

## Značilnosti tal in rastja na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov

### *Soil and Vegetation Characteristics on Intensive Monitoring Plots of Forest Ecosystems*

Mihej URBANČIČ<sup>1</sup>, Lado KUTNAR<sup>2</sup>, Milan KOBAL<sup>3</sup>, Daniel ŽLINDRA<sup>4</sup>,  
Aleksander MARINŠEK<sup>5</sup>, Primož SIMONČIČ<sup>6</sup>

#### Izvleček

Urbančič, M., Kutnar, L., Kobal, M., Žlindra, D., Marinšek, A., Simončič, P.: Značilnosti tal in rastja na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov. *Gozdarski vestnik*, 74/2016, št. 1. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 37. Prevod Breda Misja in avtorji, jezikovni pregled angleškega besedila Breda Misja, slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V prispevku so opisane lastnosti gozdnih tal in vegetacije na dvanajstih ploskvah, ki so namenjeni intenzivnemu monitoringu (IM) gozdnih ekosistemov v Sloveniji. Raziskovalne ploskve, velike en hektar in razdeljene na podploskve, so na izbranih lokacijah po celotni Sloveniji. Šest ploskev IM je bilo osnovanih na apnencih in dolomitih, dve na nekarbonatnih magmatskih kamninah (z bazami revnejšem granodioritu) ter štiri na matični podlagi iz nevezanih sedimentnih kamnin. V tleh smo naredili talne profile, jih vzorčili s sondiranjem, opisali njihove morfološke lastnosti in opravili laboratorijske (kemijske in fizikalne) analize talnih vzorcev. Proučena tla smo razvrstili po slovenski in mednarodni klasifikaciji WRB (2006). Na pretežno karbonatnih morenah so se razvili naslednji talni tipi: rendzine, evtrična rjava in izprana tla (oz. WRB enote: *leptosol*, (*evtrični*) *kambisol*, *luvisol*). Na ploskvi IM, ki leži na pretežno nekarbonatnih rečno-ledeniških prodih, prevladuje talni tip distrična rjava tla ((*distrični*) *kambisol*). Na ploskvi IM, kjer je matična podlaga sestavljena iz pleistocenskih sedimentov in so tla pod močnim vplivom podtalnice, smo ugotovili hipogleje in amfigleje (*glejsole*), na aluvialnih usedlinah pa obrečna tla (*fluvisole*). Raziskave vegetacije so vključevale fitocenološko opredelitev rastja in ugotavljanje rastlinske vrstne pestrosti na dvanajstih ploskvah IM. Fitocenološko smo gozdne sestoje opredelili na temelju vegetacijskih popisov, ogleda širšega območja in študija fitocenološke literature. Na polovici raziskovalnih ploskev je bukev prevladujoča drevesna vrsta. Na treh ploskvah uspevajo gozdovi asociacije *Lamio orvalae-Fagetum*, po eno pa poraščajo gozdovi asociacij *Omphalodo-Fagetum*, *Seslerio autumnalis-Fagetum* in *Cardamini savensi-Fagetum*. Na dveh ploskvah IM uspevajo sestoji nižinskega gozda doba in belega gabra (*Quercu roboris-Carpinetum* s. lat. in *Pseudostellario europaea-Quercetum roboris*). Štiri ploskve IM so poraščene z drugotnimi gozdovi iglavcev (*Aposerido-Piceetum*, *Avenello flexuosae-Piceetum*, *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae*, *Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*). Rastlinska vrstna sestava na stalnih ploskvah kaže razmeroma visoko stopnjo rastlinske raznolikosti, saj smo na vseh 64 večjih vegetacijskih podploskvah v letu 2004 popisali 295 različnih vrst praprotnic in semenk ter 109 mahovnih vrst.

**Ključne besede:** monitoring gozdov, gozdna tla, rastišče, gozdne združbe, Slovenija

#### Abstract

Urbančič, M., Kutnar, L., Kobal, M., Žlindra, D., Marinšek, A., Simončič, P.: Soil and Vegetation Characteristics on Intensive Monitoring Plots of Forest Ecosystems. *Gozdarski vestnik* (Professional Journal of Forestry), 74/2016, vol. 1. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 37. Translated by Breda Misja, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

This article describes characteristics of forest soil and vegetation on twelve sites, intended for intensive monitoring (IM) of forest ecosystems in Slovenia. Research sites, sized one hectare and divided into subplots, are

<sup>1</sup> M. U., univ. dipl. inž. gozd., Ul. Marije Draksler 5, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> dr. L. K., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

<sup>3</sup> dr. M. K., univ. dipl. inž. gozd., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Jamnikarjeva 111, 1000 Ljubljana

<sup>4</sup> D. Ž., univ. dipl. inž. kem., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

<sup>5</sup> dr. A. M., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

<sup>6</sup> dr. P. S., univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

situated on selected locations all over Slovenia. Six IM sites were founded on limestones and dolomites, two on noncalcareous plutonic rock (on base-poor grandiorite), and four on parent materials from unconsolidated sedimentary rock. We made soil profiles in the soil, sampled them by probing, described their morphological characteristics and performed lab (chemical and physical) analyses of soil samples. We classified the studied soil according to the Slovenian and international classification WRB (2006). The following soil types developed on the mainly carbonate moraines: rendzinas, eutric brown and leached soils (or WRB units: *leptosol*, (*eutric cambisol*, *luvisol*). On the IM site, situated on predominantly non-carbonate alluvial and glacial gravels, the predominant soil type is dystric brown soil (*dystric cambisol*). On the IM site, where the parental material is composed of pleistocene sediments and the soil is strongly affected by groundwater, we found hypogley and amphigley soils (*gleysols*), and alluvial soils (*fluvisols*) on alluvial sediments. Studies of vegetation comprised phytocoenological classification of vegetation and determination of plant species diversity on twelve IM sites. Phytocoenological classification of forest stands was performed on the basis of vegetation surveys, inspection of the wider area, and study of phytocoenological literature. Beech is the prevailing tree species on the half of study sites. Forests of *Lamio orvalae-Fagetum* association grow on three sites, and forests of *Omphalodo-Fagetum*, *Seslerio autumnalis-Fagetum* and *Cardamini savensi-Fagetum* associations cover one site each. Stands of lowland forest of pedunculate oak and common hornbeam (*Quercus roboris-Carpinetum* s. lat. and *Pseudostellario europaea-Quercetum roboris*) grow on two IM sites. Four IM sites are covered with secondary forest of conifers (*Aposerido-Piceetum*, *Avenello flexuosae-Piceetum*, *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae*, *Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris*). Plant species composition on permanent plots shows a relatively high degree of plant diversity, for 295 diverse species of pteridophytes and spermatophytes and 109 moss species were recorded on all 64 larger vegetation sub-plots in 2004.

**Key words:** monitoring of forests, forest soil, site, forest associations, Slovenia

## 1 UVOD

### 1 INTRODUCTION

Na pobudo evropske ekonomske komisije Združenih narodov (UN/ECE) je bila v Ženevi leta 1979 sprejeta konvencija o daljinskem transportu onesnaženega zraka preko meja, konvencija LRTAP. Na temelju te Konvencije je bil leta 1985 sprejet mednarodni program sodelovanja, s katerim bi ocenjevali in sledili učinke onesnaženega zraka na gozdove (ICP Forests). Spremljanje stanja gozdov je razdeljeno na dve intenzivnostni ravni (raven I in raven II). Leta 1986 je Evropska unija sprejela direktivo Sveta EU, ki je določala izvajanje sheme za varstvo gozdov na I. intenzivnostni ravni Skupnosti pred atmosferskim onesnaževanjem (*Council Regulation N°. (EEC) 3528/86*; t. j. spremljanje stanja gozdov na mreži, velikosti 16 x 16 km. Z uredbo 1091/1994 so bile sprejeti temelji za izvajanje programa na II. intenzivnostni ravni, tj. intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov (<http://gams.gozdis.si/impsi/monitoring.html>).

V Sloveniji smo od leta 1986 stanje gozdnih ekosistemov spremljali v skladu z mednarodnim programom ICP Forests (Simončič et al., 2011); od leta 1986 do 2003 v skladu z evropsko zakonodajo, po letu 2003 v okviru projekta Forest Focus. Razvoj in izvajanje monitoringov v Sloveniji na ravni I (prostorska raven) in ravni II (procesna raven)

je bil v Sloveniji (so)financiran s strani države Slovenije, predpristopne pomoči Nizozemske in v okviru nalog EU; npr. sofinanciranje na temelju domače zakonodaje (PVG 2009) in zakonodaje EU (1986, 1994, 1999, 2003) ter projekta FutMon Life+ (2009–2011; Simončič et al., 2011). Po letu 2011 je financiranje programa monitoringa gozdnih ekosistemov na I. in II. ravni prepuščeno presoji vladam in pristojnim ministrstvom držav članic. V Sloveniji so bili prav podatki, pridobljeni v okviru mreže ICP Forests, pomemben vir informacij za izvedbo poročanja po protokolu Kyoto (obdobje 2008–2012), še zlasti za spremljanje zalog ogljika v gozdnih tleh in opadu.

Namen spremljanja stanja gozdov je podrobnejše seznanjanje z ekološkimi procesi, razvojem sestojev, identificiranje vzročno-posledičnih mehanizmov, ocenjevanje sposobnosti prilagajanja gozdnih ekosistemov na vnose onesnažil in nena zadnje priprava ukrepov za zmanjševanje tveganj glede okoljskih vplivov in stabilnosti gozdnih ekosistemov dandanes ter v prihodnosti.

V okviru intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov v Sloveniji poteka sistematično zbiranje informacij o meteoroloških spremenljivkah (Sinjur et al., 2010), zračnih usedlinah (Žlindra et al., 2011a; 2011b), vsebnostih hranil v iglicah in listju, kemijski sestavi talne raztopine, fenologiji,



Slika 1: Dejavnosti monitoringa (spremljanja) stanja gozdnih ekosistemov v Sloveniji (<http://gams.gozdis.si/impsi/monitoring.html>)

Figure 1: Activities of monitoring of forest ecosystems in Slovenia .

kakovosti zraka, rasti dreveja, osutosti krošenj, stanju vegetacije in tal (Slika 1). Prav slednja parametra – stanje gozdnih tal in vegetacije – sta predmet našega prispevka.

Lastnosti gozdnih tal, kot je na primer vsebnost hranil, pH-vrednost tal, struktura, tekstura, izmenljiva (oz. pufrska) sposobnost tal, zmožnost zadrževanja vode ipd., so v gozdnem ekosistemu dejavniki, ki vplivajo na njegovo stanje in procese v njem. V tleh neprestano potekajo številni procesi, npr. humifikacija, mineralizacija, izpiranje, zakisovanje, evtrofikacija, oglejevanje, preperevanje idr. Zaradi načina gospodarjenja z gozdovi in posledično z gozdnimi tlemi ter zaradi drugih okoljskih vplivov in antropogenih dejavnikov, v gozdnih tleh lahko potekajo degradacijski procesi, ki so posledica zasmrečenosti, steljarjenja, vnosa onesnažil, vpliva ujm idr.

V Evropi Program intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov (SSGE) vključuje tudi intenzivnejše spremljanje vegetacije oz. rastja (de Vries et al., 2003; Kutnar, 2006). Vegetacija je ena ključnih komponent gozdnih ekosistemov; ima pomembno vlogo pri kroženju vode in hranil ter je v veliki soodvisnosti z drugimi biotskimi komponentami (npr. glive, insekti, divjad ...). Še posebno v gozdnih zmernege pasu so rastline pritalnih plasti pomemben element celotne biotske pestrosti gozda.

Vegetacija je dober pokazatelj stanja in sprememb v okolju. Na podlagi poznavanja ekoloških niš rastlin (Devictor et al., 2010) lahko že po spremembi vegetacije sklepamo na spremenjene okoljske dejavnike. Pomen dolgotrajnejšega spremljanja vegetacijske dinamike, ki se v okviru monitoringa opravlja vsakih pet let, je v tem, da dobimo informacije o spremembah v celotnem gozdnem ekosistemu. Glavni cilj spremljanja vegetacije v okviru programa SSGE je pridobivanje informacij o spremembah rastlinske vrstne pestrosti zaradi naravne dinamike (npr. naravna sukcesija gozda) in motenj (npr. onesnaženje zraka, klimatske spremembe, način in intenziteta gospodarjenja z gozdom idr.). V okviru spremljanja vegetacije s trajnim monitoringom sledimo spremembam (I) v vrstni sestavi vegetacije, (II) v stopnji zastiranja posameznih vrst in (III) v vertikalni strukturi vegetacije – kot posledicah spreminjanja rastiščnih razmer.

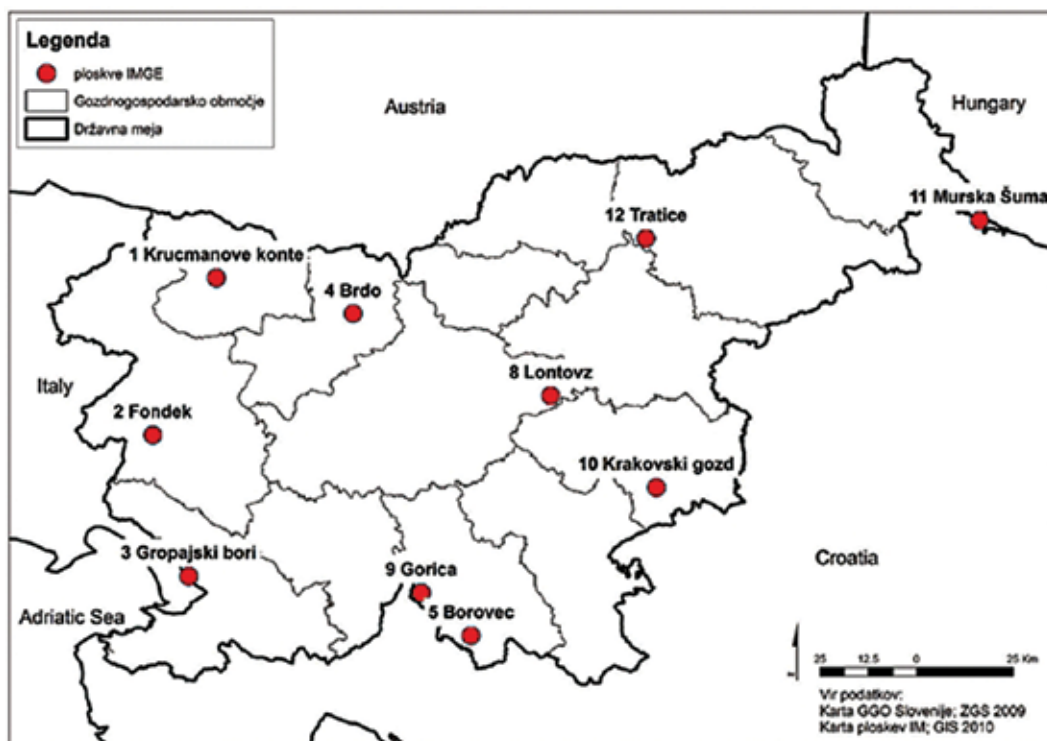
## 2 METODE

## 2 METHODS

### 2.1 Metode pedoloških del

### 2.1 Methods of pedological works

Vsaka od podrobneje obravnavanih dvanajstih ploskev (Preglednica 1) intenzivnega monitoringa (IM) gozdnih ekosistemov je sestavljena iz



Slika 2: Lokacije ploskev intenzivnega monitoringa v Sloveniji, ki poteka še po letu 2010.

Figure 2: Locations of intensive monitoring of plots in Slovenia, still being assessed after 2010.

središčne kvadratne ploskve ( $50 \times 50 \text{ m} = 2.500 \text{ m}^2$ ), ki jo obdaja 25 m širok varovalni pas, tako da njena celotna površina znaša en hektar ( $100 \times 100 \text{ m}$ ) (Slika 3). V spodnjem, stranskem in zgornjem delu varovalnega pasu je bilo na treh linijah z medsebojno razdaljo okoli 10 m izbranih 24 mest za vzorčenje tal (oz. 8 na liniji) (Slika 3). Na njih smo s pedološko polkrožno sondo preiskali talne razmere. Zabeležili smo morfološke lastnosti, globino in vrsto tal. Nato smo z lesenim okvirjem ( $25 \times 25 \text{ cm}$ ) odvzeli vzorce organskih podhorizontov (opada –  $O_p$ , fermentacijske plasti –  $O_p$ , humificirane organske plasti –  $O_h$ ). S sondo, premera 7 cm, smo odvzeli vzorce mineralnega dela tal (M) iz v naprej določenih globlin (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm) skupaj z živimi koreninami in skeletom. Odvzete vzorce vsake linije smo po talnih plasteh že na terenu združili v kvantitativne združene talne vzorce.

Poleg tega smo na vsaki ploskvi izkopali dva talna profila, kjer smo opisali morfološke lastno-

sti tal ter iz njihovih talnih horizontov odvzeli porušene talne vzorce. Ker iz združenih vzorcev tal sklepamo o prevladujočih lastnostih tal na ploskvi, smo talna profila večinoma izbrali tako, da prikazujeta čim širši razpon značilnosti tal.

S pomočjo talnih vzorcev smo v laboratoriju za gozdno ekologijo (LGE) Gozdarskega inštituta Slovenije ugotavljali naslednje lastnosti proučevanih gozdnih tal: vrednosti pH v ultračisti vodi in v raztopini 0,01 M  $\text{CaCl}_2$ , vsebnosti  $\text{CaCO}_3$ , organskega C, humusa, skupnega N in razmerja C/N, vsebnost izmenljivih bazičnih in kislih kationov, kationsko izmenjalno kapaciteto (KIK), stopnjo nasičenosti tal z izmenljivimi bazami ter teksturo. Kvantitativnim združenim talnim vzorcem, odvzetim iz organskih in mineralnih plasti, smo poleg kemijskih in fizikalnih parametrov izmerili tudi maso zračno suhih in v peči posušenih tal pri  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ , maso korenin, posušenih pri  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ , maso skeleta ( $\phi > 2 \text{ mm}$ ), prostornino skeleta ( $\phi > 2 \text{ mm}$ ), kvantitativne vsebnosti organskega ogljika v tleh ter vsebnosti

P, K, Ca, Mg ter nekaterih kovin (Al, Fe, Mn, Cd, Pb, Zn, Cu), ekstrahiranih z zlatotopko.

Opise talnih profilov in laboratorijske analize talnih vzorcev smo izvedli po metodah, ki smo jih uporabili pri projektu BioSoil (Urbančič in sod., 2009). Proučevana tla smo uvrstili v talne tipe glede na klasifikacijo, ki se uporablja v Sloveniji (Urbančič in sod., 2005) in mednarodno WRB (2006) klasifikacijo.

## 2.2 Metode popisa pritalne vegetacije

### 2.2 Methods of ground vegetation survey

Popis pritalne vegetacije na ploskvah intenzivnega monitoringa (IM) je potekal v skladu z mednarodno usklajeno metodologijo ICP Forests - Ground Vegetation (2002, 2007; Canullo in sod. 2011).

V osrednjem delu vseh dvanajstih ploskev IM (Preglednica 1) smo sistematično razvrstili po štiri vegetacijske podploskve, velikosti  $10 \times 10$  metrov (skupna popisna površina je  $400 \text{ m}^2$ ). Na petih

ograjanih (intenzivnejših) ploskvah smo poleg podploskev v osrednjem delu postavili še štiri zunaj ograje (Slika 3). Dodatno smo na vseh lokacijah (Preglednica 1) postavili po deset manjših podploskev z velikostjo  $2 \times 2$  metra (Slika 3). Na ograjanih (intenzivnejših) ploskvah smo v robnem pasu postavili pet vegetacijskih podploskev, pet pa zunaj ograje, v njeni neposredni bližini.

Na raziskovalnih ploskvah smo ocenili splošne sestojne značilnosti. Poleg tega smo ocenili stopnjo zastiranja posameznih vertikalnih plasti vegetacije (pravokotna projekcija na površino ploskve). Sestavili smo skupno oceno zastiranja vegetacije ter ločene ocene stopnje zastiranja za drevesno, grmovno, zeliščno in mahovno plast.

Vrstno sestavo vegetacije smo ločeno popisali po petih vertikalnih plasteh (mahovna plast, zeliščna plast, grmovna plast, spodnja drevesna plast in zgornja drevesna plast) in za vsako vrsto ocenili stopnjo zastiranja.

**Preglednica 1:** Število (N) večjih ( $10 \times 10$  m) in manjših ( $2 \times 2$  m) podploskev za popis pritalne vegetacije znotraj (Nzn) in zunaj (Nzu) ograje ploskev IM

*Table 1: Number (N) of bigger ( $10 \times 10$  m) and smaller ( $2 \times 2$  m) subplots for ground vegetation survey inside (Nzn) and (Nzu) outside of fence for IM plots*

Št. No.	Lokacija Location	Ime ploskve Name of plot	Leto popisa Year of releve	Ograjena fenced	Večja pl. - ( $10 \times 10$ m) Nzn	Večja pl. ( $10 \times 10$ m) Nzu	Manjša pl. ( $2 \times 2$ m) Nzn	Manjša pl. ( $2 \times 2$ m) Nzu
1	Pokljuka	Krucmanove konte	2004, 2009	ne/no	0	4	0	10
2	Trnovski gozd	Fondek	2004, 2009	da/yes	4	4	5	5
3	Sežana	Gropajski bori	2004, 2009	ne/no	0	4	0	10
4	Kranj	Brdo	2004, 2009	da/yes	4	4	5	5
5	Kočevska Reka	Borovec	2004, 2009	da/yes	4	4	5	5
6	Pohorje	Kladje	2009	ne/no	0	4	0	10
7	Vinska gora	Temenjak	2009	ne/no	0	4	0	10
8	Kum	Lontovž	2004, 2009	da/yes	4	4	5	5
9	Loški Potok	Gorica	2004, 2009	ne/no	0	4	0	10
10	Kostanjevica	Krakovski gozd	2004, 2009	ne/no	0	4	0	10
11	Lendava	Murska šuma	2004, 2009	da/yes	4	4	5	5
12	Pohorje	Tratice	2009	ne/no	0	4	0	10



Vertikalne plasti vegetacije smo opredelili po naslednjih merilih:

- v mahovno plast (M) smo uvrstili le mahovne vrste,
- v zeliščno plast (Z) smo uvrstili zeliščne in lesnate rastlinske vrste z višino prevladujočih osebkov do 50 centimetrov; v to plast smo uvrstili tudi vse zelnate rastline, ki presegajo to višino,
- osebke lesnatih rastlinskih vrst, ki so visoki več kot 50 centimetrov in še ne dosegajo višine petih metrov ali prsnega premera desetih centimetrov, smo uvrstili v grmovno plast (G). V to plast smo vključili tudi olesenele vzpenjavke, ki dosegajo to višino,
- grmovne ali drevesne vrste, ki presegajo višino pet metrov ali imajo prsni premer več kot deset centimetrov, smo opredelili kot vrste spodnje drevesne plasti (D2). V to plast uvrščamo drevesa, ki še niso dosegla t. i. strehe sestoja in so podstojna. V to plast smo vključili tudi olesenele vzpenjavke, ki dosegajo višino spodnje drevesne plasti,
- v zgornjo drevesno plast (D1) smo uvrstili drevesa, ki tvorijo streho sestoja (sorasla in nadrasla drevesa). V to plast smo vključili tudi olesenele vzpenjavke, ki dosegajo višino zgornje drevesne plasti.

Razmejitev med spodnjo in zgornjo drevesno plastjo je relativna, odvisna od rastiščnih razmer in tipa gozda.

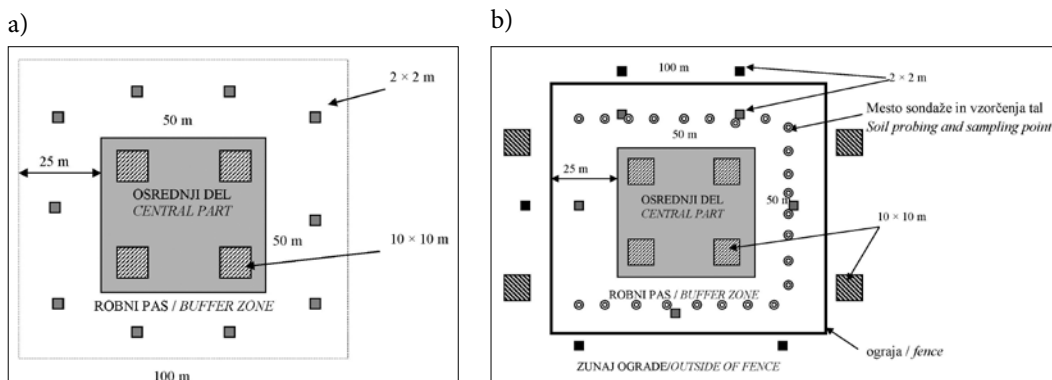
Kot nomenklaturni vir za določanje rastlinskih vrst smo uporabili Malo floro Slovenije – Ključ za določevanje praprotnic in semenk (Martinčič et al., 2007).

Oceno stopnje zastiranja vrst (obilja) večjih ( $10 \times 10$  metrov) podploskev smo pripravili po modificirani Braun-Blanquetovi metodi (Barkman et al., 1964). Za oceno stopnje zastiranja vrst (obilja) manjših ( $2 \times 2$  metrov) podploskev pa smo uporabili modificirano metodo (Londo, 1975).

V prvi fazi monitoringa pritalne vegetacije smo v letu 2004 popisali vegetacijo na 64 večjih ( $10 \times 10$  m) in 110 manjših ( $2 \times 2$  m) vegetacijskih podploskvah (Preglednica 1). V popis vegetacije smo zajeli tri aspekte: i) zgodnjepomladanski aspekt (popis je potekal od 7. aprila do 14. maja oz. do 7. junija na višje ležečih ploskvah IM na Pohorju in Pokljuki); ii) poznopomladanski-zgodnjepoletni aspekt (popis je potekal od 18. maja do 15. junija oz. do 14. julija na višje ležečih ploskvah IM); iii) poletni aspekt (popis je potekal od 13. julija do 17. avgusta).

Ponovitev popisa vegetacije v letu 2009 je potekala na desetih izbranih ploskvah po Sloveniji (zaradi racionalizacije je bila opuščena ploskev 7 – Temenjak, namesto ploskve 6 – Kladje je bila na Pohorju vzpostavljena nova ploskev 12 – Tratice). Ob ponovitvi je bil popisano samo poletni aspekt vegetacije (med 9. julijem in 27. avgustom 2009).

Na temelju popisa rastlinskih vrst in ogleda terena smo vegetacijo ploskev IM opredelili z



Slika 3: Shema razporeditve vegetacijskih podploskev in mest sondaže ter vzorčenja tal na ploskvah IM v Sloveniji: a) neograjena ploskev; b) ograjena ploskev  
 Figure 3: Scheme of vegetation sub-plots and soil sampling points distribution on IM plots in Slovenia: a) unfenced plot; b) fenced plot

uporabo različnih fitocenoloških kart (Košir et al., 1974, 2003, 2007; Čarni et al., 2002), fitogeografskih študij (Wraber, 1969; Zupančič, 1987; Zupančič in Žagar, 1995) in preglednih fitocenoloških del (Zorn, 1975; Smole, 1988; Mucina et al., 1993; Zupančič, 1999; Robič in Accetto, 2001; Marinček in Čarni, 2002; Čarni et al., 2008; Dakskobler, 2008).

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1 Matične podlage, debeline horizontov in razvrstitve sondiranih tal in tal reprezentančnih profilov

##### 3.1 Parent materials, thickness of horizons and classifications of probed soils and soils of representative profiles

##### 3.1.1 Značilnosti avtomorfnih tal ploskev IM

##### 3.1.1 Characteristics of terrestrial soils of IM plots

Na t. i. trdi karbonatni podlagi (na apnencih in dolomitih) je bilo osnovanih šest ploskev IM (Preglednica 2), poimenovanih: Borovec (BO), Fondek (FO), Gorica (GO), Gropajski bori (GB), Lontovž (LO) in Temenjaki (TE), vendar je bilo pedološko podrobneje proučenih le prvih pet ploskev IM (Slika 11).

Ploskev **Borovec** je postavljena na območju OE Kočevje; pretežno leži na dolomitu, ponekod se pojavlja tudi apnenec. Organski horizont (O) sondiranih tal je bil povprečno debel 5,2 cm, mineralni del tal (M) pa 45,5 cm. Povprečna skupna debelina organskega in mineralnega dela sondiranih tal (O+M) je bila 50,6 cm (Slika 11). Na vseh 24 sondiranih mestih smo našli le organska podhorizonta iz opada  $O_1$  in iz fermentiranih rastlinskih ostankov  $O_f$  oz. sprsteninasto (*Mull*) obliko humusa. Na 12 (50 %) sondiranih mestih smo ugotovili talni tip rjava pokarbovatna tla, ki so bila večinoma tipična, srednje globoka do globoka in ilovnata. Po klasifikaciji WRB smo jih razvrstili v referenčno talno skupino *kambisoli* (CM). Na enajstih (46 %) sondiranih mestih smo našli rendzine. Vse so bile sprsteninaste, osem je bilo tipičnih, tri pa rjave z inicialnim kambičnim horizontom  $B_{rz}$ , tanjšim od 15 cm. Šest rendzin je imelo ohrični humusno-akumulacijski horizont



Slika 4: Na karbonatni matični podlagi je bilo osnovanih 6 ploskev za intenzivno spremljanje stanja gozdov. Fotografija prikazuje rjava pokarbovatna tla (foto: M. Kopal)

Figure 4: 6 plots for intensive monitoring of forest condition were established on calcareous bedrock. The photo shows brown soils on limestones and dolomites. (Photo: M. Kopal)

$A_{oh}$ . Te smo po WRB (2006) uvrstili v *leptosole* (LP). Pet jih je imelo debelejši, molični  $A_{mo}$ , ki smo jih glede na WRB uvrstili v *feozeme* (PH). Na enem od sondiranih mest smo določili izprana pokarbovatna tla, ki smo jih po WRB uvrstili v *luvisole* (LV).

Ploskev IM **Fondek** je bila izbrana v severozahodnem delu Trnovskega gozda na območju OE Tolmin. Matična podlaga je apnenec. Na omenjenem gorskem kraškem svetu je bil organski horizont (O) tal povprečno debel 10,1 cm, mineralni del tal (M) 22 cm, povprečna skupna debelina (O+M) pa 32,1 cm. Poleg organskih podhorizontov  $O_1$  in  $O_f$  smo na večini sondiranih mest našli še dobro razvit humusni organski podhorizont  $O_h$  s povprečno debelino 4,3 cm (Slika 11). Na sedmih



Slika 5: Bukov sestoj na ploskvi IM Borovec pri Kočevski Reki je bil precej poškodovan zaradi žleda v letu 2014. (foto: L. Kutnar)

Figure 5: Beech stand on the Borovec near Kočevska Reka IM plot was considerably damaged due to sleet in 2014. (Photo: L. Kutnar)

mestih je bil organski horizont *foličen* ( $O_{fo}$ , debel  $\geq 10$  cm). Tudi tu smo na dvanajstih (50 %) sondiranih mestih našli rjava pokarbovatna tla (po WRB *evtrične kambisole*). Nadalje smo jih uvrstili v tipična in plitva rjava pokarbovatna tla. Tudi tu smo na enajstih (46 %) sondiranih mestih našli rendzine, večino je pokrival surovi humus (*Mor*); šest (po WRB *leptosoli*) jih je imelo  $A_{oh}$ , tri (po WRB *feozemi*) so imele  $A_{mo}$ , dve organogeni rendzini pa sta bili brez horizonta A. Na enem sondiranem mestu smo tla uvrstili v kamnišče (po WRB *litični leptosol*).

V spodnjem in srednjem delu ploskve prevladujejo dobro razvita, plitva do srednje globoka, rjava pokarbovatna tla, ki ponekod prehajajo v rjavo rendzino. Obravnavana rjava pokarbovatna tla so tipična, srednje skeletna. Njihove organske in humusno akumulacijske plasti imajo srednje do slabo kisle reakcije, spodnje mineralne (oz. kambične) plasti pa so slabo kisle do alkalne. Nasičenost z izmenljivimi bazičnimi kationi je velika. V kationskih izmenjavah imajo daleč največje deleže kalcijevi ioni. Tla so biološko zelo aktivna in imajo ugoden vodni režim. V zgornjem delu, ki je zelo kamnit in skalnat, so tla plitva in slabše razvita. Prevladujejo prhni-naste rendzine, ki se izmenjujejo z razvitejšimi sprsteninastimi rendzinami ter slabo razvitimi organskimi tlemi (organogeno rendzino brez A

horizonta oz. gorsko črnico) in kamniščem. Za obravnavane prhni-naste rendzine je značilno, da imajo površinske organske plasti srednje do slabo kisle reakcije, spodnja humusna akumulativna plast pa je zelo skeletna, slabo kisla do alkalna, karbonatna in zelo nasičena z izmenljivimi bazičnimi kationi. V kationskih izmenjavah imajo največje deleže kalcijevi ioni. Zaradi svoje slabše razvitosti in skeletnosti tla teh rastišč vsebujejo razmeroma malo rastlinskih hranil, so slabše biološko aktivna, slabo vododržna in slabše rodovitna.

Izkopali in opisali smo tudi dva reprezentančna pedološka profila. Prvega smo izkopali v tipičnih, globokih, ilovnatih rjavih pokarbovatnih tleh (*evtričnem kambisolu*), drugega pa v tipični, srednje globoki rendzini s surovim humusom (*foličnem, rendzičnem feozemu*).

Ploskev IM **Gorica** je postavljena na območju OE Kočevje. Matična podlaga je dolomit. Organski horizont (O) sondiranih tal je bi v povprečju debel 5,6 cm, mineralni del tal (M) 48,5 cm, povprečna skupna debelina (O+M) pa 54,1 cm (Slika 11). Na vseh štiriindvajsetih sondiranih mestih smo našli le organska podhorizonta  $O_1$  in  $O_f$  oz. sprsteninasto (*Mull*) obliko humusa. Na sedmih (29 %) sondiranih mestih smo ugotovili rendzine. Vse so bile rjave (z inicialnim kambičnim horizontom B) ter srednje globoke do globoke. Po WRB



Slika 6: V osrednjem delu ploskve IM Fondek na Trnovskem gozdu prevladujejo bukova drevesa. (foto: L. Kutnar)

Figure 6: Beech trees prevail in the central part of the Fondek in Trnovski gozd IM plot. (Photo: L. Kutnar)



smo tri razvrstili v *leptosole*, štiri pa v *feozeme*. Na petnajstih (63 %) sondiranih mestih smo našli rjava pokarbovatna tla. Večinoma so bila tipična, srednje globoka do globoka, ilovnata. Po klasifikaciji WRB smo jih razvrstili v *kambisole*. Na dveh (8 %) sondiranih mestih smo določili izprana pokarbovatna tla, ki smo jih po WRB uvrstili v *luvisole*. Na ploskvi smo izkopal tudi dva reprezentančna pedološka profila. Prvega smo izkopal v izpranih pokarbovatnih, evtričnih, globokih, glinastih tleh (*luvisolu*), drugega

pa v sprsteninasti, karbonatni, srednje globoki rendzini (*feozemu*).

Na ploskvi IM **Gropajski bori**, osnovani na Krasu (OE Sežana) na apnencu, je bil organski horizont (O) sondiranih tal povprečno debel 5,3 cm, mineralni del tal (M) 16,2 cm, povprečna skupna debelina (O+M) pa 21,5 cm (Slika 11). Na vseh štiriindvajsetih sondiranih mestih smo našli le organska podhorizonta  $O_1$  in  $O_f$  oz. sprsteninasto (*Mull*) obliko humusa. Na enem sondiranem mestu smo določili kamnišče (po WRB *litični*

Slika 7: V letu 2004 je bil sestoj na ploskvi IM Gorica v Loškem potoku razmeroma sklenjen. (foto: L. Kutnar)

Figure 7: In 2004, the stand on the Gorica in Loški potok IM plot was relatively closed. (Photo: L. Kutnar)







Slika 8: Stanje na ploskvi IM Gorica v letu 2015, ko je bila izvedena sanacija po žledu. (foto: L. Kutnar)

Figure 8: Condition on the Gorica IM plot in 2015, when the sanitation after sleet was carried out. (Photo: L. Kutnar)

leptosol). Na petnajstih (63 %) sondiranih mestih smo ugotovili rendzine. Vse so bile rdečerjave (z inicialnim kambičnim horizontom B) z ohričnim humusno-akumulacijskim horizontom  $A_{oh}$ . Po WRB smo jih razvrstili v leptosole. Na osmih (33 %) sondiranih mestih smo našli rdečerjava pokarbonatna tla, vsa so bila tipična in večinoma plitva. Zaradi rdeče rjave barve njihovega kambičnega horizonta  $B_{tz}$  smo jih po klasifikaciji WRB razvrstili v kromične kambisole.

Ploskev IM **Lontovž** je bil osnovan blizu smučišča na Dobovcu na območju OE Ljubljana. Matična podlaga je dolomit, kjer je bil

organski horizont (O) sondiranih tal povprečno debel 4,1 cm (od tega  $O_1 + O_2$  2,9 cm,  $O_h$  pa 1,2 cm), mineralni del tal (M) 28,8 cm, povprečna skupna debelina (O+M) pa 32,9 cm (Slika 11). Na sondiranih mestih prevladuje prhlinasta oblika humusa. Na dvanajstih (50 %) sondiranih mestih smo ugotovili rendzine, od tega na petih mestih tipične in na sedmih rjave. Pet jih je imelo  $A_{oh}$ , sedem pa  $A_{mo}$  horizont. Na preostalih dvanajstih (50 %) sondiranih mestih smo našli rjava pokarbonatna tla. Vsa so bila tipična in večinoma plitva do srednje globoka. Po WRB smo tla na sedmih mestih razvrstili v leptosole, na petih v feozeme,



Slika 9: Sajena drevesa črnega bora (*Pinus nigra*) na ploskvi IM Gropajski bori se postopoma sušijo in umikajo iz sestojev. V njih postajajo prevladujoče različne vrste avtohtonih listavcev. (foto: L. Kutnar)

Figure 9: The planted black pine trees (*Pinus nigra*) on the Gropajski bori IM plot are gradually getting dried and retreat from the stands. Diverse species of autochthonous deciduous trees are becoming predominant there. (Photo: L. Kutnar)

Slika 10: Sestoj na ploskvi IM Lontovž na severnem pobočju Kuma je bil izpostavljen različnim vplivom, zato so na posameznih delih nastale manjše sestojne odprtine. Posnetek je iz leta 2004, ko je bil sestoj sklenjen. (foto: L. Kutnar)

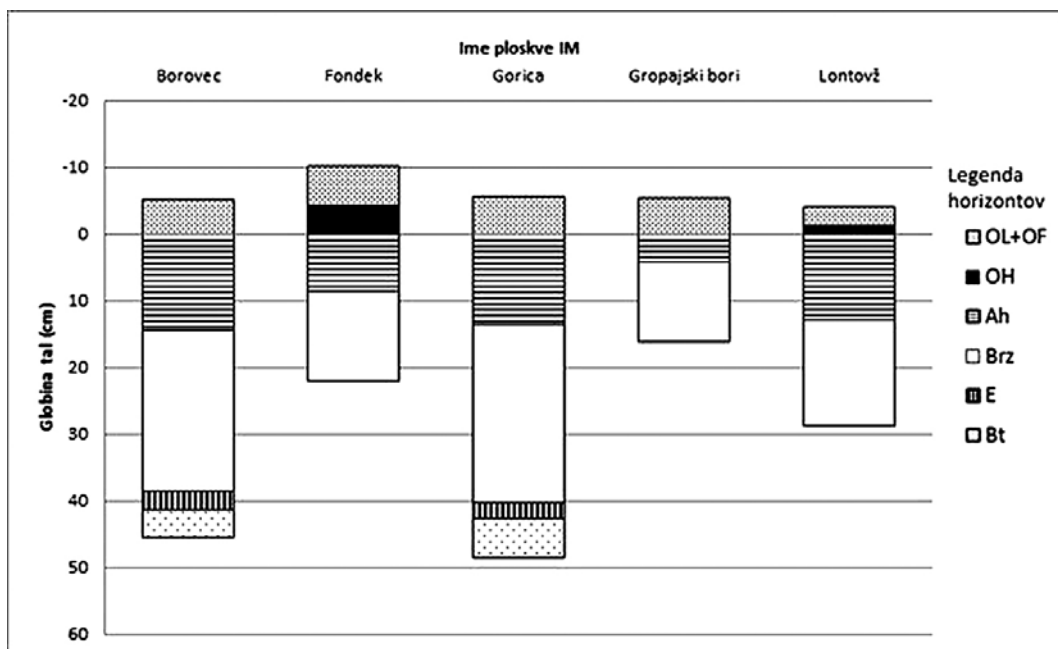
Figure 10: The stand on the Lontovž IM stand on the northern slope of Kum was exposed to diverse impacts, due to which smaller stand gaps arose on individual parts. The photo is from 2004, when the stand was closed. (Photo: L. Kutnar)



v dvanajstih pa v kambisole. Izkopali smo tudi dva reprezentančna pedološka profila; prvega smo izkopal v tipičnih, srednje globokih, ilovnatih, sprsteninastih, rjavih pokarbonatnih tleh (kambisolu), drugega pa v prhninasti, karbonatni, globoki rendzini (feozemu).

Stopnja nasičenosti z bazami je za tla na apnencih in dolomitih po večini velika, zato jim

dodamo kvalifikator WRB »evtrični« (eutric). Daleč največji delež pri kationskih izmenjavah imajo pri teh tleh praviloma kalcijevi ioni. Rdeče rjavim rendzinam, rdeče rjavim pokarbonatnim tlem in izpranim pokarbonatnim tlem s primorskega krasa pa zaradi njihove rdeče rjave barve dodamo kvalifikator »kromični« (chromic).



Slika 11: Povprečne globine posameznih horizontov tal na karbonatni podlagi

Figure 11: Average horizon thicknesses on carbonate bedrock soils



**Preglednica 2:** Imena in kratice ploskev IM, njihove povprečne nadmorske višine in matične podlage  
**Table 2:** Names and designations of IM plots, their average elevations and parent materials.

Ime ploskve IM <i>Name of IM plot</i>	Kratika IM	Koda Code	Nadm. viš. <i>Elevation</i>	Matična podlaga <i>Parent material</i>
<b>Ploskve IM na apnencih, dolomitih / IM plots on limestones, dolomites</b>				
Borovec	BO	5	705 m	Dolomit, apnenec / <i>Dolomite, limestone</i>
Fondek	FO	2	827 m	Apnenec / <i>Limestone</i>
Gorica	GO	9	955 m	Dolomit / <i>Dolomite</i>
Goropajski bori	GB	3	420 m	Apnenec / <i>Limestone</i>
Lontovž	LO	8	950 m	Dolomit / <i>Dolomite</i>
Temenjak	TE	7	729 m	Dolomit / <i>Dolomite</i>
<b>Ploskve IM na nekarbonatnih, magmatskih kamninah / IM plots on noncalcareous, plutonic rocks</b>				
Kladje	KL	6	1304 m	Granodiorit / <i>Granodiorite</i>
Tratice	TR	12	1285 m	Granodiorit / <i>Granodiorite</i>
<b>Ploskve IM na mešanih, nevezanih usedlinah / IM plots on mixed, unconsolidated sediments</b>				
Brdo	BR	4	471 m	Prod rečne terase / <i>River terrace gravel</i>
Krakovski gozd	KG	10	160 m	Pleistocenska glina, ilovica / <i>Pleistocene clay, loam</i>
Krucmanove konte	KK	1	1397 m	Morensko kamenje / <i>Morainic stones</i>
Murska šuma	MŠ	11	170 m	Aluvialna ilovica, pesek / <i>Alluviual loam, sand</i>

### 3.1.2 Značilnosti avtomorfni tal ploskev IM na granodioritu

#### 3.1.2 Characteristics of terrestrial soils of IM plots on granodiorite

Dve ploskvi IM (Kladje in Tratice) smo osnovali na Pohorju (OE Maribor), kjer je matična podlaga granodiorit. Na ploskvi **Kladje** je bil organski horizont (O) sondiranih tal debel povprečno 14,5 cm (od tega  $O_1 + O_f$  4,1 cm,  $O_h$  pa kar 10,4 cm), mineralni del tal (M) 70,6 cm, povprečna skupna debelina O+M pa 85,1 cm (Slika 14). Na vseh sondiranih mestih smo našli prhninasto obliko humusa. Na triindvajsetih (96 %) sondiranih mestih smo določili tipična, večinoma srednje

Slika 12: Distrična rjava tla se razvijejo na nekarbonatnih matičnih podlagah. Na tem tipu tal smo osnovali 2 ploskvi za intenzivno spremljanje stanja gozdnih ekosistemov (foto: M. Kobal)

Figure 12: Dystric brown soil develops on non-calcareous bedrock. We established 2 plots for intense monitoring of forest ecosystems condition on this type of soil. (Photo: M. Kobal)





Slika 13: Na delu ploskve IM Tratice na Pohorju je ohranjen bukov sestoj. Bukev se postoma vrašča tudi v okoliške smrekove sestoje. (foto: L. Kutnar)

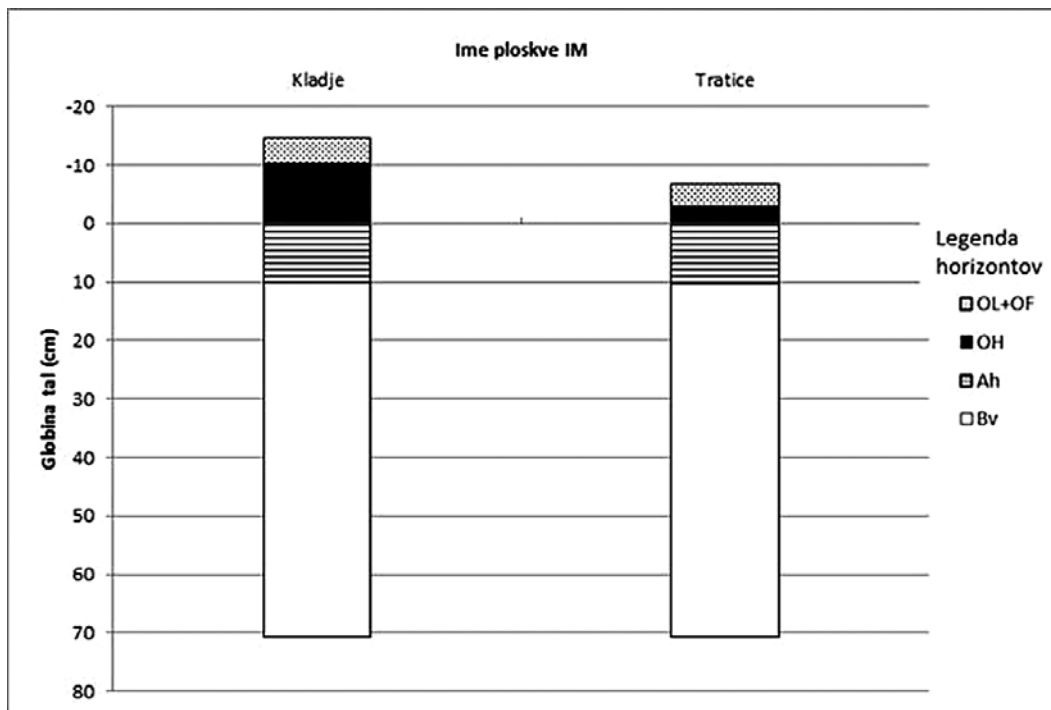
Figure 13: A beech stand is preserved on a part of the Tratice on Pohorje IM plot. The beech is also gradually growing into surrounding spruce stands. (Photo: L. Kutnar)



globoka do globoka distrična rjava tla (po WRB *distrične kambisole*). Le na enem sondiranem mestu smo določili rjavi srednje globok distrični ranker. Na ploskvi smo izkopali dva reprezentativna pedološka profila; prvega smo izkopali v

distričnih rjavih tleh (*distrični kambisol*), drugega pa v distričnem rankerju s pretežno umbričnim horizontom  $A_{um}$  (*umbrisol*).

Na ploskvi IM **Tratice** je bil organski horizont (O) sondiranih tal povprečno debel 6,6 cm (od



Slika 14: Povprečne globine posameznih horizontov tal na granodioritni podlagi

Figure 14: Average horizon thicknesses of granodiorite bedrock soils

tega  $O_1 + O_f$  3,9 cm,  $O_h$  pa 2,8 cm), mineralni del tal (M) 70,7 cm, povprečna skupna debelina ( $O+M$ ) pa 77,3 cm (Slika 14). Tudi tu smo na vseh sondiranih mestih našli prhninasto obliko humusa in na triindvajsetih (96 %) sondiranih mestih tipična, večinoma srednje globoka do globoka distrična rjava tla (po WRB *distrični kambisol*). Le na enem sondiranem mestu smo določili rjav plitev distrični ranker z ohričnim horizontom  $A_{oh}$  (po WRB *distrični leptosol*).

### 3.1.3 Značilnosti avtomorfnih tal ploskev IM na mešanih, nevezanih usedlinah

#### 3.1.3 Characteristics of terrestrial soils of IM plots on mixed, unconsolidated sediments

Te značilnosti imata dve ploskvi IM: Brdo in Krucmanove konte (Slika 17).

Ploskev IM **Brdo** smo postavili v območju posestva Brdo pri Kranju (OE Kranj). Leži na pretežno nekarbonatnih, prodnatih, fluvio-glacialnih usedlinah, kjer prevladuje kremenov porfirit. Organski horizont (O) sondiranih tal je bil povprečno debel 13,8 cm, od tega  $O_1 + O_f$  7,8 cm,  $O_h$  pa 6,0 cm.

Na vseh sondiranih mestih smo našli vse tri organske podhorizonte. Na trinajstih (54 %) mestih je bil  $O_h$  podhorizont enako debel ali debelejši kot  $O_1$  in kot  $O_f$ , zato smo te plasti razvrstili v prhninasto obliko humusa, na preostalih enajstih

(46 %) mestih pa v surovi humus. Čeprav je naša sonda segala le 90 cm globoko, na temelju talnih profilov in drugih izkopov ocenjujemo, da je bil mineralni del tal (M) debel od enega metra do metra in pol oz. povprečno okoli 1,3 m.

Na vseh sondiranih mestih smo našli globoka do zelo globoka distrična rjava tla (po WRB *distrični kambisol*). Tri smo razvrstili v podtip tipičnih, enaindvajset pa v podtip izpranih distričnih rjavih tal. V tleh obeh podtipov smo izkopali tudi reprezentančna pedološka profila.

Tla ploskev IM Kladje (KL), Tratice (TR) in Brdo (BR) imajo nizke pH-vrednosti in so revne z bazami. Iz laboratorijskih podatkov talnih profilov je razvidno, da je mineralni del tal BR in KL zelo distričen (stopnja nasičenosti z bazičnimi kationi se je pri BR gibala od 22,9 do 3,4 %, pri KL pa od 17,2 do 1,8 %). Največji delež v kationskih izmenjavah (več kot 50 %) pa imajo aluminijevi ioni, zato takim tlem po WRB pripada kvalifikator »aluminijev« (*aluminic*).

Ploskev IM **Krucmanove konte** smo postavili na Poključki planoti (OE Bled) na pretežno karbonatni moreni iz apnenčastega kamena, ponekod iz rožencev. Tu je bil organski horizont (O) sondiranih tal povprečno debel 3,9 cm (od tega  $O_1 + O_f$  1,4 cm,  $O_h$  pa 2,5 cm), mineralni del tal (M) 45,8 cm, povprečna skupna debelina  $O+M$  pa 49,7 cm (Slika 17). Na večini sondiranih mest smo našli prhninasto obliko humusa. Na vseh



Slika 15: V sestoji na ploskvi IM Brdo močno prevladuje rdeči bor (*Pinus sylvestris*). V zeliščni plasti je razraščena orlova praprotna (*Pteridium aquilinum*). (foto: L. Kutnar)

Figure 15: Red pine (*Pinus sylvestris*) heavily prevails in the stand on the Brdo IM stand. Eagle fern is spread in the herbaceous layer. (Photo: L. Kutnar)

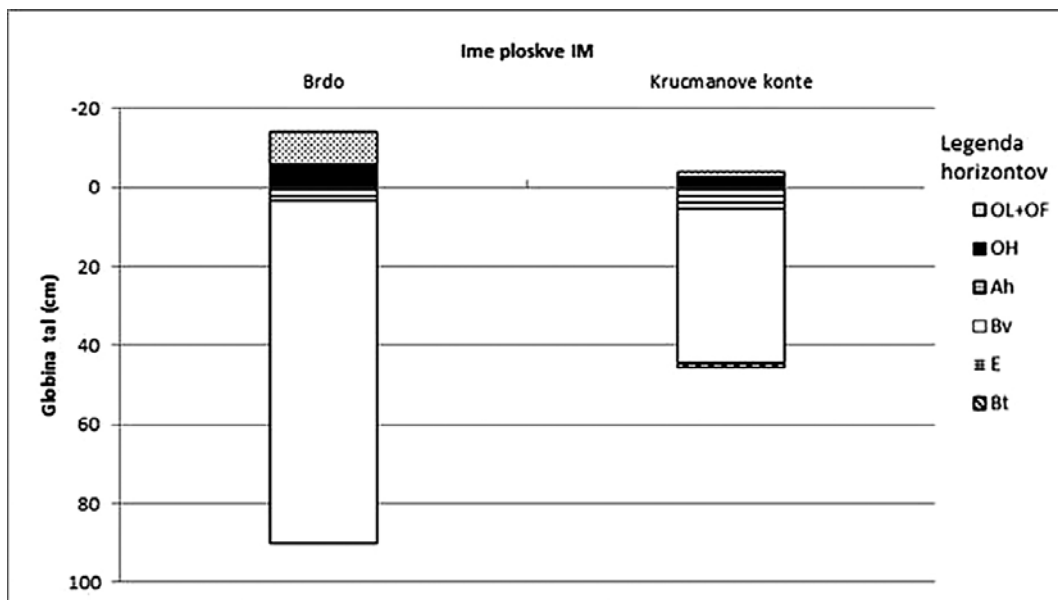
Slika 16: Paše živine na ploskvi IM Krucmanove konte na Pokljuki vpliva na stanje gozdnih tal in vegetacije. (foto: L. Kutnar)

Figure 16: Livestock pasture on the Krucmanove konte on Pokljuka IM plot affects condition of offorest soil and vegetation. (Photo: L. Kutnar)



sondiranih mestih smo ugotovili ohrični horizont  $A_{oh}$ . Na 6 (25 %) sondiranih mestih smo določili plitve skeletne rendzine (eno karbonatno ter pet rjavih smo po WRB razvrstili v *leptosole*), na sedemnajstih (71 %) smo določili evtrična rjava tla (po WRB *evtrični kambisol*), na enem mestu izprana tla (po WRB *luvisol*). Izkopali smo tudi dva reprezentančna pedološka profila. Prvi je bil

izkopan v zelo skeletni rendzini (*leptosol*), drugi pa v izpranih tleh na mešani moreni (*luvisol*). Izprana tla profila so nastala v majhni kotanji. Večinoma so bila tla evtrična, le eluvialni horizont E je bil distričen.



Slika 17: Povprečne globine posameznih horizontov avtomorfnih tal na mešanih nevezanih usedlinah  
Figure 17: Average horizon thicknesses of terrestrial soils on mixed, unconsolidated sediments



### 3.1.4 Značilnosti hidromorfni tal ploskev IM na mešanih, nevezanih usedlinah

#### 3.1.4 Characteristics of hydromorphic soils of IM plots on mixed, unconsolidated sediments

Take značilnosti imajo tla na dveh ploskvah IM: Krakovski gozd in Murska šuma (Slika 21).

Matična podlaga na ploskvi IM Krakovski gozd (KG – OE Brežice) so pleistocenske usedline (iz ilovice, gline, proda, peska). Tu je bil organski horizont (O) sondiranih tal povprečno debel 2,6 cm. Na vseh štiriindvajsetih sondiranih mestih smo našli organska podhorizonta iz opada  $O_1$  in iz fermentiranih rastlinskih ostankov  $O_f$  oz. sprsteninasto obliko humusa (*Mul*, *Hydromull*).

Čeprav je naša sonda segala le 90 cm globoko, na temelju talnega profila in drugih izkopov ocenjujemo, da je mineralni del tal (M) segal do prodnate plasti, ki se pojavlja v globinah okoli meter in pol do dva metra (Slika 21). Na šestnajstih (67 %) sondiranih mestih smo ugotovili talni tip hipoglej, za katerega je značilna trajna čezmerna namočenost (večinoma le spodnjega dela) tal zaradi podtalnice. Na enajstih mestih je bil srednje močan (pretežno oksidiran del oglejenega horizonta  $G_0$  se pojavlja v globinah nad 35 cm, pretežno reduciriran del oglejenega horizonta  $G_r$  pa v globinah pod 50 cm) do močan ( $G_r$  pa se pojavlja v globinah 25 - 50 cm). Na osmih (33 %) mestih smo opredelili amfiglej, ki je oglejen zaradi



Slika 18: Drevesa ozkolistnega jesena (*Fraxinus angustifolia*) ob jarku na ploskvi IM Krakovski gozd v letu 2004. (foto: L. Kutnar)

Figure 18: The narrow-leaved ash trees (*Fraxinus angustifolia*) along the ditch on the Krakovski gozd IM plot in 2004. (Photo: L. Kutnar)



Slika 19: Pogled na vodni jarek na ploskvi IM Krakovski gozd v letu 2015. Drevesa ozkolistnega jesena (*Fraxinus angustifolia*) so posekali, ker jih je v zadnjem obdobju močno prizadel jesenov ožig (*Hymenoscyphus fraxineus* (anamorph *Chalara fraxinea*)). (foto: L. Kutnar)

Figure 19: The view at the water ditch on the Krakovski gozd IM plot in 2015. The narrow-leaved ash trees (*Fraxinus angustifolia*) were felled due to the heavy damage caused by ash dieback (*Hymenoscyphus fraxineus* (anamorph *Chalara fraxinea*)). (Photo: L. Kutnar)



Slika 20: V pomladanskem aspektu vegetacije na ploskvi IM Murska šuma prevladujejo petelinčki (*Corydalis sp. div.*). (foto: L. Kutnar)

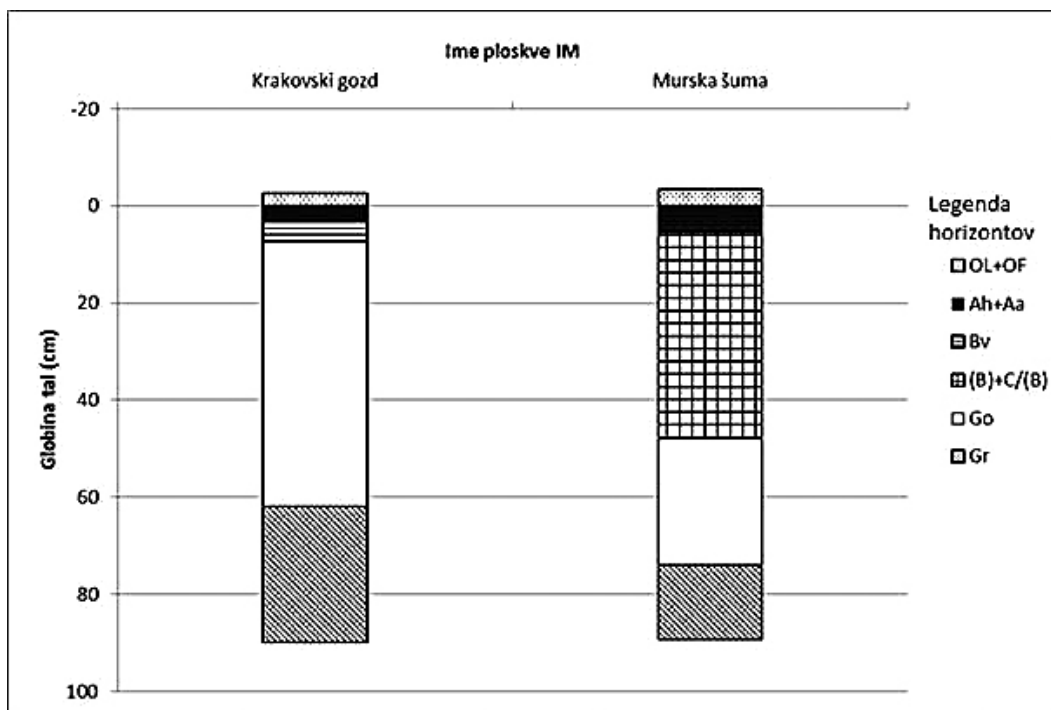
Figure 20: *Corydalis (Corydalis sp. div.)* prevails in the spring vegetation aspect on the Murska šuma IM plot. (Photo: L. Kutnar)



podtalnice in poplavne vode. Na ploskvi smo v evtričnem, plitvo humoznem hipogleju izkopal reprezentančni pedološki profil.

Matična podlaga na ploskvi IM Murska šuma (MŠ – OE Murska Sobota) so aluvialne usedline iz ilovice, mivke, peska ter proda. Organski horizont

(O) sondiranih tal je povprečno debel 3,3 cm. Na vseh mestih smo našli le plasti  $O_1$  in  $O_r$ . Pod njima je ležal 3 do 9,5 cm debel humusni akumulacijski horizont  $A_h$ , pod njim pa aluvialni substrat, ki smo ga označili z (B), oziroma kjer so prevladovali delci, večji od 2 mm, z (B)/C. Na sedmih (29 %)



Slika 21: Povprečne globine posameznih horizontov hidromorfih tal na mešanih, nevezanih usedlinah  
Figure 21: Average horizon thicknesses of hydromorphic soils on mixed, unconsolidated sediments



Slika 22: Globoka oglejena tla so značilna za poplavne in obrečne gozdove in nastajajo zaradi stalnih in/ali občasnih anaerobnih razmer pod vplivom podtalnice in/ali poplavne vode. Fotografija prikazuje tla na ploskvi IM Murska šuma (foto: L. Kutnar)

Figure 22: Deep gleyed soil is characteristic for flooded and riparian forests and emerge due to permanent and/or occasional anaerobic conditions under the impact of ground water and/or flood water. (Photo: Lado Kutnar)

sondiranih mestih je imel mineralni del tal ilovnato do peščeno teksturo, segal je okoli pol metra do meter globoko, nato se je začela plast peska in proda (Slika 21). Ponekod so imela ta tla  $\geq 30$  cm debelo plast z ilovnato peščeno do peščeno »arenično« teksturo (kvalifikator WRB *arenic*). Ker niso imela znakov oglejevanja, smo ta tla uvrstili v neoglejena, po WRB »haplična« (kvalifikator *haplic*) obrečna tla. Na preostalih sedemnajstih (71 %) mestih je bil ilovnati do meljasto ilovnati mineralni del tal globlji; segal je tudi do dva metra globoko in je kazal znake oglejevanja. Prevladovala je meljasto ilovnata »siltična« tekstura (kvalifikator *siltic*). Ponekod je oksidiran del oglejenega horizonta  $G_0$  segal največ

do globine 30 cm, reduciran del oglejenega horizonta  $G_1$  pa največ do globine 60 cm. Ta tla smo opredelili kot šibko do srednje močno oglejena obrečna tla (kvalifikator WRB *gleyic*).

Ponekod so bila tla neoglejena, »haplična« (*haplic*), večinoma pa so bila oglejena (kvalifikator *gleyic*). Prevladovala je meljasto ilovnata tekstura (kvalifikator *siltic*), ponekod pa so imela tla  $\geq 30$  cm debelo plast z ilovnato peščeno do peščeno, »arenično« teksturo (kvalifikator *arenic*).

Na tej ploskvi smo izkopali dva reprezentančna pedološka profila; prvega smo izkopali v zmerno oglejenih, drugega pa v neoglejenih obrečnih tleh.

### 3.2 Vegetacijske razmere na ploskvah IM

#### 3.2 Vegetation conditions on the IM plots

Na vseh 64 večjih vegetacijskih podploskvah, ki so sistematično razvrščene na enajstih izbranih ploskvah za intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov v Sloveniji, smo v letu 2004 popisali 295 različnih vrst praprotnic in semenk (Kutnar, 2006) in 109 mahovnih vrst (Kutnar in Martinčič, 2008).

Na enajstih ploskvah IM smo leta 2004 popisali 35 do 127 vrst mahov, praprotnic in semenk. V povprečju smo evidentirali 61 vrst praprotnic in semenk na ploskev (Kutnar, 2006). Med njimi je bilo dobrih 13 lesnatih rastlin (6,8 drevesnih in 6,5 grmovnih vrst) (Kutnar 2011). Poleg tega smo na različnih substratih v povprečju popisali še dodatnih 27 vrst različnih mahov na posameznih ploskvah (Kutnar in Martinčič, 2008).

Prvo vrednotenje vrstne pestrosti je pokazalo, da je celotno število vrst praprotnic in semenk največje na ploskvah IM Borovec (90 vrst) in Lontovž (89 vrst). Ploskvi sta intenzivnejši in ograjeni, zato smo to število vrst ugotovili na skupni popisni površini 800 m<sup>2</sup>. Od manj intenzivnih ploskev s skupno popisno površino 400 m<sup>2</sup> je vrstno najbolj pestra ploskev Gorica (77 vrst). Najmanj vrst smo popisali v drugotnem smrekovem gozdu na Kladju (16 vrst) (Kutnar, 2006).

Prevladujoča drevesna vrsta polovice ploskev IM (Preglednica 3) je bukev (*Fagus sylvatica*). Ploskve z dominantno bukvijo v sestoji so: Fondek, Borovec, Temenjok, Lontovž, Gorica in Tratice. Na ploskvi Fondek, ki ga porašča primorski bukov gozd z jesensko vilovino (*Seslerio*

*autumnalis-Fagetum*) (Preglednica 3), je bukev izrazito prevladujoča. Na posameznih raziskovalnih podploskvah znotraj ploskve se bukvi z nekoliko večjim deležem pridružuje gorski javor (*Acer pseudoplatanus*). Na bolj sušnem, nekoliko bolj dvignjenem in tudi razmeroma skalnatem delu ploskve se pojavljata tudi bolj termofilni drevesni vrsti, navadni mokovec (*Sorbus aria*) in mali jesen (*Fraxinus ornus*).

Ploskve Borovec, Temenjak in Lontovž porašča gorski bukov gozd z velecvetno mrtvo koprivo (*Lamio orvalae-Fagetum*). V drevesni plasti ploskve Borovec se poleg zelo prevladujoče bukve pojavljata z nekoliko večjim deležem tudi topokrpi javor (*Acer obtusatum*) in gorski javor. Poleg razmeroma »čistih« vrst, ki jih lahko opredelimo na temelju splošnih morfoloških znakov, so pogosti tudi križanci med obema vrstama javora. Med graditelji sestoja se redkeje pojavljajo tudi drobnica (*Pyrus pyrastrer*), navadna bodika (*Ilex aquifolium*) in maklen (*Acer campestre*). V spodnjih plasteh vegetacije (grmovna in zeliščna plast) se pojavljajo tudi druge drevesne vrste.

V bukovem sestoju na ploskvi Temenjak sta z nekoliko večjim deležem primešana navadna smreka (*Picea abies*) in gorski javor. Redkeje je prisoten tudi navadni mokovec. Smreka in gorski javor imata podoben delež kot na ploskvi Temenjak tudi v pretežno bukovem sestoju na ploskvi Lontovž.

Ploskev Gorica porašča dinarski jelovo-bukov gozd oz. bukov gozd s spomladansko torilnico (*Omphalodo-Fagetum*). V pretežno bukovih sestojih se z večjim deležem pojavljata tudi gorski javor in jelka (*Abies alba*). Posamezno pa se jim pridružujeta tudi veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) in gorski brest (*Ulmus glabra*).

Gozdno vegetacijo nove ploskve IM Tratice na Pohorju smo v sintaksonomskem pomenu proučili leta 2009. Ploskev je v bukovem gozdu z zasavsko konopnico (*Cardamini savensi-Fagetum*). To je conalna združba pohorskega altimontanskega (zgornejgorskega) bukovega gozda, ki naseljuje zgornji del montanskega pasu masiva Pohorje, pretežno v nadmorskih višinah od 1000 do 1300 m. Na ploskvi se poleg značilnih drevesnih vrst bukve in gorskega javorja pojavljata z razmeroma velikim deležem tudi smreka in jelka. Za razliko

od združbe bukve z zasavsko konopnico, ki je bila opisana na apnencih in dolomitih v preddinarskem območju, je bila na temelju večje prisotnosti jelke na distričnih rjavih tleh na Pohorju opredeljena posebna geografska varianta te združbe (*Cardamini savensi-Fagetum* var. geogr. *Abies alba*).

Na rastišču potencialne združbe bukve z zasavsko konopnico je tudi ploskev Kladje na Pohorju. Zaradi v preteklosti spremenjenih gozdov je ploskev Kladje poraščena z drugotnim smrekovim gozdom z vijugasto masnico (*Avenello flexuosae-Piceetum*), v katerem drevesno plast vegetacije gradi le smreka.

Drugoten je tudi smrekov gozd na ploskvi Krucmanove konte na Pokljuki. Ta gozd smo opredelili kot smrekovje s svinjsko lalnico (*Aposerido-Piceetum*). V drevesni plasti te ploskve se pojavlja samo smreka. Vegetacija na tej ploskvi bi se lahko razvijala v smeri smrekovega gozda z golim lepenom (*Adenostylo glabrae-Piceetum*), ki praviloma uspeva na karbonatnih matičnih podlagah na nadmorski višini med 1400 in 1600 m.

Tudi ploskev Gropajski bori porašča drugotna vegetacija. To je drugotni gozd črnega bora z jesensko vilovino (*Seslerio-Pinetum nigrae*). Glede na trenutno stanje na tej ploskvi lahko pričakujemo, da bi naravna sukcesija na bolj skalnatem delu ploskve potekala v smeri gozda puhastega hrasta s črnim gabrom (*Ostryo carpinifoliae-Quercetum pubescentis* = *Aristolochio luteae-Quercetum pubescentis*), medtem, ko bi se na globljih tleh z manj skeleta potencialno lahko razvil gozd gradna z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*). Smer razvoja te vegetacije lahko napovedujemo tudi glede na podstojni črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), ki zastira večino proučevane površine. Poleg te vrste se v spodnji drevesni plasti pojavljajo tudi mali jesen, lipovec (*Tilia cordata*) in trikrpi javor (*Acer monspessulanum*).

Gozd na ploskvi Brdo smo uvrstili v acidofilni gozd rdečega bora z borovnico (*Vaccinio myrtilli-Pinetum*). V preteklosti, ko zooantropogeni degradacijski vplivi še niso bili tako izraziti, je po vsej verjetnosti to območje poraščal gozd, ki je bil podoben kisloljubnemu gozdu gradna in belega gabra z borovnico (*Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*). Na manj degradirano fazo gozda



**Preglednica 3:** Fitocenološka oznaka sestojev na ploskvah za intenzivno spremljanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji (prirejeno po Kutnar, 2006)

**Table 3:** Phytosociological characterisation of plots for intensive monitoring of forest ecosystems in Slovenia (according to Kutnar 2006)

Št. No.	Ime ploskve Name of plot	Latinsko ime združbe Latin (scientific) name of plant association	Slovensko ime združbe Slovenian name of plant association
1	Krucmanove konte	<i>Aposerido-Piceetum</i> var. geogr. <i>Helleborus niger</i>	drugotni smrekov gozd s svinjsko laknico (smrdljivko), geografska varianta s črnim telohom
2	Fondek	<i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i> var. geogr. <i>Anemone trifolia</i>	primorski (subsredozemski) bukov gozd z jesensko vilovino, geografska varianta s trlistno vetrnico
3	Gropajski bori	<i>Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae</i>	drugotni gozd črnega bora z jesensko vilovino
4	Brdo	<i>Vaccinio myrtilli-Pinetum</i> var. geogr. <i>Castanea sativa</i>	acidofilni gozd rdečega bora z borovnico, geografska varianta s pravim kostanjem
5	Borovec	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i> var. geogr. <i>Dentaria polyphyllus</i>	predinarski gorski bukov gozd z velecvetno mrtvo koprivo, geografska varianta z mnogolistno konopnico
6	Kladje	<i>Avenello flexuosae-Piceetum</i> var. geogr. <i>Aposeris foetida</i>	drugotni smrekov gozd z vijugasto masnico, geografska varianta s svinjsko laknico
7	Temenjak	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i> var. geogr. <i>Dentaria pentaphyllos</i>	predalpski gorski bukov gozd z velecvetno mrtvo koprivo, geografska varianta s peterolistno konopnico
8	Lontovž	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i> var. geogr. <i>Dentaria pentaphyllos</i>	predalpski gorski bukov gozd z velecvetno mrtvo koprivo, geografska varianta s peterolistno konopnico
9	Gorica	<i>Omphalodo-Fagetum</i> var. geogr. <i>Calamintha grandiflora</i> (syn: <i>Abieti-Fagetum dinaricum</i> )	bukov gozd s spomladansko torilnico, geografska varianta z velevetnim čobrom (sinonim: dinarski jelovo-bukov gozd)
10	Krakovski gozd	<i>Pseudostellario europaea-Quercetum roboris</i>	nižinski dobov gozd z evropsko gomoljčico
11	Murska šuma	<i>Quercu roboris-Carpinetum</i> s. lat.	nižinski dobov gozd z belim gabrom
12	Tratice	<i>Cardamini savensi-Fagetum</i> var. geogr. <i>Abies alba</i>	gozd bukve z zasavsko konopnico, geografska varianta z jelko

deloma nakazujejo tudi posamezna drevesa gradna (*Quercus petraea*) in pravega kostanja (*Castanea sativa*), ki so sporadično na ploskvi.

Na ploskvah IM Krakovski gozd in Murska šuma se pojavljata dve različni obliki nižinskih dobovih gozdov. V Krakovskem gozdu so hrastovi gozdovi uvrščeni v združbo doba z evropsko gomoljčico (*Pseudostellario europaea-Quercetum roboris*). V Murski šumi pa smo zaradi določenih nomenklatoričnih nejasnosti opredelili dobov gozd z belim gabrom v širšem pomenu (Preglednica 3). V skladu z nekaterimi novjšimi študijami in

kartiranjih tega območja (Čarni et al., 2008) pa bi ta gozd lahko pogojno opredelili tudi kot združbo doba in košenice z navadnim gabrom (*Genisto elatae-Quercetum roboris carpinetosum betuli*). Vendar pa tudi ta opredelitev ne ustreza povsem dejanskim razmeram in ima določene pomanjkljivosti. Po novjših spoznanjih te sestoje ob Muri uvrščamo v subasociacijo *Fraxino-Ulmetum effusae quercetosum roboris* (P. Košir et al., 2013).

Na ploskvi Krakovski gozd smo poleg nosilnih vrst doba (*Quercus robur*) in belega gabra (*Carpinus betulus*) pogosto evidentirali tudi maklen



(*Acer campestre*) in črno jelšo (*Alnus glutinosa*), nekoliko redkeje pa dolgopecljati brest (*Ulmus laevis*) in ozkolistni jesen (*Fraxinus angustifolia*).

Na ploskvi Murska šuma sta poleg pogostejših vrst, kot so dob, beli gaber in maklen, z nekoliko manjšim deležem zastopana tudi dolgopecljati brest in ozkolistni jesen. Na posameznih podploskvah pa smo popisali tudi češnjo (*Prunus avium*) in gorski javor.

Na obeh nižinskih ploskvah smo v drevesni plasti (nad 5 metrov) popisali tudi navadno lesko (*Corylus avellana*).

## 4 ZAKLJUČKI

### 4 CONCLUSIONS

Na podlagi primerjave slovenskih ploskev za spremljanje stanja gozdov z razmerami na ploskvah drugih evropskih držav, vključenih v ICP Forests monitoring (npr. Dobremez in sod., 1997, Petriccione, 2002, Seidling, 2005, Soriano in sod., 2005), lahko ugotovimo, da so naši gozdovi razmeroma dobro ohranjeni, tako z vidika ohranjenosti gozdnih tal, kot vegetacije ter bogati z rastlinskimi vrstami. Rezultati monitoringa stanja gozdnih ekosistemov so temelj za spremljanje biološkega ravnotežja gozdnih ekosistemov in v pomoč modeliranju ter oblikovanju prihodnjih scenarijev (suša, poplave, spremembe klimatskih režimov, gospodarjenje z gozdovi idr.). Ključ do dobrega in kakovostnega spremljanja stanja gozdov in razumevanja procesov je v zagotavljanju dolgotrajnega spremljanja stanja gozdov z ustreznimi metodami tako v času kot v primerjavi z drugimi domačimi in tujimi programi. To nam je doslej uspelo zagotavljati z različnimi domačimi in evropskimi programi in projekti, ki niso dolgoročni oz. trajni. Ustrezna obdelava podatkov, predvsem s podporo informatikov, in prenos informacij strokovni in laični javnosti je, poleg poročanja in obveščanja ustreznih ministrstev (MKGP – gozdarstvo, MOP – okolje in MIZŠ – znanost), ključ do prepoznavnosti doma in v tujini.

Obveznost Gozdarskega inštituta Slovenije je poleg poročanja različnim nacionalnim (MKGP – Poročilo o stanju gozdov, PVG) in mednarodnim inštitucijam (FAO-GFRA, EU in UNFCCC poročila za Kjotski protokol in LULUCF/AFOLU,

poročila o stanju gozdov – ICP Forest, vprašalniki EU – MCPFE) predvsem obveščanje zainteresirane domače javnosti.

## 5 POVZETEK

### 5 SUMMARY

V Sloveniji je bilo leta 2004 postavljenih enajst trajnih raziskovalnih ploskev, namenjenih intenzivnemu spremljanju stanja gozdnih ekosistemov oz. monitoringu gozdnih ekosistemov (IM). Od teh se jih je po desetletnem obdobju obdržalo deset, na Pohorju pa smo po nekaj letih eno ploskev prestavili in sedanja leži v neposredni bližini prvotne. V okvir intenzivnega spremljanja gozdnih ekosistemov sodijo podrobne pedološke in vegetacijske raziskave gozdnih tal in gozdnega rastja. Kmalu po vzpostavitvi ploskev smo na enajstih ploskvah IM sondirali in vzorčili tla ter izkopal po dva referenčna pedološka profila. Za vzorce tal so bile narejene kemijske in fizikalne analize glede kakovosti in količine v Laboratoriju za gozdno ekologijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Na trajnih raziskovalnih ploskvah IM smo na dveh tipih podploskev analizirali tudi vegetacijo. Prve večje vegetacijske podploskve (vel.  $10 \times 10$  metrov) so del vseevropske mreže za intenzivni monitoring gozdne vegetacije. Postavili smo jih z namenom opredelitve gozdnega rastišča in vegetacijskega tipa ter spremljanja sprememb gozdnih ekosistemov v daljšem obdobju. Za spremljanje manjših sprememb v populacijski dinamiki vrst in vplivov rastišča na vegetacijo smo postavili manjše vegetacijske podploskve ( $2 \times 2$  metra).

Na petih ploskvah IM, osnovanih na t.i. trdi karbonatni podlagi (na apnencih, dolomitih), smo našli vse tipe avtomorfni tal, ki so značilni za talno zaporedje (pedosekvenco) na teh kamninah. Po stopnji razvitosti so to: kamnišče → rendzina → rjava pokarbonatna tla → izprana pokarbonatna tla.

Nerazvita tla (kamnišča) in slabo razvite, plitve, zelo skeletne rendzine z ohričnim humusnim akumulacijskim horizontom  $A_{oh}$  smo (po WRB) razvrstili v različne *leptosole*. Dobro razvite rendzine z moličnim humusnim akumulacijskim horizontom  $A_{mo}$  smo (po WRB) praviloma razvrstili v *rendzične feozeme*. Rjava pokarbonatna tla

smo uvrstili v *kambisole*, izprana pokarbonatna pa v *luvisole*.

Tri ploskve IM (BO, TE, LO) na apnencih in dolomitih porašča rastlinska združba *Lamio orvalae-Fagetum*, po eno pa *Seslerio autumnalis-Fagetum* (FO), *Omphalodo-Fagetum* (GO) in *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* (GB). Prve štiri ploskve poraščajo bukovi gozdovi, peto dinarski jelovo-bukov gozd, šesto ploskev pa drugotni primorski gozd črnega bora z jesensko vilovino. Tu ima mineralni del tal za kras značilno rdeče rjavo (*kromično*) barvo.

Trdi karbonatni podlagi sorodna je iz pretežno apnenčastega kamenja sestavljena morena na Pokljuki, kjer smo postavili trajno raziskovalno ploskev IM Krucmanove konte (KK). Tu so se razvile rendzine, evtrična rjava tla in (v fragmentih) izprana tla. Po WRB (2006) smo jih razvrstili v *leptosole*, *kambisole* in *luvisole*. Zaradi pretežno karbonatne matične podlage in skeleta so tla večinoma evtrična ter srednje do slabo kisle reakcije, ponekod tudi karbonatna in alkalne reakcije. Toda pri proučenem profilu izpranih tal smo ugotovili tudi zmerno distričnost in močno kislost eluvialnega E horizonta ter pojavljanje izrazito kisloljubnih rastlin (npr. rebrenjače - *Blechnum spicant*).

Ploskev je poraščena z drugotnim visokogorskim smrekovim gozdom (*Aposerido-Piceetum*), antropogeno osnovan na (najverjetneje) rastišču potencialnega predalpskega jelovo-bukovega gozda (*Homogyno sylvestris-Fagetum*). Nanj še vedno zelo vplivajo različni zoonotropogeni dejavniki, saj se v njem poleg intenzivnega gospodarjenja z gozdom tudi nabira gobe, občasno pase govedo idr.

Pri obeh ploskvah IM (Kladje (KL) in Tratice (TR)) na nekarbonatni magmatski kamnini (granodioritu) prevladujejo distrična rjava tla (po WRB *distrični kambisol*). Na manjših površinah se pojavljajo tudi distrični rankerji (po WRB smo jih razvrstili v *distrični leptosol*, *umbrisol*). Sicer sta povprečni debelini plasti  $O_1$  in  $O_t$  na obeh ploskvah podobni, velike razlike so v debelinah podhorizonta  $O_h$  (pri TR je debel povprečno 2,8 cm, pri KL 10,4 cm). Imata tudi precej podobne povprečne debeline horizontov  $A_h$  in  $B_v$ .

Na ploskvi IM Brdo (BR), ki leži na pretežno nekarbonatnih fluvio-glacialnih prodirih, v pri-

merjavi z drugimi ploskvami IM vladajo najbolj homogene razmere; na ploskvi prevladujejo globoka tla pretežno enake zgradbe, talni tip so distrična rjava tla (po WRB *distrični kambisol*). Ploskev porašča (domnevno) drugotni gozd rdečega bora na rastišču potencialnega kisloljubnega gozda hrastov in belega gabra (*Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*), pokriva pa ga precej debel organski horizont. Tod smo organski folični horizont  $O_{10}$  našli kar na enainvajsetih (75 %) sondiranih mestih.

Tla ploskve IM Krakovski gozd (KG) so nastala na pleistocenskih usedlinah in so uvrščena v razred hidromorfni tal. Zanje so značilni oksidacijski in redukcijski procesi. Dve tretjini sondaž teh tal smo razvrstili v hipogleje, preostalo tretjino pa v amfikleje. Vsa oglejena tla smo razvrstili v WRB-referenčno talno skupino *glejsoli*. Porašča jih nižinski dobov gozd z evropsko gomoljčico (*Pseudostellario europaea-Quercetum roboris*).

Tla ploskve IM Murska Šuma (MŠ) na aluvialnih usedlinah ob Muri smo razvrstili v razvita obrečna tla oz. v WRB-referenčno talno skupino *fluvisoli*. Na sedmih (29 %) sondiranih mestih so bila neoglejena, na preostalih pa šibko do srednje oglejena. Porašča jih nižinski dobov gozd z belim gabrom (*Quercu roboris-Carpinetum*).

Na vseh 64 večjih vegetacijskih podploskvah, ki so sistematično razvrščene na enajstih izbranih ploskvah za intenzivno spremljanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji, smo popisali 295 različnih vrst praprotnic in semenk ter 109 mahovnih vrst.

## 6 SUMMARY

Eleven sites – permanent research plots, intended for intensive monitoring of forest ecosystem condition or monitoring of forest ecosystems (IM), were established in Slovenia in 2004. Ten of them are still being assessed today, while the plot on Pohorje has been moved and the present one is situated in immediate proximity of the original one. Intensive monitoring of forest ecosystems comprises detailed pedological and vegetation studies of forest soil and forest vegetation. Soon after establishing the plots we probed and sampled soil on eleven IM plots and dug two reference pedological profiles on each of them. For soil samples,

chemical and physical analyses in terms of quality and quantity were performed in the Laboratory for Forest Ecology at Slovenian Forestry Institute. We also analyzed the vegetation on two types of sub-plots on the permanent study IM plots. The first larger vegetation sub-plots (sized 10 × 10 meter) are a part of European net for intensive monitoring of forest vegetation. We established them for classifying forest site and vegetation type and monitoring changes of forest ecosystem in long-term period. For monitoring smaller changes in population dynamics of species and influences of vegetation site on vegetation we established smaller vegetation sub-plots (2 × 2 meter).

On five IM plots, established on the so called hard calcareous materials (on limestones, dolomites), we found all types of automorphic soils, characteristic for soil sequence (pedosequence) on these rocks. According to degree of development these are: lithosol → rendzina → brown soils on limestones and dolomites → leached soils.

The undeveloped soils (lithosols) and poorly developed, shallow, very skeletal rendzinas with ochric humus accumulation horizon  $A_{oh}$  were (according to WRB) classified into diverse leptosols. Well developed rendzinas with mollic humus accumulation horizon  $A_{mo}$  were (according to WRB) classified into *rendzic phaeosems*. Brown soils on limestones and dolomites were classified into *cambisols* and leached soils into *luvisols*.

Plant association *Lamio orvalae-Fagetum* grows on three IM plots (BO, TE, LO) on limestones and dolomites, *Seslerio autumnalis-Fagetum* (FO), *Omphalodo-Fagetum* (GO) and *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* (GB) associations cover one plot each. The first four plots are covered with beech forests, the fifth one with Dinaric fir-beech forest, and the sixth one with the secondary coastal forest of black pine with autumn moor grass. Here the mineral part of the soil is of a reddish-brown (*chromic*) color, characteristic for Karst.

Mainly composed of limestone rocks, moraine on Pokljuka, where we established IM plot Kručanove konte (KK), is similar to the hard calcareous bedrock. Here rendzinas, eutric brown soils and (in fragments) leached soils developed here. According to WRB (2006) we classified

them into *leptosols*, *cambisols* and *luvisols*. Due to predominantly calcareous parent material and skeleton the soil in mostly eutric and of medium to weakly acid reaction, in some places also calcareous and of weakly alkaline reaction. However, studying the leached soil profile we also found moderate dystric features and high acidity of the eluvial E horizon as well as presence of distinctly acidophilic plants (for example hard fern - *Blechnum spicant*).

The plot is covered with the secondary high mountain spruce forest (*Aposerido-Piceetum*), anthropogenically founded on (most probably) site of potential pre-alpine fir-beech forest (*Homogyno sylvestris-Fagetum*). It is still very affected by diverse zoo-anthropogenic factors, since in addition to intensive forest management also mushrooms are picked, cattle grazes there occasionally etc.

On both IM plots (Kladje (KL) and Tratice (TR)) prevail dystric brown soil (according to WRB: *dystric cambisol*) on noncalcareous plutonic rock (granodiorite). In fragments, also dystric rankers occur (according to WBR we classified them into *dystric leptosol*, *umbrisol*). Average thicknesses of the O<sub>l</sub> and O<sub>f</sub> layers on both plots are similar, great differences are in the thickness of the O<sub>h</sub> subhorizon (its thickness at TR is averagely 2.8 cm, at KL 10.4 cm). Also the average thickness of A<sub>h</sub> and B<sub>v</sub> horizons is rather similar.

On IM plot Brdo (BR), situated on mainly noncalcareous fluvio-glacial gravels, conditions are the most homogenous compared to other IM plots; deep soil of mostly equal composition prevail on this site, soil types are dystric brown soils (according to WRB: *dystric cambisol*). On the plot the (supposedly) secondary forest of red pine grows on the site of the potential acidophilic oak and common hornbeam (*Vaccinio myrtillicarpinetum betuli*) forest and is covered by a quite thick organic horizon. Here we found organic folic horizon O<sub>fo</sub> on as many as twenty-one (75 %) probed locations.

The soil of IM plot Krakovski gozd (KG) developed on pleistocene sediments and is classified into the class of hydromorphic soils. Oxidation and reduction processes are characteristic for them. Two thirds of probe samples of these soils

were classified into hypogleys and the remaining third into amphigleys. All gleyed soils were classified into WRB-reference soil group *gleysols*. They are covered with lowland pedunculate oak forest with European false stitchwort (*Pseudostellario europaea-Quercetum roboris*).

The soil of IM plot Murska šuma (MŠ) on alluvial sediments along Mura River were classified into developed riverine soil or WRB-reference soil group *fluvisols*. On seven (29 %) probed locations the soils were non-gleyed, on the rest they were weakly to medium-strongly gleyed. They are covered with lowland pedunculate oak forest with common hornbeam (*Quercus roboris-Carpinetum*).

On all 64 larger vegetation sub-plots, which are systematically distributed on eleven selected plots for intensive monitoring of forest ecosystems in Slovenia, we recorded 295 diverse species of pteridophytes and spermatophytes and 109 moss species.

## 7 VIRI

## 7 REFERENCES

Accetto, M., 1974. Združbi gabra in evropske gomoljčice ter doba in evropske gomoljčice v Krakovskem gozdu. *Gozdarski vestnik* 32(10): 357–369, 33(1): 30–33.

Barkman, J. J., Doing, H., Segal, S., 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta bot. Neerl.* 13, 394–419.

Dakskobler, I., 2008. Pregled bukovih rastišč v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 87: 3–14.

Canullo R, Starlinger F, Granke O, Fischer R, Aamlid D, Neville, P., 2011. Assessment of Ground Vegetation: Manual, Part VII.1. In: ICP Forests: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. 19 s. [http://www.icp-forests.org/pdf/final\\_gv.pdf](http://www.icp-forests.org/pdf/final_gv.pdf)

Čarni, A., Marinček, L., Seliškar, A., Zupančič, M., 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije: merilo 1:400 000. Ljubljana: ZRC SAZU (Biološki inštitut Jovana Hadžija), 79 s.

Čarni, A., Košir, P., Marinček, L., Marinšek, A., Šilc, U., Zelnik, I., 2008. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:50.000 – list Murska Sobota. – Biološki inštitut Jovana Hadžija, ZRC SAZU, Ljubljana, Pomursko akademsko znanstvena unija – PAZU, Murska Sobota, 64 s.

Devictor V., Clavel J., Julliard R., Lavergne S., Mouillot D., Thuiller W., Vénail P., Villéger S., Mouquet N. 2010. Defining and measuring ecological specialization. *Journal of Applied Ecology*, 47, 15–25.

Dobremez, J. F., Camaret, S., Bourjot, L., Ulrich, E., Brêthes, A., Coquillard, P., DUMÉ, G., Dupouey, J. L., Forgeard, F., Gauberville, C., Gueugnot, J., Picard, J. F., Savoie, J. M., Schmitt, A., Timbal, J., Touffet, J., Trémolières. M. 1997. RENECOFOR - Inventaire et interpretation de la composition floristique de 101 peuplements du réseau (Campagne 1994/95).- Département des Recherches Techniques, Office National Forêts, Fontainebleau, Université de Savoie, 513 s.

de Vries, W., Vel, E.M., Reinds, G.J., Deelstra, H., Klap, J.M., Leeters, E.E.J.M., Hendriks, C.M.A., Kerkvoorden, M., Landmann, G., Herkendell, J., Haussmann, T., Erisman, J.W., 2003. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe – 1. Objectives, set-up and evaluation strategy. *Forest Ecology and Management* 174, 1–3: 77–95.

ICP Forests – GROUND VEGETATION, 2002, 2007. MANUAL on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests - Part VIII: Assessment of ground vegetation. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, 19 s.

Košir, P., Čarni, A., Marinšek, A., Šilc, U., 2013. Floodplain forest communities along the Mura River (NE Slovenia). *Acta Botanica Croatica (Zagreb)* 72 (1): 71–95.

Košir, Ž., Zorn-Pogorelc, M., Kalan, J., Marinček, L., Smole, I., Čampa, L., Šolar, M., Anko, B., Accetto, M., Robič, D., Toman, V., Žgajnar, L., Torelli, N., 1974. Gozdnovegetacijska karta Slovenije, M 1 : 100.000. Biro za gozdarsko načrtovanje, zemljevid na 7 listih + legenda.

Košir, Ž., Zorn-Pogorelc, M., Kalan, J., Marinček, L., Smole, I., Čampa, L., Šolar, M., Anko, B., Accetto, M., Robič, D., Toman, V., Žgajnar, L., Torelli, N., Tavčar, I., Kutnar, L., Kralj, A., Skudnik, M., Kobal, M., 2003, 2007. Gozdnovegetacijska karta Slovenije. Ljubljana, digitalna verzija. Biro za gozdarsko načrtovanje, Gozdarski inštitut Slovenije, CD ROM.

Kutnar L., 2006. Intenzivni monitoring vegetacije gozdnih ekosistemov v Sloveniji = Intensive monitoring of vegetation of forest ecosystems in Slovenia. V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino, *Studia Forestalia Slovenica*. Hladnik D. (ed.). Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek Za Gozdarstvo In Obnovljive Gozdne Vire: 277–290.

Kutnar L., Martinčič A., 2008. Bryophyte species di-



- iversity of forest ecosystems in Slovenia (intensive monitoring programe) = Pestrost mahovnih vrst v gozdnih ekosistemih Slovenije (program intenzivnega spremljanje stanja gozdnih ekosistemov). Zbornik gozdarstva in lesarstva, 85: 11-26.
- Kutnar, L. 2011. Pestrost lesnatih rastlin na ploskvah za spremljanje stanja gozdov v Sloveniji = Diversity of woody species on forest monitoring plots in Slovenia. *Gozdarski vestnik*, 69 (5-6): 271-78.
- Londo, G., 1975. The decimale scale for relevées of permanent quadrats. V: Knapp, R., (ed.). *Handbook of Vegetation Science* 4, 45-50.
- Marinček, L., Čarni, A., 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb v merliu 1:400.000. Založba ZRC, ZRC SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana, 158 s.
- Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Podobnik, A., Ravnik, A., Turk, B., Vreš, B., Frajman, B., Strgulc-Krajšek, S., Trčak, B., Bačič, T., Fisher, M.A., Eler, K., Surina, B., 2007. Mala flora Slovenije, Ključ za določevanje praprotnic in semenk. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 967 s.
- Mucina, L., Grabherr, G., Wallnöfer, S., 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III: Wälder und Gebüsche. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York, 353 s.
- Petriccione, B., 2002. Survey and assessment of vegetation in the CONECOFOR permanent plots.- V: Mosello, R., Petriccione, B., Marchetto, A. (ur.), Long-term ecological research in Italian forests ecosystems.- *Journal of Limnology* 61 (1): 19-24.
- Robič, D., Accetto, M., 2001. Pregled sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije.- Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Ljubljana, tipkopis, 18 s.
- Seidling, W., 2005. Ground floor vegetation assessment within the intensive (Level II) monitoring of forest ecosystems in Germany: chances and challenges.- *European Journal of Forest Research* 124: 301-312.
- Simončič, P., Rupel, M., Kovač, M., 2011. Spremljanje stanja gozdov v Sloveniji. *Gozdarski vestnik* 69(5-6), 259-262.
- Sinjur, I., Ferlan, M., Simončič, P., Vilhar, U., 2010. Mreža meteoroloških postaj Gozdarskega inštituta Slovenije. *Gozdarski vestnik* 68(1). 41-46.
- Smole, I., 1988. Katalog gozdnih združb Slovenije. IGLG, Ljubljana, 154 s.
- Soriano, C., Gastón, A., Bariego, P., 2005. Diversidad florística en las parcelas españolas de Nivel II de la Red Europea de Seguimiento Intensivo y Continuo de Ecosistemas Forestales. *Actas del IV Congreso Forestal Español, Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 6 s.
- Urbančič, M., Kobal, M., Kralj, T., Kutnar, L., Simončič, P., 2009. Opis talnih profilov slovenske 16 x 16-kilometrsk mreže = *Description of soil profiles on the Slovenian 16 km x 16 km net*. *Gozd. vestnik* 67(2), 33-72.
- Urbančič, M., Simončič, P., Prus, T., Kutnar, L., 2005. Atlas gozdnih tal Slovenije. Ljubljana: Zveza gozdarskih društev Slovenije: *Gozdarski vestnik: Gozdarski inštitut Slovenije*, 2005. 100 s., ilustr., [http://petelin.gozdis.si/impsi/publikacije/atlas\\_tal.pdf](http://petelin.gozdis.si/impsi/publikacije/atlas_tal.pdf)
- Zorn, M., 1975. Gozdnovegetacijska karta Slovenije. Opis gozdnih združb. Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana, 150 s.
- Zupančič, M., 1999. Smrekovi gozdovi Slovenije. SAZU Razred za naravoslovne vede, Ljubljana, 222 s.+tabele.
- Zupančič, M., Marinček, L., Seliškar, A., Puncer, I., 1987. Considerations on the phytogeographic division of Slovenia.-*Biogeographia - Biogeografia delle Alpi Sud-Orientali*, XIII, 89-98.
- Zupančič, M., Žagar, V., 1995. New views about the phytogeographic division of Slovenia. *Razprave IV razreda SAZU*, XXVI, 1, 3-30.
- Žlindra, D., Skudnik, M., Rupel, M., Simončič, P., 2011a. Meritve kakovosti padavin na prostem in v sestoji na ploskvah intenzivnega spremljanja gozdnih ekosistemov. *Gozdarski vestnik* 69 (5-6), 279-288.
- Žlindra, D., Eler, K., Clarke, N., Simončič, P., 2011b. Towards harmonization of forest deposition collectors - case study of comparing collector designs. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 4, 218-225.
- Wraber, M., 1969. Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens. *Vegetatio*, The Hague, 17 (1-6), 176-199.
- WRB, 2006. World Reference Base for Soil Resources. A framework for international classification, correlation and communication. *World Soil Resources Reports*. Vol. 103. FAO: Rome, 128 str.