

#

## Znanstvena razprava

GDK 116.91+922.2(497.4 Ljubljana)(045)=163.6

### Vpliv gozdov na kakovost virov pitne vode mestne občine Ljubljana

*Influence of Forests on Drinking Water Resources Quality in the Municipality of Ljubljana*

Urša VILHAR<sup>1</sup>, Špela PLANINŠEK<sup>2</sup>, Andreja FERREIRA<sup>3</sup>

#### Izvelek:

U. Vilhar, Š. Planinšek, A. Ferreira: Vpliv gozdov na kakovost virov pitne vode Mestne občine Ljubljana. *Gozdarski vestnik*, 68/2010, št. 5-6. V slovenščini, z izvelekom v angleščini, cit. lit 28. Prevod avtorice, lektoriranje angleškega besedila Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Ohranjanje kakovosti in količine virov pitne vode je izredno pomembna ekosistemska vloga gozdov, še posebno tistih v urbanizirani krajini. Za oskrbo Mestne občine Ljubljana (MOL) z vodo sta pomembni predvsem dve telesi podzemne vode: vodonosnik Ljubljanskega polja in vodonosni sistem Ljubljanskega barja. Od 102 zajetij in izvirov, ki so razpoložljivi in obnovljivi vodni viri v MOL, jih je pet zunaj gozda, 36 jih v gozdu, 61 pa na gozdnem robu. V vodonosnikih so gozdovi z naravno ohranjeno rastlinsko sestavo in sestojno zgradbo pomemben filter za vnose onesnažil z okoliških kmetijskih površin, prometnic in urbanih površin v podtalnico in površinske vodotoke. Na erozijsko ogroženih območjih je vloga gozda z vidika ohranjanja režima in kakovosti vodnih virov predvsem ohranjanje stabilnosti gozdnih tal z močnimi koreninskimi sistemi, prestrežanje čim večje količine padavin in zadrževanje premikajočih se zemeljskih mas. Erozijsko ogrožena območja so predvsem v vzhodnem delu MOL, kjer prevladuje gričevnat in hribovit svet. Navajamo priporočila za gozdnogospodarske ukrepe, gradnjo in uporabo gozdnih prometnic ter gozdne mehanizacije v gozdovih, kjer je izredno poudarjeno ohranjanje režima in kakovosti vodnih virov zaradi vpliva na napajalno območje vodonosnika.

**Ključne besede:** ohranjanje virov pitne vode, onesnaženje, erozija, gozdne prometnice, mehanizacija, gozd, zakonodaja, Ljubljana

#

#### Abstract:

U. Vilhar, Š. Planinšek, A. Ferreira: Influence of Forests on Drinking Water Resources Quality in the Municipality of Ljubljana. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 68/2010, vol. 5-6. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. 28. Translated by the author, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Conservation of quantity and high-quality drinking water - ecological service provided by forest ecosystems - is of increasing importance, especially in urbanized areas. The Municipality of Ljubljana has two important subsurface water-bodies: aquifer Ljubljansko polje and Ljubljansko Barje aquifer system. Among 102 potential water catchments and springs in the municipality there are 5 located outside the forest, 36 next to forest and 61 on the forest edge. In aquifers the forests with natural vegetation composition and stand structure are best for filtering pollution from neighboring agricultural areas, roads and urban centers, leaking into surface streams and groundwater. In areas, threatened by soil erosion, the forests play an important role as soil protection with deep root systems, precipitation interception and stabilizer of the movement of soil material. Soil erosion is problematic especially in the eastern parts of the municipality with hilly and mountainous terrains. Guidelines for forest management planning are presented regarding infrastructure construction, infrastructure usage and forest machinery in the forests with high level of hydrological and protection functions.

**Key words:** drinking water resources conservation, pollution, erosion, forest traffic roads, mechanization, forest, legislature, Ljubljana

## 1 UVOD

### 1 INTRODUCTION

Ohranjanje virov pitne vode je izredno pomembna ekosistemska vloga gozdov v vseh urbaniziranih okoljih. Kljub pomembnosti zaplat gozdnih ekosistemov v urbanih okoljih so le-te pogosto zelo spremenjene in degradirane. Mesto Ljubljana se razteza na ozemlju, kjer je dovolj površinske in podtalne vode. Vodne vire

najbolj ogrožajo stalni vnosi onesnažil s cest, streh, greznic, industrije in kmetijstva (VIŽINTIN et al.,

<sup>1</sup>Dr. U. V., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

<sup>2</sup>Š. P., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

<sup>3</sup>Dr. A. F. univ. dipl. geogr., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

#

2009). Varstveni pasovi virov vode na Ljubljanskem polju so tako kot v večini mest »ovira« pri razvoju in urbanizaciji. Vztrajanje pri odločitvi o varovanju virov vode z varstvenimi pasovi in ohranjanju visoke kakovosti podtalnice je zagotovilo naslednjim generacijam, da bodo oskrbljene s kakovostno, naravno prečiščeno pitno vodo, ne da bi jo bilo treba umetno prečiščevati z dragimi postopki. Ohranjanje kakovostnih virov vode je zato nujen element dolgoročne vizije mesta (VIŽINTIN et al., 2009). Stroga določila, ki so bila upoštevana ob izgradnji severne obvozne ceste mesta, so le del prizadevanj za ohranitev podzemnega vira vode na Ljubljanskem polju na zdajšnjem kakovostnem nivoju (BRILLY, 1998).

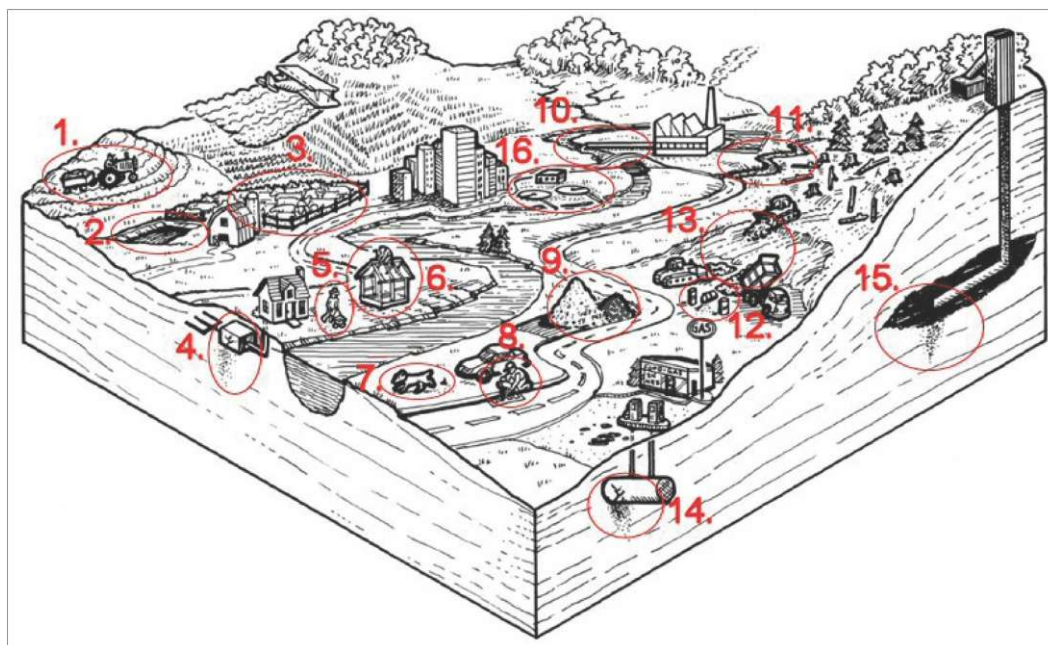
## 2 ONESNAŽEVANJE VIROV VODE

### 2 POLLUTION OF WATER RESOURCES

Glavni onesnaževalci vodnih virov so naselja, industrija in kmetijstvo, promet, turizem (Slika 1). Vire

onesnaževanja ločimo na točkovne in razpršene, pri čemer sta s stališča varstva okolja škodljivi obe obliki onesnaževanja. Točkovni viri povzročajo hitrejše spremembe, vendar jih je lažje odpravljati. Dolgoročno gledano so bolj problematični razpršeni viri, še posebno onesnaževanje okolja, ki je pogojeno sezonsko. Kmetijstvo in predelovalna dejavnost v različnih letnih časih uporabljata številne strupene in škodljive snovi. Podobno je s turizmom, kjer nastajajo velike, vendar časovno omejene obremenitve. Največji problem je še vedno onesnaževanje s strupenimi, težko razgradljivimi snovmi. Zaradi sinergijskega delovanja so le-te potencialna ekološka bomba.

Onesnažene vodne vire je težko očistiti, včasih celo nemogoče. Izviri, potoki in stoječe vode so kot sistemi posebno ranljivi, medtem ko so močvirja puferski sistemi za mnoge abiotske in biotske dejavnike. Onesnaževanje vedno bolj ogroža njihove samočistilne sposobnosti. Za stoječe vode (jezera in



Slika 1: Potencialni viri onesnaženja vode v urbanem okolju (EPA, 2009)

1: Potential pollutants of water resources in urban areas (EPA, 2009)

PREKORAČEN VNOS GNOJIL IN PESTICIDOV NA POLJU  
NETESEN ZBIRALNIK ZA FEKALIJ ŽIVINE  
PREŠTEVILČNA ŽIVINA V OGRADI  
NETESNA GREZNICA  
NEPRIMERNA UPORABA GNOJILA ZA TRATO  
EROZIJA TAL NA GRADBIŠČU  
IZTREBKI DOMAČIH ŽIVALI  
NEPRIMERNO ODLAGANJE MOTORNEGA OLJA

9. SOL ZA POSIPANJE CEST  
10. INDUSTRIJSKE ODPLAKE  
11. EROZIJA NA GOZDNIH CESTAH  
12. NEPRIMERNO ODLAGANJE STRUPENIH KEMIKALIJ  
13. ODLAGALIŠČE ODPADKOV  
14. NETESNA SKLADIŠČNA CISTERNA ZA GORIVO  
15. IZTEKANJE ŠKODLJIVIH SNOVI IZ RUDNIKA  
16. ODPLAKE IZ ČISTILNE NAPRAVE

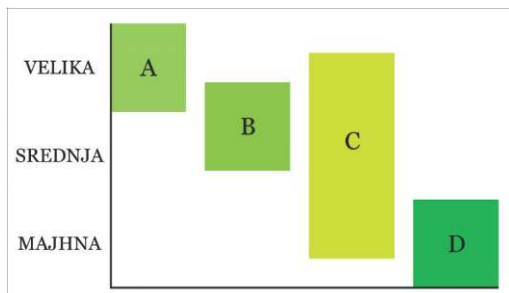


akumulacije) je največja težava evtrofikacija, torej obremenjevanje s fosforjem. Izsuševanje močvirij je problem, ki ga ne prištevamo k onesnaževanju, saj ga lahko opredelimo kot uničevanje naravnih sistemov, ki ščitijo okolje in z njim človeka.

## 2.1 Vpliv gozda na količino in kakovost virov vode

### 2.1 Influence of forest on quantity and quality of water resources

Gozd s svojimi gostimi krošnjami prestreže velik delež padavin: del jih izhlapi, del odkaplja z listov in vej, del pa steče po deblu do gozdnih tal. Posamezen delež je odvisen od vrste in intenzivnosti padavin pa tudi od zgradbe gozda, drevesnih vrst, oblike dreves in njihove prostorske razporeditve (KIMMINS, 1997). Stabilni, dobro ohranjeni gozdovi na primernih rastiščih so najprimernejša oblika 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 gozdnih



Slika 2: Vpliv stanja gozda na zadrževalno sposobnost gozdnih tal za vodo v primeru velike količine padavin (FREHNER et al., 2005)

Figure 2: Influence of forest condition on water holding capacity of forest soils in the case of high precipitation (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.

tal za infiltracijo in zadrževanje vode. Na zadrževalno sposobnost gozdnih 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 al., 2001). Opozoriti je treba, da je učinek gozda na zadrževanje vode omejen na obdobja, ko tla niso nasičena z vodo (Slika 2). 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).

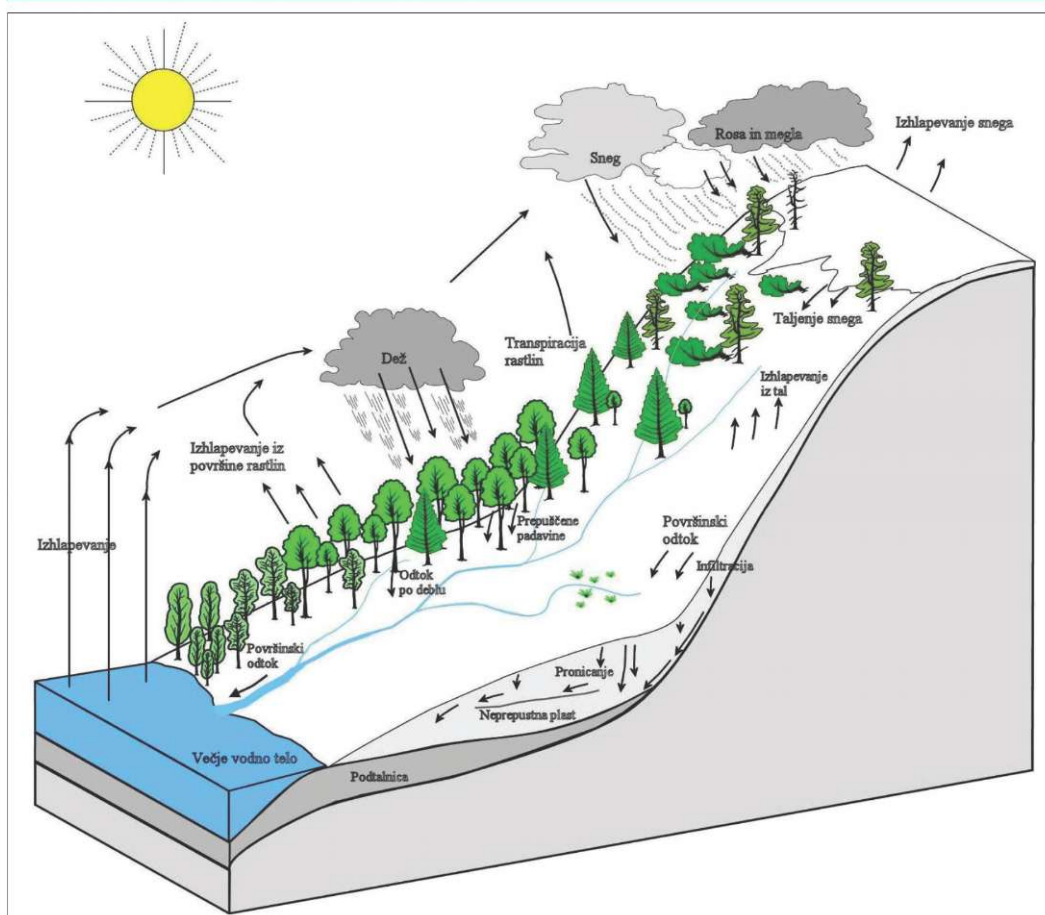
Vpliv gozdov na skupen odtok z vodozbirnega območja in kakovost vodotokov je tem večji, čim večji je delež površine gozdov v območju. Krčenje gozdnih površin v vodozbirnem območju lahko povzroči povečano sproščanje sedimentov zaradi delovanja erozije (BINKLEY/MACDONALD, 1994; PRYBOLOTNA, 2006), povečanje visokih voda ob nevihtah in ob taljenju snega (VON BURGER 1954b, 1954a) ali celo povečanje poplavnih voda in njihove povratne dobe (VENY, 1986).

V opadu ter mrtvem lesu padlih debel in panjev shranjena vlaga je začasen rezervoar vode za spodnje plasti gozdnih tal, ki imajo tako na voljo več časa za infiltracijo vode (OGEE/BRUNET, 2002). Opad ščiti mineralni del gozdnih tal pred neposrednim 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). Tako vodo imenujemo talna raztopina in ima vlogo transportnega posrednika. Je pomemben element kroženja hranil v gozdnem ekosistemu in hkrati dober pokazatelj zdravstvenega stanja gozdov ter posledic gospodarjenja z njimi (SIMONČIČ, 2001).

## 3 VIRI PITNE VODE V GOZDNEM PROSTORU MESTNE OBČINE LJUBLJANA

### 3 DRINKING WATER RESOURCES IN THE FOREST AREA OF THE MUNICIPALITY OF LJUBLJANA

Prebivalci mesta Ljubljane in bližnjih primestnih naselij se s pitno vodo oskrbujejo iz centralnega vodovodnega sistema. Nekatera manjša naselja v okolici mesta, ki so preveč oddaljena od osrednjega dela in s tem tudi črpališč centralnega sistema, da bi jih bilo mogoče navezati nanj, ali pa ležijo mnogo višje od črpališč centralnega sistema, se s pitno vodo oskrbujejo iz lokalnih vodovodnih sistemov. Za oskrbo Mestne občine Ljubljana (MOL) z vodo



Slika 3: Kroženje vode v gozdnatem vodozbirnem območju od zgornje gozdne meje do nižinskih poplavnih gozdov (VILHAR, 2009)

Figure 3: Water cycling in forested watershed from upper timberline to flooded lowland forests (VILHAR 2009)

sta najpomembnejši predvsem dve telesi podzemne vode (URBANC et al., 2001):

- vodonosnik Ljubljanskega polja,
- vodonosni sistem Ljubljanskega barja.

Podzemna voda se izkorišča v petih vodarnah: Kleče, Hrastje, Jarški prod in Šentvid na Ljubljanskem polju ter Brest na Ljubljanskem barju. Lokalni vodovodni sistemi se napajajo iz lastnih, lokalnih vodnih virov, kjer je vodni vir podzemna voda, zajeta v obliki izvirov ali vodnjakov v razpoklinskih ter prodnih vodonosnikih, pa tudi površinskih vodah.

Na območju Ljubljanskega polja je za vodooskrbo pomembnih šest izvirov (po navadi imenovani studenčnica), ki so podzemne vode pod terasami savskih prodnih zasipov (URBANC et al., 2001). Ti so predvsem v spodnjem delu vodonosnika Ljubljanskega polja med Poljem in sotočjem Ljubljanice in

Save. Tla nad vodonosnikom so peščena in dobro prepustna za vodo, nenasičena cona je debela 3 m do 20 m, dobro prezračena in prepustna za vodo. Vire pitne vode ogrožajo neposredni človekovi vplivi, kot so onesnaževanje vodotokov, hidromelioracije, odlaganje odpadkov, gradnja hidroelektrarn ter prometna in turistična infrastruktura, kemizacija v poljedelstvu in industriji, urbanizacija idr. Tod so gozdovi z naravno ohranjeno rastlinsko sestavo in sestojno zgradbo pomemben filter za vnose onesnažil z okoliških kmetijskih površin, prometnic in urbanih površin v podtalnico in površinske vodotoke.

Na območju Ljubljanskega barja so s stališča vodooskrbe pomembni predvsem izviri na obrobju iškega holocenskega prodnega vodonosnika (15 izvirov in kanalov). Na obrobju iškega vršaja je večina pomembnih izvirov zunaj meja mestne



občine, vendar jih je smiselno obravnavati, saj je večji del telesa podzemne vode vendarle znotraj MOL-a (URBANC et al., 2001). Ljubljansko barje je postalo zelo pomemben alternativni vir podzemne vode za MOL zaradi zaščitenosti vodonosnikov pred vplivi urbanizacije in drugimi človekovimi dejavnostmi. Zgornji in spodnji pleistocenski vodonosnik sta zaradi glinastih plasti nad njima dobro zaščitena pred negativnimi vplivi s površja. Za onesnaženje je občutljivo njuno napajalno območje, ki ga predstavlja kraško območje Krimsko-Mokrškega hribovja in je uvrščeno v širše vodovarstveno območje na državnem nivoju.

V hidrogeološki raziskavi Geološkega zavoda Slovenije za določitev razpoložljivih in obnovljivih vodnih virov v MOL sta bili opisani 102 zajetji in izvira (URBANC et al., 2001). Od tega jih je le pet zunaj gozda, 36 jih je v gozdu, preostalih 61 pa na gozdnem robu.

Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Ur. l. RS, št. 115/2007 2007) ter Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, št. 120/2004 2004) določata vodovarstvena območja za vodna telesa vodonosnikov, ki so namenjeni za oskrbo

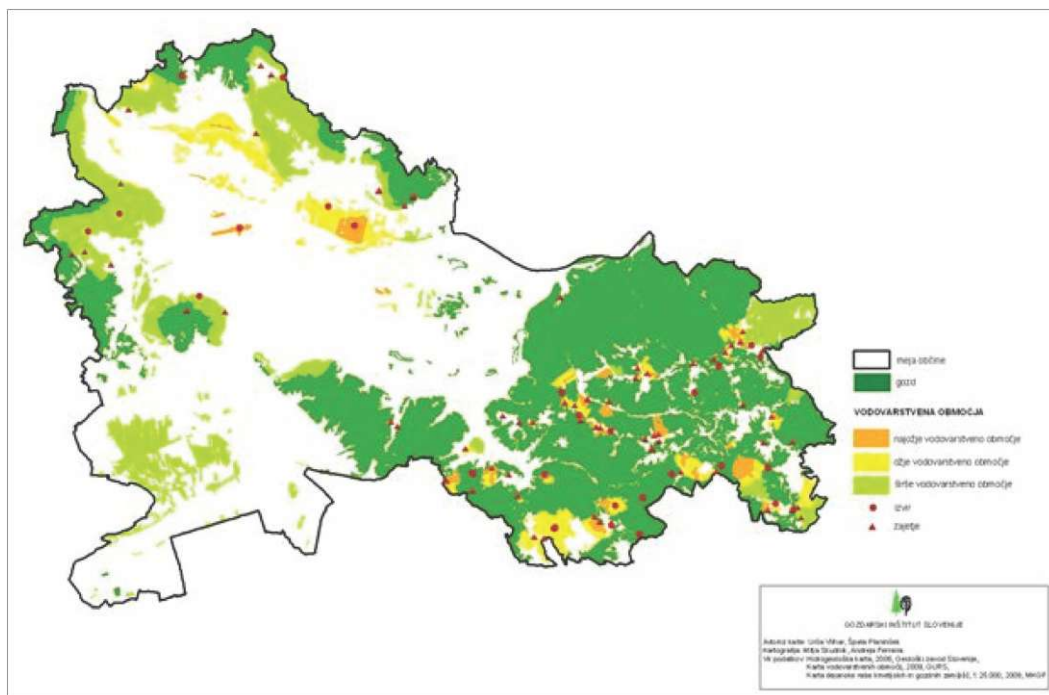
prebivalstva s pitno vodo. Uredbi določata tudi vodovarstveni režim, ki ga morajo lastniki ali drugi posestniki nepremičnin upoštevati in prilagoditi svoje delovanje na takih območjih. Vodovarstveno območje sestavljajo območja znotraj zajetij in notranja območja. Notranja območja delimo na:

1. najožja območja, označena z oranžno barvo in oznako »VVO I«,
2. ožja območja, označena z rumeno barvo in oznako »VVO II«,
3. širša območja, označena z zeleno barvo in oznako »VVO III«.

Najožja vodovarstvena območja (VVO I) so določena na 2,9 % vseh gozdov v MOL, ožja območja (VVO II) na 6,5 %, širše območje (VVO III) pa na 20,9 % vseh gozdov v MOL (Preglednica 1, Slika 4).

Ukrepi, prepovedi in omejitve, ki se nanašajo na ravnanje z gozdom, so za vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja naslednji (Ur. l. RS, št. 120/2004):

- na vseh notranjih vodovarstvenih območjih (VVO I, VVO II in VVO III) je dovoljeno pogozdovanje;
- posek na golo ni dovoljen v najožjih (VVO I) in ožjih (VVO II) območjih, pri čemer moramo



Slika 4: Vodovarstvena območja, izviri in zajetja v gozdovih Mestne občine Ljubljana

Figure 4: Water protection zones, drinking water catchments, springs and forests in the Municipality of Ljubljana

# #

U. Vilhar, Š. Planinšek, A. Ferreira: Vpliv gozdov na kakovost virov pitne vode Mestne občine Ljubljana

Preglednica 1: Površina gozdov v MOL glede na vodovarstveni režim (združena občinski in državni nivo)

Table 1: Forest area in the Municipality of Ljubljana according to the water protection zones (aggregated national and municipal level)

Vodovarstveni režim	ha	%
Vodovarstveni režim 1	333,4	2,9
Vodovarstveni režim 2	761,7	6,5
Vodovarstveni režim 3	2432,2	20,9
Skupna površina gozdov	11650,6	100,0

opozoriti, da Zakon o gozdovih v 22. členu določa, da je posek na golo kot način gospodarjenja z gozdovi tako ali tako prepovedan (Ur. l. RS 323-01/89-1/24, 110/07).

Za vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane, ki je novejšega datuma, so ukrepi, prepovedi in omejitve, ki se nanašajo na ravnanje z gozdom, naslednji (Ur. l. RS, št. 115/2007):

- na vseh notranjih vodovarstvenih območjih (VVO I, VVO II in VVO III) je dovoljeno pogozdovanje;
- uporaba sredstev za zatiranje škodljivcev ni dovoljena v najožjih vodovarstvenih območjih (VVO I);
- oskrba strojev in naprav z gorivom v gozdu ni dovoljena v najožjih vodovarstvenih območjih (VVO I), v ožjih vodovarstvenih območjih (VVO II) pa je dovoljena le uporaba biološko razgradljivih olj.

### 3.1 Hidrološka in varovalna funkcija gozdov

#### 3.1 Hydrological and protection function of the forest

V skladu z Zakonom o gozdovih (Ur. l. RS, št. 323-01/89-1/24, 110/07) in Pravilnikom o gozdnogo-

spodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Ur. l. RS, št. 1998-01-0242) opravlja hidrološko funkcijo kar polovica vseh slovenskih gozdov. Hidrološko funkcijo opravljajo zlasti gozdovi, ki ohranjajo čistost podtalnice oziroma vode, ki pronica v podzemni svet na krasu, stoječih in tekočih vodah ter s sposobnostjo zadrževanja vode v tleh in v rastlinah uravnavajo vodni odtok v območjih, ki so pomembna za oskrbo z vodo. Ovrednotene funkcije gozdov se določijo oziroma prikažejo po gozdnofunkcijskih enotah, ki zajemajo gozd in tista negozdna zemljišča, ki so z njim povezana ekološko oziroma funkcionalno, ter skupaj z gozdom zagotavljajo uresničevanje njegovih funkcij. Površine gozdnofunkcijskih enot določajo gozdni prostor. V našem primeru smo zaradi manjkajočega podatka o obsegu gozdnega prostora v MOL (napačen podatek zaradi časovne neskladnosti gozdnogospodarskih načrtov za območje MOL, neskladnosti z gozdnim robom itn.) delež gozdnih funkcij računali od skupne površine gozda v MOL. Prvo stopnjo poudarjenosti hidrološke funkcije ima 3,8 % gozdov v MOL (Preglednica 2, Slika 5), drugo stopnjo pa 27,5 % gozdov (Ur. l. RS, št. 1998-01-0242). V takih gozdovih hidrološka funkcija pomembno vpliva na način gospodarjenja z gozdom. Tretje stopnje poudarjenosti funkcij gozdov se v skladu s Priročnikom za izdelavo gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot (2008) ne določa več, v gozdnogospodarskih načrtih GGE Ljubljana in Polje paje bila še določena, in sicer zajema 65,6 % gozdov.

Določila in smernice za gospodarjenje z gozdom glede na stopnjo poudarjenosti hidrološke funkcije so navedena v gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Za gozdove MOL smo podatke pridobili iz GGN za GGE Ljubljana (2005) in Polje (2002), pri čemer so bili podatki za območje GGE Ljubljana zajeti v letu 2004, za območje GGE Polje pa v letu 2001. Zaradi časovnega zamika in desetletnega obdobja veljavnosti gozdnogospodarskih načrtov površine gozdov, kjer je določena prva stopnja poudarjenosti

Preglednica 2: Gozdovi v Mestni občini Ljubljana s hidrološko funkcijo gozda

Table 2: Forest areas with hydrological function in the Municipality of Ljubljana

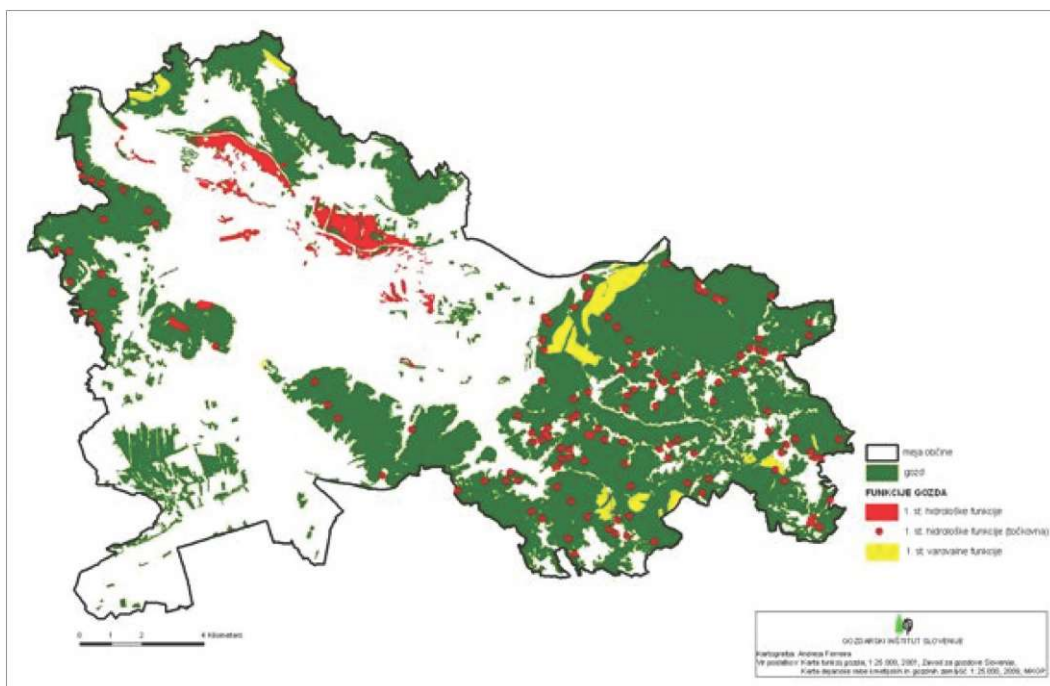
Hidrološka funkcija	ha	%
1. stopnja: funkcija določa način gospodarjenja z gozdom	442,05	3,79
2. stopnja: funkcija pomembno vpliva na način gospodarjenja z gozdom	3.203,82	27,50
3. stopnja: funkcija le deloma vpliva na način gospodarjenja z gozdom	7.646,65	65,63
Skupaj	11.292,51	96,93
Skupna površina gozdov	11.650,60	100,00

# #



Preglednica 3: Gozdovi v Mestni občini Ljubljana z varovalno funkcijo gozda  
 Table 3: Forest areas with protection function in the Municipality of Ljubljana

Varovalna funkcija	ha	%
1. stopnja: funkcija določa način gospodarjenja z gozdom	412,41	3,54
2. stopnja: funkcija pomembno vpliva na način gospodarjenja z gozdom	2.411,81	20,70
3. stopnja: funkcija le deloma vpliva na način gospodarjenja z gozdom	8.415,15	72,23
Skupaj	11.239,36	96,47
Skupna površina gozdov	11. 650,60	100,0



Slika 5: Gozdovi v Mestni občini Ljubljana glede hidrološke in varovalne funkcije gozda (GGN GGE Polje, 2002; GGN GGE Ljubljana, 2005)

Figure 5: Forest areas with hydrological and protection function in Municipality of Ljubljana (GGN GGE Polje, 2002; GGN GGE Ljubljana, 2005)

hidrološke funkcije, povsem ne ustrezajo najožjim in ožjim vodovarstvenim območjem (VVO I in VVO II). Enako velja za površine gozdov, kjer je določena druga stopnja poudarjenosti hidrološke funkcije, ki bi morala biti na širšem vodozbirnem območju (VVO III), na potencialnih vodovarstvenih območjih (območja podtalnice in izvirov), ob vodotokih in manjših stoječih vodah v širini ene do dveh drevesnih višin (Ur. l. RS, št. 1998-01-0242 1998). Prva stopnja poudarjenosti hidrološke funkcije določa način gospodarjenja z gozdom, druga stopnja pa pomembno vpliva na način gospodarjenja z gozdom.

Z vidika ohranjanja režima in kakovosti vodnih

virov je pomembna tudi varovalna funkcija gozdov, ki jo opravljajo zlasti gozdovi, ki zagotavljajo odpornost tal proti erozijskim pojavom, ki jih povzročata voda in veter, preprečujejo zemeljske in snežne plazove, usade in valjenje kamenja, so v predelu nad mejo strnjenega gozda in v drugih zelo ranljivih ekoloških razmerah. Prvo stopnjo poudarjenosti varovalne funkcije ima 3,5 % gozdov v MOL, drugo stopnjo poudarjenosti pa 20,7 % gozdov. Posebna kategorija so s predpisom vlade ali lokalne skupnosti določeni varovalni gozdovi, ki v zaostrenih ekoloških razmerah varujejo sebe, svoje zemljišče in nižje ležeča zemljišča, in gozdovi s posebnim namenom, v katerih je izjemno



Slika 6: Nižinski poplavni gozd v bližini Gameljne (foto: U. Vilhar)

*Figure 6: Lowland riparian forest near Gameljne*

poudarjena katera koli druga ekološka funkcija (Ur. l. RS, št. 323-01/89-1/24, 110/07). S predpisi je določen tudi režim gospodarjenja v teh gozdovih, izvajalec tega režima in zavezanec za zagotovitev sredstev za stroške. V MOL je varovalnih gozdov 363 ha oziroma 3,1 % gozdov, gozdov s posebnim namenom pa 13,6 %. Posebnega pomena so tudi območja Natura 2000, ki v MOL zajemajo 14,6 % gozdov. Največje površine gozdov, ki sodijo v območja Natura 2000, so na območju Rašice in južnem pobočju Šmarne gore (784,2 ha), na Ljubljanskem barju (759,9 ha) ter v Kresnicah pri Medvodah (159,8 ha). Za navedena območja so cilji in usmeritve ter načrtovani ukrepi v gozdnogospodarskih načrtih naravnani k ohranitvi ugodnega stanja določenega habitatnega tipa gozda in v gozdu živečih ali na gozd drugače vezanih vrst, zaradi katerih je bilo osnovano območje Natura 2000 (GOLOB, 2003).

Najožja (VVO I) in ožja (VVO II) vodovarstvena območja zavarovanih vodnih virov, iz katerih padavinske in površinske vode napajajo del vodonosnika s podtalnico, bi morala biti uvrščena v gozdove s poudarjeno prvo in drugo stopnjo hidrološke funk-

cije. Tod se gozdna dela izvajajo, vendar v skladu z omejitvami iz gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov. V teh gozdovih je nevarnost, da se lahko zaradi nepazljivosti pri sečnji in spravilu lesa v prepelem in razpokanem delu kamnin sorazmerno hitro pojavijo olja in drugi naftni derivati. Hkrati obstaja tudi nevarnost erozijskega delovanja zaradi gradnje gozdnih prometnic in spravila lesa s težko mehanizacijo. Zato smo v nadaljevanju predstavili priporočila za gozdnogojitvene ukrepe v gozdovih, kjer je ohranjanje režima in kakovosti vodnih virov zaradi vpliva na napajalno območje vodonosnika izredno poudarjeno.

Na območju vodonosnika Ljubljanskega polja so se zaradi intenzivne urbanizacije ohranili le fragmentirani ostanki nižinskih obrežnih in poplavnih gozdov, ki pa so zelo degradirani.

Z vidika ohranjanja režima in kakovosti vodnih virov je njihov pomen predvsem prestrežanje onesnažil iz okoliških kmetijskih površin, prometnic in urbanih površin, ohranjanje temperaturnega režima vodotoka s senčenjem vodne struge ter prostorska rezerva, primerna za zadrževalnike visokih voda. V





## #

U. Vilhar, Š. Planinšek, A. Ferreira: Vpliv gozdov na kakovost virov pitne vode Mestne občine Ljubljana

teh gozdnih so priporočila za gozdnogospodarske ukrepe naslednja (GGN GGE Ljubljana, 2005; FAJON et al., 2007):

- Vzpostavlja in ohranja naj se pas obvodne vegetacije (drevja in grmičevja), ki lahko omili ali prepreči vnos pesticidov in drugih onesnažil v vodotok.
- Selektivna sečnja v ožjih obrežnih pasovih naj se izvaja predvsem z namenom odstranitve starih in nestabilnih dreves.
- Obnova naj poteka v vrzelih, manjših od 0,1 ha.
- Ob podiranju dreves naj le-ta padajo stran od struge. Ostanke (veje, vrhače) odstranimo iz struge.
- Poškodovane brežine vodotokov utrjujemo z biotehničnimi ukrepi: lesenimi kaštami, vrbovimi ščetkami in popleti, lesenimi oblicami ali gabioni (armirano zemljino). Ukrepi bodo omogočili vzpostavitev naravne obrežne vegetacije.
- Obrežni sestoji vrb in jelše terjajo redčenje, obrezovanje enoletnih poganjkov ali panjaste sečnje: vrbe na 20 do 25 let, jelše na 15 do 20 let.
- Izogibajmo se visokim koncentracijam pepela in prahu v območjih, kjer bi jih veter ali voda lahko zanesla v vodotoke. Sečne ostanke naj se sežiga pazljivo.

Gradnja in uporaba gozdnih prometnic:

- Gradnja prometnic naj poteka na pobočjih z manjšimi nakloni, upoštevajoč čim manjše razgaljanje tal, vkope in dolžino prometnic. Uporaba težke mehanizacije je na erodibilnih tleh omejena ali prepovedana, v strugah vodotokov prepovedana.
- Gozdne ceste in vlake se gradijo pod strogimi pogoji in standardi gradnje in vzdrževanja, ki so navedeni v Pravilniku o gozdnih prometnicah.
- Na gozdnih cestah naj se vzpostavi režim prometa v dogovoru z občinami, lastniki zemljišč in Zavodom za gozdove Slovenije. Najprimernejša je zapora cest, kadar se gozdna dela ne izvajajo. Tako se lahko cestišče stabilizira in obnovi zaščitni pas vegetacije ob prometnicah.

Priporočila za gozdno mehanizacijo:

- Obvezna uporaba biološko razgradljivih olj za mazanje motornih žag ter v hidravličnih sistemih strojev povsod pri delu v gozdu. Tako bi preprečili nepotrebno onesnaževanje voda in gozdov (KOŠIR, 2006).
- Mesta za skladiščenje goriva in olja naj bodo stran od vodotokov in drugih vodnih teles, pripravljen naj bo podroben načrt v primeru razlitja.

- Pranje, vzdrževanje oziroma popraviljanje gozdne mehanizacije se v gozdu ni dovoljeno opravljati. Parkirna mesta za gozdno mehanizacijo in pretakalne ploščadi morajo biti tlakovana tako, da so neprepustna za vodo in naftne derivate. Tlakovane površine morajo biti obdane z robniki, meteorne vode z njih pa speljane v kanalizacijo prek ustrezno velikih lovilcev olj. Če parkirišče ni urejeno tako, je treba pod kritična mesta na vseh vozilih postaviti lovilne posode ali pivnike, ki preprečujejo iztekanje nevarnih tekočin v tla.
- Če se izlije nafta in naftni derivati na pretakalni ploščadi ali v gozdu, je treba onesnaženje omejiti, razlito nevarno snovi pa s pomočjo ekološke opreme (pivniki, granulat) zbrati v ustrezne posode.

Vodonosni sistem Ljubljanskega barja je dobro zaščiten pred negativnimi vplivi s površja, vendar je za onesnaženje občutljivo njegovo napajalno območje, kraško območje Krimsko-Mokrškega hribovja, ki ga večinoma prekriva gozd. Ker se voda v kraškem hidrogeološkem sistemu zadržuje le kratek čas, obstaja nevarnost onesnaženja za vire vode. Dobro ohranjeni gozdovi so filter, blažilnik oziroma pufer, pretvornik ter zbiralnik za vodo, hranila ter škodljive snovi (KATZENSTEINER, 2000). Zaradi nepazljivosti pri sečnji in spravi lesa v gozdu se v zajetjih v preperem in razpokanem delu kamnin sorazmerno hitro pojavijo olja in drugi naftni derivati. V takih zajetjih so še posebno nevaren onesnaževalec vode divja odlagališča odpadkov, ki lahko povzročijo dolgotrajno ali pa trajno izgubo vira pitne vode (MENCEJ, 1994). Glavni dejavniki, ki ogrožajo kakovost vodnih virov na krasu zaradi gospodarjenja v gozdu, so:

- mineralna olja in drugi naftni derivati (uporaba pri gozdnih delih, avtomobilske ceste, izlitje),
- spiranje nitratov (nekontrolirani posegi v gozdni prostor, krčenje gozdov),
- usedline in sedimenti zaradi erozijskega delovanja (gradnja gozdnih prometnic, spravo lesa).

Na erozijsko ogroženih območjih je pomen gozda z vidika ohranjanja režima in kakovosti vodnih virov predvsem ohranjanje gozdnih tal z močnimi koreninskimi sistemi, prestrezanje čim večje količine padavin in zadrževanje premikajočih se zemeljskih mas. Erozijsko ogrožena območja so predvsem v vzhodnem delu MOL, kjer prevladuje gričevnat in hribovit svet. Gradijo ga nekarbonatne kamnine, slabo vodopropustne, občutljive za vodno erozijo. Zanje je značilen relief z zaobljenimi grebeni, številnimi vodnimi jarki, gladkimi strmimi pobočji, pojavi

## #

# #

U. Vilhar, Š. Planinšek, A. Ferreira: Vpliv gozdov na kakovost virov pitne vode Mestne občine Ljubljana

zemeljskih plazov. V takih gozdovih so priporočila za gozdnogospodarske ukrepe naslednja (GGN GGE Ljubljana, 2005; FAJON et al., 2007; PLANINŠEK et al., 2010):

- Zagotavljanje stalne pokrovnosti vegetacije in dobra prekoreninjenost tal. Zagotoviti je treba trajno prisotnost pomlajevanja, bodisi kot naravno pomlajevanje ali s sajenjem.
- Vrzeli naj bodo čim manjše, kolikor dopušča uspešnost pomlajevanja.
- Odstranjujemo stara, nestabilna drevesa, saj povečujejo nevarnost proženja zemeljskih plazov.
- V obdobju intenzivnih del v gozdu lahko zapora vodovoda v soglasju z lokalnimi skupnostmi prepreči onesnaženje pitne vode.

Gradnja in uporaba gozdnih prometnic:

- Izogibamo se poškodbam zgornjega ustroja gozdnih cest (npr. vožnja z gosničarji, vlačenje lesa).
- 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.
- Preventivni ukrep na že zgrajenih gozdnih cestah z velikimi nakloni naj bo betoniranje ali asfaltiranje odsekov cest.
- Rušilna moč vode s ceste naj se umiri v zadrževalnih jarkih, podloženih s skalometom.
- Cestni prepusti naj bodo na vsakih 100 do 200 m z zajetji za pesek in z vsaj 10 m širokim obcestnim pasom drevja.

Priporočila za gozdno mehanizacijo:

- Na erodibilnih terenih naj se pogosto uporabljene poti in vstopne točke na delovišča utrjujejo s kamenjem, debli in vejami.
- Dela naj potekajo v suhem vremenu, predvsem spomladi in poleti, kar učinkovito zmanjša nevarnost erozije ob vodotokih in zajetjih.

## 4 VIRI

## 4 REFERENCES

BINKLEY, D., MACDONALD, L. H., 1994. Forests as non-point sources of pollution, and effectiveness of Best Management Practices. New York, National Council for Air and Stream Improvement. s. 57.

CHANG, M., 2003. Forest hydrology: an introduction to water and forests, CRC Press LLC. s. 392.

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. s. 3-12.

EPA, 2009. Drinking Water & Ground Water. <http://www.epa.gov/safewater/index.html>

FAJON, Š., VILHAR, U., GARTNER, A., 2007. Priporočila za gozdarsko politiko. Gozd in voda: rezultati projekta [Interreg III A]. M. KOVAČ. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 32-39 s.

FREHNER, M., WASSER, B., SCHWITTER, R., 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). s.

GOLOB, A., 2003. Gozdnogospodarski načrti in ohranjanje biotske pestrosti gozdov v luči pravnega reda Evropske Unije. [http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx\\_library/priloga4.pdf](http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/priloga4.pdf)

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ljubljana. ZGS, Ur. l. RS, št. 04-58 /05.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Polje. ZGS, Ur. l. RS, št. 91/2004.

KATZENSTEINER, K. 2000. Wasser- und Stoffhaushalt von Waldecosystemen in den noerdlichen Kalkalpen. Wien, Universitaet fuer Bodenkultur. s. 159.

KIMMINS, J. P. 1997. Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Management. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall. s. 596.

KOŠIR, P. 2006. Gozdnogospodarski vidiki ohranjanja voda visokega krasa na primeru GE Draga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 173 s.

MENCEJ, Z. 1994. Zajetja in vodni viri manjše izdatnosti - pomemben vir pitne vode. Gozd in voda: zbornik republiškega seminarja, Poljče, 11.-13. oktober 1994, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo. 257 s.

OGÉE, J., BRUNET, Y. 2002. A forest floor model for heat and moisture including a litter layer. Journal of Hydrology 255. 1-4: s. 212-233.

PLANINŠEK, Š., FERREIRA, A., KUŠAR, G., 2010. Ranljivost gozdnih tal in vrednotenje hidrološke ter varovalne vloge gozdov v Mestni občini Ljubljana. Gozdarski vestnik, 68.

Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Ur. l. RS, št. 5/1998.

Priročnik za izdelavo gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot, 2008. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije. s. 110.

PRYBOLOTNA, N., 2006. Content of the sediment in runoff in the small Beskid's watershed. Assessing of soil and water conditions in forests. A. BOCZON. Warsaw, Forest Research Institute, Center for Excellence PROFOREST for Protection of Forest Resources in

# #

## #

U. Vilhar, Š. Planinšek, A. Ferreira: Vpliv gozdov na kakovost virov pitne vode Mestne občine Ljubljana

- Central Europe: 141-145 s.
- SIMONČIČ, P., 2001. Soil solution quality and soil characteristics with regard to clear cutting. Glas. Šum. Pokuse 38. s. 159-166.
- URBANC, J., PRESTOR, J., JANŽA, M., RIKANOVIČ, R., STROJAN, M., PRAPROTNIK, B., ŽELEZNIK, B., ŽLEBNIK, L., 2001. Hidrogeološke raziskave izvirov na območju Ljubljanskega polja in Barja za določitev razpoložljivih in obnovljivih vodnih virov mesta Ljubljane. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije: 27 s.
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja. Ur. l. RS, št. 120/2004.
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane. Ur. l. RS, št. 115/2007.
- VENY, E. S. 1986. Forest Harvesting and Water: The Lake States Experience. Water Resources Bulletin 22. 6: s. 1039-1047.
- VILHAR, U., ED., 2009. Vpliv gospodarjenja na vodno bilanco jelovo-bukovih gozdov Dinarskega krasa. Influence of management on water balance of the silver fir-beech forests in the dinaric karst. Studia forestalia Slovenica. Ljubljana Gozdarski inštitut Slovenije. s. 122.
- VIŽINTIN, G., SOUVENT, P., VESELIČ, M., ČENCUR CURK, B., 2009. Determination of urban groundwater pollution in alluvial aquifer using linked process models considering urban water cycle. Journal of Hydrology 377. 3-4: s. 261-273.
- 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. 2: s. 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. 1: s. 9-58.
- Zakon o gozdovih. Ur. l. RS, 323-01/89-1/24, 110/07.