pojasnjene osnove gozdne hidrologije, gozd je predstavljen kot filter in goba hkrati, preko številnih navedb v domači in tuji literaturi pa so ponazorjeni znani in neznani odnosi med gozdom in vodo.

Sledi predstavitev izvedenih raziskav in metod dela v okviru projekta. S sodelovanjem strokovnjakov Gozdarskega inštituta Slovenije in Zavoda za gozdove Slovenije je nastal model za

vrednotenje hidrološke vloge gozda. V sodelovanju z avstrijskimi partnerji je nastala satelitska tematska karta in prostorski informacijski sistem za območje na obeh straneh avstrijsko-slovenske meje. Pri predstavitvi rezultatov je največ pozornosti namenjene idealnim strukturam gozda za območje doline Drage, našega študijskega objekta, in inventuri sedanjega stanja gozda z vidika zadovoljevanja hidrološke vloge. Rezultati terenske preverbe zanesljivosti satelitske klasifikacije osvetlijo pomen GIS sistemov v gozdarstvu.

Najpomembnejši del knjižice pa je gotovo nabor ukrepov za gozdarsko prakso – predvsem za krepitev gospodarjenja za hidrološko vlogo, delno pa se ukrepi nanašajo tudi na sorodno varovalno vlogo. Med njimi lahko gozdar praktik v vsaki situaciji izbere ukrepe, ki jih je priporočljivo izvesti na izbranem območju, da se z gozdnogojitvenim ukrepanjem ohranja in krepi hidrološka vloga gozda.

*Koordinatorja projekta
na Zavodu za gozdove Slovenije
in na Gozdarskem inštitutu Slovenije:*

Andrej GARTNER in Marko KOVAČ

V Ljubljani, decembra 2007

Vorwort

Obwohl man von der Aussage »Wasser ist die Quelle des Lebens und als solche ermöglicht sie das Entstehen, Bestehen und Überleben des Waldes« nicht direkt ableiten kann, dass zwischen Wasser und Wald auch in der Gegenrichtung Relationsverbindungen bestehen, spricht die Beobachtung der täglichen natürlichen mit Wasser verbundenen Prozesse, deren Untersuchung und Entwicklung der Weisheit um sie zu steuern dennoch der Tatsache zugute, dass es viel mehr zweiseitige Verbindungen zwischen Wald und Wasser gibt als es auf ersten Blick zu vermuten wäre. Aus der Theorie über Ökosysteme ist z.B. bekannt, dass ein Wald nicht nur die Summe der Bäume, Sträucher und Kräuter ist, viel mehr ist der Wald eine komplizierte Schöpfung, die die überirdische Schicht, die Bodenschicht und die Erdschicht zusammen mit allen Bewohnern umfasst. Eben deswegen darf man den Wald nicht nur als einen Wasserverbraucher verstehen und behandeln sondern auch als einen natürlichen Wasserfilter und Wasserbehälter und nicht zu letzt als einen Bewegungsfaktor des Wasserabflusses. Um es zu veranschaulichen: bei der Wasserzirkulation in der Natur (Siehe Kapitel Waldhydrologie) durchläuft Wasser verschiedene Vegetations- und Erdschichten und wird dabei gesäubert, die Pflanzen und der Waldboden akkumulieren dabei enorme Wassermengen, die sonst frei an der Oberfläche abfließen würden und somit noch stärkere vernichtende Einflüsse hätten als es jetzt der Fall ist. Anders gesagt: wenn es den Wald nicht gäbe, wären Überschwemmungen, Lawinen, Erdbeben und Wildwasser-Erscheinungen noch viel häufiger als sie es jetzt sind, sehr wahrscheinlich wäre auch das lokale Klima deutlich verändert.

Die Forstwirtschaft, der dieses Büchlein in erster Linie gewidmet ist, hat also eine außerordentlich bedeutende und verantwortliche Aufgabe, die in zwei inhaltlich unterschiedlichen Weisen zu verstehen und aktiv auszuführen ist. Die erste ist zweifellos der Schutz der bestehenden unterirdischen und Oberflächengewässer

und Wasserbetten sowie das Verhindern von Erosionsprozessen, die gemeinsam mit Hochwasser eine direkte Drohung allem, was im Wege steht, darstellt. Die zweite, bisher vernachlässigte und sowohl in der Wissenschaft als in der Praxis zu unbekanntem Weise ist die Erhaltung und Verbesserung von Waldstruktur und -zusammenstellung, was indirekt die Wasseraufnahmekapazität des Bodens steigert. Einfach gesagt bedeutet das, man muss mit dem Waldökosystem so wirtschaften, dass er so gut wie möglich als Schwamm funktioniert. Und weil die »Axt« des Försters einziges Werkzeug ist, muss er mit erprobten und effektiven Maßnahmen dafür sorgen, dass er den jetzigen Wald in den gewünschten Zustand bringt, der neben den anderen auch die hydrologische Rolle optimal erfüllt.

Obwohl viel wissenschaftliche Arbeit und durch experimentelle Arbeit im In- und Ausland angeeignete Erfahrungen in die Vorbereitung dieses Büchleins investiert wurden, will das Büchlein nicht zu wissenschaftlich sein. Es entstand als Ergebnis einer zweijährigen Zusammenarbeit im Rahmen des bilateralen Spiegelprojektes Interreg III A mit dem Titel »Wald und Wasser«, das operativ von zahlreichen slowenischen und österreichischen Wissenschaftlern und Forschern durchgeführt wurde.

So behandelt das Büchlein im ersten Teil die Waldbaugeschichte im Grenzgebiet und den jetzigen Stand im Waldbau um sich dann der Analyse der Gesetzgebung zu widmen, die die Bewirtschaftung von Gewässern und Wäldern auf beiden Seiten der Grenze regelt.

Im zweiten Kapitel werden die Grundlagen der Forsthydrologie erklärt, der Wald wird als Filter und Schwamm zugleich vorgestellt und aufgrund zahlreicher Zitate in heimischer und ausländischer Literatur wird der Leser durch bekannte und weniger bekannte Verhältnisse zwischen Wald und Wasser geführt.

Es folgt eine Vorstellung der im Laufe des Projekts durchgeführten Untersuchungen und



Slika 2: Bukovi gozdovi v dolini Drage

Bild 2: Buchenwald im Dragatal

der eingesetzten Arbeitsmethoden. In Zusammenarbeit mit Fachleuten des Instituts für Forstwissenschaft und des Slowenischen Forstservices entstand ein Waldmodell für die hydrologische. In Zusammenarbeit mit österreichischen Partnern entstand eine thematische Sattelenkarte und ein Raum-Informationssystem für das Gebiet beidseitig der österreichisch-slowenischen Grenze.

Bei der Vorstellung der Ergebnisse wird bei der ideellen Waldstruktur für das Gebiet des Draga-Tals, unseren Studienobjekts, verweilt des weiteren wird eine Inventur des Ist-Zustands des Waldes aus der Sicht der Erfüllung der hydrologischen Rolle dargestellt. Die Ergebnisse der Verlässlichkeitsprüfung der Sattelenklassifizierung vor Ort beleuchten die Bedeutung von GIS Systemen in der Forstwirtschaft.

Der bedeutendste Teil des Büchleins ist zweifellos die Maßnahmensammlung für die Forstwirtschaftspraxis – vor allem für einen stärkeren Einsatz der Bewirtschaftung zur Stärkung der hydrologischen Funktion, teilweise beziehen sich die Maßnahmen auch auf die verwandte Schutzfunktion. Unter den Maßnahmen kann ein praktizierender Förster in jeder Situation solche aussuchen, die auf einem bestimmten Gebiet zu empfehlen sind, um durch waldbauliche Maßnahmen die hydrologische Funktion des Waldes zu erhalten und zu stärken.

Die Projektkoordinatoren am Slowenischen Forstservice und am Institut für Forstwissenschaft:

Andrej GARTNER und Marko KOVAČ

Ljubljana, im Dezember 2007

Gozdarska politika in gojenje

Zgodovina gospodarjenja z gozdom na območju Karavank

Karavanke so neenakomerno in redko poseljene. Naselja so razpršena in se pojavljajo na ugodnejših legah ob vznožju Karavank. Skozi zgodovino je na poselitev območja močno vplivalo fužinarstvo. Predzgodovinsko gradišče pod Jamarskim vrhom nad Begunjami priča o naselbini ob železarski poti iz Drage preko Prevala na ljubeljsko pot in na Koroško (Poljanec 2006). Najdbe železove rude bobovca, ugodne vodne zaloge in les kot vir energije so spodbujali poseljevanje tega področja.

Železarstvo je v srednjem veku naglo pridobivalo na pomenu, železarski stan je bil samostojen,

svobodnejši od kmečkega. Imeli so dedne hube s pašniki, planinami in gozdovi za jamski les in kuhanje oglja. Rudo in oglje so v zimskem času spravljali v dolino s sanmi ali ju nosili sami oziroma s konji. Za pridobivanje oglja so uporabljali predvsem bukev, kar je negativno vplivalo na gozd. Za topljenje rude, kovanje železa, gradnjo naselbin, pripravo hrane in s požigalništvom so porabili velike količine lesa.

V 18. stoletju so se pojavile vse večje težave v preskrbi z ogljem. Kmečka naselja ob gozdovih so naraščala in pridobivanje rud je postajalo vedno zahtevnejše. Gozdovi so bili uničeni in požgani zaradi krčitev. Razmahnila se je tudi paša koz, ki je dodatno uničevala predvsem mlade gozdove. Načrtnega in rednega gospodarjenja z gozdovi



Slika 1: Varovalni gozdovi, v ozadju Begunjščica

ni bilo. Izkoriščanje je bilo predvsem odvisno od interesov in potreb lastnikov ter od gospodarskih priložnosti v okolju. Številni rudarski redi očitno niso veliko pripomogli k urejenemu gospodarjenju z gozdovi.

Klasična doba gorenjskega fužinarstva zajema tristoletno razdobje od 1580 do 1880, ko je splošna gospodarska kriza omrtvila rudnike, fužine in stare plavže na Gorenjskem, medtem ko so na Koroškem večino nekdanj močnih železarn preuredili v tovarne lepenke, celuloze in papirja (Mohorič 1969). Tako je v osemdesetih letih 19. stoletja zamrlo oglarjenje kot glavni način izkoriščanja gozdov. Tehnična revolucija v železarstvu se je opirala na kurjavo s premogom in koksom, zaradi česar se je ustavil interes za kuhanje oglja. Tako je v gospodarjenju z gozdovi nastal popoln preobrat v smislu preusmeritve na pridobivanje tehničnega in industrijskega lesa, postavljanje industrijskih žag, gradnjo žičnic za spravilo in izvoz rezanega lesa.

Obdobje po 2. svetovni vojni je pomembno zaradi uvajanja načrtovanja in rednega gospodarjenja z gozdovi. Zgrajene so bile številne gozdne prometnice, les je obvezno odkupovala država. Razmerje drevesnih vrst in razvojnih stopenj je bilo zelo spremenjeno zaradi pretiranega izkoriščanja v predvojnem času ter predvsem v prvih letih po koncu vojne. S smreko precej spremenjeni sestoji so slabo odporni na škodljivce in naravne ujme, kar se je drastično pokazalo leta 1984, ko je območje prizadel Karavanški fen, značilen po velikih hitrostih vetra v višinah, tudi do 145 m/s (Gozdnogospodarski ...1999).

Zadnjih 50 let se je zelo povečala površina gozda kot tudi lesna zaloga. Spremenila se je tudi drevesna sestava, kar je predvsem posledica načrtnega, trajnega in sonaravnega gospodarjenja z gozdom. Cilj gospodarjenja z gozdom ostaja trajna ohranitev gozda in njegovega pozitivnega vpliva na okolje in prebivalce.

Primerjalna analiza zakonodaje, ki ureja gospodarjenje z vodami in gozdovi

Uvodoma naj poudarimo, da vsebina tega poglavja ni namenjena predstavitvi in razlagi vseh vsebin, obravnavanih v področnih zakonodajah Slovenije in Avstrije. Posebej zakonodaja o vodah je obsežna in za nepoznavalca dokaj nepregledna. S ciljem, da se gospodarjenje z gozdom za vodo še izboljša, tj. da se konkretizira z ukrepi, se poglavje omejuje samo na predstavitve tistih dokumentov in vsebin, ki zadevajo gospodarjenje z gozdom za krepitev njegove hidrološke vloge, kamor sodijo:

- ohranjanje in izboljševanje vodne politike s ciljem celostnega upravljanja vodozbirnih območij,
- ohranjanje in krepitev gozdnih ekosistemov v prid boljšemu reguliranju vodnega režima,
- dejavno preprečevanje procesov, ki bi lahko kakorkoli poslabšali stanje voda oz. povečali verjetnost razdiralnih učinkov voda in spremljevalnih pojavov,
- ohranjanje in izboljševanje kakovosti talnih in površinskih voda in njihovih virov.

Ob upoštevanju bilateralnosti projekta je ožji del vsebine namenjen tudi pojasnitvi razlik med slovensko in avstrijsko zakonodajo.

Domači dokumenti

Med najpomembnejše dokumente, ki se nanašajo na gozd in vodo in gozdarski stroki narekujejo smotrno ravnanje z gozdom v prid izboljšanju hidroloških lastnosti gozda, sodijo Zakon o gozdovih (Zakon ... 2007), Zakon o varstvu okolja (Zakon ... 2006), Zakon o vodah (Zakon ... 2004) in tem zakonom podrejeni pravilniki. Poleg splošnega okoljevarstvenega ravnanja, ki ga narekujejo vsi omenjeni dokumenti (preprečevanje izlivov onesnažil, ki bi lahko ogrozili kakovost voda, prepoved golosekov, prepoved oz. izogibanje posegom, ki bi lahko povzročili erozijo), gre pri vzpostavljanju vezi med gozdom in vodo še najdlje Zakon o gozdovih. Ta v uvodnih členih uvaja in definira funkcije gozda, v kasnejših pa narekuje,



Slika 2: Zbiralniki vode v dolini Drage

naj se te funkcije v gozdnogospodarskem načrtu določijo, ovrednotijo in prostorsko omejijo.

Od skupaj sedemnajstih navedenih funkcij so za gospodarjenje z gozdom za vodo pomembne predvsem tri. To so funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev (varovalna funkcija), hidrološka in zaščitna funkcija. Od teh je prva vezana predvsem na varstvo tal, rastja in na preprečevanje erozije gozdnih tal ne glede na lego, torej tudi ob vodotokih, hudourniških strugah, plazovitih območjih ipd. Namen druge, hidrološke funkcije gozda je neposredna zaščita vseh vrst vodnih virov (izvir, površinska voda, vodotok) v gozdu s ciljem ohranjanja in izboljšanja kakovosti vode. V tem smislu se v gozdnogospodarskih načrtih hidrološka funkcija določa s tremi stopnjami (Pravilnik 1998), ki praktično predstavljajo kar same režime gospodarjenja (glej poglavje Obravnava hidrološke funkcije gozdov v gozdarstvu). V okviru te funkcije so zajete – čeprav niso posebej navedene – in priporočene tudi dobre prakse gospodarjenja z gozdovi, s katerimi naj bi se ohranjalo in izboljševalo vodne režime gozdnih ekosistemov. V primerjavi z navedenima funkcijama je nekoliko bolj svojstvena zaščitna

funkcija gozda. Omejena je na varstvo zemljišč in objektov pred erozijo, vetrom ter tudi snežnimi plazovi, ki so predmet Zakona o vodah.

Mednarodni dokumenti

Med mednarodnimi dokumenti, ki neposredno zadevajo gospodarjenje z gozdom za vodo oz. hidrološko funkcijo, je najpomembnejša t. i. Vodna direktiva, ki je pravno zavezujoča in je v novelo Zakona o vodah (Zakon ... 2004) že implementirana. Njeno bistvo je, da so se članice Evropske skupnosti (ES) z njo zavezale, da ne bodo poslabševale stanja površinskih in podtalnih voda in da bodo za vsakega od vodnih območij, ki v celoti leži na njenem ozemlju, zagotovile izdelavo načrtov povodij. Za območja, ki segajo preko meja, pa bodo izdelale skupen načrt upravljanja z usklajevanji.

Poleg zavezujočega ohranjanja kakovosti voda je največji uspeh te direktive v tem, da naj bi se v prihodnje z vodami upravljalo celostno, tj. ne glede na državne meje. V poplavi sektorskih načrtov, ki se danes izdelujejo v vseh državah ES, je tak pristop prej izjema kot pravilo.

V nasprotju z Vodno direktivo so drugi mednarodni dokumenti z vidika določb zelo ohlapni in za države nepodpisnice pravno nezavezujoči. Kljub temu njihovega pomena ne gre podcenjevati, saj so vsaj nekateri med njimi odločilno vplivali na izboljšanje nacionalnih zakonodaj (npr. deklaracija iz Ria z vsemi spremljajočimi dokumenti, ki govorijo o trajnostnem razvoju, klimatskih spremembah in ohranjanju biotske pestrosti).

Primerjava gospodarjenja z gozdom za vodo med Republiko Avstrijo in Republiko Slovenijo v luči obeh zakonodaj

Čprav sta zakonodaji, ki urejata gospodarjenje z vodami in gozdom, v obeh državah sistemsko povsem drugače organizirani, je treba poudariti, da je ureditev gospodarjenja z gozdom za vodo z vsebinskega vidika povsem primerljiva. Zaradi skupne Vodne direktive je povsem primerljivo tudi urejanje vodnih območij (Vodna ... 2000).

V obeh državah so gozdarski ukrepi, ki bi kakorkoli poslabšali stanje gozda in voda v njih, načeloma prepovedani. Ne glede na to obstajajo pomembnejše razlike v dovoljeni intenzivnosti posegov. V nasprotju s slovensko zakonodajo, ki velikopovršinske posege zelo omejuje (minimalna površina poseka na golo npr. ni natančno določena in lahko v določenih okoliščinah znaša tudi 1 ar), je avstrijska zakonodaja v tem pogledu precej milejša. Med poseke na golo namreč ne prištevajo površin, manjših od 1/2 ha, površine pa so lahko tudi večje.

Podobno kot v Sloveniji je urejeno tudi gospodarjenje za funkcije gozda. Za razliko od slovenskega pristopa pa se v Avstriji te ne določajo v gozdnogospodarskih načrtih, ampak v načrtih razvoja gozdov (Wald Entwicklung Plan). Ti so sestavni del prostorskih planov in se operativno izdelujejo s strani pristojnih gozdarskih inšpektoratov (Bezirkforstinspektion). Poleg teh načrtov so sestavni del prostorskega planiranja še načrti nevarnih con (Gefahrenzonenplan), v katerih so prikazane nevarnosti zaradi erozije, hudournikov in plazov (povzeto po Gutzinger 2006).

Obravnavna hidrološke funkcije gozdov v gozdarstvu

Valorizacija hidrološke funkcije in drugih splošno-koristnih funkcij gozda se je začela razvijati v času, ko je bilo treba v prostorske načrte gozdnogospodarskih načrtov vključiti strokovne smernice tudi za optimiziranje hidrološke vloge gozda. Smernice in merila za obravnavo hidrološke funkcije gozda so nastajale od leta 1979 (Anko 1994) in še danes niso celostno vpete v prostor. V gozdnogospodarskih načrtih iz obdobja 1991–2000 je mogoče najti prva primerno obdelana izhodišča za valorizacijo hidrološke funkcije. Danes so pri izdelavi načrtov za gospodarjenje z gozdovi v uporabi merila za ovrednotenje funkcij gozdov, navedena v Pravilniku o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Pravilnik 1998).

Preglednica 1: Navedba meril za ovrednotenje funkcij gozdov v povezavi s stopnjo poudarjenosti.

Stopnja poudarjenosti	Opis merila
1. stopnja	<ul style="list-style-type: none"> – na območjih 1. in 2. varstvene cone po odloku o zaščiti virov pitne vode; – na ožjih območjih vodnih zajetij in drugih vodnih virov; – nad poznanimi kraškimi jamami, brezni in podzemnimi vodnimi tokovi; – ob jezerih v pasu od 50–500m (odvisno od reliefa).
2. stopnja	<ul style="list-style-type: none"> – širše vodozbirno območje – 3. varstvena cona po odloku o zaščiti virov pitne vode; – na potencialnih vodovarstvenih območjih (območja podtalnice in izvirov); – ob vodotokih in manjših stoječih vodah v širini ene do dveh drevesnih višin.
3. stopnja	<ul style="list-style-type: none"> – vsi gozdovi, saj vsi prispevajo k enakomernejšemu odtoku vode.

Merila so prevzeta iz vodarske stroke in so ravno zato tudi precej omejena na sam vodni vir, ne pa na vodni režim, ki ga pomagajo uravnavati gozdovi. Zakonodaja torej postavlja kakovost vode pred njeno količino. Gozdni prostor pa lahko



Slika 3: Vodno zajetje Draga

odlično poskrbi za izboljšanje vodnega režima in s tem tako količine kot tudi kakovosti vode. O tem govorijo naslednja poglavja.

Za razlago opisa merila na primeru Drage je treba razložiti vsebino Odloka o zavarovanju vodnih virov v Občini Radovljica (Odlok 1993) in Odloka o določitvi varstvenih pasov in ukrepov za zavarovanje vodnega zajetja Draga, Kamen, Mravljinec in Sv. Peter (Odlok 1994). Odlok o zavarovanju vodnih virov v Občini Radovljica je zelo splošen, velja skoraj za vse vodne vire v občinah Bled, Bohinj, Radovljica in Gorje. Drugi odlok je natančnejši, saj vsebuje popis parcel po zaščitnih pasovih. Po letu 2002 je Komunala Radovljica naročila študijo določitve novih zaščitnih pasov, vendar rezultati niso bili sprejeti kot odlok, ker naj bi funkcijo sprejemanja zaščitnih zakonov prevzela država (Lukan 2007). Problem pri kartiranju predvsem 1. stopnje hidrološke funkcije gozda je tudi slepo prevzemanje neažurnih občinskih odlokov o zaščiti virov pitne vode.

Varstveni ukrepi se upoštevajo tako, da ukrepi, ki veljajo za širši varstveni pas, veljajo tudi za ožjega (povzeto po Odloku 1993 in Odloku 1994):

Območje 1. varstvene cone obkroža vodni vir, kjer je vodozbiralna naprava (Slika 3). V tej coni so najprimernejše gospodarske panoge **gozdarstvo**, kmetijstvo in rekreacija. Prepovedano je gnojenje z naravnimi ali umetnimi gnojili, paša, gradnja, izkop gramoza, odlagališča odpadkov, tranzitni promet, **golosečnja in krčenje gozdov**, **razen sanitarne sečnje**.

Območje 2. varstvene cone obsega okolico vodnega vira in njegovih pritokov, vključno z obstoječimi stanovanjskimi in drugimi objekti. V tej coni so najprimernejše gospodarske panoge **gozdarstvo**, poljedelstvo in rekreacija. Prepovedana je uporaba biocidov in velikih količin organskega gnojila, gradnja čistilnih naprav in objektov, skladiščenje lahkotekočih naftnih derivatov in nevarnih tekočin, odlaganje smeti in neurejeno odzemanje gramoza.

Območje 3. varstvene cone obsega površino, na kateri bi se zaradi ne higienskega stanja lahko poslabšala kvaliteta vodnega vira. Območje meji na ožje zavarovano območje vodnega vira in njegovih pritokov – torej padavinsko področje Begunjščice, Sv. Petra, Poljške planine in Planince. V tej coni se **pri spravilu lesa sme uporabljati tehnologija, ki čim manj poškoduje gozdna tla. Za motorne žage se sme uporabljati le bio olja.**

Podrobnejše smernice, kako gospodariti z gozdom za hidrološko vlogo, podajajo gozdnogospodarski načrti, vendar gre pri tem le za priporočila, ki niso tako obvezujoča, kot če bi bila taka navodila določena v odlokih o zavarovanju vodnih virov.

Razmišljati je treba tudi v smeri, da priporočila ne bodo napisana le za obtežitev papirja, ampak za dejansko uporabo v naravi. Prav na tak način smo se namreč lotili Poglavja Priporočila za gozdarsko prakso, ki zaključuje našo knjižico.

Viri in literatura:

- Anko B. (ur.) (1994). Gozd in voda: zbornik republiškega seminarja, Poljče, 11.–13.oktober 1994. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 257 s.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Radovljica – levi breg Save 1999–2008. (1999). Bled, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.
- Gutzinger R. (2006). Rechtliche Regelungen. Projekt "Wald+Wasser" – Interreg 3 A Kärnten-Slowenien. Kurzbericht. 12 p.
- Lapuh N. (2005). Krajinski park Draga. Tipkopis, 18 s.
- Lukan D. (2007). »Odloki v dolini Drage«. Radovljica, Komunala Radovljica. darko.lukan@komunalaradovljica.si (osebni vir, 18. 6. 2007).
- Mohorič I. (1965). Zgodovina industrije, gozdarstva in obrti v Trziču. Turistično društvo Trzič, Trzič, 422 s.
- Mohorič I. (1969). Dva tisoč let železarstva na Gorenjskem. Mladinska knjiga, Ljubljana, 537 s.
- Odlok o zavarovanju vodnih virov v Občini Radovljica (UR. I. RS, št. 21/1994, Uradni vestnik Gorenjske 19/1983).
- Odlok o določitvi varstvenih pasov in ukrepov za zavarovanje vodnega zajetja Draga, Kamen, Mravljinec in Sv.Peter (UR. I. RS, št. 61/1993, Uradni vestnik Gorenjske 10/1986).
- Poljanec A. (2006). Lokalno partnerstvo za Karavanke. Tipkopis, 66 s.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. UR. I. RS, št. 5/1998, 70/2006.
- Vodna direktiva. (2000). UR. I. ES št. 327/1, Direktiva evropskega parlamenta in sveta 2000/60/ES o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (22. 12. 2000).
- Zakon o gozdovih. UR. I. RS, št. 30/1993, 110/07.
- Zakon o varstvu okolja. UR. I. RS, št. 41/2004, 39/06.
- Zakon o ohranjanju narave. UR. I. RS, št. 56/1999, 22/03.
- Zakon o vodah. UR. I. RS, št. 67/2002, 41/04.



Slika 4: Barve gozda

Gozdna hidrologija

Uvod v gozdno hidrologijo

Strah pred napredujočimi erozijskimi pojavi ter hudimi poplavami zaradi uničenja naravnih gozdov v Švici je že v 14. stoletju prispeval k preprečitvi sečnje v gozdovih na izpostavljenih mestih (McCulloch in Robinson 1993). V letu 1882 so bile na območju Alp v šestih tednih kar dvakrat katastrofalne vode, ki so za seboj pustile opustošenje. Da bi ugotovili vzroke in preprečili ponovitve, je bil leta 1884 za območje Tirolske, Koroške in Kranjske ustanovljen Gozdarsko-tehniški oddelek za urejanje hudournikov na Ministrstvu za poljedelstvo Avstro-Ogrske (Jesenovec 1995). V Švici, kjer so bili takrat priča številnim poplavam in zemeljskim plazovom, ki so bili posledica prevelikih krčitev gozdov, so v letu 1900 pričeli s prvo »moderno« raziskavo na področju gozdne hidrologije (Von Burger 1954b, 1954a, Von Casparius 1959, McCulloch in Robinson 1993). V dolini reke Emme so primerjali odtok iz dveh vodozbirnih območij: Sperbelgrabna, kjer je 99 % površine pokrival gozd, ter Rappengrabna, kjer je bilo 31 % gozda in 69 % travnikov. Raziskave so tekle vse do leta 1957, ugotovitve pa so bile naslednje: gozdnato vodozbirno območje je imelo približno 11 % manjši letni odtok kot vodozbirno območje s prevladujočimi travniki. Tudi visoke vode ob taljenju snega in ob nevihtah so bile nižje, če so prišle iz gozda. Gozdnato vodozbirno območje je med letom prispevalo k ugodnejši porazdelitvi odtekajočih voda. Ob visokih vodah so bili odtoki manjši, v sušnem obdobju pa je gozd prispeval k počasnejšemu in enakomernejšemu odtekanju vode.

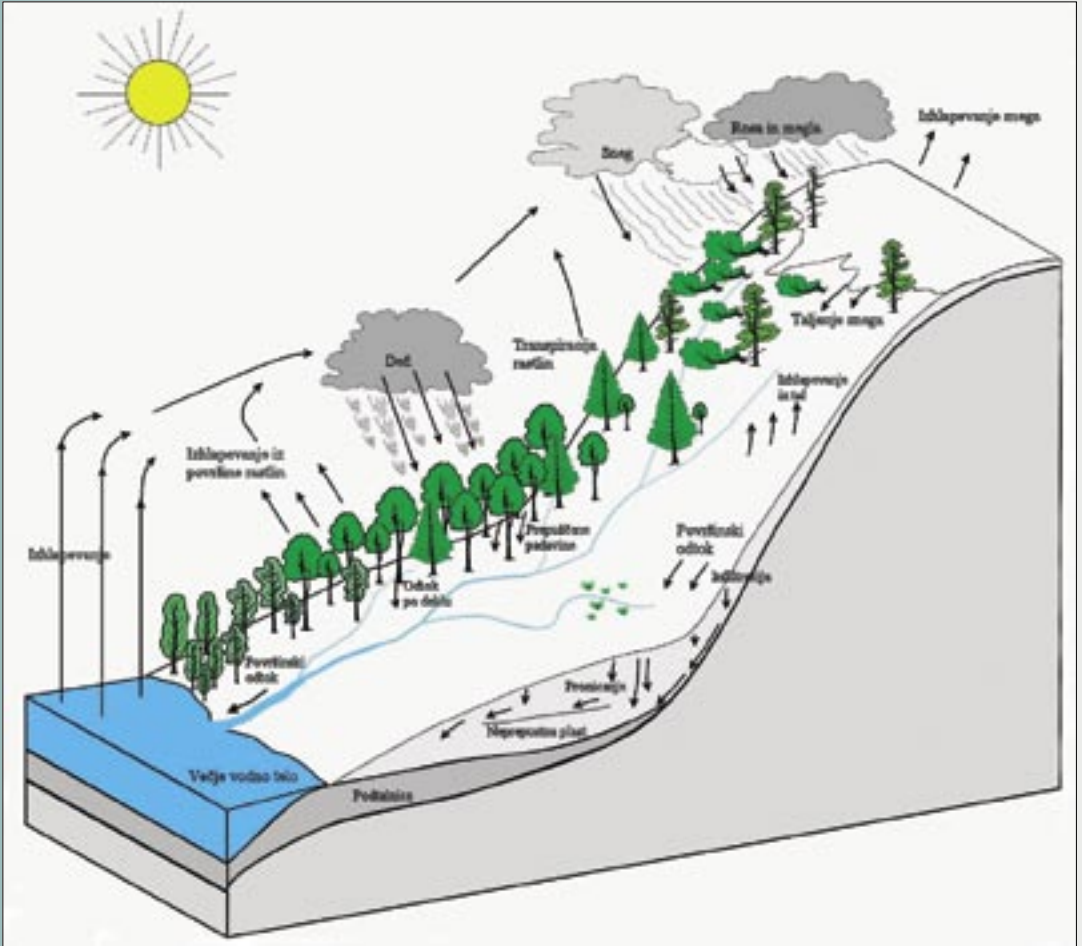
Gozd je naravni filter

Gozd s svojimi gostimi krošnjami prestreže velik delež padavin. Del jih izhlapi, del odkaplja z listov in vej, del pa jih steče po deblu do tal. Posamezen delež je odvisen od vrste in intenzivnosti

Zaradi velike gozdnosti v Sloveniji (58 %) in blagodejnega vpliva gozda na vodne razmere ima gozd pomembno vlogo pri preskrbi z vodo, pri uravnavanju odtoka in pri vplivu na vodo kot biotop za številne oblike življenja. Gozd s svojimi gostimi krošnjami, listnim opadom ter globokimi koreninskimi sistemi odločilno vpliva na vodo, tla ter snovne tokove v povodjih.

padavin kot tudi od zgradbe gozda, drevesnih vrst, oblike dreves in njihove prostorske razporeditve (Kimmins 1997). Povprečen delež iz krošenj izhlapelih padavin je večji pri iglavcih (20–35 % prispelih padavin) kot pri listavcih (15–30 % prispelih padavin) (Larcher 1995). Odtok po deblu je večji pri drevesnih vrstah, ki imajo gladko lubje ter navzgor raščene veje, ki usmerjajo padavinsko vodo k deblu, zato je pri listavcih večji kot pri iglavcih. V listnatih gozdovih zmernega pasu predstavlja odtok po deblu od 5–10 % (Crockford in Richardson 2000, Price in Carlyle-Moses 2003), v sestojih iglavcev pa največ 2 % letne količine padavin (Brechtel in Pavlov 1977). Tudi pritalna vegetacija in opad (sveže in delno razkrojeno listje, vejice, plodovi in drugi deli rastlin, ki ležijo na gozdnih tleh (Tarman 1992)) zadržijo pomemben delež padavin (5–20 %), ki bi sicer izhlapela ali odtekle v tla (Larcher 1995). V opadu ter v mrtvem lesu padlih debel in panjev shranjena vlaga predstavlja začasen rezervoar vode za spodnje plasti gozdnih tal, ki imajo tako na voljo več časa za infiltracijo vode (Ogée in Brunet 2002). Opad ščiti mineralni del tal pred direktnim vplivom padajočih dežnih kapelj in s tem povezano površinsko erozijo, hkrati pa zmanjšuje izhlapevanje iz gozdnih tal.

Voda, ki pronica v tla, napolni prostor med talnimi delci (pore). To vodo imenujemo talna raztopina in ima vlogo transportnega posrednika. Je pomemben element kroženja hranil v



Slika 1: Kroženje vode v gozdnatem vodozbirnem območju*; prirejeno po (Kimmins 1997)

*delež gozda predstavlja vsaj 60 % površine celotnega vodozbirnega območja

gozdnem ekosistemu in hkrati dober pokazatelj stanja gozdov ter posledic gospodarjenja z njimi (Simončič 2001). Globoko ukoreninjeno drevje in pritalna vegetacija sprejemajo iz območja, ki je v dosegu korenin, vodo in hranilne snovi, pri čemer se večina vode vrne v ozračje v procesu transpiracije. Listopadni gozdovi zmernega pasu transpirirajo od 500–800 mm letno, gozdovi iglavcev pa od 300–600 mm letno, kar je več kot travniki in pašniki, ki transpirirajo od 300–400 mm letno (Larcher 1995). Izhlapovanje s površine rastlin ter iz tal in transpiracija potekajo sočasno in jih je težko ločiti (Allen et al. 1998), zato bo za ponazoritev potrebe vegetacije po vodi uporabljena vsota transpiracije in izhlapevanja oziroma evapotranspiracija (Preglednica 1).

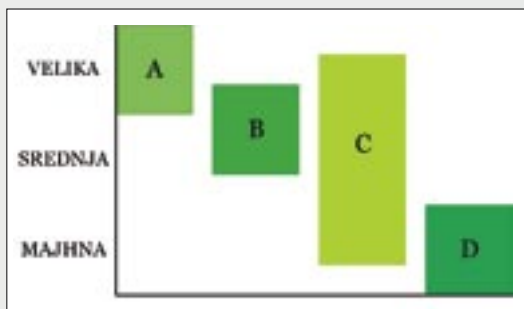
Stabilni, dobro ohranjeni gozdovi na primernih rastiščih predstavljajo najprimernejšo obliko rabe tal za zadrževanje vode pri veliki količini padavin (Frehner et al. 2005). Vpliv gozda na količino odtoka se odraža v srednje- in dolgoročnem izboljšanju talnih razmer, predvsem sposobnosti tal za infiltracijo in zadrževanje vode. Gozd bo pozitivno vplival na sposobnost tal za shranjevanje vode na globokih, a slabo prepustnih tleh, in kjer se voda dolgo zadržuje. Na dobro prepustnih tleh bo vpliv gozda na sposobnost tal za shranjevanje vode manjši (Frehner et al. 2005). Na zadrževalno sposobnost tal za vodo pomembno vpliva tudi zbitost tal zaradi mehanizacije. Pri zbitih tleh je infiltracija vode manjša, kar lahko povzroči površinsko erozijo tal (Croke et

Preglednica 1: Padavine, evapotranspiracija in odtok izbranih gozdnih sestojev (različni viri, povzeto po Larcher 1996)

Tip gozda	Letna količina padavin (mm)	Evapotranspiracija (% padavin)	Odtok v podtalje (% padavin)
gozd iglavcev (Srednja Evropa)	730	60	40
gozd iglavcev (SV Evropa)	800	65	35
gozd listavcev (Srednja Evropa)	600	67	33
sestoj hrasta (Belgija)	966	53	47
gorski gozd (Alpe)	1640	52	48
gorski gozd (Srednja Evropa)	1000	43	57

al. 2001). Opozoriti pa je treba, da je učinek gozda na zadrževanje vode omejen na obdobja, ko tla niso nasičena z vodo. Gozdovi lahko zmanjšajo možnost pojava visokih voda ob krajših in manj intenzivnih padavinah, a ne morejo preprečiti pojava poplav ob večjih padavinah na velikem območju (Chang 2003). Z naraščanjem vsebnosti vode v tleh se vpliv gozda na visoke odtoke ali poplave zmanjšuje in v primeru kritične količine padavin izniči (Frehner et al. 2005). To povzročijo kratke, močne padavine na majhnem območju, dolgotrajno močno deževje na velikem območju

Slika 2: Vpliv stanja gozda na zadrževalno sposobnost tal za vodo v primeru velike količine padavin; povzeto po Frehner et al. (2005)



A – velika zadrževalna sposobnost tal za vodo, neodvisna od ohranjenosti gozda. Rastišča na globokih, normalno prepustnih tleh.

B – srednja zadrževalna sposobnost tal za vodo, neodvisna od ohranjenosti gozda. Rastišča na srednje globokih, normalno prepustnih tleh.

C – velika zadrževalna sposobnost tal za vodo pri dobri ohranjenosti gozda ter majhna zadrževalna sposobnost tal za vodo pri močno spremenjenem gozdu. Rastišča na globokih, slabše prepustnih tleh.

D – majhna zadrževalna sposobnost tal za vodo, neodvisna od ohranjenosti gozda. Rastišča na zelo namočenih, plitvih ali izjemno prepustnih tleh.

ali izdatne padavine na širšem območju, ko so tla že predhodno nasičena z vodo (predvsem spomladi in jeseni).

Na Sliki 2 je prikazan vpliv stanja gozda na zadrževalno sposobnost tal za vodo, če je količina padavin velika. Zadrževalna sposobnost tal za vodo je odvisna tako od lastnosti tal kot tudi od stanja oz. ohranjenosti gozda. Na globokih, normalno prepustnih tleh je sposobnost tal za zadrževanje vode največja, ne glede na stanje gozda (razred A). Vpliv gozda na zadrževalno sposobnost tal za vodo je največji na globokih, slabše prepustnih tleh (razred C). Površine, ki sodijo v razred C, imajo zato prioriteto pri gozdnogojitvenih ukrepih. Na tleh z majhno sposobnostjo tal za zadrževanje vode ne glede na stanje gozda (razred D), kjer so tla izredno plitva, izredno prepustna ali izjemno namočena, pa je pomembnejše zagotavljanje stalne pokrovnosti z vegetacijo. Z gozdnogojitvenimi ukrepi na površinah razreda D ne bomo bistveno vplivali na sposobnost tal za zadrževanje vode, lahko pa prispevamo k zmanjšanju površinskega odtoka in s tem erozije tal.

Vpliv gozda in gozdnogospodarskih ukrepov na hidrološki režim vodozbirnega območja

Vpliv gozdov na skupen odtok iz vodozbirnega območja in kakovost vodotokov je tem večji, čim večji je delež površine gozdov v območju. Krčenje gozdnih površin v vodozbirnem območju lahko povzroči povečano sproščanje sedimentov zaradi delovanja erozije (Binkley in Macdonald 1994, Prybolotna 2006), povečanje visokih voda ob nevihtah in ob taljenju snega (Von Burger



Slika 3: Ples vode v gozdu

1954b, 1954a) ali celo povečanje poplavnih voda in njihove povratne dobe (Veny 1986). Krčenje gozda poveča izpostavljenost vodotokov sončnemu obsevanju ter posledično vpliva na zvišanje temperature vodotoka ob jasnih dneh (Binkley and Macdonald 1994). To vpliva na topnost kisika ter posredno na sestavo in produktivnost vodnih ekosistemov s pospešeno rastjo alg in evtrofikacijo (Lee 1980). Vsebnost dušika in fosforja je nižja v vodotokih z gozdnatimi vodozbornimi območji v primerjavi z vodotoki iz območij, kjer prevladujejo kmetijske površine (Binkley in Macdonald 1994, Chang 2003). Glavni viri dušika in onesnažil v vodi so pesticidi in gnojila, naselja, gozdne prometnice, gozdna mehanizacija in zračne odložine lokalnih onesnaževalcev. Najpogostejši način prenosa pesticidov v vodotoke je z odplavljanjem z bližnjih kmetijskih površin. Ohranjanje pasu obrežne vegetacije lahko vnos pesticidov omili ali celo prepreči (Binkley in Macdonald 1994).

Naštete učinke gozdne vegetacije na hidrološko funkcijo gozda smo na podlagi tuje literature in domačih raziskav strnili v pet najpomembnejših indikatorjev/kazalnikov za količino in kakovost pitne vode: koncentracija onesnažil v vodi, sproščanje sedimentov zaradi erozijskega delovanja, vsebnost dušika v vodi, skupna količina odtoka iz povodja in temperatura vode. V Preglednici 2 so ti indikatorji/kazalniki prikazani v odvisnosti od gozdnogojitvenih ukrepov, s katerimi lahko vplivamo na količino in kakovost pitne vode. Preglednica je bila oblikovana na podlagi raziskav, opravljenih v različnih vodozbornih območjih. Ta se med seboj razlikujejo glede na regijo, intenziteto sečnje, drevesne vrste, količino padavin in topografijo, zato izsledkov takih raziskav ne moremo posploševati. Številne raziskave so bile opravljene v povsem drugačnih podnebnih razmerah (tropski, borealni gozdovi) ter z drugačnimi načini gospodarjenja z gozdovi (velikopovršinski goloseki, nasadi monokultur),

Preglednica 2: Vpliv gozdnogospodarskih ukrepov na indikatorje/kazalnike za kakovost pitne vode (*majhen vpliv, **srednje velik vpliv, ***velik vpliv)

Kazalnik/Indikator	Koncentracija onesnažil v vodi	Vsebnost dušika v vodi	Sproščanje sedimentov (erozija)	Količina odtoka	Temperatura vode
površina goloseka	*	***	***	***	***
pogostnost sečnje, intenzivnost, tehnika	***	*	**	**	*
mešanost drevesnih vrst	**	***	**	***	*
sklep krošenj, zastiranje	*	***	***	***	**
razvojne faze in njihova razporeditev	*	**	**	**	***
vertikalna in horizontalna struktura gozda	*	**	**	**	*
obnova in pomlajevanje, pritalna vegetacija	*	**	**	**	*
odmrli les	*	**	*	*	*

Večjo kakovost pitne vode v gozdnatih vodozbirnih območjih v primerjavi z drugimi rabami tal pripisujemo hitrejšemu kroženju hranil in ionov, manjšemu odtoku plavin in sedimentov, počasnejšemu razkroju organske snovi, večji mikrobiološki aktivnosti, nižjim temperaturam in manjšim antropogenim posegom v gozdni prostor (Chang, 2003). Hkrati gozd pomembno prispeva k zmanjšanju erozijskih pojavov, ki neposredno ogrožajo zemljišča in naselja ali zaradi sproščanja sedimentov ogrožajo vire pitne vode.

malo pa je takih, ki bi bile primerljive z razmerami v Sloveniji.

Golosečni način gospodarjenja pri nas ni dovoljen, vendar smo vplive takega načina gospodarjenja z gozdovi na hidrološki režim primerjalno vključili v našo raziskavo. Sečnja na golo vpliva na spremembe morfoloških in kemičnih lastnosti tal (Simončič 1996) ter pospeši dekompozicijo in nitrifikacijo (Bormann in Likens 1986). V Nemčiji je prvo leto po goloseku iglavcev koncentracija dušika v pitni vodi celo preseгла dovoljeno mejo evropskih standardov za pitno vodo (Weis et al. 2001). Golosek povzroči tudi izpiranje organskih snovi, kar je bolj posledica povečane erodibilnosti tal kot povečanih odtokov po nevihtah (Bormann in Likens 1986). Posledica sečnje na

golo so povečani odtoki, povečane količine sedimentov in povečana količina plavin v gozdnatih vodozbirnih območjih (Beasley in Granillo 1988). Sproščanje sedimentov zaradi delovanja erozije je kar v 80 % povzročitelj poslabšanja kakovosti pitne vode (Nisbet 2001). Nevarnost proženja zemeljskih plazov je na golosekih prisotna še nekaj let po posegu, saj popusti stabilizirajoč učinek odmrlih koreninskih sistemov, mladje pa še ni dovolj razvito (Frehner et al. 2005). Povečajo se nihanja podtalnice ter visoke vode ob taljenju snega (Veny 1986).

Z izjemo goloseka so drugi gozdnogojitveni ukrepi, kot je na primer redčenje, v hidroloških raziskavah redko obravnavani. Večina virov navaja redčenje z 20 % zmanjšanjem lesne zaloge kot mejno vrednost, pri kateri se spremeni količina odtoka in sproščanja plavin. Vendar je raziskava Serengila in sodelavcev (2007) pokazala, da lahko že redčenje z 11 % zmanjšanjem lesne zaloge v mešanem gozdu hrasta in bukve povzroči povečanje odtoka in povečano sproščanje plavin. Intenzivnost redčenja vpliva na hidrološki režim v gozdnatem vodozbirnem območju, kakšen bo dejanski vpliv, pa je odvisno od lokalnih rastiščnih razmer: podnebja, tal, vegetacije. V alpskih in subalpskih gozdovih je vpliv gozdnogospodarskih ukrepov na skupen odtok opazen še 80 let po posegu, medtem ko je v mešanih listnatih gozdovih vpliv gozdnogospodarskih ukrepov viden le štiri leta po posegu (Chang 2003). Tudi prisotnost pritalne vegetacije je za



Slika 4: Hitro razgradljiv opad listavcev

hidrološki režim zelo pomembna. Osnovanje vrzeli v sestoji smreke, kjer je prisotna bujna pritalna vegetacija, ne bo bistveno vplivalo na povečanje koncentracije dušika v podtalnici. Kjer je pokrovnost pritalne vegetacije majhna, se lahko ob odstranitvi dreves koncentracija dušika v podtalnici znatno poveča (Weis et al. 2001). V dinarskem jelovo-bukovem gozdu je tvorba vrzeli brez pritalne vegetacije povzročila višji odtok v primerjavi z odraslim sestojem. Z razvojem pritalne vegetacije in mladja so se razlike v odtoku med sestojem in vrzelmi zmanjševale. V takih gozdnih ekosistemih se priporočajo malopovršinski ukrepi, da se izognemo degradaciji tal in eroziji. Najprimernejša je obnova pod zastorom, ki ji sledi tvorba manjših vrzeli (Vilhar 2006).

Mešanost drevesnih vrst je za hidrološki režim pomembna predvsem z vidika prekoreninjenosti tal, posredno pa tudi z vidika stabilnosti sestoja. Naravno prisotne drevesne vrste in primerna mešanost pomagajo krepiti samoohranjevalno

spodobnost rastišč. Poleg globine koreninskega sistema je zelo pomembna sposobnost dreves, da razvijejo korenine v občasno namočenih talnih horizontih (Frehner et al. 2005). Od drevesnih vrst predalpskega in alpskega pasu imajo največjo sposobnost globokega prekoreninjenja tal jelka ter različne vrste borovcev (rdeči bor, črni bor, ruševje). S krošnjami prestrezajo padavine celo leto, ne le v vegetacijskem obdobju kot listavci, hkrati pa dobro prekoreninijo tla in povečujejo stabilnost pobočja. Tudi bukev, jesen in javor dobro prekoreninijo tla, medtem ko za smreko to ne velja. Na infiltracijsko sposobnost tal pozitivno vpliva hitro razgradljiv opad listavcev (Slika 4), predvsem jesena in javorja. Premena iglastih gozdov v mešan ali listnat gozd pospeši tvorbo humusa iz opada, kar poveča sposobnost tal za zadrževanje vode (Wahl et al. 2005).

Gozdna tehnika in pridobivanje gozdnih lesnih sortimentov lahko povzročita kronično onesnaževanje vodnih virov: uporaba načelno prepo-

vedanih kemikalij v gozdu, neustrezna gradnja gozdnih prometnic, uporaba mineralnih olj za mazanje verig motornih žag ter v hidravličnih sistemih strojev (Košir 2006). Ena kaplja mineralnega olja onesnaži 25 l vode do te mere, da je nezdružljiva za pitje (Barlow and Clarke 2002), en liter olja, izlita v kanalizacijo, pa naredi madež na 1 ha vodne površine (Arnšek 2001).

Viri in literatura:

- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. (1998). Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper. FAO, No. 56: 300 p.
- Arnšek A. (2001). Aktualni trendi razvoja traktorskih olj. Trendi v razvoju kmetijske tehnike: zbornik simpozija, Društvo kmetijske tehnike, Radenci: pp. 167–174.
- Barlow M., Clarke T. (2002). Blue gold: the fight to stop the corporate theft of the World's water. New York Press, New York.
- Beasley R. S., Granillo a B. (1988). Sediment and Water Yields From Managed Forests on Flat Coastal Plain Sites. Water Resources Bulletin 24. 361–366.
- Binkley D., Macdonald L. H. (1994). Forests as non-point sources of pollution, and effectiveness of Best Management Practices. National Council for Air and Stream Improvement, New York.
- Bormann F. H., Likens G. E. (1986). Patterns and Process in a Forested Ecosystem. Springer-Verlag, New York.
- Brechtel H. M., Pavlov M. B. (1977). Niederschlagbilanz von Waldbeständen verschiedener Baumarten und Altersklassen in der Rhein-Main-Ebene. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Institut fuer Forsthydrologie: 80 p.
- Chang M. (2003). Forest hydrology: an introduction to water and forests. CRC Press LLC.
- Crockford R. H., Richardson D. P. (2000). Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. Hydrological processes 14. 2903–2920.
- Croke J., Hairsine P., Fogarty P. (2001). Soil recovery from track construction and harvesting changes in surface infiltration, erosion and delivery rates with time. Forest Ecology and Management 143. 3–12.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. (2005). Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- Jesenovec S. (1995). Pogubna razigranost: 110 let organizi-



Slika 5: Nanosi hudournika

- ranega hudourničarstva na Slovenskem: 1884–1994. Podjetje za urejanje hudournikov, Ljubljana.
- Kimmins J. P. (1997). Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Management. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Košir P. (2006). Gozdnogospodarski vidiki ohranjanja voda visokega krasa na primeru GE Draga. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- Lah A. (1998). Voda - Vodovje. Svet za varstvo okolja Republike Slovenije, Ljubljana.
- Larcher W. (1995). Physiological Plant Ecology. Springer.
- Lee P., Smyth C., Boutin S. (2004). Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States. Journal of Environmental Management 70. 165–180.
- Lee R. (1980). Forest hydrology. Columbia university press, New York.
- Mcculloch J. S. G., Robinson M. (1993). History of forest hydrology. Water issues in forests today. International Symposium of Forest hydrology, Journal of Hydrology, Canberra, 150: pp. 189–216.
- Mulkey L. A. ED. (1980). An Approach to Water Resources Evaluation on Non-Point Silviculture Sources (A Procedural Handbook). Forest Service. United States Department of Agriculture, Washington D.C.

- Nisbet T. R. (2001). The role of forest management in controlling diffuse pollution in UK forestry. *Forest Ecology and Management* 143. 215–226.
- Ogé J., Brunet Y. (2002). A forest floor model for heat and moisture including a litter layer. *Journal of Hydrology* 255. 212–233.
- Price A G., Carlyle-Moses D. E. (2003). Measurement and modelling of growing-season canopy water fluxes in a mature mixed deciduous forest stand, southern Ontario, Canada. *Agricultural and Forest Meteorology* 119. 69–85.
- Prybolotna N. (2006). Content of the sediment in runoff in the small Beskid's watershed. In: A Boczon (eds), *Assesing of soil and water conditions in forests*, Forest Research Institute, Center for Excellence PROFOREST for Protection of Forest Resources in Central Europe, Warsaw: pp. 141–145.
- Serengil Y., Gökbülak F., Özhan S., Hızal A., Şengönül K. (2007). Alteration of stream nutrient discharge with increased sedimentation due to thinning of a deciduous forest in Istanbul. *Forest Ecology and Management* 246. 264–272.
- Simončič P. (1996). Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislih odložin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj. Doktorska disertacija. Oddelek za gozdarstvo. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- Simončič P. (2001). Soil solution quality and soil characteristics with regard to clear cutting. *Glas. Šum. Pokuse* 38. 159–166.
- Tarman K. (1992). Osnove ekologije in ekologija živali. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- Twery M. J., Hornbeck J. W. (2001). Incorporating water goals into forest management decisions at a local level. *Forest Ecology and Management* 143. 87–93.
- Veny E. S. (1986). *Forest Harvesting and Water: The Lake States Experience*. *Water Resources Bulletin* 22. 1039–1047.
- Vilhar U. (2006). Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda na Kočevskem rogu. Water balance of a dinaric silver fir - beech forest in Kočevski rog. Doktorska disertacija. Ph.D.Thesis. Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- Von Burger H. (1954a). Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewaesser. II. Mitteilung. *Der Wasserhaushalt im Sperbel- und Rappengraben von 1915/16 bis 1926/27*. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt fuer forstliche Versuchswesen XVIII*. 311–416.
- Von Burger H. (1954b). Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewaesser. V. Mitteilung. *Der Wasserhaushalt im Sperbel- und Rappengraben von 1942/1943 bis 1951/52*. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt fuer forstliche Versuchswesen XXXI*. 9–58.
- Von Casparius E. (1959). 30 Jahre wassermessstationen im Emmental. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt fuer forstliche Versuchswesen* 35. 179–224.
- Wahl N. A., Wöllecke B., Bens O., Hüttl R. F. (2005). Can forest transformation help reducing floods in forested watersheds? Certain aspects on soil hydraulics and organic matter properties. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 30. 611–621.
- Weis W., Huber C., Goetlein A. (2001). Regeneration of Mature Norway Spruce Stands: Early Effects of Selective Cutting and Clear Cutting on Seepage Water Quality and Soil Fertility. *Optimizing Nitrogen Management in Food and Energy Production and Environmental Protection: Proceedings of the 2nd International Nitrogen Conference on Science and Policy, TheScientificWorld* 1(S2): pp. 493–499.

Metode dela in rezultati

Daljinsko zaznavanje

Cilj je bil izdelati satelitsko tematsko karto in prostorski informacijski sistem za območje na obeh straneh avstrijsko-slovenske meje. Ker zaradi medsebojnih razlik med prostorskimi podatkovnimi sloji (npr. topografske karte, karta rabe tal, sestojne karte ...) za Avstrijo in Slovenijo ni možna neposredna primerjava in analiza, smo se odločili, da na podlagi klasifikacije satelitske slike izdelamo tematsko karto, ki bo hkrati pokrivala del Avstrije in Slovenije (Slika 1) in za katero bo značilno:

- isti datum snemanja (prikaz stanja na isti dan),
- enaka geometrična točnost,
- enotna klasifikacija in natančnost,
- ista kartografska projekcija in koordinatni sistem.

Klasifikacija

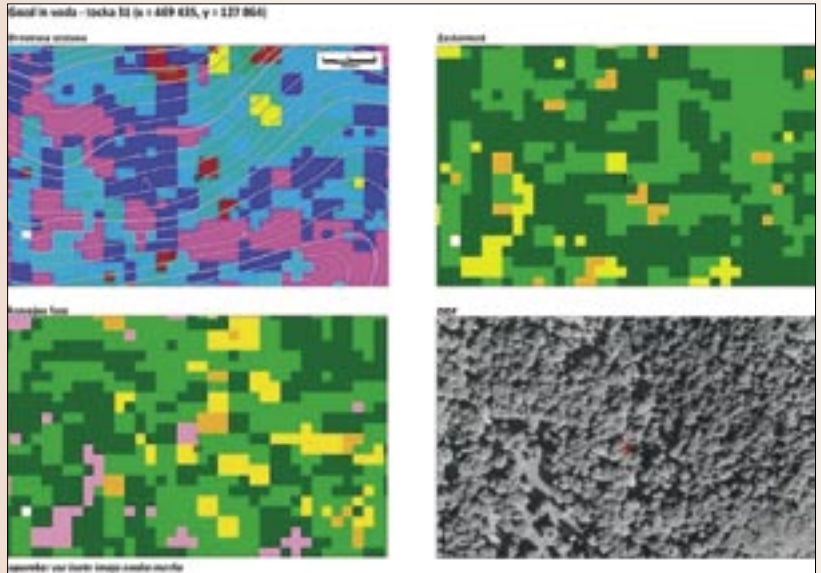
Klasifikacija satelitske slike je postopek, pri katerem piksele podobnih spektralnih vrednosti razvrstimo – klasificiramo v določene razrede, ki predstavljajo različne tipe pokrovnosti tal. Različni tipi vegetacije oz. sestojna struktura (sklep krošenj, razvojna faza) namreč vplivajo na odboj svetlobe in različne spektralne vrednosti pri posameznih kanalih (valovnih dolžinah svetlobe).

S klasificirane satelitske slike smo s pomočjo maske gozdov (gozd/negozd) izločili vse negozdne površine. Prav tako smo odstranili tudi površine, ki so jih pokrivali oblaki in njihove sence, saj jih nismo mogli pravilno klasificirati. Kot rezultat smo tako dobili tri klasificirane satelitske tematske karte (resolucije 10 m), ki prikazujejo sestoje, klasificirane po:



Slika 1: Lega satelitskega posnetka SPOT4

Slika 2: Karte za terensko preverjanje stanja sestaja (primer točke 31): tematska karta, izdelana na podlagi klasifikacije satelitskega posnetka SPOT4; drevesna sestava (levo zgoraj), zastornost (desno zgoraj), razvojna faza (levo spodaj) in DOF (desno spodaj)



- razvojni fazi/starosti,
- mešanosti/drevesnih vrstah,
- zastornosti (sklepu).

Izračunali smo matriko napak, točnost klasifikacije, Kappa koeficient (verjetnost, da je naključno izbran piksel klasificiran pravilno), izdelovalčevo točnost in uporabnikovo točnost.

Zanesljivost klasifikacije tematskih kart za razvojne faze znaša 95 % (Kappa je 0,94), za mešanost 86 % (0,84) in za zastornost 88 % (0,81).

Rezultati GIS analize

Kartografske projekcije in združevanje slovenskih in avstrijskih podatkov

Eden ključnih problemov je bil, kako združiti avstrijske in slovenske prostorske podatkovne sloje, ki so izdelani v različnih kartografskih projekcijah in koordinatnih sistemih. Odločitev, da podatke prevedemo v dogovorjeno skupno pro-

jekcijo in sistem, se je izkazala za uspešno, saj je bilo delo z združenimi podatkovnimi sloji lažje. Rezultate klasifikacije satelitske slike – tematske karte pokrovnosti – smo na koncu transformirali nazaj v slovensko in avstrijsko kartografsko projekcijo in koordinatni sistem, kar omogoča analize in primerjave z ostalimi prostorskimi informacijskimi sloji, ki so v avstrijski ali slovenski projekciji.

Klasifikacija

V Avstriji uveljavljen golosečni oz. velikopovršinski sistem gospodarjenja se odraža v večjih površinah starostno (enodobnih) in vrstno (enovrstnih) homogenih sestojev. V Sloveniji pa na študijskem območju prevladuje malopovršinsko raznodoben način gospodarjenja, ki se odraža v pestri starostni in vrstni (mešanost) sestojni zgradbi. Za učinkovitost klasifikacije satelitske slike so primernejše večje homogene površine (razvojna faza, mešanost, zastornost), med kate-

Preglednica 1: Primerjava kakovosti satelitske interpretacije v primerjavi z dejanskim stanjem v naravi (skupno 20 preverjenih ploskev)

	drevesna sestava	zastornost	razvojna faza	skupaj
dobro	30 %	50 %	40 %	40 %
zadovoljivo	40 %	35 %	35 %	37 %
neprimerno	30 %	15 %	25 %	23 %
	100 %	100 %	100 %	100 %

rimi potekajo jasno začrtane meje s čim ožjimi prehodnimi conami. Za izbrane sestojne smo opravili terensko preverbo zanesljivosti klasifikacije. Študijsko območje smo prekrili z vzorčno mrežo 3 x 6 km in na presečiščih koordinatnih osi dobili 50 točk, 20 smo jih dejansko preverili.

Listnate drevesne vrste (listavci) imajo med sabo zelo podoben spektralni odboj, zato jih ne moremo klasificirati po drevesnih vrstah. Za slovenske razmere skupna ocena za listavce ne pomeni veliko, saj imamo velik nabor listnatih in mešanih gozdov. Smiselna klasifikacija mešanosti bi bila: listavci, listavci z iglavci, iglavci z listavci in iglavci.

Kakovost klasifikacije je odvisna od kakovosti in reprezentativnosti izbranih trenažnih površin. Glavnina zanesljivih trenažnih površin je bila izbrana v avstrijskem delu. Iz tega izhaja neustreznost klasifikacije za slovenske razmere.

Satelitska interpretacija se je najbolj približala pravilnemu stanju v naravi pri določanju zastornosti, saj je bila samo ta dobro opredeljena na polovici terensko preverjenih ploskev, zadovoljivo na 35 %, neprimerno pa le na 15 % ploskev. Največ napak se je pojavilo pri satelitski interpretaciji drevesne sestave, ki je bila na skoraj tretjini ploskev opredeljena napačno.

Oblikovanje modela za vrednotenje hidrološke vloge gozda

Uvod

Hidrološko vlogo gozda smo ovrednotili z modelom, ki temelji na švicarski metodologiji (Wullschleger 1982), oblikovani v sklopu priprav na nacionalno gozdno inventuro. Model vključuje notranje - sestojne in zunanje - ekološke dejavnike. Ekološki dejavniki opredeljujejo potrebe po hidrološki vlogi, sestojni pa sposobnost gozda, da jo zagotavlja.

Pri vrednotenju hidrološke vloge smo se omejili na količinski vidik, t.j. na uravnavanje odtoka, preprečevanje erozije, zemeljskih plazov, udorov ipd. Kakovost vode v modelu ni bila obravnavana, predvsem zaradi pomanjkanja ustreznih



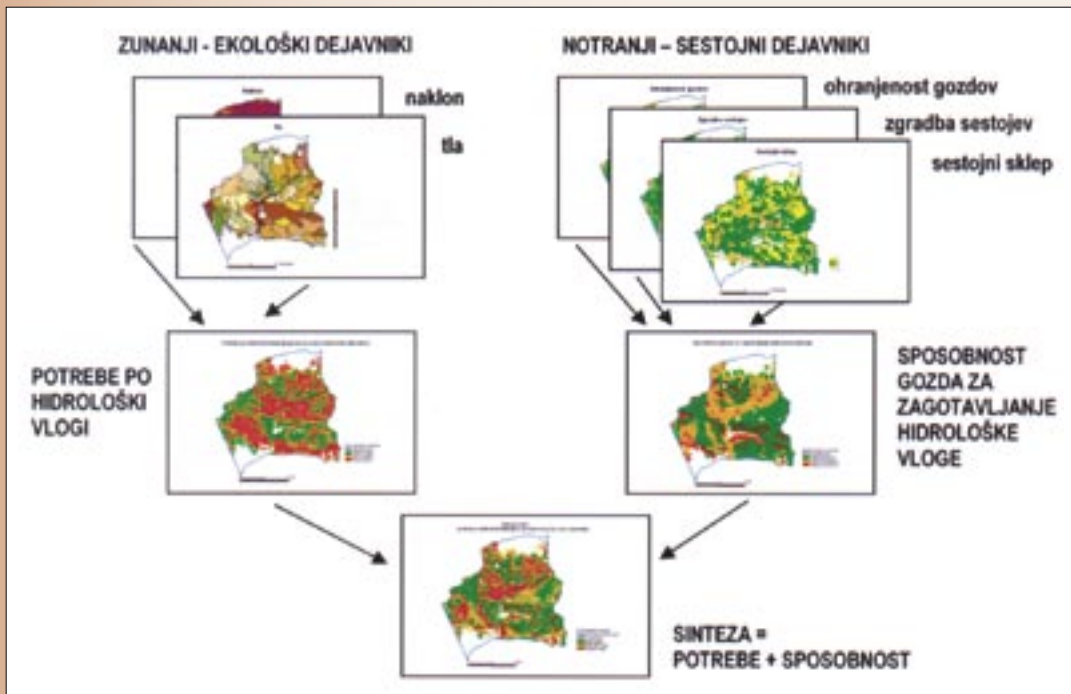
Slika 3: Vodozbirno območje Draga (vir: Digitalni ortofoto (DOF 5) 2006)

podatkov. Model je bil izdelan ob upoštevanju povprečnih vremenskih razmer. Preizkušen je bil na primeru vodozbirnega območja Draga, ki se razteza od Begunj na Gorenjskem na jugu do Begunjsčice na severu (Slika 3). Vodozbirno območje meri 1.785,8 hektarjev, od tega skoraj 83 % pokriva gozd, slabih 7 % je gorskih travnikov in skalovitih zemljišč poraslih z robido ali ruševjem, 4 % travinja, 2 % golih skal, delež ostalih rab je zanemarljiv (Karta rabe kmetijskih ... 2005).

Metodologija

Obdelava podatkov je potekala v programu Idrisi (2006). Vsi podatkovni sloji so bili rastrirani z velikostjo celice 12,5 x 12,5 metra. Na osnovi predhodno definiranih kriterijev, ki so rezultat ugotovitev iz literature (Pogačnik 1976, Kovač 1991, Frehner 2005, Wahl et al. 2005) in izkušenj gozdarske stroke so bili vsi dejavniki ovrednoteni z vrednostmi od 1 do 3, kjer 1 pomeni najbolj, 3 pa najmanj ugodno stanje (Preglednica 2). Pri zunanjih - ekoloških dejavnikih smo vrednotili naklon (vir: DMR 25, 2007) ter tipe tal glede na njihovo erodibilnost in prepustnost za vodo (vir: Pedološka karta 1:10.000, 1967). Pri notranjih - sestojnih dejavnikih pa smo analizirali sestojno zgradbo, sklep in ohranjenost gozdov (Gozdno-gospodarski ... 1999). Večja vrednost pri zunanjih dejavnikih pomeni večjo potrebo po hidrološki vlogi, pri notranjih pa manjšo sposobnost gozda za opravljanje hidrološke vloge.

Ko so bili osnovni podatkovni sloji ovrednoteni, smo postopek nadaljevali z njihovim



Slika 4: Shematski prikaz združevanja podatkovnih slojev, uporabljenih v modelu

združevanjem. S programom Idrisi smo naredili preseke v več korakih (Slika 4):

1. presek zunanjih – ekoloških dejavnikov (naklona in tipov tal)

⇒ **karta potreb po hidrološki vlogi gozda**

2. presek notranjih – sestojnih dejavnikov (sestojna zgradba, sklep in ohranjenost gozdov)

⇒ **karta sposobnosti gozda za zagotavljanje hidrološke vloge gozda**

3. presek potreb po hidrološki vlogi gozda in sposobnosti gozda, da jo zagotavlja

⇒ **sintezna karta**

Pri vsakokratnem združevanju podatkovnih slojev smo dobili matriko vrednosti.

1.1	1.2	1.3
2.1	2.2	2.3
3.1	3.2	3.3

Kombinacija vrednosti nam je dala novo vrednost. Kombinacijam vrednosti 1.1, 1.2 in 2.1 smo pripisali vrednost 1 (ugodno stanje), kombinacijam vrednosti 1.3, 2.2 in 3.1 vrednost 2 (sprejemljivo stanje) in kombinacijam vrednosti 2.3, 3.2 in 3.3 pa vrednost 3 (neugodno stanje).

Preglednica 2: Zunanji - ekološki in notranji - sestojni dejavniki, ki vplivajo na hidrološko vlogo gozda

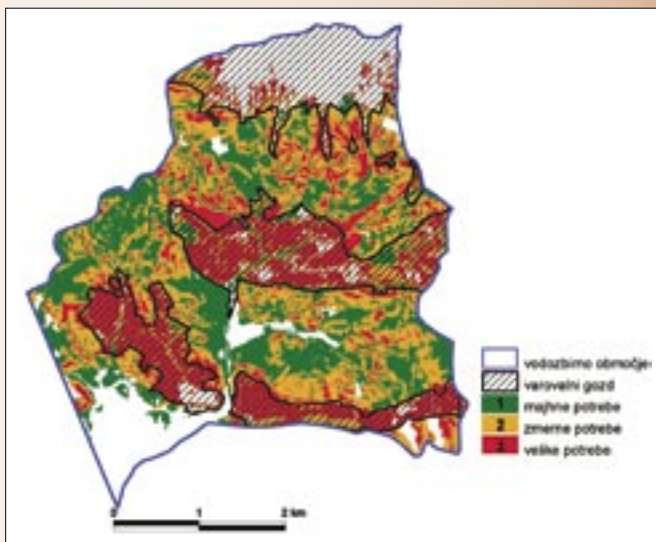
vrednost	ZUNANJI – EKOLOŠKI DEJAVNIKI		NOTRANJI – SESTOJNI DEJAVNIKI		
	naklon	erodibilnost in prepustnost tal za vodo	sestojna zgradba	sestojni sklep	ohranjenost gozdov
1	0-24,9°	malo erodibilna, normalno prepustna	raznodobna zgradba, grmičast gozd	tesen, normalen	ohranjeni
2	25-29,9°	srednje erodibilna, normalno prepustna	debeljak, drogovnjak	rahel	spremenjeni
3	30° in več	zelo erodibilna, malo prepustna	mladovje, sestoj v obnovi	vrzelast, pretrgan	močno spremenjeni

Rezultati

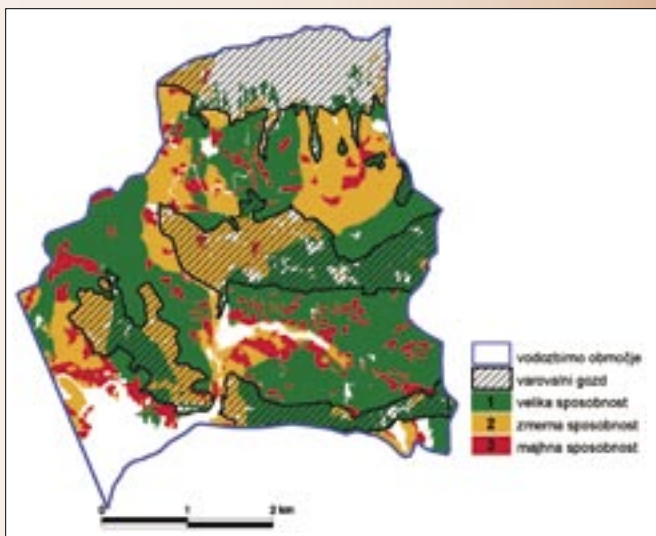
Kot smo že predhodno omenili, smo v prvem koraku združili ovrednoteni karti naklona in tipov tal glede na njihovo erodibilnost in prepustnost za vodo. Rezultat je karta potreb po hidrološki vlogi gozda na osnovi ekoloških dejavnikov (Slika 5). Vrednost 1 (zelena barva) izraža majhno potrebo, vrednost 2 (oranžna barva) zmerno, vrednost 3 (rdeča barva) pa veliko potrebo po hidrološki vlogi gozda. V gospodarskem gozdu večina površin kaže majhne (40 %) ali zmerne potrebe (41 %), na slabih 19 % površin pa so izražene velike potrebe po hidrološki vlogi gozda.. Stanje je precej manj ugodno v varovalnem gozdu, kjer so na dobrih 70 % površin izražene velike potrebe po hidrološki vlogi gozda, 21 % površin kaže zmerne in le 8 % površin majhne potrebe po hidrološki vlogi gozda.

V drugem koraku smo z združitvijo ovrednotenih kart notranjih oziroma sestojnih dejavnikov (sestojne zgradbe, sklepa in ohranjenosti gozdov) dobili karto sposobnosti gozda za zagotavljanje hidrološke vloge (Slika 6). Vrednost 1 (zelena barva) izraža veliko, vrednost 2 (oranžna barva) zmerno in vrednost 3 (rdeča barva) majhno sposobnost gozda za zagotavljanje hidrološke vloge. Rezultati so podobni tako v gospodarskem kot varovalnem gozdu, v slednjem so celo nekoliko ugodnejši. V obeh kategorijah je 56 % gozdov primerno strukturiranih in kažejo veliko sposobnost za zagotavljanje hidrološke vloge, 27 % površin v gospodarskem in 43 % v varovalnem gozdu ima zmerne sposobnosti, manjši del (17 % v gospodarskem in le 1 % v varovalnem gozdu) pa ima majhne sposobnosti za zagotavljanje hidrološke vloge gozda.

V zadnjem koraku smo združili karto potreb po hidrološki vlogi gozda in karto sposobnosti gozda za zagotavljanje hidrološke vloge gozda ter dobili

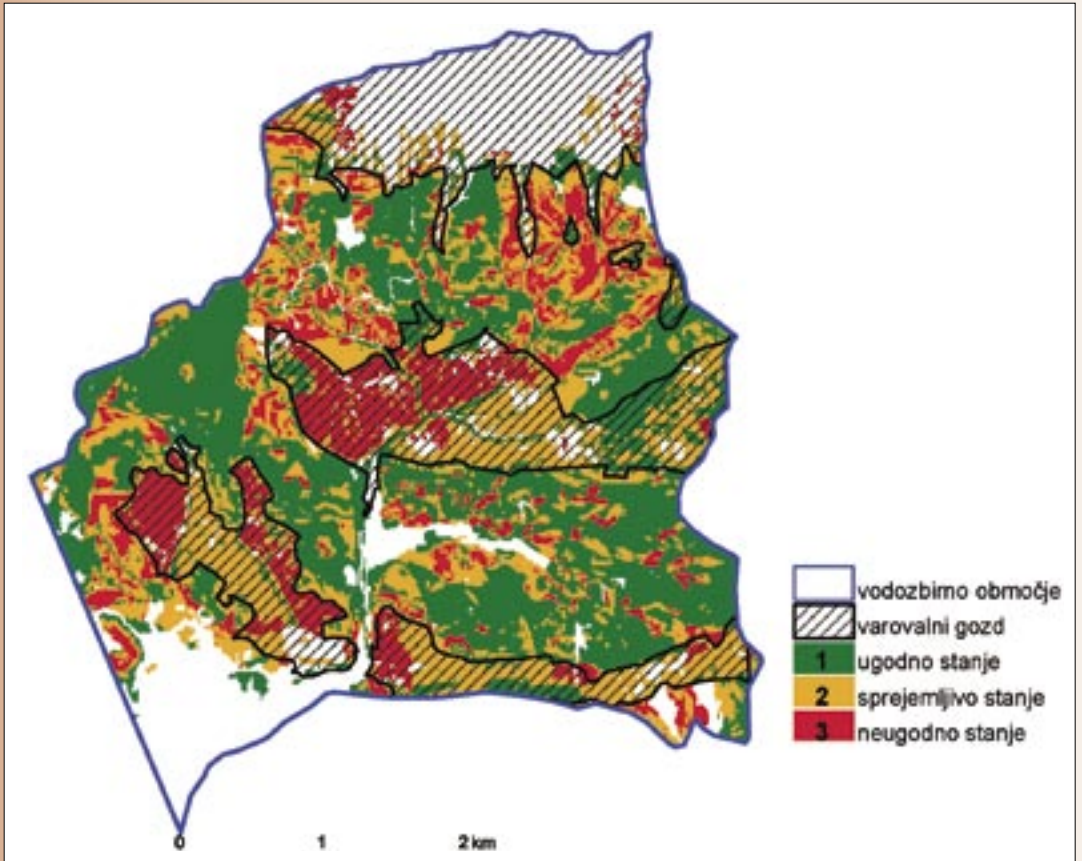


Slika 5: Potrebe po hidrološki vlogi gozda na osnovi ekoloških dejavnikov



Slika 6: Sposobnost gozda za zagotavljanje hidrološke vloge

končno – sintezno karto (Slika 7). Vrednost 1 (zelena barva) izraža majhno potrebo po hidrološki vlogi in veliko sposobnost gozda za opravljanje hidrološke vloge, kar pomeni ugodno stanje, vrednost 2 (oranžna barva) je kombinacija zmernih potreb in zmerne sposobnosti, kar pomeni sprejemljivo stanje, vrednost 3 (rdeča barva) pa je kombinacija velikih potreb in majhne sposobnosti, kar pomeni neugodno stanje gozda. Vrednost 3 predstavlja kritične površine, saj gozdni sestoji zaradi neustrezne drevesne zgradbe, sklepa ali slabe ohr-



Slika 7: Sinteza karta – Potrebe po hidrološki vlogi in sposobnost gozda, da jo zagotavlja

njenosti niso kos velikim potrebam po hidrološki vlogi. Rezultati so pokazali, da je na 55 % površin gospodarskega gozda stanje ugodno, na 28 % sprejemljivo, na dobrih 16 % pa neugodno. Stanje je precej bolj pereče v varovalnem gozdu, saj je stanje ugodno le na dobri petini površin, 46 % površin kaže sprejemljivo, skoraj tretjina površin pa neugodno stanje, kar pomeni da sposobnost gozda ni sorazmerna potrebam po hidrološki vlogi gozda.

Sinteza karta predstavlja kakovostno podlago za načrtovanje gozdnogojitvenih ukrepov, s

katerimi lahko v skladu s potrebami vzdržujemo obstoječe stanje ali izboljšamo sposobnost gozda za zagotavljanje hidrološke vloge. Prednost pri načrtovanju ukrepov morajo imeti kritične površine. Vsaka prostorska enota je opremljena s petimi vrstami podatkov, ki omogočajo izčrpno analizo dejavnikov, ki vplivajo na potrebe in sposobnost gozda za opravljanje hidrološke vloge. Na podlagi teh informacij lahko natančno opredelimo nabor ukrepov za izboljšanje stanja, ki so navedeni v poglavju Priporočila za gozdarsko prakso.



Slika 8: Potok v gozdu

Oblikovanje idealiziranega modela gozda za opravljanje hidrološke vloge

V Preglednici 3 so predstavljene štiri modelne oziroma priporočene zgradbe sestojev za gozdove s poudarjeno hidrološko funkcijo. Modele smo oblikovali z upoštevanjem znanja slovenskih strokovnjakov s področja pedologije, fitocenologije in gozdnogospodarskega načrtovanja. Vključili smo tudi nekatere navedbe švicarske študije »Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald« (Frehner et al. 2005), ki je zaradi naravnih danosti in načina gospodarjenja z gozdovi za naše razmere najbolj uporabna.

Modelne zgradbe sestojev se razlikujejo glede na vpliv gozda na zadrževalno sposobnost tal za vodo. Ta vpliv je lahko srednji, velik ali majhen, odvisno od lastnosti tal (poglavje Gozdna hidrologija, Slika 2). Ločena kategorija so brežine hudournikov in obrežna vegetacija, ki zahtevajo posebno pozornost in način obravnave (glej poglavje Priporočila za gozdno prakso). Sečnja in spravilo drevja ob vodotokih pogosto povzroči spremembe v strugi vodotoka, vidne tudi nekaj desetletij. Povečana je nestabilnost bregov vodotoka, manj je usedlin na dnu struge. Zmanjša se količina in velikost odmrlega lesa, manj je tolmunov in mlak, zmanjšata se populaciji rib in žuželk (Chang 2003).

Za vse modelne zgradbe sestojev so prikazane »Minimalne sestojne zahteve za hidrološko funkcijo«, ki se nanašajo na horizontalno zgradbo sestoja, pomlajevanje in mešanost drevesnih vrst. Te minimalne zahteve so generalna smernica za oblikovanje in ohranjanje primernih sestojev za vzdrževanje in krepitev hidrološke funkcije gozda.

Oblikovanje idealnih struktur gozda za opravljanje hidrološke vloge

Rastiščne razmere v dolini Drage so izredno raznolike, zato tudi pestrost rastlinskih združb ne preseneča. Obravnavanih je bilo 13 združb (Preglednica 3, Priloga 2). Razdeljene so v tri glavne skupine glede na možen gozdnogojitveni vpliv na stanje gozda. Povezava gozdarjevega vpliva z oceno vodozadrževalne sposobnosti tal v odvisnosti od stanja gozda, ki je obravnavana že v uvodnem poglavju Gozdna hidrologija, sestavlja osnovni del modela. Dodatne usmeritve je mogoče najti v stolpcih sestojna mešanost in minimalne sestojne zahteve. Združbe so povezane glede na enako modelno drevesno sestavo, ki jo je za blejsko območje ocenil Robič (Gozdnogospodarski ... 1999). Ta drevesna sestava je poimenovana minimalna, saj ji je nasproti postavljena drevesna sestava potencialne naravne vegetacije (PNV), ki naj bi bila idealna.

Morebitna odstopanja od minimalne drevesne sestave so bila preverjena s ponderiranimi povprečji iz podatkov Zavoda za gozdove Slovenije OE Bled. Rezultati ponderiranja so le pri združbi *Anemomo trifoliae-Fagetum* (alpski bukov gozd) pokazali večje odstopanje od minimalne drevesne sestave gozda, kot jo narekuje strokovna ekspertiza (Veselič 2000, Gozdnogospodarski ... 1999). Vzrok je najverjetneje v prevelikem deležu smreke v drevesni sestavi. Zasmrečenost se pojavlja na bivših pašnih površinah, ponekod je mogoče najti že drugo generacijo smrekovih monokultur. Oceniti je mogoče, da so ta rastišča izredno plastična in prilagodljiva. Upoštevati je treba, da je v obdobju 50–100 let, kolikor naj bi veljal model, delež smreke mogoče le delno spremeniti v prid bukve.

Viri in literatura

- DMR 25. (2002). Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. (2007). Sustainability and success monitoring in protection forests (Guideline Ivcultural interventions in forests with protective functions). Partial translation by Brang P. Environmental studies no.27/07. Federal office for the Environment FOEN. Bern.29p+26p. Appendix.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Radovljica - levi breg Save 1999-2008. (1999). Bled, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled http://www.isamap.info/ISA-Map_WP_4_Strategije_povezane_infomacijami_in_prenovitvam_v_javni_upravi.pdf (1. 10. 2007)
- Kovač M. (1991). Zasnova prostorskega informacijskega sistema za spremljanje stanja in gospodarjenja z gozdnato krajino – primer na velikoprostorski ravni. Magistrsko delo (samozal.), Univerza v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo. Ljubljana: 41-45
- Pedološka karta 1:10.000, (1967). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije
- Pogačnik J. (1976). Napovedovanje vplivov na naravne sisteme pri načrtovanju smučišč v gorskem svetu. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo. Ljubljana. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 14, 2: 221-314
- Tla gozdno-gospodarske enote Radovljica, (1967). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, 56 str.
- Wullschläger E. (1982). Die Erfassung der Waldfunktionen. Berichte. Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für forstliche Versuchswesen, 79 str.
- Veselič Ž. (2000). Pregled rastišč v računalniški bazi ZGS po skupinah in podskupinah rastišč, z navedbo njihove okvirne naravne in modelne drevesne sestave na ravni Slovenije: dopolnjeno interno gradivo. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije: 14 str.
- »Wald und Wasser« Nachhaltige Waldbewirtschaftung & Wasserressourcen. Endberichte, 22 p.

Preglednica 3: Modeli primernih gozdnih sestojnih zgradb (ugodnih za opravljanje hidrološke funkcije) na območju Drage

Lokacija	Možni gozdnogojitveni vpliv na stanje gozda		Vodo-zadrževalna sposobnost tal vodvisnosti od stanja gozda*	Drevesna vrsta	Sestojna mešanost (% LZ)		Minimalne sestojne zahteve
	Ime združbe				Minimalna	Idealna (PNV)	
VELIKI	Predalpski gorski gozd jelke in bukke						HORIZONTALNA ZGRADBA
	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum typicum</i>	B,C		smreka	27	25	Malopovršinsko raznodobno do prebiralno gospodarjenje.
	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum merculialetozum perrenis</i>	D,B		jelka	25	20	Čim bolj enakomerna porazdelitev pomladitvenih jeder.
	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum homogynetos:um sylvestris</i>	D,B		macesen bukvev	1 2 45 50	2 2 50	Zastornost ≥ 70%, normalen do vrzelast sklep. MEŠANOST
	Predalpski gorski gozd bukve in jelke			plemeniti listavci	2	3	Mešana zgradba je primernejša od čistih sestojev.
	<i>Luzulo-Fagetum abietetosum typicum</i>	C		smreka	27	25	Upoštewane minimalne zahteve modelov sestojev na tem rastišču.
	<i>Luzulo-Fagetum abietetosum calamagostiosum arundinaceae</i>	D		jelka macesen	15 3	20 2	EROZIJA: vodna, površinska, mestoma brazdašta do jarkasta, neznatna do srednja.
	<i>Luzulo-Fagetum abietetosum thelpteriosum limbospermae</i>	B,C		bukvev	50	50	OPOMBE
				plemeniti listavci	5	3	Smrekove monokulture niso zaželenne.
	Ilirski gozd - zmerno kisloljubni bukov gozd	C		smreka			Rastišča vlagoljubne rastiške združbe ilirskih gozdov so primerne predvsem za gojenje plemenitih listavcev (javor, brest, veliki jesen).
	<i>Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsior s. lat.</i>	C		jelka bukvev mehki listavci plemeniti listavci drugi trdi listavci	10 20 1 90 70	20 1 70	Odstranjujemo težka in nagnjena drevesa, saj so podvržena vetrolomom in povzročajo zdrse in erozijo.
						4	
SREDNJI	Predalpski termofilni bukov gozd						HORIZONTALNA ZGRADBA
	<i>Ostryo-Fagetum var. geogr. Anemone trifolia</i> - sestojno izmenjan gozd, prevladuje smreka	D,B		smreka	15	3	Malopovršinsko raznodobno gospodarjenje.
	<i>Ostryo-Fagetum var. geogr. Anemone trifolia</i> - sestojno ohranjen in delno spremenjen gozd	D		bor bukvev hrast plemeniti listavci drugi trdi listavci	10 60 2 5 10	5 75 2 5 10	Zagotovljeno stalno pomlajevanje. Zastornost ≥ 60 %. MEŠANOST V sklenjenih sestojih iglavcev težimo k vzpostavitvi jeder listavcev. V območjih med dvema modeloma, težimo k drevesni sestavi rastiščno viažnejšega modela.
				macesen	5		Upoštewane minimalne zahteve modelov sestojev na tem rastišču.
					10	10	EROZIJA: vodna, mestoma vetrna (grebeni); površinska, brazdašta do jarkasta; srednja.
					5		

VODOZBIRNO OBMOČJE		SREDNJI		OPOMBE	
Alpski bukov gozd		smreka	49	20	V kategorijo predalpski termofilni bukov gozd so uvrščeni opuščeni pašniki, zaraščeni s smreko, rdečim borom, termofilnimi listavci, v manjši meri tudi z macesnom. Smreka prevladuje na boljših rastiščih. Uspešnost proti prvotnemu gozdu je zelo dolgotrajna. Listavci so praviloma slabe kvalitete.
<i>Anemone trifoliae-Fagetum typicum</i>		D, B	9	8	V kategoriji alpski bukov gozd so pašniki zaraščeni predvsem s smreko, v višjih legah tudi z macesnom. Na zelo strmih pobočjih poudarjena varovalna vloga proti eroziji. Oblika združbe s pisano šašulico (<i>calamagrostidetosum</i> variae) ima slabo rast in kakovost drevoja.
<i>Anemone trifoliae-Fagetum calamagrostidetosum variae</i>		D, B	40	70	
		plemeniti listavci	2	2	
HORIZONTALNA ZGRADBA					
Bazofilni borov gozd			Minimalna	Idealna PNV	
<i>Fraxino orni-Pinetum nigrae</i>		D	15	2	Malopovršinska raznodobna, panjevce, grmičast gozd.
		smreka	65	80	Zagotovljeno stalno pomlajevanje.
		bukev	9	5	Zastornost na večini površine ≥ 50 %.
		macesen	6		MEŠANOST
		drugi trdi listavci	5	12	Odstranjujemo težka in nagnjena drevesa, ki so nevarna za zdris zemljine.
Združba gabrovca in malega jesena			30		Trajna zastrtost tal z rastlinstvom, ki preprečuje površinsko erozijo.
<i>Ostrya carpinifoliae-Fraxinetum orni</i>		D		2	Mešana zgradba je primernejša od čistih sestojev.
		bor	40	5	EROZIJA: vodna, mestoma vetrna (grebeni); površinska, brazdasta do jarkasta; zelo velika.
		bukev		5	OPOMBE
		plemeniti listavci		2	Grmičasti gozdovi termofilnih listavcev svetlega do vazelastega sklepa in počasne, slabe rasti imajo poudarjeno varovalno vlogo.
		drugi trdi listavci	30	85	
		mehki listavci		1	
OBREŽNI PASOVI					
VODOZBIRNEGA OBMOČJA		SREDNJI		odvisno od kategorije vodotoka in lokalnih posebnosti	
				<p>HORIZONTALNA ZGRADBA</p> <p>Stopeničasta sestojna zgradba z dovolj starega drevoja. Pospešujemo vrste z globokim in močnim koreninskim sistemom, kot so jelša, vrba, beli gaber, plemeniti listavci in bukeve. SKLEP SESTOJA</p> <p>Zastornost zgornjega sloja krošeni v obrežnem pasu ≥ 70 %.</p> <p>Delež vrzeli naj bo pod 10 %. Porazdeljene naj bodo mozaično ob vodotoku.</p> <p>STOPNJA OBNOVE SESTOJA</p> <p>Stalna obnova na rastišču naj bo zagotovljena.</p> <p>Nujno vzpostavljajte pionirske vegetacije na огоlelih bregovih vodotokov.</p> <p>Odstranjujemo težka in nagnjena drevesa na naklonih, kjer je nevarnost za padanje dreves in zdris zemljine.</p>	
* prva šifra predstavlja večjo težo, glede na talni tip (glej poglavje Gozdna hidrologija)					
** majhen vpliv na vodozadrževalno sposobnost tal, toda zaradi ekstremnih razmer so ti gozdovi pomembni za varovanje zemljišča in preprečevanje erozije					
Minimalna sestojna mešanost v % LZ - podatki povzeti po Robič (GGNGGE Radovljica-levi breg Save)					
Idealna sestojna mešanost (PNV) v % LZ - potencialna naravna vegetacija; podatki povzeti po Veselič (Pregled rastišč po Veselič (Veselič Ž. 2000))					
Zastornost - sklep krošeni v strehi sestojja, upoštevamo letvenjak, drogovnjak, debelejak in pomlajene					

Priporočila za gozdarsko prakso

Kartiranje hidrološke funkcije po celotnem gozdnem prostoru Slovenije, ki je v veljavi danes, zahteva nabor ukrepov, ki bi jo optimirali in krepili. To poglavje lahko prispeva k lažjim odločitvam pri gozdnogospodarskem načrtovanju in na terenu. V poglavju Gozdarska politika in gojenje so bile predstavljene zakonodajne osnove kompleksne povezave gozd in voda. Iz tovrstnih povezav bodo na tem mestu izluščene najpomembnejše navedbe, ki jih gozdarstvo že pozna, a jih v procesu načrtovanja prepogosto obravnava preveč splošno. Navodila, ki na hidrološko funkcijo delujejo ugodno, so namreč pogosto obravnavana v sklopu povsem druge tematike. Zbirka priporočil naj bo začetek dobre prakse za gozdarstvo in spremljajoče prostorske dejavnosti. Obstoječa slovenska priporočila so podkrepljena z izsledki tujih raziskav.

Na optimalno delovanje gozda kot posrednika med padavinami in končnim porabnikom vode vplivajo stopnja gozdnosti, drevesna sestava, vertikalna in horizontalna struktura gozda, ohranjenost gozdov in raba tal na širšem območju. Dejavniki, na katere gozdarstvo ne more neposredno vplivati, pa so matična podlaga, talni tip in naklon. Te dejavnike je seveda v krogotoku vode treba vedno upoštevati, kljub temu da so neodvisni od gozdnogospodarskih ukrepov. Naša priporočila si sledijo od najširše zastavljenih, ki se nanašajo na celoten gozdni prostor in dogajanje v njem, do ožjih, ki narekujejo, kakšni gozdnogojitveni ukrepi naj se izvajajo v korist hidrološkemu režimu v vodozbirnem območju.

Obravnavana ni omejena na finančne posledice, ki jih določeni ukrepi sprožijo. Premišljena prostorska razporeditev ukrepov in vrednotenje funkcij bo v prihodnje ena pomembnih nalog gozdarstva.

Zakonodaja, ki že vsebuje določila za krepitev hidrološke vloge gozda:

- Zakon o gozdovih (UR. I. RS, št. 30/1993, 110/2007),
- Zakon o varstvu okolja (UR. I. RS, št. 41/2004, s spremembami in dopolnitvami),
- Zakon o vodah (UR. I. RS, 67/2002, 41/2004),
- Zakon o ohranjanju narave (UR. I. RS, št. 56/1999, s spremembami in dopolnitvami),
- Uredba o prepovedi vožnje z vozili v naravnem okolju (UR. I. RS, št. 16/1995),
- Uredba o pristojbini za vzdrževanje gozdnih cest (UR. I. RS, št. 38/1994, 9/2006),
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (UR. I. RS, št. 5/1998, 70/2006),
- Pravilnik o gozdnih prometnicah (UR. I. RS, št. 104/2004),
- Pravilnik o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov (UR. I. RS, št. 55/1994),
- Pravilnik o varstvu gozdov (UR. I. RS, št. 92/2000, 56/2006),
- Pravilnik o minimalnih pogojih, ki jih morajo izpolnjevati izvajalci del v gozdovih (UR. I. RS, št. 35/1994, 50/2006).
- Pravilnik o minimalnih tehničnih in drugih pogojih za parkirišča in mesta za vzdrževanje vozil (UR. I. RS, št. 10/1996),
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz postaj za preskrbo motornih vozil z gorivi, objektov za vzdrževanje in popravila motornih vozil ter pralnic za motorna vozila (UR. I. RS, št. 10/1999).

Usmeritve za krepitev hidrološke funkcije

Z gozdnogospodarskimi in drugimi ukrepi je mogoče pozitivno vplivati na hidrološko funkcijo gozda v gozdnatem vodozbirnem območju. Priporočeni ukrepi so razvrščeni na nekaj najpomembnejših indikatorjev oz. kazalnikov za količino in kakovost pitne vode (glej poglavje Gozdna hidrologija, Preglednica 2): koncentracija onesažil in dušika v vodi, sproščanje sedimentov zaradi erozijskega delovanja, skupna količina odtoka iz povodja in temperatura vode. Prvi del je povzet iz obstoječih zakonodajnih aktov in je obvezujoč, drugi pa predstavlja nabor ukrepov, ki so v gospodarjenju priporočljivi.

Koncentracija onesažil in dušika v vodi

Obveze (povzete iz obstoječe zakonodaje):

- Obvezna uporaba biološko razgradljivih olj za mazanje motornih žag ter v hidravličnih sistemih strojev povsod pri delu v gozdu. S tem bi preprečili nepotrebno onesnaževanje voda in gozdov (povzeto po Košir 2006).
- Pranje, vzdrževanje oziroma popraviljanje gozdne mehanizacije se v gozdu ne sme izvajati. Parkirna mesta za gozdno mehanizacijo in pretakalne ploščadi morajo biti tlakovani tako, da so neprepustni za vodo in naftne derivate. Tlakovane površine morajo biti obdane z robniki, meteorne vode z njih pa speljane v kanalizacijo preko ustrezno dimenzioniranih lovilcev olj. Če parkirišče ni tako urejeno, je treba pod kritična mesta na vseh vozilih postaviti lovilne posode ali pivnike, ki preprečujejo iztekanje nevarnih tekočin v tla (povzeto po Trontelj 2006).
- V primeru da pride do izliva nafte in naftnih derivatov na pretakalni ploščadi ali v gozdu, je treba onesnaženje omejiti, razlize nevarne snovi pa s pomočjo ekološke opreme (pivniki, granulati) pobrati v ustrezne posode (povzeto po Trontelj 2006).
- Gradnja prometnic naj poteka na pobočjih z manjšimi nakloni, upoštevajoč čim manjše



Slika 1: Gozdna cesta seka potok

- razgaljanje tal, vkope in dolžino prometnic. Uporaba težke mehanizacije je na erodibilnih tleh omejena ali prepovedana, v strugah vodotokov prepovedana (povzeto po Mulkey 1980).
- Gozdne ceste in vlake se gradijo pod strogimi pogoji in standardi gradnje in vzdrževanja, ki so navedeni v Pravilniku o gozdnih prometnicah.

Priporočila

- Selektivna sečnja v ožjih obrežnih pasovih naj se izvaja predvsem z namenom odstranitve starih in nestabilnih dreves.
- Vzpostavlja in ohranja naj se pas obvodne vegetacije (drevja in grmičevja), ki lahko omili ali prepreči vnos pesticidov in drugih onesažil v vodotok (Binkley in Macdonald 1994).
- Mesta za skladiščenje goriva in olja naj bodo stran od vodotokov in drugih vodnih teles, pripravljen naj bo podroben načrt v primeru razlitja (Mulkey 1980).
- Izogibati se je treba visokim koncentracijam pepela in prahu v območjih, kjer bi jih veter

ali voda lahko zanesla v vodotoke. Sežiganje sečnih ostankov naj se izvaja pazljivo (povzeto po Mulkey 1980).

- Vzpostavi naj se režim prometa na gozdnih cestah v dogovoru z občinami, lastniki zemljišč in Zavodom za gozdove Slovenije (najprimernejša je zapora cest, kadar se ne izvajajo gozdna dela). Tako se lahko cestišče stabilizira in vzpostavi vegetacija ob prometnicah (povzeto po Mulkey 1980).

Sproščanje sedimentov (erozija)

Obveze:

- Izogibati se je treba poškodbam zgornjega stroja gozdnih cest (npr. vožnja z goseničarji, vlačenje lesa).

Priporočila:

- Na celotnem vodozbirnem območju naj se zagotavlja stalna pokrovnost vegetacije (Frehner et al. 2005).
- V območju neposredno ob hudourniški strugi naj bi se odstranjevala stara, nestabilna drevesa (Frehner et al. 2005).
- Ob nastanku erozijskega žarišča se opravijo samo nujna preventivna dela, rastišče se prepusti naravni obnovi. Izogibati bi se bilo treba sečnji, požiganju in motnjam v organski plasti oziroma opadu vsaj 100 let po motnji, da se organska plast tal in opada obnovi (povzeto po Twery in Hornbeck 2001).
- Puščanje podrtega drevja in izruvanih korenin v strugi vodotokov ali v neposredni bližini je neprimerno, saj jih lahko pri visokih vodah odnese in povzročijo zajezitve (Frehner et al. 2005).
- Zapora vodovoda v soglasju z lokalnimi skupnostmi v obdobju intenzivnih del v gozdu lahko prepreči onesnaženje pitne vode.
- Zapora cest v obdobju večjih in dolgotrajnih padavin prepreči nastajanje kolesnic ter nastajanja potokov v kolesnicah. Hkrati se prepreči zbijanje cestne površine ter sproščanje sedimentov (Mulkey 1980).
- Preventivni ukrep na že zgrajenih gozdnih cestah z velikimi nakloni naj bo betoniranje ali asfaltiranje cestnih odsekov.

- Na erodibilnih terenih naj se pogosto uporabljene poti in vstopne točke na deloviščah utrjujejo s kamenjem, debli in vejami.
- Rušilna moč vode s ceste naj se umiri v zadrževalnih jarkih, podloženih s skalometom.

Snežni plazovi (Frehner et al. 2005)

- Višina dreves naj bo vsaj dvakratnik povprečne višine snežne odeje. Če je višina snežnega plazu od 1 do 2 m, ga gozd s svojimi debli lahko upočasni. Pri večjih in hitrejših snežnih plazovih bo gozd uničen.
- Listavci pri manjših količinah snega pozitivno vplivajo na preprečevanje proženja snežnih plazov, saj do tal pride več sončnega obsevanja in sneg se hitreje preobrazi. Pri večjih količinah snega se pozitivni učinek listavcev izniči. Bukov opad omogoča lažje drsenje snega, kar lahko poveča nevarnost proženja snežnih plazov.
- Pri naklonih od 30 do 40° je zaželen prisotnost velikega števila dreves na hektar ter puščanje ležečih dreves in mrtvega lesa v vrzelih ter na robovih plazov, saj se s tem zmanjša verjetnost proženja plazov. Mrtev les tvori gosto in visoko ogrado, ki veže snežno odejo k tlom. V bolj strmih predelih pa v primeru proženja snežnih plazov mrtev les postane dodatna nevarnost.
- Za preprečevanje proženja snežnih plazov prisotnost velikih in nestabilnih dreves, ki bi se lahko podrla, ni dopustna.
- Trajna prisotnost naravnega pomlajevanja je zagotovljena. V potencialnem območju proženja snežnih plazov naravno pomlajevanje traja vsaj 10 let. Kot prispevek k preprečevanju nevarnosti proženja snežnih plazov se za zapiranje vrzeli priporoča sadnja.

Zemeljski plazovi (Frehner et al. 2005)

- Proženje zemeljskih plazov preprečujejo drevesne vrste z globokim koreninskim sistemom, ki dobro prekoreninijo tla in jih tako stabilizirajo, hkrati pa vsrkajo velik del do tal prispele vode.
- Za preprečevanje proženja zemeljskih plazov na težkih, slabo prepustnih tleh so priporočljive naslednje drevesne vrste: jesen, brest,



Slika 2: Pomlajen smrekov gozd

hrast, javor, črna jelša ter jelka, ruševje in črni bor.

- Velika in nestabilna drevesa lahko povečajo nevarnost proženja zemeljskih plazov, saj morebiten vetrolom povzroči razgaljenje tal ali celo nastanek erozijskega žarišča. Poveča se količina do tal prispelih padavin in pospeši preperevanje tal, kar lahko vodi v erozijo in plazenje tal
- Proženje zemeljskih plazov preprečuje dobra prekoreninjenost tal. Zagotoviti je treba trajno naravno pomlajevanje, ki naj poteka pod zastorom. Vrzeli naj bodo čim manjše, kolikor to dopušča uspešnost pomlajevanja.
- Cestni prepusti naj bodo na vsakih 100–200 m z zajetji za pesek in z 10-metrskim obcestnim pasom drevja (Nisbet 2001).
- Delo v suhem vremenu (spomladi in poleti) učinkovito zmanjša nevarnost erozije ob vodotokih in zajetjih (Nisbet 2001).

Skupna količina odtoka iz povodja

- Za zmanjšanje visokih pretokov naj bo delež negozdnih površin, vrzeli ali mladja do starosti 10 let pod 25 % površine vodozbirnega območja.
- Gostota zgornje plasti krošenj naj bo nad 70 % (tesen ali normalen sklep) v celotnem območju kot tudi v obrežnem pasu (Twery in Hornbeck 2001).
- Najprimernejša zgradba gozda za zmanjšanje visokih pretokov je malopovršinska raznodobna zgradba z visoko stopnjo zastiranja ter čim bolj enakomerno porazdelitvijo razvojnih faz (Frehner et al. 2005).

Temperatura vode (Twery in Hornbeck 2001)

- Za ohranjanje temperature vodotoka naj bo delež vrzeli pod 10 % celotnega vodozbirnega območja, gostota zgornjega sloja krošenj v obrežnem pasu pa naj bo nad 70 %.
- Obnova naj poteka v vrzelih, manjših od 0,1 ha.

Gozdnogojitveni ukrepi za gozdarsko prakso za krepitev hidrološke funkcije (povzeto po Gozdnogospodarski ... 1999)

Stabilnost:

- Zmes rastišču primernih drevesnih vrst je treba uravnnavati. Na ekstremnih legah (velik naklon, večja nadmorska višina) imajo prednost vrste z močnim koreninskim sistemom (rušje, rdeči bor, macesen, gorski javor, jelka).
- V robnem območju jarkov in plazišč (vpliv plazov in hudournikov) trajno ohranjamo in pospešujemo pionirski stadij (vrbe, rušje, siva jelša).
- Z maksimalno izvedbo načrtovane nege (predvsem pravočasne) se poveča stabilnost sestojev.
- V čistih smrekovih sestojih, predvsem tistih slabše stabilnosti in kvalitete je obnova lahko predčasna.
- V sklenjenih sestojih iglavcev naj bi se vzpostavila jedra listavcev.
- Odstranjujejo se nestabilna in fiziološko prestara drevesa, ki lahko povzročijo erozijske procese.
- Puščamo visoke panje v vplivnem območju snežnih plazov.

Struktura:

- Skrbimo za stalno pokrovnost z gozdno vegetacijo in naravno obnovo sestojev. Ukrepanje je skupinsko postopno.
- Na ravni vodozbirnega območja skrbimo za dinamično ravnovesje deležev razvojnih faz.
- Prve obnovitvene sečnje so manjših jakosti zaradi zagotavljanja večjega deleža jelke in bukve v naravni sestavi mladovij.
- Pomladitvene dobe naj bodo daljše in brez večkratnega poseganja.
- Na boljših jelovo-bukovih rastiščih so primerne daljše proizvodne dobe z ohranjanjem visokih lesnih zalog in z več debelega drevja. Na teh rastiščih je primerno tudi oblikovanje prebiralnih struktur.
- Na območjih, kjer je potencialno najprimernejši način spravila z žičnico, se obnova načrtuje v pasovih. Linije se postavljajo pre-



Slika 3: Vlaka ali vodna pot

čno na pobočja, in sicer tako, da odrasel sestoj varuje pomladitvene površine pred ekstremnimi klimatskimi pogoji (obnova robno in v senci odraslih sestojev). Podoben prostorski red se upošteva tudi v primeru robnih sečenj.

Nabor ukrepov za krepitev hidrološke vloge obrežnih pasov gozda

- Prednost naj imajo vrste z globokim in močnim koreninskim sistemom, kot so jelša, beli gaber, plemeniti listavci in bukev.
- Med iglavci je najbolje prilagojen na razpoložljivo količino vode bor, saj na vlažnih tleh izrazito poveča porabo.
- Širina obvodnega pasu (vegetacije) naj bo sorazmerna širini vodotoka. Priporočljive širine so:
 - 5 m za vodotoke s širino struge manj kot 1 m,
 - 10 m za vodotoke s širino struge med 1–2 m,
 - 20 m za vodotoke s širino struge več kot 2 m.

- Na erodibilnih pobočjih naj se priporočljiva širina obvodnega pasu podvoji.
- Pas obvodne vegetacije naj bo širši ob vodotokih v strmejših legah in pri drevesnih vrstah s plitvimi koreninami (Chang 2003).
- Ob podiranju dreves naj ta padajo proč od struge. Ostanke (veje, vrhače) je treba iz struge odstraniti.
- Poškodovane brežine vodotokov se utrjujejo z biotehničnimi ukrepi (lesenimi kaštami, vrbovimi ščetkami in popleti, lesenimi oblicami ali gabioni (armirano zemljino)). Ukrepi omogočajo vzpostavitev naravne obrežne vegetacije.
- Kjer je smiselno, se sadi obvodne drevesne vrste, saj te stabilizirajo brežine.
- Na območjih, kjer želimo zmanjšati površinski odtok vode (npr. aceretalna rastišča), je treba pospeševati pomlajevanje plemenitih listavcev kot pomembnih porabnikov vode.
- Sestoji sive in črne jelše, črnega topola, trepetlike in vrb na mokrih tleh ob vodotokih naj bi se varovali, saj predstavljajo zadrževalnike visokih voda.
- Pri intenzivnejših sečnjah obrežne vegetacije naj si ukrepi na nasprotnih bregovih vodotoka sledijo izmenično v pasovih po 50–100 m.

Ob hudournikih (povzeto po Forestry commission, 2003):

- je treba vzdrževati stopničasto sestojno zgradbo mlajših razvojnih faz,
- na bregovih nad hudourniški vodotoki ne dopuščamo visokih lesnih zalog, nestabilnih dreves ter mrtve biomase.

Ob nižinskih vodotokih (povzeto po Forestry commission, 2003):

- je treba vzdrževati stopničasto sestojno zgradbo z dovolj starega drevja,
- naj bo odmrli les prisoten v sestoji in v vodnih telesih, puščati je treba posamezna stara habitatna drevesa,
- naj se senčenje in temperaturo struge uravnava z redčenji in odstanjevanjem neželjenih iglavcev,
- obrežni sestoji vrb in jelše zahtevajo redčenja, polardiranje (obrezovanje enoletnih

poganjkov) ali panjaste sečnje – vrbe na 20–25 let, jelše na 15–20 let,

- naj se razvoj rastlinskega pokrova na zelo vlažnih predelih prepusti naravi.

Viri:

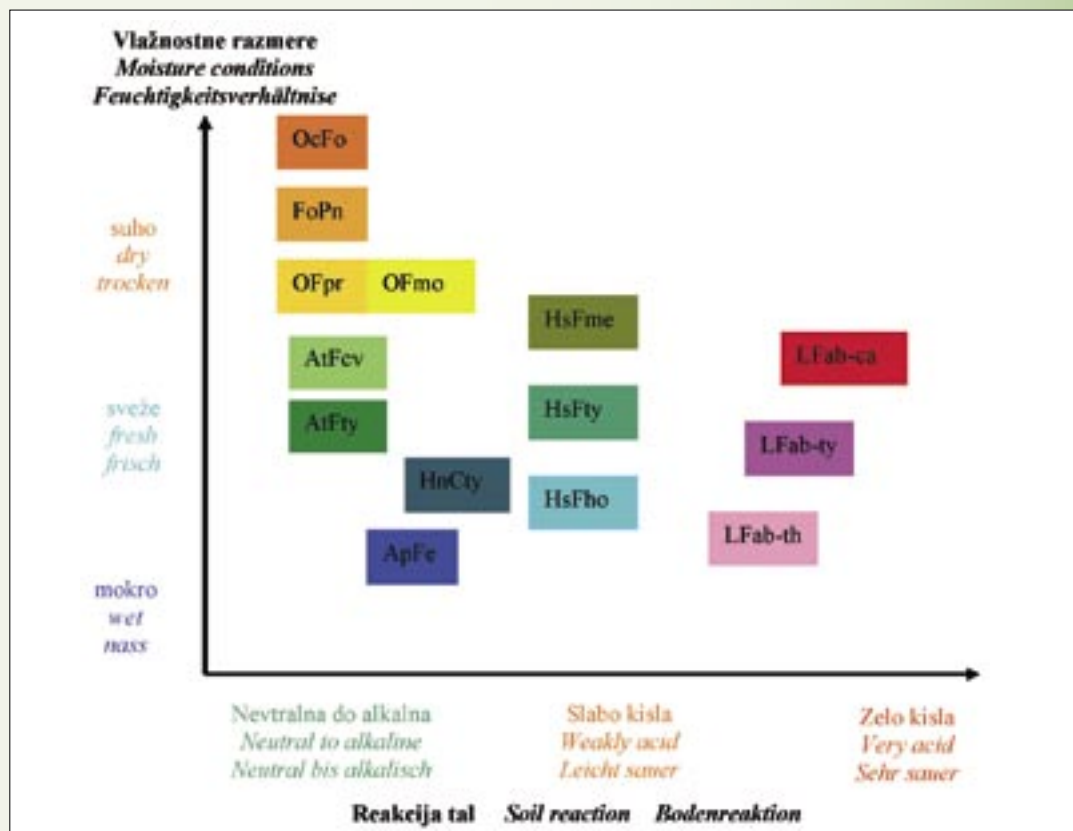
- Binkley D., Macdonald L. H. (1994). Forests as non-point sources of pollution, and effectiveness of Best Management Practices. National Council for Air and Stream Improvement, New York.
- Chang M. (2003). Forest hydrology: an introduction to water and forests. CRC Press LLC.
- Forestry commission. (2003). Forest&water guidelines. Edinburgh. 1–66 pp.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. (2005). Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Radovljica – levi breg Save 1999–2008. (1999). Bled, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.
- Košir P. (2006). Gozdnogospodarski vidiki ohranjanja voda visokega krasa na primeru GE Draga. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- Lee P., Smyth C., Boutin S. (2004). Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States. Journal of Environmental Management 70. 165–180.
- Mulkey L. A. ED. (1980). An Approach to Water Resources Evaluation on Non-Point Silviculture Sources (A Procedural Handbook). Forest Service. United States Department of Agriculture, Washington D.C.
- Nisbet T. R. (2001). The role of forest management in controlling diffuse pollution in UK forestry. Forest Ecology and Management 143. 215–226.
- Pravilnik o gozdni prometnicah. (UR. I. RS, št. 104/2004.)
- Trontelj M. (2006). Vzdrževanje in obratovanje lovilcev olj in maščob. V XIII.R. Slovenska vojska, SOP št. 1407: 6 p.
- Twery M. J., Hornbeck J. W. (2001). Incorporating water goals into forest management decisions at a local level. Forest Ecology and Management 143. 87–93.

PRILOGA 1: Kratak opis in primerjava rastišnih tipov za raziskovalno območje Drage

Short description and comparison of site types for research areal Draga

Kurze Beschreibung und Vergleich der Standorttypen für das Untersuchsareal Draga

Kratica Abbrev. Abkürzung	Gozdna združba rastišča Forest community of site Waldgemeinschaft am Standort
HnCty	<i>Helleboro nigri-Carpinetum betuli typicum</i>
AtFty	<i>Anemone trifoliae-Fagetum typicum</i>
AtFcv	<i>Anemone trifoliae-Fagetum calamagrostidetosum variae</i>
HsFty	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum typicum</i>
HsFme	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum mercurialeetosum perrenis</i>
HsFho	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum homogynetosum sylvestris</i>
LFab-ty	<i>Luzulo-Fagetum abietetosum typicum</i>
LFab-ca	<i>Luzulo-Fagetum abietetosum calamagrostiosum arundinaceae</i>
LFab-th	<i>Luzulo-Fagetum abietetosum thelipteriosum limbospermae</i>
OFpr	<i>Ostryo-Fagetum var. geogr. Anemone trifolia</i> - preserved species composition
OFmo	<i>Ostryo-Fagetum var. geogr. Anemone trifolia</i> - strongly modified composition
FoPn	<i>Fraxino orni-Pinetum nigrae</i>
OcFo	<i>Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum orni</i>
ApFe	<i>Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsior s. lat.</i>



PRILOGA 2: POIMENOVANJE GOZDNIH ZDRUŽB: Območje DRAGA - BEGUNJE			
STARA IMENA - legenda gozdnih združb (Vir : M. Urbančič)	VELJAVNA IMENA - predvsem za nivo asociacije (Vir : L. Kutnar)		
<i>Anemone trifoliae-Fagetum (typicum)</i>	<i>Anemone trifoliae-Fagetum TREG.62 var.geogr.Helleborus niger subsp.niger</i> MAR.,POLD.& ZUP.89		Alpski bukov gozd
<i>Anemone trifoliae-Fagetum (calamagrostidetosum varia)</i>	<i>Anemone trifoliae-Fagetum TREG.62 var.geogr.Helleborus niger subsp.niger</i> MAR.,POLD.& ZUP.89		Alpski bukov gozd s pisano šašulico
<i>Abieti-Fagetum praealpinum (ty.)</i>	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i> MAR. et al. 93		Predalpski gorski gozd jelke in bukve
<i>Abieti-Fagetum praealpinum (merculialetosum)</i>	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i> MAR. et al. 93		Predalpski gorski gozd jelke in bukve s trpežnim golščem
<i>Abieti-Fagetum praealpinum (homogynetosum)</i>	<i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i> MAR. et al. 93		Predalpski gorski gozd jelke in bukve z gozdnim planinščkom
<i>Luzulo-Abieti Fagetum praealpinum (ty.)</i>	<i>Luzulo-Fagetum MEUSEL 37 abietetosum (MAR.& DAKS.88) MAR.& ZUP.95</i>		Predalpski gorski gozd bukve, jelke in bekice
<i>Luzulo-Abieti Fagetum praealpinum (calamagrotidetosum arundinaceae)</i>	<i>Luzulo-Fagetum MEUSEL 37 abietetosum (MAR.& DAKS.88) MAR.& ZUP.95</i>		Predalpski gorski gozd bukve, jelke in bekice z gorsko šašulico
<i>Luzulo-Abieti Fagetum praealpinum (oreopteriletosum limbospermae)</i>	<i>Luzulo-Fagetum MEUSEL 37 abietetosum (MAR.& DAKS.88) MAR.& ZUP.95</i>		Predalpski gorski gozd jelke in bukve z gorsko krpačo
<i>Carici-albae Fagetum (var.Anemone trifolia)</i>	<i>Ostryo-Fagetum M.WRAB.ex TRIN.72 var.geogr.Anemone trifolia (MAR.,PUNC.& ZUP.80)POLD.82</i>		Predalpski termofilni bukov gozd - sestojno ohranjen in delno spremenjen gozd
<i>Carici-albae Fagetum (var.Anemone trifolia)</i>	<i>Ostryo-Fagetum M.WRAB.ex TRIN.72 var.geogr.Anemone trifolia (MAR.,PUNC.& ZUP.80)POLD.82</i>		Predalpski termofilni bukov gozd - sestojno izmenjan gozd, prevladuje smreka
<i>Pinetum austroalpinum</i>	<i>Fraxino omi-Pinetum nigrae MARTIN-BOSSE 67</i>		Južnoalpski bazofilni borov gozd
<i>Aceri pseudoplatani-Fraxinetum illyricum</i>	<i>Aceri-Fraxinetum illyricum TOM.39 (n.nud.)</i>		Ilirski gozd gorskega javorja in velikega jesena
<i>Orno-Ostryetum</i>	<i>Ostryo carpiniifoliae-Fraxinetum omi AICH.33</i>		Zdržba gabrovca in malega jesena

