

GDK 174.7 *Pinus nigra* (Arnold) : 114 : 542 : (497.12 Kras)

Prispelo / Received: 01. 03. 1999

Sprejeto / Accepted: 21. 04. 1999

Izvirni znanstveni članek

Original scientific paper

PROUČEVANJE PESTROSTI IN RODOVITNOSTI GOZDNIH RASTIŠČ NA SEŽANSKO-KOMENSKEM KRASU

Mihej URBANČIČ*, Franc FERLIN**, Lado KUTNAR***

Izvleček:

Cilj raziskave je bil analizirati talne lastnosti, tla razvrstiti, oceniti rodovitnost rastišč in ugotoviti pestrost vegetacije v starejših (95 - 105 letnih) monokulturah črnega bora. Terenski del raziskave je potekal leta 1998 v gozdnogospodarski enoti Sežana na objektih Kobjeglava in Podgovec. Na vsakem objektu smo na 50 metrski mreži naključno izbrali po 15 raziskovalnih ploskev velikosti 20 × 20 m. Sestojke na ploskvah smo pedološko, fitocenološko in prirastoslovno proučili. Pedološke preiskave so pokazale, da so se (po FAO-Unesco klasifikaciji) na apnenicah in dolomitskih razvili litični in rendzični leptosoli, evtrični in kromični kambisoli ter kromični luvisoli. Značilna je velika mikrorastiščna pestrost talnih tipov. Deleži talnih tipov, globina tal ter površinska kamnitost oziroma skalovitost so dobri kazalniki rodovitnosti rastišč. Povezanost rodovitnostnih rangov, določenih na podlagi talnih spremenljivk, z rangi, določenimi na podlagi prirastoslovnih spremenljivk (srednje višine dominantnih dreves črnih borov) so po ploskvah razmeroma tesne ($r_s = 0,62 - 0,65^{**}$). V borovih sestojih, ki jih porašča realna antropogena združba *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* Zupančič 1997 (nom. prov.), smo ugotovili naslednje potencialne rastlinske združbe: *Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstič 1974, ki so slabše rodovitnosti, ter *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982 in *Seslerio autumnalis-Carpinetum betuli* Zupančič 1997 (nom. prov.), ki so boljše rodovitnosti.

Ključne besede: gozdna tla, talni tip, rodovitnost tal, rastišče, realna vegetacija, potencialna vegetacija, črni bor, *Pinus nigra*, nizki Kras

INVESTIGATION OF DIVERSITY AND PRODUCTIVITY OF FOREST SITES IN THE SEŽANA-KOMEN KARST REGION

Abstract:

The goal of the research was to analyse soil properties, classify the soil, assess productivity of sites and ascertain the diversity of vegetation in older (95 - 105 years old) monocultures of black pine. The fieldwork for this research was performed in 1998 in the forestry unit Sežana on the research location Kobjeglava and Podgovec. On each research location, 15 research plots (size 20 x 20 m) were randomly chosen on the 50-metre grid. Pedological, phytocenological and growth analyses were carried out on research plots. Pedological studies have shown (according to FAO-Unesco classification) that on limestones and dolomites, lithic and rendzic leptosols evolved, as well as eutric and chromic cambisols and chromic luvisols. Extensive microsite diversity of soil units is a distinctive feature. The proportional representation of soil types, depth of the soil and surface stoniness and rockiness are good indicators of site productivity. The correlation between productivity ranks of research plots, determined on the basis of soil variables, with ranks, determined on the basis of growth variables (medium height of dominant black pine trees) is relatively close ($r_s = 0,62 - 0,65^{**}$). In the pine stands covered with the antropogenic association *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* Zupančič 1997 (nom. prov.), the following potential vegetation have been found: *Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstič 1974, which have lower productivity, and *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982 and *Seslerio autumnalis-Carpinetum betuli* Zupančič (1997) (nom. prov.), which have better productivity.

Key words: forest soil, soil type, soil productivity, site, real vegetation, potential vegetation, Austrian pine, *Pinus nigra*, Low Karst

* univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN

** mag., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN

*** mag., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN

**VSEBINA
CONTENTS**

1	UVOD	
	INTRODUCTION.....	7
2	ZGODOVINSKI RAZVOJ IN DANAŠNJE STANJE VEGETACIJE KRASA	
	HISTORICAL DEVELOPMENT AND PRESENT STATE OF THE KARST VEGETATION	8
3	RAZISKOVALNI OBJEKTI IN METODE	
	RESEARCH LOCATIONS AND METHODS	10
4	REZULTATI RAZISKAVE	
	RESEARCH RESULTS.....	15
5	RAZPRAVA	
	DISCUSSION	31
6	POVZETEK.....	35
7	SUMMARY.....	37
8	VIRI	
	REFERENCES.....	40
9	ZAHVALA	
	ACKNOWLEDGEMENT.....	45

1 UVOD INTRODUCTION

Za uspešno načrtovanje in sonaravno usmerjanje razvoja novonastalega gozda na nizkem Krasu, ki mu po dobrem stoletju pogozdovalnih naporov, v novejšem obdobju pa ob potekajočih naravnih revitalizacijskih procesih daje pečat predvsem črni bor, je še posebej pomembno poznavanje talnih in drugih rastiščnih razmer ter rodovitnosti rastišč oziroma rastnosti sestojev. Kljub temu da je nizki Kras kot naravni fenomen in primer človekove »destruktivnosti« pomemben slovenski gozdarski raziskovalni laboratorij (MLINŠEK 1993), v katerem so bile že opravljene številne, med njimi tudi gozdnoekološke oziroma gozdnogojitvene raziskave (npr. ŽGAJNAR 1973, PREBEVŠEK 1981, ŠKULJ 1988, POČKAR 1992 a, b, KOŠIČEK 1993), pri obnovi starejših borovih sestojev pa že pridobljene tudi določene praktične izkušnje (PREBEVŠEK 1998), so temeljni problemi usmerjanja razvoja sestojev črnega bora na Krasu (ČEHOVIN 1993, KOŠIČEK 1998), ki so pravzaprav vseslovenski (GRECZ / JAKŠA 1998), še vedno odprti.

Zlasti operativna gozdarska stroka je zato še vedno pred temeljnim vprašanjem, kako v prihodnje uspešno sonaravno načrtovati in usmerjati razvoj gozdov na Krasu. Zaradi tega smo v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije, posebej z območno in krajevno enoto Sežana, v letu 1998 zastavili raziskovalni projekt z naslovom »Rast in naravni razvoj starejših sestojev črnega bora na Sežansko-Komenskem Krasu«, ki je bil podlaga II. delavnici Javne gozdarske službe (FERLIN 1999).

Pričujoča raziskava predstavlja del tega obsežnejšega projekta, in sicer njegov rastiščni sklop. V okviru splošnega cilja projekta, ki je usmerjen v proučevanje značilnosti gozdnih rastišč ter zakonitosti rasti in naravnega razvoja starejših sestojev črnega bora na Sežansko-Komenskem Krasu - kot podlaga za oblikovanje prilagojene strategije sonaravnega obnavljanja borovih sestojev (FERLIN 1998), je cilj te raziskave proučevanje pestrosti in razvrščanje tal, ocena rodovitnosti rastišč ter ugotavljanje potencialne naravne vegetacije. Pri ocenjevanju rodovitnosti poudarjamo predvsem preizkušanje indikatorske vrednosti različnih talnih spremenljivk (deleži talnih tipov, globina tal, kamnitost s skalovitostjo) oziroma analizo povezanosti pridobljenih ocen rodovitnosti z nekaterimi prirastoslovnimi kazalniki (srednja višina in premer

dominantnih dreves, vitkostni koeficient ter tekoči debelinski prirastek). Tovrstne analize rastiščnih razmer naj bi prispevale k celovitejšemu poznavanju oziroma pojasnjevanju vpliva ekoloških, gozdnogojitvenih in okoljskih dejavnikov na rast, obnovo in naravni razvoj borovih sestojev na Krasu.

2 ZGODOVINSKI RAZVOJ IN DANAŠNJE STANJE VEGETACIJE KRASA HISTORICAL DEVELOPMENT AND PRESENT STATE OF THE KARST VEGETATION

Vegetacija v submediteranskem območju Slovenije se je v preteklosti močno spreminjala. S palinološkimi raziskavami (ŠERCELJ 1963, 1981, CULIBERG 1995, CULIBERG / ŠERCELJ 1995) so ugotovili stalno prisotnost bukovega peloda v poledenodobnem obdobju. Ob koncu boreala in v začetku atlantika (približno 5000 do 6000 let pred sedanjostjo) je bukev najbrž prevladovala tudi v precejšnjem delu območja, ki ga danes uvrščamo v slovenski submediteran. Bukov gozd se je verjetno ohranil vse do uničujočih človekovih posegov pred približno tisoč leti. Vrzelasto gozdno rastje z značilnimi submediteranskimi vrstami, ki ga običajno imenujemo kraška gmajna, je rezultat degradacijskih procesov. Njihov izvor sega morda že v bronasto dobo, ko sta se na našem območju prvič pojavila živinoreja in pašništvo (POLDINI 1972, POLDINI et al. 1980). Takrat (pred okoli 3500 leti pred sedanjostjo) se je, kot sta ugotovila Culiberg (1995) in Šercelj (1996), glavnima drevesnima vrstama (bukvi in hrastu) ter leski in gabru v večjem številu pridružil črni gaber (*Ostrya*) kot heliofilna vrsta na suhih in revnih pašnikih. Nekdanjo večjo razširjenost bukve v podgorskem pasu submediteranskega območja Slovenije potrjujejo tudi bukovi sestoji, skupine in posamezna drevesa, ki jih ponekod še najdemo v flišnem delu Slovenske Istre in še bolj redko na apnenčastem Krasu. Današnji gozdovi termofilnih listavcev so v glavnem pionirski ali degradacijski stadiji na rastiščih nekdanjih prvobitnih gozdov. Teh na območju Sežansko-Komenskega Krasa ni več, zato je potencialno naravno vegetacijo težko ugotoviti. Stoletja trajajoči antropozoogeni vplivi so močno učinkovali na rastiščne razmere, tako da pogosto govorimo o realni vegetaciji in ciljnih, ki jih narekujejo dane razmere.

V fitogeografskem smislu Sežansko-Komenski Kras uvrščamo v submediteransko območje Slovenije (WRABER 1960, 1969, ZORN 1975, GREGORIČ / KALAN /

KOŠIR 1975, MARINČEK 1987). V podrobnejši delitvi so Zupančič in sodelavci (1987) območje Sežansko-Komenskega Krasa uvrstili v mediteransko florno regijo, in sicer v kraško-vipavski distrikt slovensko primorskega sektorja jadranske province (ostali distrikti tega sektorja so briški, brkinski in koprsko-šavrinski). V najnovjšem času Zupančič (1997 a) ugotavlja, da moramo spremeniti mišljenje o zastopanosti mediteranske regije pri nas. Listopadno vegetacijo Slovenske Istre in Krasa bi po njegovem morali uvrstiti v evrosibirsko-severnomoameriško in ne v mediteransko regijo. Podobno meni tudi palinolog Šerclj (1996).

Sedanje gozdne sestoje nizkega Krasa, ki mu pripada tudi območje Sežansko-Komenskega Krasa, sintaksonomsko uvrščamo v skupino toploljubnih listopadnih submediteranskih gozdov hrastov in črnega gabra (red *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. (1931) 1932). Pravo mediteransko vednozeleno sklerofilno rastje (red *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936) je na Slovenskem razvito le v sledovih, še najbolj ob tržaški obali med Devinom in Nabrežino. Bukov gozd z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963) uspeva na severovzhodnem robu Krasa, v dolini Raše ter višje na robovih bližnjih visokih kraških planot (DAKSKOBLER 1996, 1997). Tam rastejo tudi bolj mezofilni gorski in visokogorski bukovi in jelovo-bukovi gozdovi (uvraščamo jih v asociacije *Lamio orvalae-Fagetum* (Horvat 1938) Borhidi 1963, *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et al. 1993 = *Abieti-Fagetum dinaricum* Tregubov 1957 em. Puncer 1979 in *Ranunculo platanifolii-Fagetum* Marinček et al. 1993).

Vodilne drevesne vrste močno spremenjenih kraških gozdov so puhasti hrast (*Quercus pubescens*), črni gaber (*Ostrya carpinifolia*) in mali jesen (*Fraxinus ornus*). Od hrastov se v glavnem kot indikator degradiranih rastišč pojavlja cer (*Quercus cerris*). Poleg gradna (*Quercus petraea*), ki je graditelj nekaterih združb na globljih in bolj svežih tleh, se na kraškem območju pojavlja križanec hrastov (*Quercus pubescens* × *Quercus petraea*). Redkejša, a za sedanje gozdne združbe Krasa diagnostično pomembna drevesna vrsta, so npr. trikrpi in topokrpi javor (*Acer monspessulanum*, *A. obtusatum*), poljski brest (*Ulmus minor*), brek, skorš (*Sorbus torminalis*, *S. domestica*) idr. Črni bor (*Pinus nigra*), ki je na Krasu najbolj razširjena drevesna vrsta, tukaj ni samonikel. Najbližja naravna nahajališča te južnoevropske drevesne vrste so na severovzhodnem robu Trnovskega gozda nad dolino Trebuše. Črni bor se na opuščenih pašnikih tudi naravno pomlajuje in že dolgo ni

več popoln tujec. Njegovo nepričakovano uspešno in nezadržno širjenje se je začelo po prvi uspešni ogozditvi Krasa leta 1859.

3 RAZISKOVALNI OBJEKTI IN METODE RESEARCH LOCATIONS AND METHODS

3.1 RAZISKOVALNI OBJEKTI RESEARCH LOCATIONS

V raziskavo smo vključili dva kompleksa najstarejših borovih monokultur v gozdnogospodarski enoti Sežana (starost 95 - 105 let) na objektih »Kobjeglava« in »Podgovec«, ki se med seboj opazno razlikujeta v talnih razmerah. Starejši sestoji črnega bora na objektu »Kobjeglava« poraščajo predvsem plitvejša, rendzinasta tla na temnosivem apnencu, na objektu »Podgovec« pa zavzemajo precejšen delež tudi razvitejša, globlja pokarbonatna tla na matični podlagi iz apnenca, dolomita ter apnenčeve in dolomitne breče. Proučevani sestoji so nastali s pogozdovanjem kraških gmajn in pašnikov. V preteklosti so bili prizadeti zaradi vršnih, talnih in podtalnih požarov, vetrolomov, smolarjenja ter drugih biotskih in abiotskih dejavnikov. Zato so danes precej razredčeni, z razrahljanim do vrzelastim sklepom krošenj ter veliko osutostjo oziroma presvetljenostjo krošenj. V preteklosti so v teh sestojih opravili predvsem difuzne, sanitarne sečnje, poskusi načrtne obnove pa so se pričeli šele v najnovejšem obdobju. Borovi sestoji tako marsikje že vsebujejo precejšen delež mladovja avtohtonih listavcev, ponekod pa je pomlajevanje slabo. V vrzelastih delih sestojev sta pogosto prisotni bogata grmovna in zeliščna plast.

Objekt »Kobjeglava« obsega 42,5 ha sklenjene gozdne površine na položnem, gričastem in vrtačastem območju Tolstega (366 m nm. v.) in Krajnega vrha (352 m nm. v.), ki ležita severno od vasi Kobjeglava in Tupelče ter se dvigata okoli 50 metrov nad planoto. Ploskve so osnovane na zelo položnih pobočjih med 310 in 350 m nadmorske višine. Objekt »Podgovec« leži na vrtačasti ravnici Strane pod vzpetino Tomajski Govc (410 m nm. v.), južno od železniške proge Sežana – Kreplje, na nadmorski višini okoli 300 m. Obsega 17,5 ha površine.

Na vsakem objektu smo naključno izbrali po 15 raziskovalnih ploskev velikosti 20 × 20 m in jih trajno označili. Raziskovalne ploskve smo izbrali znotraj treh poprej določenih

sub-stratumov (z mladovjem malega jesena in črnega gabra, z mladovjem hrastov, z mladovjem drugih listavcev). Velikost vzorčnih ploskev in število ponovitev (5 na substratum) smo določili na podlagi predhodne izkustvene ocene variabilnosti sestojev ter prakse, ki je pri nas uveljavljena pri sorodnih raziskavah (npr. KOTAR / ROBIČ 1990). Na objektu »Kobjeglava« smo v raziskavo vključili ploskve po istem sistemu izbire, kot ga je v predhodni raziskavi v letu 1985 uporabil Prebevšek (1986). Sestoje na ploskvah smo pedološko, fitocenološko in prirastoslovno analizirali.

Fitocenološko analizo smo opravili na tretjini ploskev znotraj vsakega raziskovalnega objekta (KUTNAR / DAKSKOBLER 1998 c, 1998 f). Ploskve smo izbrali tako, da so relativno dobro zajele ekstreme glede na vegetacijske razmere. Na objektu »Kobjeglava« smo izbrali ploskve št. 1004, 1026, 1064, 1113 in 1119, na objektu »Podgovec« pa ploskve št. 2041, 2018, 2035, 2059 in dodatno ploskev (2_PROF) na območju enega od reprezentančnih talnih profilov. Poleg tega smo izbrali tudi referenčne ploskve na območju Sežansko-Komenskega Krasa, na katerih je avtohtona vegetacija relativno dobro ohranjena. To so ploskve z oznako »Kamnolom«, »Žekanec1«, »Žekanec2« in »Žekanec3« (KUTNAR / DAKSKOBLER 1998 b, 1998 d, 1998 e).

Na vegetacijo referenčnih ploskev je človek vplival v preteklosti v manjši meri, zato sorazmerno dobro odraža rastiščne razmere tega območja.

3.2 RAZISKOVALNE METODE **RESEARCH METHODS**

3.2.1 Metodologija raziskave na raziskovalnih ploskvah **Research methodology on the research plots**

Metodologija, ki smo jo uporabili pri meritvah in ocenjevanju kazalnikov na vzorčnih ploskvah, je bila dvostopenjska, in sicer na posamični oziroma točkovni (sondažna mesta, dominantna drevesa) ter na ploskovni ravni. Talne razmere na ploskvah smo preiskali s polkrožno sondo, ki sega do 110 cm globoko, na sondažnih mestih, med seboj oddaljenih okoli 5 m. V terenski obrazec smo za vsako sondažno mesto vpisali (za krog s premerom 5 m) tip tal, ugotovljen na izvrtku, nagib, nebesno stran, skalovitost in kamnitost terena ter pokrovnost zeliščne plasti. Zabeležili smo tudi na sondažnem izvrtku ugotovljeni tip

tal, oznake in globine talnih (pod)horizontov, njihovo z otipom in ogledom ugotovljeno konsistenco, strukturo, teksturo, vlažnost, skeletnost, obliko organske snovi, prekoreninjenost, pojave novotvorb, talno favno, propustnost za vodo, morebitno karbonatnost (z 10 % HCl) in barvo (z Munsellovim barvnim atlasom). Te podatke posameznih sondažnih mest smo v kabinetu preračunali v povprečja za celotno ploskev.

Pri treh dominantnih drevesih (razred 2 po Kraftu) na ploskev smo za potrebe te raziskave izmerili višino in premer dreves ter odvzeli izvrtek do stržena za dendrokronološke analize (slednje niso predmet tega članka). Po ploskvah smo v analizo vključili naslednje rastiščne kazalnike: ekspozicijo, naklon terena (v %), kamnitost oziroma skalovitost terena (na 5 % natančno), globino organskega in mineralnega dela tal (v cm), površinske deleže talnih tipov (v %). Prirastoslovni kazalniki, ki smo jih vključili v analizo (za črni bor) pa so naslednji so: povprečna višina in prsni premer dominantnih dreves ter njihov vitkostni koeficient in letni debelinski prirastek (za zadnje desetletje). Glede na to, da je starost sestojev po ploskvah zelo homogena, priraščanje v višino pa pri tej starosti sestojev praktično končano, predstavlja srednja višina dominantnih dreves po ploskvah hkrati tudi t.i. rastiščni indeks (za črni bor).

3.2.2 Razvrščanje tal Soil classification

Pri pedoloških proučevanjih smo uporabili podatke petih reprezentančnih talnih profilov (rendzine, rjavih pokarbonatnih tal, jerovice in izpranih tal - izprane ilovke in izprane kremenice), ki smo jih izkopal leta 1998 (URBANČIČ 1998). Na teh profilih smo opisali morfološke lastnosti tal in iz njihovih (pod)horizontov odvzeli talne vzorce, ki smo jih v analizirali¹ v pedološkem laboratoriju Gozdarskega inštituta Slovenije. Pri raziskavi talnih razmer in klasifikaciji preiskanih tal smo upoštevali tudi že obstoječe vire s podrobnejšimi podatki o morfoloških, kemijskih, mehanskih in drugih lastnostih obravnavanih tal: pedologa Kalan in Urbančič sva v območju objekta "Kobjeglava" opisala 4 profile rendzin (ŠKULJ 1988); Tomaž Prus je v bližini Komna opisal profil pokarbonatnih kambičnih tal in dva profila rendzin (POČKAR 1992 b); tu smo opisali profil pokarbonatnih kambičnih tal in 4 profile rendzin (LEBEZ-LOZEJ / URBANČIČ

¹ Laboratorijske analize tal sta opravili tehnični sodelavki Nina Rotar in Magda Špenko.

1998); v delih Jurharja in sodelavcev (1963) ter Miklavžiča in sodelavcev (1963) je predstavljena starejša klasifikacija tal na Krasu; Sušin (1964) je v svoji doktorski disertaciji proučil jerino; Lobnik in sodelavci (1991) so za to področje izdelali pedološko karto 1 : 25.000 s komentarjem; Stritar (1990) v svoji knjigi obravnava pedosekvenca idr.

Preiskana avtomorfna tla na apnencih in dolomitih smo razvrstili takole:

- Nerazvita tla (kamnišča in inicialna humusno akumulativna tla), plitvejša od 11 cm, smo uvrstili v litosole. Ta talni tip se po lastnostih ujema s talno enoto litični leptosoli v FAO-Unesco (1989) klasifikaciji tal.
- Humusno akumulativna tla s profilom O-A-AC-CR in z moličnim humusnoakumulacijskim horizontom A_{mo} smo po slovenski pedološki tradiciji uvrstili v rendzine. Po FAO-Unesco (1989) so to rendzični leptosoli. Če so vsebovala tudi inicialni kambični horizont $(B)_{TZ}$, tanjši od horizonta A, smo jih uvrstili med rjave rendzine.
- Pokarbovatna kambična tla s profilom O-A- $(B)_{TZ}$ -C, ki so imela horizont $(B)_{TZ}$ evtričen ter rumenorjave, rjave ali rdečerjave barve, smo uvrstili v rjava pokarbovatna tla. Tla, ki so imela (vsaj v globini 20 do 50 cm) ta horizont »rjavo rdeče« obarvan (po Munsellovem barvnem atlasu so morala imeti oznako barve 2,5YR ali/in 10R, vrednosti *value* in *chroma* pa več kot 3), smo uvrstili v pokarbovatna rjava rdeča tla (*terra rossa*). Po FAO-Unesco (1989) klasifikaciji tal spadajo pokarbovatna rumenorjava tla v talno enoto evtrični kambisoli, pokarbovatna rdečerjava in rjava rdeča tla (oziroma tla s kambičnim horizontom močno rjave do rdeče barve, z vrednostjo *hue* 7,5YR in *chroma* večjo od 4 ali s *hue* večjo od 7,5YR) pa v talno enoto kromični kambisoli.
- Na objektu »Podgovec« okoli 9 % površine zavzemajo pokarbovatna izprana tla s profilom O-A-E-B_t-C. Večinoma imajo argiluvični horizont B_t rdečerjave do rdeče barve, s stopnjo nasičenosti z bazami nad 50 % in s kationsko izmenjalno kapaciteto ≥ 24 cmol(+) kg⁻¹ glin. Izprana tla s takimi lastnostmi spadajo v FAO-Unesco talno enoto kromični luvicoli.

3.2.3 Fitocenološke metode Phytocoenological methods

Vegetacijo na vseh ploskvah smo popisali po standardni srednjeevropski metodi (BRAUN-BLANQUET 1964), ki smo jo dopolnili z nekaterimi kasnejšimi dognanji (WESTHOFF / Van der MAAREL 1978). Kot nomenklaturni vir za poimenovanje rastlinskih taksonov smo uporabili Register flore Slovenije (TRPIN / VREŠ 1995). Fitocenološke popise vseh ploskev smo zaradi primerljivosti izdelali v približno istem obdobju. V popise smo zajeli pozno poletni oziroma zgodnje jesenski aspekt vegetacije, ki je na Krasu za razliko od poletnega vrstno bogatejši. Vegetacijo smo popisali po vertikalnih plasteh, ločeno zgornjo in spodnjo drevesno plast, zgornjo in spodnjo grmovno ter zgornjo in spodnjo zeliščno plast. V analizo smo zajeli samo mahove, ki se pojavljajo na globljih, razvitih tleh. Za posamezne rastlinske vrste smo izdelali kombinirano oceno zastiranja in pogostnosti. Ocene smo v nadaljevanju modificirali po van der Maarelu (1979). Uporabili smo jih kot podlago za primerjalne analize med ploskvami.

Pri proučevanju vegetacije smo upoštevali novejšo sinsistematiko gozdnovegetacijskih tipov za nizki Kras. Značilnejši gozdnovegetacijski tipi Sežansko-Komenskega Krasa (POLDINI 1989, ZUPANČIČ 1997 b, KALIGARIČ 1997, KUTNAR / DAKSKOBLER 1998 a), ki se lahko potencialno pojavljajo na raziskovalnih objektih, so naslednji:

- Toploljubni submediteranski gozd črnega gabra in puhastega hrasta (*Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974). Na Krasu sta prisotni dve subasociaciji: z rumenim drenom (- *cornetosum maris*) in s terebintom (- *pistacietosum terebinthi*).
- Sekundarni gozd črnega gabra z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Ostryetum* HT. & H-ić 1950 (corr.)) je degradacijska oblika sestojev primarnih asociacij *Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974 (v nižjih in toplejših legah) ali sestojev asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* (HT.) M. Wraber ex Borhidi 1963 (navadno v gorskem pasu).
- Dno kraških dolin, vrtače, globeli, senčna pobočja z vlažnimi tlemi, kjer se zadržuje hladnejši zrak in so zračne temperature nižje od okolja, porašča kraški gozd belega gabra s kopitnikom (*Asaro-Carpinetum betuli* Lausi 1964).

- Kraški gozd belega gabra z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Carpinetum* Zupančič 1997 (*nom. prov.*)) se pojavlja v bolj odprtih, toplejših vrtačah in ima manj sencovzdržnih rastlin kot gornji tip.
- Submediteranski gozd gradna z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982) porašča obrobja vrtač. Na Krasu se pojavlja z dvema subasociacijama: na globljih, zakisanih tleh uspeva subasociacija z vijugasto masnico (*-avenelletesum flexuosae*); na plitvejših tleh pa subasociacija s črnim gabrom (*-ostryetosum*).

3.2.4 Statistične metode Statistical methods

V prispevku smo uporabili predvsem statistične metode hierarhičnega kopičenja, in sicer po Wardu za oblikovanje t.i. talno-rastiščnih tipov ter preko CLC (*Complete Linkage Clustering*) pri primerjavi fitocenoloških popisov, oboje s pomočjo paketa STATISTICA for Windows (STATSOFT 1995). V obeh primerih smo kot merilo podobnosti oziroma različnosti uporabili Evklidovo razdaljo. Poleg teh smo uporabili še standardne statistične metode, in sicer neparametrično analizo variance po Kruskal-Wallis, Spearmanovo korelacijo rangov ter linearno regresijsko analizo prav tako s pomočjo paketa STATISTICA for Windows (STATSOFT 1995).

4 REZULTATI RAZISKAVE RESEARCH RESULTS

4.1 PESTROST TALNIH TIPOV IN RODOVITNOST RASTIŠČ DIVERSITY OF SOIL TYPES AND SITE PRODUCTIVITY

4.1.1 Variabilnost talnih tipov in primerjava talnih razmer med objektoma Variability of soil types and comparison of soil conditions between research locations

Na ploskvah smo s sondiranjem ugotovili številne podtipe, različice in oblike naslednjih petih talnih tipov (preglednica 1 in 2): litosola, rendzine, rjavih pokarbonatnih (*evtričnih*

kambisolov) in pokarbonatnih rjavo rdečih tal (*terra rosse*) ter pokarbonatnih izpranih tal (luvisola). Le na eni ploskvi smo na vseh sondažnih mestih našli samo en talni tip (rendzino). Na 19 ploskvah smo ugotovili po dva talna tipa, na 8 ploskvah po tri in na dveh ploskvah po štiri talne tipe.

Na ploskvah objekta »Kobjeglava« po naših ugotovitvah okoli 11 % površine zavzemajo nerazvita tla (litosoli), ki so ponekod sestavljena le iz organskega horizonta O, ali pa imajo pod njim tudi inicialni humusnoakumulacijski horizont (A), praviloma močno skeleten in plitvejši od 11 cm. Največji površinski delež pripada rendzinam, ki imajo pod horizontom O več ali manj skeleten, praviloma molični humusnoakumulacijski horizont A_{mo} . Vsebujejo različne oblike humusa. Pojavljajo se phrninaste, prhninasto-sprsteninaste, sprsteninaste rendzine. Precej razširjene so tudi rjave rendzine, ki imajo že inicialni kambični horizont (B_{rz}), ki pa je tanjši od A_{mo} nad njim. Ponekod je pod borovim opadom okoli 1 do 5 cm (izjemoma do 1 dm) debela plast surovega humusa, ki (domnevno) zaradi biomeliorativnega vpliva listavcev v sestojih ne zavzema večjih površin. Pokarbonatna kambična tla, ki zavzemajo okoli 10 % površin ploskev, imajo pod horizontoma O in A kambični horizont (B_{rz}). Nastal je predvsem iz preperine (netopnega ostanka) karbonatne matične podlage, ima ilovnato do glinasto teksturo in je rumenorjave, rjave do (prevladujoče) rdečerjave barve. Pojavljata se tipični in lesivirani podtip teh tal.

V primerjavi z objektom »Kobjeglava« imajo ploskve objekta »Podgovec« v povprečju manjšo površinsko kamnitost in skalovitost ter globlja (ponekod zelo globoka), bolj razvita in bolj rodovitna tla. Poleg že obravnavanih talnih tipov se tu pojavlja tudi *terra rossa* z horizontom (B_{rz}) rjavo rdeče barve (po Munsellovem barvnem atlasu z oznako 2.5YR ali 10R in vrednostmi *value* in *chroma* več kot 3) in pokarbonatna izprana tla (luvisol), ki imajo pod horizontoma O in A še eluvialni E in argiluvični horizont B_t (v katerem je nakopičena glina, izprana iz horizonta E).

Preglednica 1: Številčne oznake ploskev, povprečni nagibi, prevladujoče lege, povprečna debelina organskega horizonta (O), povprečna globina mineralnega dela tal (M), povprečna dolžina profila (O+M), površinski deleži kamenja in skal (K/S), talnih tipov (litosola - LIT, rendzin - RZ, rjavih pokarbonatnih tal - KK, terra rosse - TR, in luvisola - LU) ter število talnih tipov (št. t. t). Ploskve so razvrščene po izkustveno določenih rangih rodovitnosti (RR).

Table 1: Plot denotation number, average slopes, dominant positions, average thickness of the organic horizon (O), average depth* of the mineral part of the soil (M), average length of profile (O+M), surface proportions of stones and rocks (K/S), soil types (lithosol - LIT, rendzina - RZ, brown soil on limestone - KK, terra rossa - TR, and luvisol - LU) and the number of soil types (št. t. t). Plots are classified according to empirically determined productivity ranks (RR).

OZNAKA PL. DENO. OF PL. S	NAGIB SLOPE	LEGA POSITION	O	M	O+M	K/S	LIT	RZ	KK	TR	LU	Št. t. t	RR
	(°)		(cm)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
1113	9	J / S	17,0	10,1	27,1	75	10	15	0	0	0	2	1
1101	10	J / S	8,0	12	20,0	55	25	15	5	0	0	3	2
1028	10	V / E	8,7	12,1	20,8	50	20	30	0	0	0	2	3
1020	6	Z / W	9,9	14	23,9	45	10	45	0	0	0	2	4
1041	2	ravno / flat	4,9	15,4	20,3	20	25	55	0	0	0	2	5
1045	5	Z / W	6,3	22,3	28,6	35	10	55	0	0	0	2	6
1064	3	ZJZ / WSW	6,8	14	20,8	20	10	70	0	0	0	2	7
1004	6	V / E	5,8	14,7	20,5	5	15	80	0	0	0	2	8
2017	9	J / S	5,2	15,8	21,0	45	0	50	5	0	0	2	9
1026	8	V / E	5,4	16,6	22,0	25	5	70	0	0	0	2	10
2028	4	S / N	3,2	18,6	21,8	40	0	55	5	0	0	2	11
1103	4	JZ / SW	5,1	20,1	25,2	40	15	30	15	0	0	3	12
1093	9	J / S	5,1	19,6	24,7	35	15	35	15	0	0	3	13
1056	5	S / N	5,0	25,3	30,3	5	0	95	0	0	0	1	14
2040	9	SZ / NW	3,6	18,1	21,7	15	0	55	30	0	0	2	15
1155	12	V / E	3,1	22,6	25,7	25	0	40	35	0	0	2	16
1119	4	JV / SE	3,7	24,3	28,0	10	0	60	30	0	0	2	17
2042	18	SSZ / NNW	4,1	28,9	33,0	40	15	20	15	15	0	4	18
2003	7	S / N	2,0	19,7	21,7	10	10	20	50	10	0	4	19
2013	12	Z / W	4,3	29,3	33,6	35	5	30	30	0	0	3	20
2037	7	SV / NE	4,3	29,1	33,4	5	5	45	45	0	0	3	21

Preglednica 1: Nadaljevanje / Table 1: Continued

OZNAKA PL. DENO. OF PL. S	NAGIB SLOPE	LEGA POSITION	O	M	O+M	K/S	LIT	RZ	KK	TR	LU	Št. t. t	RR
1168	11	JZ / SW	10,0	31,6	41,6	40	0	15	45	0	0	2	22
2023	20	J / S	3,8	30,6	34,4	25	10	0	65	0	0	2	23
2029	9	JV / SE	6,2	38,4	44,6	5	0	40	55	0	0	2	24
2041	20	S / N	3,8	39,3	43,1	25	0	15	35	25	0	3	25
2018	11	JV / SE	5,7	49,6	55,3	10	0	30	30	30	0	3	26
2047	13	S / N	4,7	36,8	41,5	20	0	25	30	0	25	2	27
2033	4	JZ / SE	3,7	38,4	42,1	5	20	20	20	0	35	3	28
2035	30	S / N	2,7	54,6	57,3	20	0	0	45	0	35	2	29
2059	10	S / N	1,8	66	67,8	0	0	0	65	0	35	2	30
Povpr. Average	10		5,5	26,3	31,7	26	8	37	22	3	4		16

*Opomba: Merili smo do (fiziološke) globine 1 m, ker globlje zaradi zbitosti tal skoraj ni več korenin. Mineralni del tal (M) vsebuje manj kot 35 % organske snovi.

*Note: Measurements were made up to 1 m in (effective) depth, since due to the compactness of the soil the roots rarely go deeper. The mineral part of the soil (M) contains less than 35% of organic matter.

Preglednica 2: Povprečni nagibi (N.), povprečna debelina organskega horizonta (O), povprečna globina mineralnega dela tal (M), povprečna dolžina profila (O+M), odstotni površinski deleži kamenja in skal (K/S) ter talnih tipov (glej preglednico 1) in povprečja rangov rodovitnosti (RR) ploskev za objekta Podgovec in Kobjeglava.

Table 2: Average slopes (N.), average thickness of the organic horizon (O), average depth of the mineral part of the soil (M), average length of the profile (O+M), percentile surface proportions of stones and rocks (K/S) as well as soil types (see Table 1); and the productivity rank averages (RR) for the plots on the research locations Podgovec and Kobjeglava.

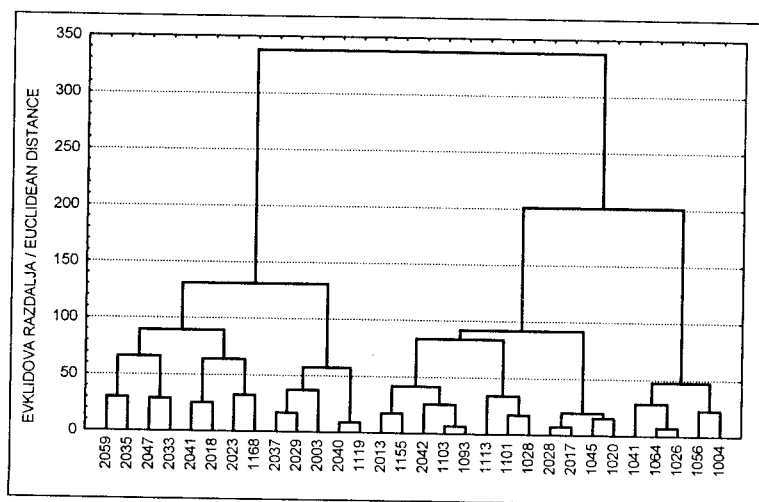
OZNAKA OBJEKTA LOCATION	SREDNJE VREDNOSTI MEAN VALUES	N.	O	M	O+M	K/S	LIT	RZ	KK	TR	LU	RR
		(st)	(cm)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	rang
Kobjegl.	Najmanjša Lowest	2	3,1	10,1	20,0	5	0	15	0	0	0	1
1000	Največja Highest	12	17,0	31,6	41,6	75	25	95	45	0	0	22
	Povprečna Average	7	7,0	18,3	25,3	32	11	47	10	0	0	8

Preglednica 2: Nadaljevanje / Table 2: Continued

OZNAKA OBJEKTA LOCATION	SREDNJE VREDNOSTI MEAN VALUES	N. (st)	O (cm)	M (cm)	O+M (cm)	K/S (%)	LIT (%)	RZ (%)	KK (%)	TR (%)	LU (%)	RR rang
Podgovec	Najmanjša Lowest	4	1,8	15,8	21,0	0	0	0	5	0	0	9
2000	Največja Highest	30	6,2	66,0	67,8	45	20	55	65	30	35	30
	Povprečna Average	12	3,9	34,2	38,2	20	4	27	35	5	9	23
Skupaj	Povprečna Average	10	5,5	26,3	31,7	26	8	37	22	3	4	15

4.1.2 Statistično razvrščanje ploskev po podobnosti rastiščnih razmer

Statistical classification of plots according to similarities of site conditions



Grafikon 1: Dendrogram podobnosti ploskev glede na kamnitost in skalovitost, globino in tipe tal. Ploskve so oštevilčene tako, da na prvem mestu vsebujejo tudi šifro objekta (1 = Kobjeglava, 2 = Podgovec).

Graph 1: Dendrogram of plot similarity according to stoniness and rockiness, depth and type of soil. The plots are numbered in such a way that the first digit of the number represents the research location's denotation number (1 = Kobjeglava, 2 = Podgovec).

Grafikon 1 prikazuje dendrogram podobnosti oziroma različnosti ploskev glede na naslednje rastiščne spremenljivke: kamnitost in skalovitost ter tipi tal, ki so bili izraženi v površinskih deležih ploskve, ter debelina tal.

Dendrogram kaže zelo jasno razlikovanje ploskev glede na kamnitost in skalovitost, globino in tip tal v analiziranih borovih sestojih. Na najvišji ravni gre za dve jasno ločeni skupini ploskev, ki pripadata pretežno enemu raziskovalnemu objektu. Med objektoma so torej očitne rastiščne razlike, kar potrjuje našo izbiro objektov, ki smo jo zasnovali na okvirni oceni rastiščnih oziroma talnih razlik. Nadaljnje razločevanje ploskev v dendrogramu kaže, da je pestrost rastiščnih razmer večja v drugem (desnem) klastru, ki ga pretežno tvorijo ploskve z objekta »Kobjeglava« (ploskve št. 1004 do 1155), in ki se jasno deli na dve neenaki podskupini (z 12 oziroma 5 ploskvami). V prvem (levem), homogenejšem klastru, ki ga pretežno tvorijo ploskve z objekta »Podgovec« (št. 2003 do 2059) se razločevanje med ploskvami (na 8 oziroma 5 ploskev) začne precej kasneje. Ob kriteriju, da naj bi bilo število vzorčnih ploskev v posamezni skupini (klastru) zaradi statističnih primerjav najmanj 4 - 5, dobimo štiri neenake skupine (klastre) ploskev oziroma štiri značilne talno-rastiščne tipe.

Značilnosti tako oblikovanih skupin ploskev oziroma talno-rastiščnih tipov, ki se med seboj glede na uporabljene talne oziroma rastiščne spremenljivke tudi statistično značilno razlikujejo, z izjemo deleža *terre rosse* (preglednica 3), so naslednje:

- V prvi skupini prevladujejo ploskve z največjimi povprečnimi globinami tal (49 cm), najmanjšimi deleži rendzin (povprečno 12 %) in največjimi deleži *terra rosse* (8 %) ter luvisolov (14 %), pri čemer se slednji pojavljajo le v tem klastru.
- Za drugo skupino ploskev je značilen najmanjši delež kamnitosti oziroma skalovitosti (9 %) in litosolov (1 %) ter velik delež rendzin (50 %) in rjavih pokarbonatnih tal (40 %), *terra rosse* in luvisolov pa v tem talno-rastiščnem tipu ni.
- Tretja skupina izstopa predvsem po največji kamnitosti oziroma skalovitosti rastišča (43 %) in relativno velikem deležu litosolov (10 %). Ima podoben povprečni delež kambisolov (11 %) in 35 % rendzin.
- Za četrto skupino ploskev so značilni razmeroma majhna kamnitost s skalovitostjo (15 %) najmanjša povprečna globina tal (23 cm) ter največji delež rendzin (74 %) in litosolov (11 %), drugih tal pa na teh ploskvah nismo ugotovili.

Preglednica 3: Značilnosti posameznih skupin ploskev glede na kamnitost (K/S), povprečno globino organskega in mineralnega dela tal (OM), površinskega deleža litosolov (LIT), rendzin (RZ), rjavih pokarboonatih tal (KK), terra rosse (TR) in luvisolov (LU)

Table 3: Characteristics of individual groups of plots according to stoniness (K/S), average depth of the organic and mineral part of the soil (OM), surface proportion of lithosols (LIT), rendzinas (RZ), brown soil on limestone (KK), terra rossa (TR) and luvisols (LU)

KLASTER CLUSTER	N ¹	K/S (%)	OM (cm)	LIT (%)	RZ (%)	KK (%)	TR (%)	LU (%)
1	7	20,00	48,71	1,43	12,19	45,00	7,86	13,57
2	4	8,75	32,00	1,25	50,00	40,00	0,00	0,00
3	12	43,33	25,58	10,42	35,00	10,42	1,25	0,00
4	5	15,00	22,80	11,00	74,00	0,00	0,00	0,00
H-test ²	(3, 28)	18,6***	16,5***	9,7*	19,5***	19,7***	3,6 ^{NS}	9,7*

Opomba:

¹ Zaradi razlik v starosti sestojev po ploskvah smo iz analize izključili dve mlajši ploskvi.

² H = vrednost preizkusa značilnosti razlik po Kruskal-Wallis (1952, cit. po STATSOFT, 1995).

Note:

¹ Due to the age difference of the stands among plots, two younger plots have been excluded.

² H = test value of difference characteristics according to Kruskal-Wallis (1952, cited from StatSoft, 1995).

4.1.3 Ocenjevanje rodovitnosti rastišč Assessment of site productivity

Na podlagi opisane razvrstitve ploskev glede na variabilnost talno-rastiščnih spremenljivk smo sklepali, da tako oblikovani klastri ploskev hkrati predstavljajo tudi kategorije rodovitnosti tal oziroma rastišč. Da bi te talno-rastiščne tipe preizkusili glede na rodovitnost, smo primerjali srednje vrednosti nekaterih prirastnih spremenljivk za črni bor (preglednica 4, grafikon 2), in sicer višino in srednji premer dominantnih dreves, njihov vitkostni koeficient in debelinski prirastek kot posredne kazalnike rodovitnosti rastišč, vse pri primerljivi starosti sestojev po ploskvah (95 - 105 let). Hkrati smo med temi skupinami primerjali tudi srednje vrednosti izkustveno določenih rangov rodovitnosti tal oziroma rastišč po ploskvah ter rangov, pridobljenih na podlagi statistične razvrstitve s pomočjo Evklidovih razdalj pred pričetkom kopičenja (razvrstitev je razvidna iz grafikona 1). Poleg primerjave t.i. ravnostnih in rodovitnostnih spremenljivk

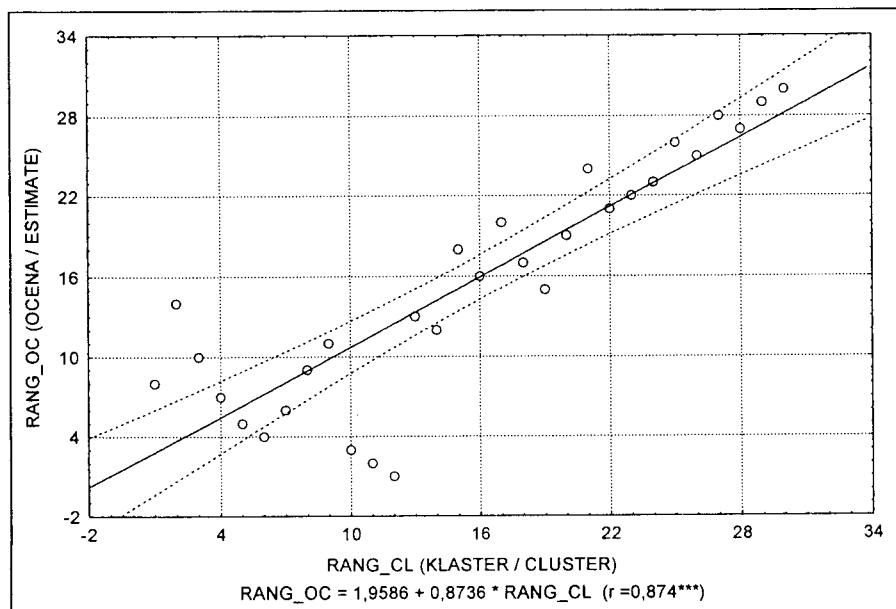
Preglednica 5: Soodvisnosti med rodovitnostnimi in rastnostnimi spremenljivkami (rangi) po ploskvah

Table 5: Interdependence between productivity and growth ability variables (ranks) by plot

R_{Spearman}	RANG_OC	RANG_CL	RANG_D	RANG_H	RANG_HD
RANG_CL	0,85**				
RANG_D	0,08	-0,09			
RANG_H	0,62**	0,65**	0,10		
RANG_HD	0,49**	0,56**	-0,70**	0,51**	
RANG_IR	0,18	0,11	0,33	0,22	0,17

Opomba: Uporabili smo Spearmanovo korelacijo rangov ($N = 28$).

Note: Spearman's rank correlations was used ($N = 28$).



Grafikon 3: Odvisnost med izkustveno (RANG_OC) in statistično (RANG_CL) določenima rangoma rodovitnosti rastišč po ploskvah

Graph 3: Relationship between empirically (RANG_OC) and statistically (RANG_CL) determined site productivity ranks by plots

Že glede na podoben potek srednjih vrednosti izkustveno in statistično določenih rangov rodovitnostnih tal oziroma rastišč ter ravnosti sestojev, posebej na podlagi povprečne višine dominantnih dreves kot najboljšega kazalnika rodovitnosti rastišč, lahko zaključimo, da gre za povezanost rodovitnostnih in ravnostnih spremenljivk. Natančnejša analiza obeh spremenljivk (preglednica 5) kaže, da so njune odvisnosti zelo značilne in pri izkustveno oziroma statistično določenih rangih rodovitnosti tal oziroma rastišč in višine dominantnih dreves po ploskvah tudi razmeroma tesne ($r_s=0,62^{**}$ oziroma $0,65^{**}$).

Očitno je, da se izkustvene ocene rodovitnosti tal oziroma rastišč dobro ujemajo s statistično določenimi ($r_s=0,85^{**}$, $r_p=0,87^{**}$). Nekoliko večja odstopanja so le pri ploskvah z nižjimi rangi (grafikon 3). Slabše od pričakovanih pa je ujemanje (izkustvenih in statističnih) rangov rodovitnosti rastišč ter rangov ravnosti sestojev, kar med drugim kaže tudi na to, da ocene rodovitnosti, pridobljene na podlagi prirastoslovnih kazalnikov, odražajo predvsem rodovitnost rastišča za črni bor oziroma ravnost črnega bora, ki se razlikuje od ravnosti avtohtonih drevesnih vrst. Ravnosti le-teh v proučevanih monokulturah ne moremo oceniti, ker je delež avtohtonih drevesnih vrst premajhen.

4.2 VEGETACIJSKE RAZMERE VEGETATION CONDITIONS

4.2.1 Zastiranje vegetacije po vertikalnih plasteh Vegetation cover by vertical layers

Preglednica 6 kaže, da je zgornja drevesna plast mnogo bolj ohranjena na objektu »Podgovec«, kjer so nasadi črnega bora mlajši kot nasadi na »Kobjeglavi«. V skladu s tem pa je na objektu »Podgovec« spodnja drevesna plast manj razvita kot na drugem. Izjema je le ploskev 2_PROF, kjer se v spodnjih drevesni plasti pojavlja podsajena bukev.

V povprečju je tudi grmovna plast nekoliko bolj razvita na objektu »Kobjeglava«. Izrazito obrnjeno pa je to razmerje glede na zastiranje zeliščne plasti. Ploskve na objektu »Kobjeglava« imajo namreč v povprečju mnogo manj razvito zeliščno plast kot ploskve na objektu »Podgovec«. Povprečna stopnja zastiranja je pri prvi skupini le 38 %, medtem ko so ploskve na drugem objektu zastrte z zelišno plastjo kar 82 %.

- Posamično ali v šopih rastejo z relativno majhno stopnjo zastiranja tudi: istrski teloh (*Helleborus multifidus* subsp. *istriacus*), dišeči salomonov pečat (*Polygonatum odoratum*), navadna medenika (*Melittis melissophyllum*), grozdasta škržolica (*Hieracium racemosum*) in druge vrste škržolic, lepljiva kadulja (*Salvia glutinosa*), lasasti beluš (*Asparagus tenuifolius*), jesenček (*Dictamnus albus*), nizki šaš (*Carex humilis*), širokolistna močvirnica (*Epipactis helleborine*), kokoševcevec (*Vincetoxicum hirundinaria*), navadni jagodnjak (*Fragaria vesca*), konjska griva (*Eupatorium cannabinum*).

4.2.3 Opredelitev realne in potencialne vegetacije

Definition of real and potential vegetation

Realna in potencialna vegetacija na raziskovalnih objektih sta naslednji:

1) Objekt »Kobjeglava«:

- realna vegetacija: gozdovi črnega bora z jesensko vilovino *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* Zupančič 1997 (*nom. prov.*)
- potencialna vegetacija: na boljših, manj skalnatih, vlažnejših rastiščih z globljimi pokarbonatnimi rjavimi tlemi gozd gradna z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982), na najbolj skalnatih rastiščih gozd črnega gabra in puhastega hrasta (*Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974).

2) Objekt »Podgovec«:

- realna vegetacija: gozdovi črnega bora z jesensko vilovino *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* Zupančič 1997 (*nom. prov.*)
- potencialna vegetacija: gozdovi gradna in (ali) belega gabra (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982 in *Seslerio autumnalis-Carpinetum* Zupančič 1997 (*nom. prov.*)), na ekstremnejših rastiščih submediteranski toploljubni gozd črnega gabra in puhastega hrasta (*Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974).

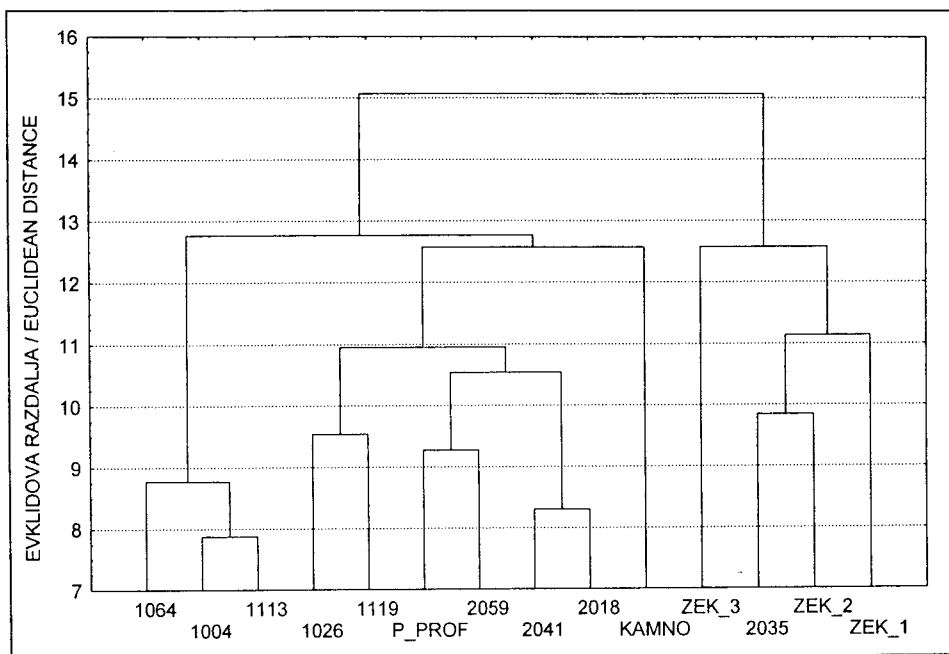
4.2.4 Primerjava popisnih ploskev z referenčnimi popisi

Comparison of surveyed plots with reference surveys

V analizi smo zajeli samo vrste grmovne in zeliščne plasti, ker nanje manj vpliva gospodarjenje kot na drevesno plast, kjer prevladuje črni bor. Na podlagi hierarhičnega kopičenja so se popisi razvrstili v dve večji skupini (grafikon 4). Prva zajema večino popisov ploskev z raziskovalnih objektov črnega bora. Skupina predstavlja značilna rastišča gozdov toploljubnih listopadnih submediteranskih gozdov iz zveze *Ostryo-Carpinion orientalis* HT. 1954 em. 1958 reda *Quercetalia pubescentis* BR.-BL. (1931) 1932. Popisi se v tej skupini hierarhično združujejo v dve izraziti podskupini, pridruže pa se jima tudi popis referenčne ploskve »Kamnolom«; to porašča termofilna submediteranska združba črnega gabra in puhastega hrasta, oblika z rumenim drenom (*Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974 *cornetosum maris* Poldini 1982).

V drugi skupini (grafikon 4) so ploskve, ki imajo v vegetacijski sestavi poleg termofilnih elementov tudi več mezofilnejših, karpinetalnih elementov. To so kraški gozdovi gradna in belega gabra, ki jih najdemo na boljših, nekoliko bolj vlažnih in relativno hladnejših rastiščih, v vrtačah, njihovih obrobjih in manj izpostavljenih senčnejših legah. Uvrščamo jih v zvezi *Quercion pubescentis-petraeae* BR.-BL. 1931 in *Erythronio-Carpinion betuli* (HT. 1958) Marinček 1993. V tej skupini je tudi ploskev št. 2035 z objekta »Podgovec«, ki se nahaja na robu globlje vrtače. Na predelih, kot je ta ploskev, uspevajo tudi bolj mezofilne vrste, značilne za gozdove belega gabra in bukve, med njimi kopitnik (*Asarum europaeum*), ciklama (*Cyclamen purpurascens*), trobentica (*Primula vulgaris*), kovačnik (*Lonicera caprifolium*), jetrnik (*Hepatica nobilis*) in druge. Na splošno pa ni prav veliko vrst, ki bi izrazito delile obe skupini ploskev. V prvi skupini lahko tako v pritalni vegetaciji najdemo nekaj več črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*), navadnega srobotata (*Clematis vitalba*), skalne krhlike (*Frangula rupestris*) in skalne glote (*Brachypodium rupestre*). Poleg že omenjenih mezofilnejših elementov je v drugi skupini tudi nekaj več maklena (*Acer campestre*) in leske (*Corylus avellana*).

Značilni floristični elementi se pojavljajo v močno spremenjenih borovih in tudi v relativno ohranjenih kraških gozdovih. V grmovni in zeliščni plasti vseh proučevanih ploskev se z veliko stopnjo zastiranja pojavljajo mali jesen (*Fraxinus ornus*), navadni bršljan (*Hedera helix*) in jesenska vilovina (*Sesleria autumnalis*).



Grafikon 4: Dendrogram popisov ploskev z objektov »Kobjeglava«, »Podgovec« in referenčnih ploskev s Sežansko-Komenskega Krasa

Legenda in pojasnilo k grafikonu 4:

- KAMNO – objekt »Kamnolom« - toploljubni submediteranski gozd črnega gabra in puhastega hrasta, oblika z rumenim drenom (*Ostrya-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstič 1974 *cornetosum maris* Poldini 1982)
- ZEK_1 – submediteranski gozd gradna z jesensko vilovino, (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* POLDINI (1964) 1982 – boljše rastišče, z več karpinetalnih elementov)
- ZEK_2 – submediteranski gozd gradna z jesensko vilovino, oblika z vijugasto mastnico (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982 *avenelletosum flexuosae* – slabše rastišče, z več acidofilnih elementov)
- ZEK_3 - kraški gozd belega gabra z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Carpinetum* Zupančič 1997 (nom. prov.) – v manjši vrtači)

Graph 4: Dendrogram of plot surveys on the research locations »Kobjeglava«, »Podgovec« and reference plots from the Sežana-Komen Karst

Legend and explanation to Graph 4:

- KAMNO - research location »Kamnolom« - thermophile submediterranean forest *Ostrya-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstič 1974 *cornetosum maris* Poldini 1982
- ZEK_1 - submediterranean forest *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982 - better site with more carpinetal elements
- ZEK_2 - submediterranean forest *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982 *avenelletosum flexuosae* - lower productivity site with more acidophile elements
- ZEK_3 - karst forest *Seslerio autumnalis-Carpinetum* Zupančič 1997 (nom. prov.) - in a small sinkhole

Skupine, ki so nastale na osnovi podobnosti v vegetacijski sestavi (grafikon 4) se dobro ujemajo s skupinami na osnovi podobnosti po skalovitosti, globini in vrsti tal (grafikon 1). Ploskve 1064, 1004 in 1113 pripadajo drugi skupini talnih razmer. Vse ostale so uvrščene v prvo skupino talnih razmer. Med njimi je tudi ploskev 2035, ki kaže nekoliko boljše rastiščne razmere kot ostale izbrane ploskve. Odstopanje te ploskve od ostalih je posledica ugodnejših mezoklimatskih razmer zaradi njene ugodne lege na robu vrtače.

Floristična sestava in vertikalna zgradba pritalne vegetacije je pogojena z mnogimi dejavniki. Iz analiz strukture sestojev raziskovalnih ploskev je razvidno, da je pomemben dejavnik tudi večja ali manjša osvetljenost kot posledica različne stopnje razgrajenosti zgornje drevesne plasti v borovih nasadih. S tem so povezani tudi drugi dejavniki, ki vplivajo na razraščanje vrst v pritalnih plasteh. To so npr. vlažnost in toplota. Poleg tega pa ima vpliv na zgradbo in sestavo vertikalnih plasti še mnogo drugih rastiščnih dejavnikov, med njimi tudi človek.

5 RAZPRAVA **DISCUSSION**

5.1 PEDOSEKVENCA IN TALNE ZDRUŽBE NA OBJEKTIH **PEDOSEQUENCE AND SOIL ASSOCIATIONS ON RESEARCH** **LOCATIONS**

Matično kamnino objekta »Kobjeglava« tvorijo čisti, (na svežem prelomu) temnosivi apnenci iz zgornje kredne dobe. Na objektu »Podgovec« sestavljajo matično podlago zgornjekredni apnenci, dolomiti, apnene in dolomitne breče (JURKOVŠEK et al. 1996). Mestoma, (npr. v nekaterih vrtačah) pa se pojavljajo tudi do nekaj metrov debeli nanosi rjavo rdeče »kraške ilovice«. Na teh matičnih podlagah smo ugotovili naslednje genetsko zaporedje tal (pedosekvenco): nerazvita tla (litosole) - rendzine - rjave rendzine - tipični podtip pokarbonatnih kambičnih tal rumenorjave, rjave, rdečerjave in rdeče barve - lesiviran podtip pokarbonatnih kambičnih tal - tipična pokarbonatna izprana tla (luvisoli) z argiličnim horizontom rdečerjave do rdeče barve.

Po Stritarju (1990) se na trdih karbonatnih kamninah pojavljata dve talni asociaciji: združba rendzinastih in združba pokarbonatnih tal. V združbo rendzinastih tal lahko

uvrstimo tla devetih ploskev, na katerih smo s sondiranjem našli le litosole in/ali rendzine, ter dve ploskvi, na katerih se poleg litosolov in rendzin pojavljajo tudi kambisoli, vendar z manj kot 10 % deležem. Vseh teh 11 ploskev (ploskve št. 1004 do 1020 in ploskev št. 1113) leže v desni tretjini dendrograma podobnosti ploskev po rastiščnih razmerah (grafikon 1). V združbo pokarbonatnih tal lahko uvrstimo tla dveh ploskev (št. 2059 in 2035, ki ležita na skrajnem levem robu dendrograma), na katerih smo ugotovili le kambisole in luvisole ter ploskev (št. 2023), na kateri prevladujejo rjava pokarbonatna tla, litosoli pa imajo 10 % delež predvsem zaradi precejšnje (25 %) skalovitosti in kamnitosti. Na ostalih 16 ploskvah imajo rendzična (litosoli in rendzine, ki so recentne starosti in pretežno organogenega porekla) in pokarbonatna tla (rjava pokarbonatna tla, *terra rosse*, luvisoli - katerih solum je sestavljen pretežno iz reliktna preperine matične podlage) tako visoke površinske deleže in so tako malopovršinsko prepletene med seboj, da jih uvrščamo v združbo rendzičnih in pokarbonatnih tal.

V slovenskih pedoloških in drugih (geoloških, geografskih) virih najdemo tudi drugačne pristope k razvrščanju obravnavanih tal in pojmovanju *terra rosse* (npr. v: PRUS 1998): »Digitalna pedološka karta je bila narejena za liste Gorjansko, Branik in Vipava v letu 1990, list Trst 1993 in Divača 1995. Na apnencih in dolomitih najdemo na tem območju sledeče talne tipe: litosol, rendzina, rjava pokarbonatna tla in rdeče rjava tla oz. *terra rosso*. Recentni talni razvoj se nedvomno odraža v rendzini, prav tako, kot se reliktni razvoj tal odraža v nastanku rdeče rjavih tal oz. *terra rossi*, jerini ali jerovici. Pri rjavih pokarbonatnih tleh je reliktni značaj bolj zabrisan. Nedvomno je, da zaradi dolge dobe nastajanja obstaja tudi reliktni značaj teh tal, vendar pa se ta talna oblika pojavlja tudi v številnih asociacijah in prostorskem mozaičnem prepletanju s precej mlajšo rendzino. Ne nazadnje preko rjave rendzine sledimo genetsko povezani seriji tal, ki se začne z litosolom, nadaljuje z rendzino, rjavo rendzino, rjavimi pokarbonatnimi tlemi (tipičnimi) in konča z izpranimi rjavimi pokarbonatnimi tlemi. Take serije v primeru rdeče rjavih tal ne zasledimo in tudi ni predstavljena na pedološki karti. *Terra rossa* nastopa namreč le kot ilovka ali kremenica v podtipu ter v tipični ali izprani obliki. Tudi kartografske enote zajemajo le te kombinacije«.

V citiranem besedilu pojem jerovica oziroma *terra rossa* obsega več FAO-Unesco talnih enot. V našem prispevku obravnavana pokarbonatna kambična in pokarbonatna sprana tla rjava rdeče barve in evtričnih lastnosti uvrščamo v zgoraj citirano tipično in izprano

obliko ilovke. Tal, ki bi ustrezala podtipu »kremenica«, na preiskanih ploskvah nismo našli.

5.2 RODOVITNOST RASTIŠČ SITE PRODUCTIVITY

Povezovanje prirastoslovnih in talno-rastiščnih spremenljivk pri ocenjevanju rodovitnosti gozdnih rastišč v gozdarstvu pri nas ni uveljavljeno. Manjka predvsem pedološki del, vključno z bonitiranjem rodovitnosti tal. Poskus proučevanja povezanosti prirastnih in (mikro)rastiščnih spremenljivk, in sicer proizvodne sposobnosti sestojev ter skalovitosti rastišča in lege (KOTAR / ROBIČ 1990), predstavlja začetek, čeprav brez pedoloških analiz.

Za rastišča, ki jih poraščajo monokulture črnega bora na Krasu, so bile v najnovejšem obdobju že narejene nekatere ocene rodovitnosti na podlagi prirastoslovnih kazalnikov za črni bor (REBEC 1998). Te ocene zato odražajo predvsem rodovitnost rastišč za črni bor. Naše ocenjevanje rodovitnosti rastišč na podlagi pedoloških kazalnikov in kamnitosti s skalovitostjo, ki smo jih tudi statistično preizkusili oziroma utemeljili (grafikon 1), pa naj bi odsevalo splošno rodovitnost rastišča, ne glede na drevesno vrsto. Zato je razumljivo, da med pedološko ter prirastoslovno oceno rodovitnosti rastišč (na podlagi povprečne višine dominantnih dreves), ki smo jo pridobili sočasno (preglednica 5), ni najbolj tesne povezanosti. Del tega neskladja gotovo nastaja tudi zaradi velike prostorske variabilnosti v tleh in sestojih in z njo povezane »poskusne« variabilnosti. Nekoliko presenetljivo pa je, da pedološke ocene rodovitnosti rastišč niso značilno povezane s srednjim premerom dominantnih dreves (niti z njihovim prirastkom) kot kazalnikom t.i. horizontalnih vplivov rastišča (preglednica 5). Šibkejša, kot smo pričakovali, je tudi povezava naših ocen rodovitnosti z vitkostnim koeficientom dominantnih dreves, ki naj bi bil hkrati kazalnik »vertikalnih« in »horizontalnih« rastiščnih vplivov. Zanimivo je, da povprečna višina dominantnih dreves na ploskvi ni značilno povezana s povprečnim premerom teh dreves (preglednica 5). Slednje med drugim posredno kaže, da je priraščanje črnega bora v višino pri tej starosti praktično zaključeno. Povedano daje slutiti, da črni bor zaradi skromnih ekoloških zahtev ni najbolj občutljiv kazalnik naravne rodovitnosti rastišč oziroma variabilnosti rastišč v pogledu rodovitnosti, ker odlično (»predobro«) izkorišča najslabša rastišča, najboljša pa v mnogo manjši meri (»preslabo«). Pri iskanju ustreznih kazalnikov

rodovitnosti rastišč na Krasu, ki jih poraščajo borovi sestoji, bi bilo zato najbolj priporočljivo kombinirati ocene rodovitnosti rastišč na podlagi pedoloških (vsaj globine tal in talnih tipov) ter prirastoslovnih spremenljivk (zgornja višina dreves pri primerljivi starosti).

5.3 BODOČI RAZVOJ VEGETACIJE NA OBJEKTIH FUTURE VEGETATION DEVELOPMENT ON RESEARCH LOCATIONS

Območje objekta »Kobjeglava« v rastiščnem smislu ni enotno. Oblika površja, skalnatost in globina tal dajejo različne možnosti za uspevanje vegetacije. Potencialno naravno rastje na boljših, manj skalnatih, vlažnejših rastiščih z globljimi pokarbonatnimi rjavimi tlemi naj bi bili domnevno sestoji asociacije *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982, na najbolj skrajnih, skalnatih rastiščih pa sestoji asociacije *Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974.

V predelu »Podgovec« smo našli mozaik različnih rastišč, na katerih bi potencialno lahko rastle več gozdnih združb. Možnosti, da bi na tem območju nekoč rasel celo bukov gozd, ne moremo povsem izključiti. Bolj realna je domneva, da so to rastišča gozdov gradna in (ali) belega gabra (npr. rastišča asociacij *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982 in *Seslerio autumnalis-Carpinetum* Zupančič 1997 (*nom. prov.*)), le na manjših, najbolj skrajnih delih rastišča submediteranskega toploljubnega gozda črnega gabra in puhastega hrasta (*Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974).

Primerjava raziskovalnih ploskev objektov črnega bora z referenčnimi je nakazala relativno veliko podobnost v vegetacijski strukturi. Kljub temu, da so bili proučevani objekti v preteklosti pogozdeni s črnim borom, lahko na osnovi vrst sklepamo na podobne degradacijske procese pred zaraščanjem oziroma ogozditvijo. Za večino raziskovalnih površin bi lahko z veliko verjetnostjo sklepali (in je tudi dobro znano), da so bile to nekoč z gozdom neporaščene pašne površine.

Na osnovi pojavljanja nekaterih rastlinskih vrst lahko sklepamo na progresiven razvoj v smeri stabilnejših gozdov. Pot do klimaksnega stanja verjetno vodi preko gozdov termofilnih listavcev v smer prevladujočih hrastovih gozdov z vključki gozdov belega gabra v vrtačah in ugodnejših depresijah na eni in stabilnih termofilnih gozdov na ekstremnejših rastiščih na drugi strani. Ob ugodnem progresivnem razvoju in ob vseh

znanih dejstvih tudi prevladujoč klimaksen bukov gozd v perspektivi ni povsem izključen.

6 POVZETEK

Cilj raziskave je bil analizirati lastnosti in razvrstiti tla, oceniti rodovitnost rastišč ter ugotoviti pestrost vegetacije v starejših (95 - 105 letnih) monokulturah črnega bora na Sežansko-Komenskem Krasu. Terenski del raziskave smo opravili v letu 1998 v gozdnogospodarski enoti Sežana na objektih »Kobjeglava« in »Podgovec«. Objekt »Kobjeglava« leži na apnencu in obsega 42,5 ha, na kateri prevladujejo plitvejša, manj razvita, recentna rendzinasta tla. Na objektu »Podgovec« s površino 17,5 ha tvorijo matično podlago apnenci, dolomiti, apnenčeve in dolomitne breče. Tu prevladujejo globlja, bolj razvita, reliktna pokarbonatna tla.

Na vsakem objektu smo naključno izbrali po 15 raziskovalnih ploskev velikosti 20 × 20 m in jih trajno označili. Raziskovalne ploskve smo izbrali znotraj poprej postavljenih substratumov (z mladovjem malega jesena in črnega gabra, z mladovjem hrastov, z mladovjem drugih listavcev). Talne razmere na ploskvah smo preiskali s polkrožno sondo (9 sondažnih mest), ki sega do 110 cm globoko. Po ploskvah smo dobili naslednje talno-rastiščne kazalnike: ekspozicijo, naklon terena (v %), kamnitost oziroma skalovitost terena (na 5 % natančno), globino organskega in mineralnega dela tal (v cm), površinske deleže talnih tipov (v %). Naredili smo bile tudi izkustvene ocene rodovitnosti rastišč na podlagi pedoloških kazalnikov ter kamnitosti in skalovitosti rastišč. Na podlagi analize drevja smo za potrebe raziskave pridobili naslednje prirastoslovne kazalniki (za črni bor): srednjo višino in prsni premer dreves, vitkostni koeficient in letni debelinski prirastek (kot povprečje treh dominantnih dreves na plosvi). V vegetacijsko analizo smo zajeli tretjino tako izbranih raziskovalnih ploskev znotraj vsakega raziskovalnega objekta. Poleg teh smo izbrali tudi štiri referenčne ploskve na območju Sežansko-Komenskega Krasa, na katerih je vegetacija relativno dobro ohranjena. Popisali smo jo po standardni srednjeevropski metodi (BRAUN-BLANQUET 1964). Ocene zastiranja smo za statistične analize modificirali po van der Maarelu (1979). Za statistično razvrščanje talno-rastiščnih tipov smo uporabili metode hierarhičnega kopičenja po Wardu, za

primerjavo fitocenoloških popisov pa po načinu CLC (*Complete Linkage Clustering*). V obeh primerih je bila kot merilo podobnosti oziroma različnosti Evklidova razdalja.

Pedološke analize so pokazale naslednje genetsko zaporedje talnih tipov: nerazvita tla (litosoli) - rendzine - pokarbovatna kambična tla rjave (rjava pokarbovatna tla) in rjava rdeče barve (*terra rossa*) - pokarbovatna sprana tla (luvisoli). Po FAO-Unesco klasifikaciji so to naslednje talne enote: litični leptosoli - rendzični leptosoli - evtrični in kromični kambisoli - kromični luvisoli. Ugotovili smo številne podtipе, različice in oblike teh petih talnih tipov. Na 19 ploskvah smo ugotovili po dva talna tipa, na 8 ploskvah po tri, in na dveh ploskvah po štiri tipe tal. Ploskve smo statistično razvrstili v štiri glavne skupine oziroma talno-rastiščne tipe. Prva skupina zajema ploskve z največjimi globinami tal, najmanjšimi deleži rendzin ter največjimi deleži *terre rosse* in luvisola. Na teh rastiščih so dominantna drevesa v povprečju dosegala največje višine ($H_{dom}=21,7$ m) in največjo stopnjo vitkosti ($HD=62,3$). Za drugo skupino ploskev ($H_{dom}=20,9$ m in $HD=57,9$) je značilen najmanjši delež kamnitosti s skalovitostjo, najmanjši delež litosolov, največji delež rjavih pokarbovatnih tal ter povprečna globina tal. Tretja skupina ($H_{dom}=19,3$ m in $HD=53,9$) izstopa predvsem po največji (43 %) kamnitosti in skalovitosti rastišča. Za četrto skupino ploskev ($H_{dom}=18,7$ m in $HD=53,0$) pa so značilni najmanjša globina tal ter največji deleži litosolov in rendzin. Analiza kaže, da so deleži talnih tipov, globina tal ter površinska kamnitost oziroma skalovitost dobri kazalniki rodovitnosti rastišč. Povezanosti rodovitnostnih rangov, določenih na podlagi talnih spremenljivk, z rangi, določenimi na podlagi prirastoslovnih spremenljivk (srednje višine dominantnih dreves črnih borov), so namreč po ploskvah razmeroma tesne ($r_s = 0,62 - 0,65^{**}$). Zelo dobro se ujemajo tudi izkustveno in statistično določeni rangi rodovitnosti rastišč ($r_s = 0,85$).

Realno vegetacijo, ki se pojavlja na objektih »Kobjeglava« in »Podgovec«, uvrščamo v skupino gozdov črnega bora z jesensko vilovino *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* Zupančič 1997 (*nom. prov.*). Boljša, manj skalnata, vlažnejša rastišča ploskev uvrščamo v rastišča potencialnih gozdov gradna z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982). Na nekaterih še ugodnejših mezorastiščnih razmerah bi potencialno uspeval gozd belega gabra (*Seslerio autumnalis-Carpinetum* Zupančič 1997 (*nom. prov.*)). Na najbolj skalnatih rastiščih (predvsem na objektu »Kobjeglava«) pa

lahko pričakujemo gozd črnega gabra in puhastega hrasta (*Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974).

Hierarhična analiza kopičenja je popise ploskev razvrstila v dve izraziti skupini. V prvi se nahaja večina popisov ploskev z raziskovalnih objektov črnega bora, ki predstavljajo rastišča toploljubnih listopadnih submediteranskih gozdov iz zveze *Ostryo-Carpinion orientalis* HT. 1954 em. 1958 reda *Quercetalia pubescentis* BR.-BL. (1931) 1932. V drugi skupini so ploskve z več mezofilnejših, karpinetalnih elementov: npr. kopitnik (*Asarum europaeum*), ciklama (*Cyclamen purpurascens*), trobentica (*Primula vulgaris*), kovačnik (*Lonicera caprifolium*), jetrnik (*Hepatica nobilis*). Ploskve uvrščamo v zvezi *Quercion pubescentis-petraeae* BR.-BL. 1931 in *Erythronio-Carpinion betuli* (HT. 1958) Marinček, Wallnöfer, Mucina et Grass 1993. To so kraški gozdovi gradna in belega gabra na vlažnejših in relativno hladnejših rastiščih. V popisih ploskev iz prve skupine lahko v pritalni vegetaciji najdemo nekoliko več črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*), navadnega srobotra (*Clematis vitalba*), skalne krhlike (*Frangula rupestris*) in skalne glote (*Brachypodium rupestre*), v drugi skupini pa je nekoliko več maklena (*Acer campestre*) in leske (*Corylus avellana*). V grmovni in zeliščni plasti vseh proučevanih ploskev se z veliko stopnjo zastiranja pojavljajo mali jesen (*Fraxinus ornus*), navadni bršljan (*Hedera helix*) in jesenska vilovina (*Sesleria autumnalis*).

Skupine, ki so nastale na osnovi podobnosti v vegetacijski sestavi, se relativno dobro ujemajo z oblikovanimi talno-rastičnimi tipi.

7 SUMMARY

The goal of the research was to analyse soil properties, classify the soils, assess site productivity and ascertain the diversity of vegetation in older (95 - 105 years old) monocultures of black pine in the Sežana-Komen Karst region. The fieldwork for the research was performed in 1998 in the forestry unit Sežana on the research locations Kobjeglava and Podgovec. The research location »Kobjeglava« is situated on limestone and occupies 42,5 hectares, where shallow and less developed recent rendzina soil is predominant. On the research location »Podgovec« (area 17,5 hectares), the parent rock

consists of limestone and dolomite, as well as limestone and dolomite breccia. Here, deeper, more developed, relic, cambic and luvisol soil predominates.

On each research location 15 research plots (20 x 20m) were randomly chosen and permanently marked. The research plots were chosen from within previously established substrata (with young ash and black beech, with young oak, with other young broadleaves). Soil conditions were examined with a semicircular sound (9 probe locations), which reaches up to 110 cm deep. The following soil-site indicators were obtained for the plots: exposition, ground slope (in %), stoniness and rockiness of the ground (5% accuracy), depth of the organic and mineral part of the soil (in cm), surface proportion of soil types (in %). Also, empirical assessments of site productivity were made, based on pedological indicators as well as stoniness and rockiness of sites. On the basis of growth analysis, the following indicators (for black pine) were obtained for the purposes of this research: mean height and diameter at breast height, slenderness coefficient and annual diameter increment (being the average of three dominant trees on the plot). In the vegetation analysis we included one third of the research plots selected in this way within each of the research locations. In addition to these, four reference plots were chosen on the Sežana-Komen Karst, where the vegetation is relatively well preserved. We surveyed it according to the standard Central European method (BRAUN-BLANQUET 1964). For the statistical analyses, cover degrees were modified according to van der Maarel (1979). The methods of hierarchical accumulation according to Ward were used for the statistical classification of soil-site types, and the CLC (Complete Linkage Clustering) method was used for the comparison of phytocoenological surveys. In both cases the Euclidian distance was the measure of similarity or dissimilarity.

Pedological analyses have shown the following genetic sequence of soil types: undeveloped soils (lithosols) - rendzinas - postcarbonate cambic soil of a brown (brown soil on limestone and dolomite) and brownish-red colour (terra rossa) - lessive soil (luvisols). According to the FAO-Unesco classification these are the following soil units: lithic leptosols - rendzic leptosols - eutric and chromic cambisols - chromic luvisols. Numerous subtypes, variants and forms of these five soil types were found. On 19 plots two types were found, three types on 8 plots, and four soil types on two plots. The plots were statistically classified into four main groups, that is soil-site types. The first group includes the plots with the greatest soil depth, lowest proportion of rendzinas and the

highest proportion of terra rossa and luvisol. On these sites the dominant trees reached on average the greatest height ($H_{dom} = 21,7$ m) and the greatest slenderness coefficient ($HD = 62,3$). The second group of plots ($H_{dom} = 20,9$ m and $HD = 57,9$) is characterised by the lowest proportion of stoniness and rockiness, the lowest proportion of lithosols, the highest proportion of brown soil on limestone and dolomite and an average soil depth. The third group ($H_{dom} = 19,3$ m and $HD = 53,9$) is characterised by its highest stoniness and rockiness (43%) of the site. The fourth group of plots ($H_{dom} = 18,7$ m and $HD = 53,0$) is characterised by the lowest soil depth and highest proportion of lithosols and rendzinas. Analysis shows that soil type proportions, soil depth and surface stoniness and rockiness are good indicators of site productivity, since the correlation between productivity ranks, determined on the basis of soil variables, and ranks, determined on the basis of dendrometric variables (mean height of dominant black pine trees), is relatively close among plots ($r_s = 0,62 - 0,65^{**}$).

The real vegetation which appears on the research locations »Kobjeglava« and »Podgovec« belongs to the group of black pine forests (*Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* Zupančič 1997 (nom. prov.). Better, less rocky and more humid plot sites are classed into potential forest sites of *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964, 1982). On some even more favourable meso-site conditions, a forest *Seslerio autumnalis-Carpinetum* Zupančič 1997 (nom. prov.) could potentially grow. On the rockiest sites (mainly on the research location »Kobjeglava«) we may expect *Ostryo-Quercetum pubescentis* (HT. 1950) Trinajstić 1974.

The hierarchical accumulation analysis has classified the plot surveys into two distinctive groups. The first group comprises the majority of the plot surveys from the black pine research locations, which represent thermophile submediterranean forest sites of the association *Ostryo-Carpinion orientalis* HT. 1954 em. 1958 of the order *Quercetalia pubescentis* BR.-BL. (1931) 1932. The second group comprises plots with more mesophile, carpinetal elements: e.g. *Asarum Europaeum*, *Cyclamen purpurascens*, *Primula vulgaris*, *Lonicera caprifolium*, *Hepatica nobilis*. The plots are placed in the association *Quercion pubescentis-petraeae* BR.-BL. 1931 and *Erythronio-Carpinion betuli* (HT. 1958) Marinček, Wallnöfer, Mucina et Grass 1993. These are karst forests of *Quercus petraea* and *Carpinus betulus* on more humid and relatively colder sites. In the plot surveys from the first group more *Ostrya carpinifolia* may be found in the ground

hugging vegetation, as well as Clematis vitalba, Frangula rupestris and Brachypodium rupestre. In the second group there is relatively more of Acer campestre and Corylus avellana. In the shrub and herb layers of all the studied plots, Fraxinus ornus, Hedera helix and Sesleria autumnalis appear with a high cover degrees.

The groups which were created on the basis of similarity in the vegetation structure, correlate relatively well with the soil-site types formed.

8 VIRI REFERENCES

- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. Pflanzensoziologie.- Grundzüge der Vegetations Kunde. Wien, New York, Springer Verlag, 865 s.
- CULIBERG, M., 1995. Dezertifikacija in reforestacija slovenskega Krasa.- Ljubljana, Poročilo o raziskovanju paleolitika, neolitika in eneolitika v Sloveniji, 22, s. 201-217.
- CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A., 1995. Anthracotomical and palynological research in the paleolithic site Šandalja II (Istria, Croatia).- Ljubljana, Razprave IV. razreda SAZU, 36, s. 46-57.
- ČEHOVIN, S., 1993. Razvoj in varstvo gozdov na Krasu.- GozdV, 51, 5-6, s. 294-304.
- DAKSKOBLER, I., 1996. Združba Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 v Koprskem gričevju.- Koper, Annales 9, s. 181-200.
- DAKSKOBLER, I., 1997. Geografske variante asociacije Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht. 1950) M. Wraber ex Borhidi 1963.- Ljubljana, Razprave IV. razreda SAZU, XXXVIII, 8, s. 165-255.
- FAO – UNESCO, 1989. Soil map of the world.- Revised legend. FAO, Unesco, ISRIC, Roma, Wageningen, 138 s.
- FERLIN, F., 1998: Rast in naravni razvoj starejših sestojev črnega bora na Sežansko-Komenskem Krasu.- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 6-8.
- FERLIN, F., 1999. Poročilo o II. Delavnici Javne gozdarske službe na Sežansko-Komenskem Krasu (24. – 25. 11. 1998).- GozdV, 57, 2, s. 34-35.

- GREGORIČ, V. / KALAN, J. / KOŠIR, Ž., 1975. Geološka in gozdno vegetacijska podoba.- V: REMIC, C. (ured.): Gozdovi na Slovenskem, Ljubljana, Borec, s. 26-62.
- GRECZ, Z. / JAKŠA, J., 1998. Gozdnogojitvena in varstvena problematika nizkega krasa kot slovenski problem.- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 3-5.
- JURHAR, F. / MIKLAVŽIČ, J. / SEVNÍK, F. / ŽAGAR, B., 1963. Gozd na krasu Slovenskega primorja.- Ljubljana, Tehniški muzej Slovenije, 117 s.
- JURKOVŠEK, B. / TOMAN, M. / OGORELEC, B. / ŠRIBAR, L. / DROBNE, K. / POLJAK, M. / ŠRIBAR, L., 1996. Formacijska geološka karta južnega dela Tržaško-komenske planote 1:50 000; kredne in paleogenske kamnine.- Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, 143 s.
- KALIGARIČ, M., 1997. Rastlinstvo Primorskega krasa in Slovenske Istre: travniki in pašniki.- Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, Znanstveno raziskovalno središče Republike Slovenije Koper, 111 s.
- KOŠIČEK, B., 1993. Spontano vračanje gozda na Kras.- GozdV, 51, 5-6, s. 250-259.
- KOŠIČEK, B., 1998. Temeljne gozdnogojitvene usmeritve za ravnanje z gozdovi v Kraškem gozdnogospodarskem območju (za Kras).- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 6-8.
- KOTAR, M. / ROBIČ, D., 1990. Povezanost proizvodne sposobnosti rastišč z nekaterimi ekološkimi dejavniki.- GozdV, 48, 5, s. 225-243.
- KUTNAR, L. / DAKSKOBLER, I., 1998 a. Značilnejši gozdnovegetacijski tipi Sežansko-Komenskega Krasa.- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 27-31.
- KUTNAR, L. / DAKSKOBLER, I., 1998 b. Vegetacijska slika toploljubnih gozdov listavcev na slabših rastiščih : (objekt: »Kamnolom«).- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe,

- Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 54.
- KUTNAR, L. / DAKSKOBLER, I., 1998 c. Spremenjeni sestoji (monokulture) črnega bora na boljših rastiščih : (objekt »Podgovec«).- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 59.
- KUTNAR, L. / DAKSKOBLER, I., 1998 d. Pretežno čisti cerovi sestoji na dobrih rastiščih : (objekt »Žekanec«).- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 64-65.
- KUTNAR, L. / DAKSKOBLER, I., 1998 e. Ohranjeni mešani gozdovi hrasta in belega gabra na boljših rastiščih : (objekt »Žekanec«).- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 66.
- KUTNAR, L. / DAKSKOBLER, I., 1998 f. Pestrost vegetacije v starejših borovih sestojih na Sežansko-Komenskem Krasu : (objekt »Kobjeglava«).- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 70.
- LEBEZ-LOZEJ, J. / URBANČIČ, M., 1998. Tla in talna mezofavna v travniških in gozdnih ekosistemih na Komenskem Krasu.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 55, s. 5-27.
- LOBNIK, F. / STEPANČIČ, D. / ŠPORAR, M. / RUPREHT, J. / KODRIČ, M. / VRŠČAJ, B. / STERNIŠA, T. / VIDIC, N. / PRUS, T. / KAJFEŽ-BOGATAJ, L., 1991. Osnovna pedološka karta Slovenije 1:25 000 s komentarjem, sekcija Gorica.- Ljubljana, Biotehniška fakulteta – agronomija, Katedra za pedologijo, prehrano rastlin in ekologijo, 55 s.
- MAAREL, van der, E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity.- *Vegetatio*, 39 (2), s. 97-114.

- MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem.- Ljubljana, Delavska enotnost, 153 s.
- MARTINČIČ, A. / SUŠNIK, F., 1984. Mala flora Slovenije.- Ljubljana, Državna založba Slovenije, 793 s.
- MIKLAVŽIČ, J., 1963. Splošni gozdomelioracijski projekt na rastiščni, biološkotehnični in ekonomski osnovi za degradirano področje Slovenskega primorja.- Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 354 s.
- MLINŠEK, D., 1993. Življenjski prostor »nizki kras«, primer človekove destruktivnosti, energije življenja, upanja v človeka in trajen raziskovalni laboratorij.- *GozdV*, 51, 5-6, s. 280-293.
- MUNSELL, 1990. Munsell soil color charts. Macbeth Munsell Color.- Newburgh, New York, 20 s.
- POČKAR, B., 1992 a. Značilnosti pomlajevanja v sestojih črnega bora na Krasu.- *GozdV*, 50, 10, s. 442-451.
- POČKAR, B., 1992 b. Ekološki dejavniki in razvoj avtohtone vegetacije na Krasu.- Magistrsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo, 108 s.
- POLDINI, L., 1972. Gozdovi na Krasu včeraj, danes in jutri.- *GozdV*, 30, 9-10, s. 267-273.
- POLDINI, L., 1989. La vegetazione del Carso isontino e triestino.- Trieste, Ed. Lint, 313 s.
- POLDINI, L. / GIOTTI, G. / MARTINI, F. / BUDIN, S., 1980. Botanični vrt Carsiana. Uvod v kraško floro in vegetacijo.- Trst, Tržaška pokrajinska uprava, 253 s.
- PREBEVŠEK, M., 1981. Širjenje avtohtonih listavcev v sestoju črnega bora na Krasu.- Diplomatska naloga, Ljubljana, 45 s.
- PREBEVŠEK, M., 1986. Razvoj nasadov črnega bora na Krasu.- Sežana, Zavod za pogozdovanje in melioracijo Krasa, tipkopis, 7 s.
- PREBEVŠEK, M., 1998. Značilnosti gospodarjenja z gozdovi na Krasu v preteklem obdobju.- V: *Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu*, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 49-51.
- REBEC, E. 1998. Proizvodna sposobnost sestojev črnega bora v nekaterih tipih gozdov na Krasu.- V: *Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu*,

- II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 36-38.
- PRUS, T., 1998. Pedološke razmere na Sežansko-Komenskem Krasu.- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 10-11
- STATSOFT, INC., 1995. STATISTICA for WINDOWS [Computer program manual].- Tulsa, zvezek I, s. 1001-1878 in zvezek II, s. 3001-3782.
- STRITAR, A., 1990. Krajina, krajinski sistemi, raba in varstvo tal v Sloveniji.- Ljubljana, Partizanska knjiga. 175 s.
- SUŠIN, J., 1964. Doprinos k poznavanju terre rosse v Slovenskem primorju. Disertacija. Biotehniška fakulteta, Inštitut za nauk o tleh in prehrano rastlin. Ljubljana, 106 s.
- ŠERCELJ, A., 1963. Razvoj würmske in holocenske vegetacije v Sloveniji.- Ljubljana, Razprave IV. razreda SAZU, 7, s. 362-418.
- ŠERCELJ, A., 1981. Pelod v vzorcih jedra iz vrtine V-6/79.- V: OGORELEC et al.: Sedimenti Sečoveljske soline.- Geologija, 24 (2), s. 196 - 197.
- ŠERCELJ, A., 1996. Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji (The origins and development of forests in Slovenia).- Ljubljana, SAZU, Razred za naravoslovne vede, Dela (Opera) 35, 142 s.
- ŠKORIĆ, A., 1986. Postanek, razvoj i sistematika tla.- Zagreb, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 172 s.
- ŠKULJ, M., 1988. Pomlajevanje in kalitev črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) na Slovenskem Krasu.- Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 139 s.
- TRPIN, D. / VREŠ, B., 1995. Register flore Slovenije. Praprotnice in cvetnice.- Ljubljana, ZRC SAZU, Biološki inštitut, 143 s.
- URBANČIČ, M., 1998. Pestrost talnih tipov v starejših borovih sestojih.- V: Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu, II. delavnica Javne gozdarske službe, Sežana, Lipica, 24.-25. november 1998, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, s. 44-45
- ZORN, M., 1975. Gozdnovegetacijska karta Slovenije, Opis gozdnih združb.- Ljubljana, Biro za gozdarsko načrtovanje, 150 s.
- ZUPANČIČ, M., 1997 a. Kratek fitogeografski oris Slovenske Istre (Ob rob zapisa o vrsti *Ranunculus parviflorus* L.).- Hladnikia, 8 - 9, s. 39-42.

- ZUPANČIČ, M., 1997 b. (Sub)mediteranski florni element v gozdni vegetaciji submediteranskega flornega območja.- Ljubljana, Razprave IV. razreda SAZU, XXXVIII, 9, s. 257-298.
- ZUPANČIČ, M. / MARINČEK, L. / SELIŠKAR, A. / PUNCER, I., 1987. Considerations on the phytogeographic division of Slovenia.- *Biogeographia - Biogeografia delle Alpi Sud-Orientali*, XIII, s. 89-98.
- WESTHOFF, V. / MAAREL, van der, E., 1978. The Braun - Blanquet Approach.- V: WHITTAKER, R. H. (ed.). *Classification of Plant Communities*.- The Hague, Boston, Dr W. Jung bv Publishers, s. 287-399.
- WRABER, M., 1960. Fitocenološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji.- Ljubljana, *Ad annum horti botanici Labacensis solemnem*, s. 49-98.
- WRABER, M., 1969. Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens.- *Vegetatio*, 17, 1-6, s. 176-199.
- ŽGAJNAR, A., 1973. Širjenje črnega bora na Krasu.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 11, s. 199-233.

9 ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujemo se kolegom Zavoda za gozdove Slovenije, posebej območne in krajevne enote Sežana, ki so poleg svojega rednega dela izvedli pretežni del terenskega dela na ploskvah (prirastoslovni in gozdnogojitveni del), še posebej Boštjanu Košičku, mag. Mladenu Prebevšku in Egonu Rebcu, ki so sicer raziskovalni sodelavci v gozdnogojitvenem delu našega projekta. Doc. dr. Igorju Dakskoblerju z Biološkega inštituta SAZU se zahvaljujemo za pomoč pri fitocenoloških proučevanjih.