

ln = 2548

ID = 9441069



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE

ZAVOD ZA GOZDOVE SLOVENIJE

II. DELAVNICA JAVNE GOZDARSKE SLUŽBE

## GOZDNA RASTIŠČA IN RAZVOJ SESTOJEV NA (SEŽANSKO-KOMENSKEM) KRASU

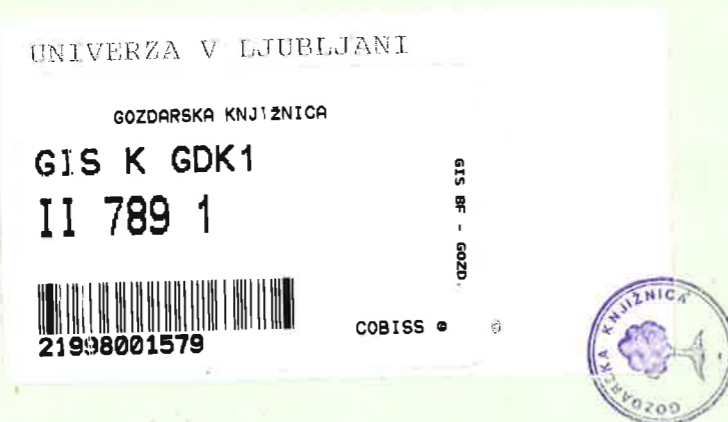


Pogozdovanje Krasa (okoli leta 1900)

Sežana - Lipica, 24. – 25. november 1998

GDK 101 : 228 : (497. R + 14 Kso)

Vj.b.: gozd, gozdna rastišča, gozdna tla, gozdni pestoj, zgradbeni pestoj, varstveni pestoj, poročila, Kras, Slovenija



**GENERALNI KOORDINATOR DELAVNICE:**  
Mag. Franc FERLIN, dipl.ing., Gozdarski inštitut Slovenije

**KOORDINATORJA PRI ZAVODU ZA GOZDOVE SLOVENIJE:**  
Zoran GRECS, dipl.ing.  
Jošt JAKŠA, dipl.ing.

**TEHNIČNI KOORDINATOR DELAVNICE:**  
Matej RUPEL, Gozdarski inštitut Slovenije

## VSEBINA

Zoran GRECS (ZGS) / Jošt JAKŠA (ZGS): Gozdnogojitvena in varstvena problematika nizkega krasa kot slovenski problem	3
Boštjan KOŠIČEK (ZGS): Temeljne gozdnogojitvene usmeritve za ravnanje z gozdovi v kraškem gozdnogospodarskem območju	6
Igor RIŽNAR (s.r.): Geološke značilnosti gozdnih rastišč na Krasu	9
Tomaž PRUS (BF AGR): Pedološke razmere na Sežansko-Komenskem Krasu	10
Julijana LEBEZ-LOZEJ (MZ): Pedofavna gozdnih tal na Krasu	12
✓ Hojka KRAIGHER (GIS): Vloga mikorize pri obnovi gozdov na Krasu	16
✓ Igor SMOLEJ (GIS) / Primož SIMONČIČ (GIS) / Jošt JAKŠA (ZGS): Podnebne razmere ter hidrološki in biogeokemični ciklusi na Krasu	21
✓ Robert BRUS (BF GOZD): Avtotone drevesne vrste Sežansko-Komenskega Krasa	25
✓ Lado KUTNAR (GIS) / Igor DAKSKOBLER (ZRC SAZU): Značilni gozdnovegetacijski tipi Sežansko-Komenskega Krasa	27
Boštjan KOŠIČEK (ZGS): Gozdni požari in njihov vpliv na gospodarjenje s črnim borom na Krasu	32
✓ Dušan JURC (GIS) / Maja JURC (BF GOZD): Bolezni in škodljivci črnega bora in njihov vpliv na gospodarjenje z gozdovi na Krasu	35
Egon REBEC (ZGS): Proizvodna sposobnost sestojev črnega bora v nekaterih tipih gozdov na Krasu	36
✓ Tomislav LEVANIČ (BF LES): Dendroklimatološka analiza črnega bora na Sežansko-Komenskem Krasu	39

Projekt

“Rast in naravni razvoj starejših sestojev črnega bora na Sežansko-Komenskem Krasu”:

- ✓ Franc FERLIN (GIS):  
Predstavitev ciljev, raziskovalnih objektov in metod projekta 40
- Predstavitve predhodnih rezultatov:
- ✓ Mihej URBANČIČ (GIS):  
Pestrost talnih tipov v starejših borovih sestojih 44
- ✓ Lado KUTNAR (GIS) / Igor DAKSKOBLER (ZRC SAZU):  
Pestrost vegetacije v starejših borovih sestojih 46
- ✓ Tomislav LEVANIČ (BF LES) / Franc FERLIN (GIS):  
Vpliv ekoloških in okoljskih dejavnikov na rast črnega bora v starejših sestojih 47
- ✓ Franc FERLIN (GIS) / Mihej URBANČIČ (GIS) /  
Mladen PREBEVŠEK (ZGS) / Boštjan KOŠIČEK (ZGS) / Egon REBEC (ZGS):  
Vpliv ekoloških, okoljskih in gozdnogojitvenih dejavnikov na naravno obnovo  
starejših sestojev črnega bora 49
- ✓ Mladen PREBEVŠEK (ZGS):  
Značilnosti gospodarjenja s črnim borom na Krasu v preteklem obdobju

## GOZDNOGOJITVENA IN VARSTVENA PROBLEMATIKA NIZKEGA KRASA KOT SLOVENSKI PROBLEM

\*Zoran GRECS, dipl. inž. gozd., Jošt JAKŠA, dipl.inž. gozd.

### GOZDNOGOJITVENA PROBLEMATIKA

Z delavnico javne gozdarske službe želimo povečati zanimanje, spodbuditi proučevanja in razširiti spoznanja o kraških rastiščih, o gozdnih združbah in sestojih ter njihovi razvojni dinamiki za uspešno usmerjanje razvoja kraških gozdov. Mozaik podobe kraških rastišč in kraškega gozda ima še precej praznin, vendar si obetamo, da bo nekatero posvetovanje zapolnilo.

V slovenskem prostoru so kraška rastišča in kraški gozd posebnost. V Sloveniji so gozdna rastišča pretežno rezultanta dolgotrajnega razvoja, geoloških danosti, talnih in klimatskih razmer, torej blizu klimaksne podobe in skladno z rastišči tudi sestoji. Do tega stanja rastišč pa je na Krasu marsikod še dolga razvojna pot, ki se meri v stoletjih in tisočletjih.

Razumljivo je, da stroka ne more imeti povsem jasnih odgovorov na vprašanja o usmerjanju razvoja kraških gozdov. Drugod v Sloveniji imamo večinoma dobre rastiščne in sestojne razvojne zglede v gozdovih z relativno dobro ohranjeno naravno sestavo in zgradbo, tu pa so te končne podobe redkost, za vzorec, zato je pred stroko še zelo obsežno študijsko področje.

Bolj kot drugod v Sloveniji je ogrožena stabilnost gozda na Krasu. V gozdovih, kjer v vrstni sestavi prevladuje črni bor, je razvoj gozda v naravnejšo in stabilnejšo zgradbo upočasnen. Poleg biotskih dejavnikov tem gozdovom stalno preti ognjena ujma.

V kartoteko kraškega gozda bi poleg razvojno dinamične naglice spreminjanja tal, klime, zgradbe gozda in požarne ogroženosti, lahko vpisali še nekatere okoliščine, ki pomembno vplivajo na usmerjanje razvoja tega gozda:

- Drobna in razdrobljena gozdna posest ter odsotnost gozdnogospodarske tradicije, ki se kaže ali v popolnem nezanimanju lastnikov za gozd ali pa so apetiti do gozda oziroma gozdnega prostora preveliki (odvažanje plodne prsti iz vrtač).
- Prioritetno je raba prostora namenjena vinogradništvu in živinoreji, gozd pa naj bi tem namenom služil in se podrejal.
- Gozd zarašča kmetijske površine z veliko naglico. Krajina postaja manj privlačna, kmetijsko-živilska dejavnost pa postaja vse glasnejša zaradi klimatskih sprememb, ki neugodno vplivajo na tradicionalno proizvodnjo živil na teh področjih.

Kraških rastišč je v Kraškem območju 60 %.

Po višini vlaganj v gozdove iz sredstev proračuna RS je Kraško območje v ospredju med območji, vendar se večino sredstev koristi za izvajanje ukrepov požarne varnosti in sanacijo v požarih poškodovanih ali uničenih gozdov.

Med Kraškim območjem in Slovenijo so v načrtovanju gojitvenih del razlike že v izhodiščih. Letno v gozdnogospodarskih načrtih v Sloveniji načrtujemo nego na ca. 1,8 % površine slovenskih gozdov, na Kraškem območju pa 1,4 %. Za petino nižja intenzivnost načrtovanih negovalnih del od republiškega povprečja na Kraškem območju je odraz tučnejših sestojnih in rastiščnih danosti. Želeli bi, da bi bilo ugodno razmerje tudi pri izvedbi negovalnih del pa vendar ni tako. V Sloveniji letno izvajamo ukrepe nege na okoli 0,9 % gozdnih površin, na

Kraškem območju na manj od četr odstotka, na samih kraških rastiščih pa komaj na enem promilu gozdnih površin.

Obnova gozda s sadnjo in setvijo je pri načrtovanju za več kot pol nižja od republiškega povprečja, prav tako pa realizacija.

Ob dejstvu, da se v gozdove Kraškega območja vlaga nadpovprečno sredstev na enoto površine v slovenskem merilu prav zaradi požarne ogroženosti gozdov in posledično zaradi sanacije v požarih poškodovanih ali uničenih gozdov, je treba usmerjati razvoj gozda v naravnejše vrstne sestave, s prevladujočimi listavci.

V zadnjih šestih letih sta bili zaradi požarov precej enakovredno prizadeti predvsem dve vrsti gozdov. V gozdovih črnega bora je letno gorelo povprečno na površini 150 hektarjev, v gozdovih listavcev, predvsem panjevske rasti na termofilnih rastiščih pa na 180 hektarjih.

Na termofilnih rastiščih, ki jih porašča avtohtona vegetacija so požari stalnica in z gojitvenimi ukrepi tu ne moremo zmanjšati požarne ogroženosti teh gozdov. Požarno nevarnost lahko le omejimo z intenziviranjem tehničnih protipožarnih ukrepov, kot je večja gostota požarnih presek, redno vzdrževanje teh, z zidavo in vzdrževanjem proti požarnih zidov in tudi z aktivnejšim delovanjem požarno opazovalnih služb in osveščanjem javnosti. V gozdovih črnega bora pa požarno ogroženost gozdov lahko poleg tehničnih ukrepov zmanjšujemo tudi z gozdnogojitvenimi rešitvami in ukrepi. !

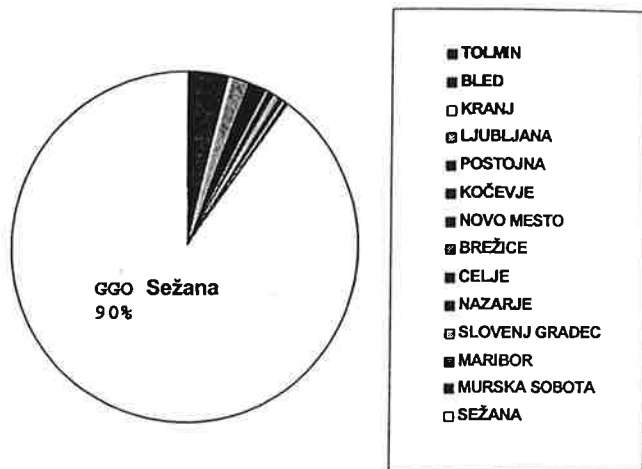
Črni bor je svojo pozitivno vlogo opravil. To je bil sicer odmik od naravne sukcesije pa vendar je bil doprinos črnega bora k ogozditvi Krasa velik. Morda je bila to res najprimernejša rešitev, ki je bistveno skrajšala razvojno pot h kraškemu gozdu, pa vendar je danes treba nadaljevati z varnejšim razvojem. Kras in kraški človek sta tesno navezana na črni bor. Težavna naloga je pred gozdarji, da gozd črnega bora postopno usmerjajo v razvoj sprva mešanih gozdov bora s pionirskimi vrstami, dalje pa v gozdove, ki jih na teh rastiščih gradijo gradeni, beli gaber, cer, puhavec, veliki jesen, gorski javor, črni gaber, bukev, lipa, kostanj in drugi.

#### GOZDNOVARSTVENA PROBLEMATIKA

Požari so zagotovo naravni pojav, ki ima poseben pomen v celotnem submediteranskem prostoru. Njihov pomen je predvsem v trajnem vračanju sestojev v začetno fazo – pionirski gozd. Kljub vsemu se ne sme zanemarjati gospodarskih škod, ki jih povzročajo gozdni požari na Krasu. A skladno s funkcijo teh gozdov, so z vidika celostnega pogleda na gozd, zaznavne v prostoru predvsem posredne škode, to so ekološke škode. Direktne škode pa je treba ločiti od posrednih škod, ki nastanejo pri sanaciji pogorelih sestojev in ostalih gozdnih površin. Stroški so izjemno visoki, a v večini primerov opravičeni. Pot naravne obnove pogorišča je dolga, mnogokrat predolga. Tu se pojavlja vprašanje »Kaj nima narava vedno prav?«. Odgovor je preprost. Na dolga obdobja da. Toda, če imamo kulturno krajino in v njej gospodarski gozd, je te gozdove treba usmerjati, tako, da bodo zadovoljevali vsa naša pričakovanja, ki smo si jih postavili. Tu je mesto in vloga gozdarja, strokovnjaka, ki zna in mora usmerjati razvoj narave skladno z njenimi zakoni, sebi v korist.

Da ni govorjenja o požarih in skrbi za požarno varnost v submediteranskem delu Slovenije nikoli preveč, je dokaz grafikon 1, ki prikazuje opožarjeno površino v GGO Sežana, v primerjavi z ostalo Slovenijo.

af 1: Površina opožarjenih površin po GGO v deležih



Tudi problematika ostalega varstva gozdov je na slovenskem Krasu drugačna kot v ostalem delu Slovenije. Od ostalih abiotskih dejavnikov povzročajo poškodbe gozdov predvsem žled, sneg in toča. Pri biotskih dejavnikih povzročitelje poškodb in škod delimo med insekte in glive. Nekateri povzročitelji so v kraškem prostoru stalno prisotni in le občasno preidejo v gradacijo, ostali pa se pojavljajo občasno.

estavku so naštetih le tisti biotski dejavniki, ki so se v preteklosti pojavljali pogosteje in so zročili večje poškodbe ali celo škode.

#### Insektih:

##### TULJI (Lepidoptera)

Zeleni zavijač (*Tortrix viridiana* L.)

Gobar (*Lymantria dispar* L.)

Pinijev sprevodni prelec (*Thamatopoea pityocampa* Schiff)

##### ŽOKRILCI (Hymenoptera)

Navadna in rjava borova grizlica (*Diprion pini* L. in *Neodiprion sertifer* Geoffrey)

##### POŠČI (Coleoptera), PODLUBNIKI (Scolytidae)

Veliki in mali borov strženar (*Blastophagus piniperda* L. in *Blastophagus minor* Hartig)

#### Glivah:

Sušica borovih vej (*Cenangium ferroginosum* Fr.)

Sušenje najmlajših borovih poganjkov (*Sphaeropsis sapinea* Fr.), staro *Diplodia pini*

Črnilovke (*Phytophthora* sp.)

*Scirrhia acicola* Dearn., karantenska bolezen, ki jo pri nas še ni, a je najdena na Rabu.

večjih živalskih vrst se pojavljajo na Krasu poškodbe mladovij zaradi rastlinojede ljaste divjadi in človeka, ki s svojimi posegi, ki niso vedno premišljeni, ogroža stabilnost ih kraških ekosistemov.

## TEMELJNE GOZDNOGOJITVENE USMERITVE ZA RAVNANJE Z GOZDOVI V KRAŠKEM GOZDNOGOSPODARSKEM OBMOČJU (za Kras)

\*Boštjan KOŠIČEK, dipl. inž. gozd.

### 1.0 UVOD

Predstavljeni prispevek se opira na »Gozdnogospodarski načrt za Kraško gozdnogospodarsko območje 1991 – 2000« in na načrta za gospodarski enoti Kras in Goriško, ki sta v postopku izdelave. Vsi trije veljajo za najboljše izdelke glede gozdnogojitvenih smernic za gospodarjenje z gozdovi na Krasu doslej.

Ker je Kras proizvodno manj pomemben, ni bil natančno obravnavan v Temeljnih gozdnogojitvenih usmeritvah območja. Zato smo temeljne gozdnogojitvene usmeritve za gozdove na Krasu poiskali skozi predstavitev območnih gospodarskih razredov, ciljev in smernic zanje.

### 2.0 GOZDNOGOSPODARSKI RAZREDI KRASA

#### 2.1 PANJEVSKI GOZDOVI NA APNENCU

STANJE: V ta gospodarski razred so uvrščeni panjevski gozdovi na rastiščih združb Seslerio Ostryetum in Seslerio Fagetum, ki zavzemajo 11.500 ha površin ali 15% vseh gozdov v območju. Zanj so značilni gozdovi pretežno panjevskega porekla s slabimi sestojnimi zasnovami na revnih rastiščih s povprečno proizvodno sposobnostjo 2,4 m<sup>3</sup>/ha in dejanskim tekočim prirastkom 2,1 m<sup>3</sup>/ha. Okrog 70% gozdov GR pripada zasebnim lastnikom s povprečno posestjo pod 1 ha. Gozdovi imajo poudarjeno varovalno in hidrološko vlogo, saj poraščajo degradirana rastišča na območju, ki je en sam velik zbiralnik vode.

CILJ: Panjevski in semenski gozdovi listavcev (95%) (termofilni listavci 30%, cer 20%, puhavec 20%, bukev 20%, graden 10%) s posamezno in skupinsko primesjo iglavcev (5%).  
Proizvodnja listavcev: drva 80%, tehnični les 20%; iglavcev Ž II/III.  
Proizvodna doba 40 do 80 let, končna lesna zaloga do 100 m<sup>3</sup>/ha.

#### SMERNICE:

- V sestojih termofilnih listavcev se izvaja malopovršinska panjevska obnova.
- V sestojih termofilnih listavcev s primešanimi gospodarsko zanimivimi vrstami se gospodari s prihranjenci – s termofilnimi listavci se gospodari panjevsko z normalno obhodnjo, z gospodarskimi vrstami pa s proizvodnim ciklom dolgim dve ali tri panjevske obnove.
- V sestojih iglavcev in drugih gospodarsko zanimivih vrst se gospodari skupinsko postopno.
- Izvajati vse preventivne protipožarne ukrepe.

#### 2.2 SESTOJI ČRNEGA BORA NA APNENCU

STANJE: V ta gospodarski razred sodijo nasadi bora kot posledica pogozdovanj golih kraških gmajn od konca prejšnjega stoletja do petdesetih let tega stoletja, pa tudi naravno nastala mladovja, ki so posledica širjenja č. bora večinoma na kmetijske površine (pašnike). Pokrivajo 11.500 ha površine oziroma 15% vseh gozdov v območju. Povprečna proizvodna

sposobnost gozdnih rastišč je 1,75 m<sup>3</sup>/ha, dejanski tekoči prirastek pa naj bi bil 4,2 m<sup>3</sup>/ha, kar kaže na to, da črni bor veliko bolje izkorišča rastišče kot avtohtona vegetacija. Prevladuje državna lastnina s 57%, ki pa je skoraj v celoti v postopku denacionalizacije vaškim skupnostim. Poudarjeni sta varovalna in hidrološka funkcija iz istih razlogov kot pri GR panjevskih listavcev.

CILJ: Enodobni in skupinsko raznodobni sestoji črnega bora (90%) s skupinsko primesjo listavcev. Proizvodnja hlodovine črnega bora Ž I/II in drvi.  
Proizvodna doba 100 let, končna lesna zaloga 250 m<sup>3</sup>/ha, pomladitvena doba 20 let.

POMLAJEVALNI CILJ: Skupinsko raznodoben sestoj listavcev 60 – 80% (cer 40%, puhavec 20%, graden 10%, ostali listavci 30%) in črnega bora 20 – 40%.

#### SMERNICE:

- Skupinsko postopno gospodarjenje.
- Malopovršinska obnova, kjer se pojavi perspektivno mladje bora ali avtohtonih listavcev. Na zelo slabih rastiščih vključevati tudi termofilne listavce.
- Obnova s sadnjo hrastov le malopovršinska, ko naravna obnova nevitarnih sestojev odpove.
- Intenzivna nega v mladovjih in srednjedobnih borovih sestojih.
- Krepitev biološke odpornosti gozdov z vključevanjem listavcev v sestoje, predvsem hrastov.
- V debeljakih brez ukrepanja, le sanitarna sečnja.
- Izvajati vse preventivne ukrepe pred požari, krepitev požarne odpornosti gozdov s povečevanjem deleža odraslih razvojnih faz.

### 2.3 HRASTOVI GOZDOVI NA TERRI ROSSI

STANJE: Hrastovi gozdovi na terri rossi so uvrščeni v območni gospodarski razred »Malodonosni gozdovi bukve in gradna na flišu in apnencu«, ki skupaj obsega 10.042 ha. Od tega zavzemajo hrastovi gozdovi na terri rossi le cca 1.400 ha, zato bomo upoštevali le cilje in smernice iz GR v načrtih za GE Kras I in Goriško, ki sta v nastajanju. Iz območnega načrta izhaja povprečna proizvodna sposobnost rastišč 6,43 m<sup>3</sup>/ha, dejanski tekoči prirastek pa 4,0 m<sup>3</sup>/ha, kar nekako velja tudi za GR v enotah. Prevladuje zasebna posest s povprečno velikostjo okrog 1 ha. GR predstavlja najbolj avtohton gozd na Krasu.

CILJ: Skupinsko raznodoben gozd gradna (30%), cera (20%) in kostanja (20%) s posamezno ali skupinsko primesjo puhastega hrasta (10%), črnega gabra (10%) in ostalih listavcev.

Končna lesna zaloga 180 m<sup>3</sup>/ha.

Proizvodnja hlodovine gradna in iglavcev za žago (Ž I) ter drogov in prostorninskega lesa pri ostalih listavcih.

Proizvodna doba 140 let, pomladitvena doba 40 let.

#### SMERNICE:

- Zadržano sproščanje in širjenje pomladitvenih jeder.
- Nega mladja pod zastorom.
- Zmerna redčenja v srednjedobnih sestojih.
- Le sanitarna sečnja hrastov in kostanja.
- Puščanje starih votlih dreves za duplarje.
- Krčitve so prepovedane zaradi redkosti ohranjenih sestojev in rastišč.



### 3.0 TEMELJNE GOZDNOGOJITVENE USMERITVE

#### OBNOVA

1. Na boljših rastiščih zadrževanje obnove.
2. Umetna obnova s sadnjo le v izjemnih primerih.
3. Na slabih rastiščih s slabimi sestojnimi zasnovami malopovršinska panjevska obnova.

#### NEGA

1. V mladovjih črnega bora intenzivna nega.
2. Indirektna nega mladja hrastov pod starim sestojem.
3. Ob slabih sestojnih zasnovah na slabih rastiščih se nega ne izvaja.
4. Zmerna redčenja v srednjedobnih sestojih.
5. V debeljakah le sanitarna sečnja.

#### VARSTVO

1. Izvajati vse preventivne ukrepe pred požari.
2. Krepitev biološke stabilnosti gozdov – v sestojih z izmenjano drevesno sestavo (črni bor) vključiti vse avtohtone vrste.
3. Ohranjanje in krepitev pogojev za razvoj prosto živečih divjih živali.

### 4.0 DISKUSIJA, KOMENTAR

- Zadrževanje obnove in umetna obnova le izjemoma? Umetna obnova bo postala pravilo, ko bomo poskušali obnoviti nevitale sestoje, ki se naravno ne obnavljajo več. Sto let je za črni bor na Krasu na primer že fiziološka starost. Obnova gozda je ključni dejavnik v razvoju submediteranskega gozda, ki je ne znamo prav izpeljati. V razdrobljeni gozdni posesti je obnova tudi edini ukrep pri katerem so lastniki pripravljeni sodelovati.
- K obnovi gozdov je potrebno pristopiti aktivno in ne čakati na fiziološko starost sestoja. Uspešna nasemenitev je po opazovanjih možna le na golo površino v vitalnih sestojih s polnim sklepom krošenj. Polsenco v propadajočih sestojih najuspešneje izkoristijo zeliščne in grmovne vrste, ki onemogočijo obnovo – možna le obnova na panj ali s sadnjo. Raziskava po gospodarskih razredih!!!
- Panjevci nam ne morejo biti cilj, ker se z njimi slabo rastišče in sestojno stanje še poslabšuje, odmikamo se od generalnih ciljev (varovalna, hidrološka, estetska... vloga gozdov, izboljšanje rastišč). Panjevska obnova nam je lahko le v pomoč, ko smo z normalno obnovo iz semena neuspešni, ne sme postati pravilo.
- V mladovjih so primerni ukrepi klasične nege gozdov, ki so lahko tudi manj intenzivni (manj pogosti in z večjo jakostjo), ne smejo zamujati. Indirektna nega hrastovega mladja pod zastorom starega sestoja je vprašljiv ukrep. Raziskava po gospodarskih razredih!!!
- V optimalni fazi (starejši drogovnjaki, debeljaki) nega ne sme biti več potrebna, osebki in sestoj morajo biti oblikovani pred tem.

-----  
\*Boštjan KOŠIČEK, dipl. ing. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, OE Sežana,  
Odsek za gojenje in varstvo gozdov, Partizanska 49, 6210 Sežana

## GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI GOZDNIH RASTIŠČ NA KRASU

\*mag. Igor RIŽNAR, s.r.

Izbrane rastne ploskve se nahajajo na kraškem terenu, ki je v geografskem smislu opredeljeno kot matični Kras, v paleogeografskem pogledu pa predstavlja del Jadranskodinarske karbonatne platforme (Gušič & Jelaska, 1993).

### *Opis geološkega razvoja obravnavanega področja*

Obravnavano področje je bilo v mezozoiku del obširne karbonatne platforme, kjer so se sedimentirale velike količine karbonatnih kamnin bolj ali manj neprekinjeno od zgornjega triasa pa vse do zgornje krede (Buser, 1989; Gušič & Jelaska, 1993), torej okrog 165 milijonov let. Platformski karbonati so nastajali v zelo plitviem morju, zaradi globalnih nihanj morske gladine in tektonskih procesov, pa je platforma občasno predstavljala tudi precej obširno kopno. Izsledki geoloških raziskav so pokazali, da je v kredi prišlo na današnjem ozemlju matičnega Krasa do okopnitve (emerzije) v dveh daljših obdobjih. V teh dveh, po nekaj milijonov let trajajočih intervalih, so se na apnenca odložili terestrični sedimenti, ki jih danes imenujemo jerina, jerovica, terra rossa ipd. Gre za material, ki je bil v času okopnitve (torej že v kredi) nanešen na področje današnjega matičnega Krasa. Pri teh sedimentih torej ne gre za preperevanje in situ, temveč za v kredni periodi nanešen material. Samo s preperevanjem praviloma zelo čistih platformskih apnencev ne dobimo podobnih sedimentov. **Jerina namreč vsebuje precej glinenih mineralov, ki so produkt preperevanja magmatskih kamnin.**

Razprostranjenost "paleotal" lahko zasledujemo na geološki karti, ki je nedavno izšla (Jurkovšek et al., 1996). Horizonta, bogata z jerovico se vedno nahajata med dvema formacijama, katerim s pomočjo geološke karte lahko sledimo na terenu.

Jerovica je bila iz teh horizontov v med in po pleistocenu (ledena doba) še dodatno presedimentirana, tako da jo danes dobimo tudi v suhih dolinah, vrtačah in nekaterih prelomnih conah.

### *Dejavniki, ki vplivajo na zakrasevanje in s tem tudi na hidrološke pogoje posameznih rastišč.*

Zakrasevanje je proces kemičnega preperevanja oziroma raztapljanja karbonatnih kamnin. Hitrost raztapljanja je odvisna od količine CO<sub>2</sub> v vodi. Ker je CO<sub>2</sub> bolj topen v hladni vodi je zakrasevanje intenzivnejše v hladnejšem podnebju. Količina CO<sub>2</sub> v vodi pa je posredno odvisna tudi od debeline tal, kjer se razgrajuje organska substanca. Ta je vir nestabilne ogljikove kisline, s katero se prenikajoča meteorska voda nasiči, in je tako sposobna raztapljati apnenec.

Med karbonatnimi kamninami matičnega Krasa je poleg apnenca pogost še dolomit (magnezijev karbonat). Za razliko od apnenca, ki se v stiku z vodo nasičeno s CO<sub>2</sub> raztaplja enakomerno, se dolomit topi počasneje, poleg tega pa ima dolomit navadno zrnato strukturo (kristalna zrna so zlepljena z mikrokristalnim vezivom.), pri čemer se vezivo topi hitreje od zrn, ki nato zamašijo nastale pore. Kamnina postane tako nepropustna za vodo. Pojav imenujemo Zogovičev efekt (citat).

---

mag. Igor RIŽNAR, dipl inž geol., samostojni raziskovalec, Ljubljana

## PEDOLOŠKE RAZMERE NA SEŽANSKO - KOMENSKEM KRASU

\*mag. Tomaž PRUS

Nastanek in razvoj tal je odvisen od tlotvornih dejavnikov in procesov. Za naše razmere so pomembni dejavniki matična podlaga tal, klima, relief, živalski in rastlinski organizmi, vodne razmere in čas. Pomemben vpliv ima na nastanek in razvoj tal tudi človek. Od procesov nastajanja tal so pomembni preperevanje primarnih mineralov in nastajanje sekundarnih mineralov, nastanek organske komponente tal oz. humusa, povezave med mineralnim in organskim delom tal, premeščanja različnih snovi znotraj talnega profila ter nekateri specifični procesi.

Na pretežnem delu ozemlja Sežansko - Komenskega Krasa je matična kamnina kredni apnenec, ki vsebuje mestoma tudi vložke rožencev. Na obrobju se pojavlja tudi dolomit. Na geološki karti list Gorica so prikazani tudi otoki terra rosse oz. kraške ilovice.

Klimatske razmere bi lahko opredelili kot submediteranske z 240 do 300 dnevi rastle dobe. Povprečna letna temperatura presega 10° C. Padavin je letno okoli 1500 mm. Minimum padavin je v juliju. Relief obravnavanega območja je umirjen, planotast. Površinskih vodotokov ni. Pokrajina ima kraški izgled, ki se mestoma razlikuje le po razgibanosti zaradi vrtač in površinski skalovitosti. Raba, to je človekov vpliv, je dokaj različna ravno zaradi reliefskih razlik in seveda tal. Na plitvejših tleh in tleh z močno neenakomerno globino najdemo predvsem gozdne, travne in pašne površine. Na globljih tleh z dobro zadrževalno sposobnostjo za vodo pa najdemo tudi njivsko predvsem pa vinogradniško rabo zemljišč. Pri rabi zemljišč za travne površine ločimo tri stopnje intenzivnosti. To so travniki na blagem terenu z malo vrtač. Redke skale so očiščene in zložene v ograde. Sledijo travniki in pašniki na bolj razgibanem reliefu, kjer skale niso popolnoma odstranjene, zadnji pa so pašniki na močno skalovitem in pogosto tudi močno ponovno poraščenem terenu. Slednji so lahko tudi posledica pretiranega krčenja gozdne vegetacije in močnih erozijskih procesov, ki so temu sledili.

Apnenci preperevajo kemično z raztapljanjem. Kalcit se topi v vodi ob prisotnosti ogljikovega dioksida. Kalcijev bikarbonat je topen in preide v raztopino ter z njo odteka v podtalje. Na mestu ostanejo le netopne nekarbonatne primesi, ki se nahajajo v kamnini glineni minerali, oksidi in hidroksidi. Kredni apnenci vsebujejo običajno pod 1% teh primesi. Raztapljanje je počasen proces zato je nastanek tal na apnencu zelo dolgotrajen.

Izpiranje je proces, ki premešča različne snovi iz vrha proti dnu talnega profila. V ionski obliki se premeščajo najlažje in najprej soli alkalnih kovin (Ca, Mg, K, Na). Sledi jim koloidna frakcija, to so peptizirani minerali velikosti glinenih delcev. Sledeča stopnja premeščanja snovi v talnem profilu pa zajema izpiranje železa, mangana, silicija in aluminija.

Digitalna pedološko 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 kakor 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 obstoja 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.

## PEDOFAVNA GOZDNIH TAL NA KRASU

\*mag. Julijana LEBEZ LOZEJ

### 1. OPREDELITEV IN VLOGA TALNIH ŽIVALI

Pedofavna je poleg mikrobov pomembna skupina heterotrofov v tleh. Glavnino talne favne predstavljajo kolobarniki (Annelida), gliste (Nematoda) in členonožci (Arthropoda). Slednji so bili predmet naše študije in med njimi dosegajo največje gostote pršice (Acarina) ter skakači (Collembola).

Glavna vloga talnih živali je pospeševanje hitrosti razgrajevanja organskih snovi, ki vstopajo v tla (Sulkava 1990). Energija in hranilne snovi se sproščajo iz heterogenih virov, kot so odmrle rastline in živali, živalski iztrebki in ostanki. Ti se mešajo z mineralnim delom tal. Pravi razkrojevalci v tleh so mikroorganizmi, ki organske snovi mineralizirajo. Talne živali kot sekundarni razkrojevalci (dekompozitorji) imajo pri tem posredno vlogo. Hrana se pri prehodu skozi prebavni sistem razdrobi. Pri tem se površina močno poveča in postane dostopnejša za naselitev mikroorganizmov. Talne živali in mikroorganizmi so simbiotsko ali sinergistično povezani in sodelujejo pri sproščanju in kroženju snovi, preprečujejo izgubo oz. spiranje mineralov, ter s tem omogočajo nemoten potek primarne produkcije terestričnih ekosistemov (Wallwork 1970).

O poteku heterotrofne produkcije, izkoristkih in hitrostih pretoka energije in snovih skozi prehranjevalne spletke v tleh ter o dejanski vlogi talnih živali pri tem je zaenkrat še malo znanega. Narejenih je nekaj posameznih študij, ki poskušajo ovrednotiti dekompozicijsko vlogo posamezne vrste ali skupine talnih organizmov (Werner/Dindal 1987). Več je znanega o gostotah ter o ocenah biomase za posamezne vrste (Peterson/Luxton 1982). Trend današnjih raziskav, ki proučujejo pedofavno, je s pomočjo sistematske opredelitve in poznavanja biologije posamezne vrste celovito ovrednotiti njihovo vlogo v okviru delovanja celotne talne združbe. To pa zahteva sodelovanje različnih strokovnjakov, zato do teh spoznanj prihajamo počasi in postopno.

Talne mezoartropode v osnovi razdelimo glede na to ali se prehranjujejo z mrtvimi ali živimi organizmi ter rastlinami ali živalmi. V tem primeru govorimo o zoofagih ali karnivorih, fitofagih in saprofagih. Zoofagi se prehranjujejo z živalsko hrano in so lahko paraziti, predatorji, koprofagi ali nekrofagi. Fitofagi konzumirajo živo rastlinsko hrano, ločimo pa makrofitofage, mikrofitofage in panfitofage. Med saprofage pa uvrščamo vse tiste talne mezoartropode, ki se prehranjujejo z živalskimi in rastlinskimi ostanki. Primarni saprofagi so bakterije in glive, vendar med saprofage sodi tudi veliko skupin talnih mezoartropodov.

Glede na telesno velikost delimo talno favno na mikrofavno (0,001 - 0,2 mm), mezofavno (0,2 - 2 mm), makrofavno (2 - 20 mm) in megafavno (nad 20 mm) (Coleman/Crossley 1996, Mršič/Novak 1995). Telesna širina živali določa stopnjo aktivnosti pri ustvarjanju prostorov v tleh in s tem mikrohabitate, ki jih osebki naselijo. Mikrofavna naseljuje vodni film okrog mikroagregatov in je življenjsko odvisna od količine vode v tleh. Mezofavna zaradi nežnega in majhnega telesa ne dela prostorov v tleh temveč izkorišča že obstoječe pore in rove, makrofavna pa ustvarja svoje lastne prostore in s tem vpliva na strukturo tal in posredno tudi na mikrofavno in makrofavno. Opisana delitev pa določa metodo študija posamezne skupine pedofavne.

### 2. MEZOFAVNA NA KOMENSKEM KRASU

#### 2.1 Raziskovalno območje, metode in skupine mezoartropodov

Raziskave mezofavne smo izvedli na območju, kjer so bili gozdovi v preteklosti izsekani ali degradirani do goličav, kasneje pa ponekod pogozdeni z nasadi črnega bora. Danes so večinoma oblikovani kot nizki gozdovi ali grmišča. Vegetacijska združba, ki se je oblikovala na tem območju kot sekundarna fitocenoza zaradi antropogenih dejavnikov, je primorski

termofilni gozd črnega gabra in jesenske vilovine (*Sesleria autumnalis* – *Ostryetum*, Horvat in Horvatič 1950) (Počkar 1992, Zorn 1975).

Ob lokalni kolovozni poti med Temnico in Zagrajcem pri Komnu smo izbrali dve travniški in tri gozdne združbe, ki se po vegetaciji močno razlikujejo. To so pašnik v zaraščanju z listavci, pašnik v zaraščanju z iglavci, borov gozd, gabrov gozd in hrastov gozd. Predstavljajo sukcesijo opuščenejšega pašnika na močno degradiranih tleh preko sajenelega borovega gozda do predvidoma klimaksne združbe gradna, puhastega hrasta in kraškega jesena. Na vseh lokacijah smo opisali reprezentativne talne profile ter z laboratorijskimi analizami določili pH, vsebnost karbonatov, dušika, ogljika, humusa ter razmerje ogljika proti dušiku. Mezoartropode smo iz vzorcev dobili s sušenjem na Berlese – Tullgrenovih lijakih. Vzorčili smo skozi vse leto v rednih dvomesečnih zaporednih intervalih. (Lebez Lozej/Urbančič 1998, Lebez Lozej 1998).

Na vseh petih lokacijah smo ugotovili različne gostote posameznih populacij mezoartropodov, ki so se sezonsko spreminjale. Najštevilčnejša skupina v vzorcih so bile pršice, ki jih je bilo od 70% do 79% od vseh mezoartropodov na posameznih lokacijah. Sledili so jim skakači, katerih je bilo od 19% do 26%, ostale skupine mezoartropodov pa so bile zastopane le s po nekaj odstotki. (Lebez Lozej/Urbančič 1998, Lebez Lozej 1998).

## 2.2 Ekologija prehrane pedofavne

Mezoartropode, ki smo jih dobili v vzorcih tal na petih različnih lokacijah v raziskavi smo uvrstili v naslednje prehranjevalne kategorije:

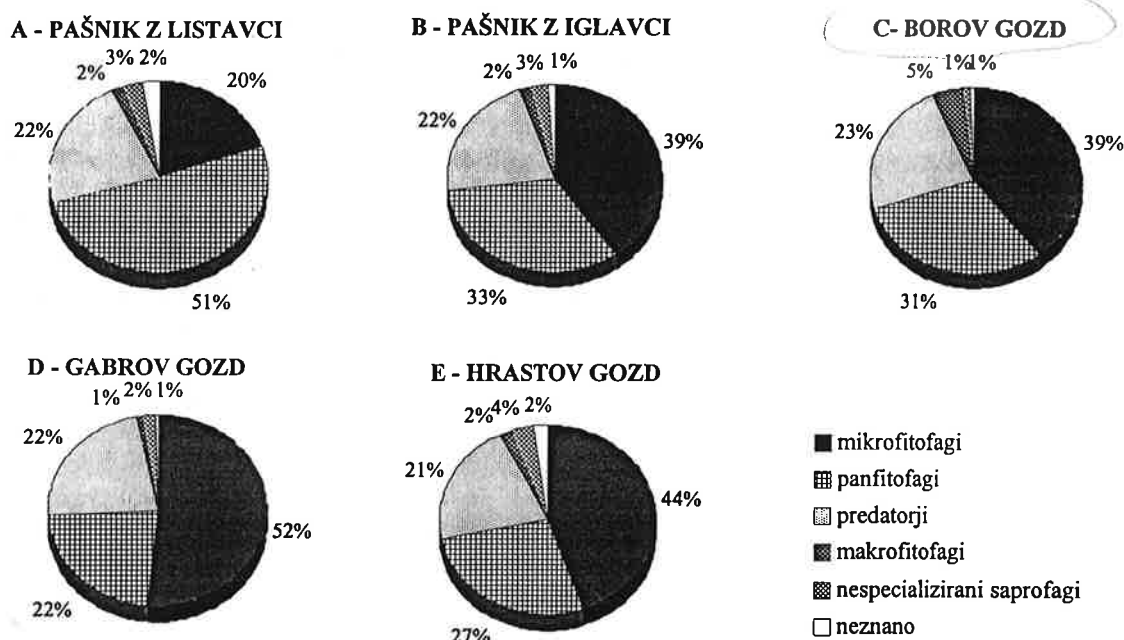
1. MAKROFITOFAGI: se prehranjujejo z odmrlim rastlinskim materialom. Ločimo jih v filofage (jedo listje), ksilofage (jedo les, lubje) in rizofage (jedo korenine). Sem smo uvrstili štiri družine iz podreda roženastih pršic (Oribatidae).
2. MIKROFITOFAGI: se prehranjujejo izključno z mikrofloro. Ločimo jih v mikofage (jedo glive), bakteriovore (jedo bakterije) in fikofage (jedo alge). Sem smo uvrstili 8 družin iz podreda roženastih pršic, 4 družine iz podreda mezostigmatičnih pršic (Mesostigmata), 1 družino iz podreda prostigmatičnih pršic (Prostigmata) in 1 družino iz podreda astigmatičnih pršic (Astigmata).
3. PANFITOFAGI: se prehranjujejo z mikrofloro in z odmrlim rastlinskim materialom. Sem smo uvrstili 11 družin iz podreda roženastih pršic in skakače.
4. NESPECIALIZIRANI SAPROFAGI : se prehranjujejo z odmrlim rastlinskim in živalskim tkivom. Sem smo uvrstili 1 družino iz podreda astigmatičnih pršic ter malonoge (Pauropoda) in drobnonožke (Symphyla).
5. PREDATORJI: se prehranjujejo z živimi živalmi. Sem smo uvrstili 7 družin iz podreda mezostigmatičnih pršic, 4 družine iz podreda prostigmatičnih pršic, ter dvorepke (Diplura) in paščišalce (Pseudoscorpiones).

Vegetacija je na vseh petih lokacijah različna, zato je tudi organska snov, ki vstopa v detritno verigo v teh združbah različna. Na travniških združbah opad ni pomemben dejavnik oblikovanja tal, čeprav je na ploskvah nekaj posameznih dreves in grmov. Tla so precej zbita in močno prekoreninjena z zelišči, horizont O je zelo plitev. V gozdnih ekosistemih pa na različnih lokalitetah opad tvorijo različne drevesne vrste. Borove iglice in hrastovo listje se težje in počasneje razgrajujeta kot gabrov opad. Tla so v gozdu rahlejša z več humusa. Različen opad pogojuje tudi različno mikofloro, ki se na njem naseli in ga razgrajuje. Vsi našti abiotični in biotični dejavniki oblikujejo različne niše, ki jih zasedejo vrste iz različnih prehranjevalnih skupin.

Različnost tal in dostopnost organske snovi v njih se močno odraža tudi v razporeditvi prehranjevalnih skupin na posameznih lokalitetah (slika 1). Tri velike prehranjevalne skupine na vseh lokacijah zavzemajo od 92% do 96% celotne populacije, razmerja med njimi pa so na različnih lokacijah različna. Predvsem močno izstopa prva, to je pašnik v zaraščanju z listavci, kjer je 51% panfitofagov (slika 1 A). Na ostalih lokacijah je delež panfitofagov med 22% in 33% (slika 1 B – E).

Razmerje panfitofagih vrst bi lahko povezali s talnimi razmerami na posameznih lokalitetah. V zgornji plasti pašnika v zaraščanju z listavci je količina humusa 138 g/kg, nekaj več ga je na pašniku v zaraščanju z iglavci, v gozdnih sestojih pa ga je vedno več kot 500 g/kg. Podobno velja za količino skupnega ogljika in za razmerje C/N, ki sta na travnatih ekosistemih nizka, v gozdnih pa višja. Te razlike delno vplivajo direktno na mezofavno kot dostopna hrana, delno pa posredno, ker določajo vrste oz. skupine mikroflora, ki prevladujejo v enih ali drugih razmerah. Delež mikrofitofagih vrst je največji v gabrovem gozdu (52%), najmanjši pa na pašniku v zaraščanju z listavci (20%). Na ostalih lokalitetah se giblje med 39% in 44% (slika 25).

Zanimiva je primerjava deleža panfitofagov in mikrofitofagov na dveh lokacijah. Na pašniku v zaraščanju z listavci je 20% mikrofitofagov in 51% panfitofagov, v gabrovem gozdu pa je razmerje ravno obratno, 52% je mikrofitofagov in 22% je panfitofagov. Na ostalih treh lokacijah je njihovo razmerje približno 4:3. Predatorji so zastopani na vseh lokacijah najbolj enakomerno. Povsod jih je med 21% in 23% (slika 1).



Slika 1: Deleži prehranjevalnih skupin talnih mezoartropodov na posameznih lokalitetah pri Komnu na Krasu.

### 2.3 Ugotovitve

Primarna produkcija je osnovni energetski in biokemični pogon za vse aktivnosti heterotrofnih organizmov v tleh. Največji del energije v tla prihaja na njihovo površino v obliki odpadlega listja in vej. Manjši del energije pride v tla kot izločki korenin in njihovih mikoriznih gliv, dokler so te še žive in nato kot odmrle korenine. Poleg tega so v zgornjih dveh centimetrih tal fotosintetsko aktivne tudi zelene alge in cianobakterije, vendar je dotok energije v tej obliki količinsko zelo majhen.

Detritni prehranjevalni splet je našim očem skrit in zato tudi slabše proučen. Ni pa zaradi tega nič manj pomemben. Organizmi iz detritnega prehranjevalnega spleta preprečujejo izgube mineralov in omogočajo njihovo kroženje, ki bi bili sicer vezani v mrtvi organski snovi. S tem pravzaprav omogočajo primarno produkcijo. Brez njega tudi prvi prehranjevalni splet ne bi normalno potekal. (Peterson / Luxton 1982).

Mezofavna direktno vpliva na hitrost dekompozicije v tleh (Tarman 1963<sup>7</sup>). Prvi način je prehranjevanje. Mezoartropodi so predvsem pomembni kot sekundarni razgrajevalci.

Organske snovi mehansko in delno kemično predelajo ter povečajo površino za delovanje mikroorganizmov tako, da je mineralizacija hitrejša. Nekateri med njimi so lahko tudi primarni razgrajevalci, če razgrajujejo polisaharide. Druga pomembna vloga mezofavne je regulacija mikrobnih populacij. Mikrofitofagi se prehranjujejo z mikroorganizmi, predvsem z glivami in tako zmanjšujejo njihove populacije. Obenem se del spor in hif izloči neprebavljenih in se tako prenaša z iztrebki, lahko pa tudi na površini telesa (Červek 1975).

Zaključimo lahko z ugotovitvijo, da so deleži posameznih prehranjevalnih skupin v naših talnih vzorcih z večino mikrofitofagov in panfitofagov, nekaj predatorjev in malo makrofitofagov in nespecializiranih saprofagov sorazmerni količini dostopnih virov hrane in se med lokacijami spreminjajo.

### 3. VIRI

- 1 COLEMAN, C. D. / CROSSLEY, D. A. jr. 1996. Fundamentals of soil Ecology, Academic press, San Diego, 205 s.
- 2 ČERVEK, S. 1975. Prehranjevalni odnosi mezoartropodi tal – glive. Razprave slovenske akademije znanosti in umetnosti, XVIII / 7, s. 205 – 237.
- 3 LEBEZ LOZEJ, J. 1998. Mezofavna v sukcesiji kraškega gozda, Magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 96 s.
- 4 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.
- 5 MRŠIČ, N. / NOVAK, T. 1995. Vzorčenje in določanje talnih živali. Zavod R. Slovenije za šolstvo, Ljubljana, 109 s.
- 6 PETERSON, H. / LUXTON, M. 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. OIKOS, 3, s. 287 – 388.
- 7 POČKAR, B. 1992. Ekološki dejavniki in razvoj avtohtone vegetacije na Krasu. Magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 108 s.
- 8 SULKAVA, P. / HUHTA, V. / LAAKSO, J. 1990. Impact of soil faunal structure on decomposition and N - mineralisation in relation to temperature and moisture forest soil. Pedobiologia, 40, s. 505 – 513.
- 9 TARMAN, K. 1963. Uloga mesoartropoda kod procesa destrukcije u kulturi bora. Posebni otisak iz Zbornika referata Cenološkog kolokvija, Zagreb, s. 139 – 142.
- 10 WALLWORK, J.A. 1970. Ecology of soil animals. Mc Graw Hill, London, 283 s.
- 11 WERNER, R. M. / DINDAL, D. L. 1987. Nutritional Ecology of Soil Arthropods, s 815 - 836. V SLANSKY, F. jr. / RODRIGUEZ, J. G. eds. Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates. A Wiley - interscience publication, New York.
- 12 ZORN, M. 1975. Gozdnovegetacijska karta Slovenije. Opis gozdnih združb. Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana, 150 s.

---

\*mag. Julijana LEBEZ LOZEJ, dipl. biol., Ministrstvo za zdravstvo, Ljubljana

## VLOGA MIKORIZE PRI OBNOVI GOZDOV NA KRASU

\*doc. dr. Hojka KRAIGHER

Na Krasu so prisotne različne sukcesije (tudi degradacijske) gozdov od nasadov črnega bora, panjevskih gozdov, malodonosnih gozdov listavcev, sestojev robinije, opuščenih kmetijskih površin v zaraščanju (REBEC, ta Zbornik). Reden pojav na Krasu so požari, ki manj od ostalih vrst prizadenejo hraste in črni bor (KOŠIČEK, ta Zbornik). Vsi ti dejavniki pogojujejo tudi prisotnost oblik mikorize in drugih spremljevalnih organizmov v gozdnih tleh.

Kako je mogoče, da je črni bor na Krasu tako uspešen pri osvajanju novih površin, tudi pogorišč, čeprav je njegovo pomlajevanje v starejših borovih sestojih neuspešno? Za bore je značilna oblika mikorize ektomikoriza. Raziskave ektomikorize pri borih, predvsem pri rdečem in pri severnoameriških vrstah, sodijo med pionirske raziskave mikorize. Vzrok je v pomenu teh vrst za gozdarstvo v Skandinaviji in Severni Ameriki, hkrati pa tudi v sposobnosti izredno hitrega vzpostavljanja kontakta in tvorbe ektomikorize med sadikami bora in velikim številom vrst višjih ektomikoriznih gliv. Hkrati je tipe ektomikorize pri boru zelo enostavno opazovati oziroma beležiti, saj mikorizne korenine povsem spremenijo način razrasti, razraščati se začno dihodomno. Pri bežnem pregledu korenin iz dveh vzorcev tal s Krasa (Kobjeglava in Podgovec) smo ugotovili, da so bile vse korenine mikorizne, večinoma značilno dihodomno razrasle, po zunanji morfologiji je bilo mogoče sklepati na relativno veliko pestrost tipov ektomikorize.

Novejše raziskave (SMITH et al 1998) pa dokazujejo tudi sposobnost severnoameriškega bora in duglazije za tvorbo endomikorize, in sicer vezikularno arbuskularne oblike endomikorize (VAM). Tvorba VAM je bila najbolj uspešna, če je bil prisoten drug VAM gostitelj (npr. *Calamagrostis* sp. ali *Thuja*), vendar je prišlo do kolonizacije z VAM tudi brez osnovnega gostitelja. Avtorji predvidevajo, da je tvorba VAM pri sicer pretežno ektomikoriznih vrstah pomembna predvsem pri naseljevanju odprtih in področij, v katerih je mikorizni potencial ektomikoriznih gliv majhen ali odsoten. Prav slednje lahko razloži tudi sposobnost črnega bora na Krasu za naseljevanje opuščenih kmetijskih površin, zato bi bilo za gozd na Krasu pomembno tudi raziskovanje združb VA mikoriznih gliv.

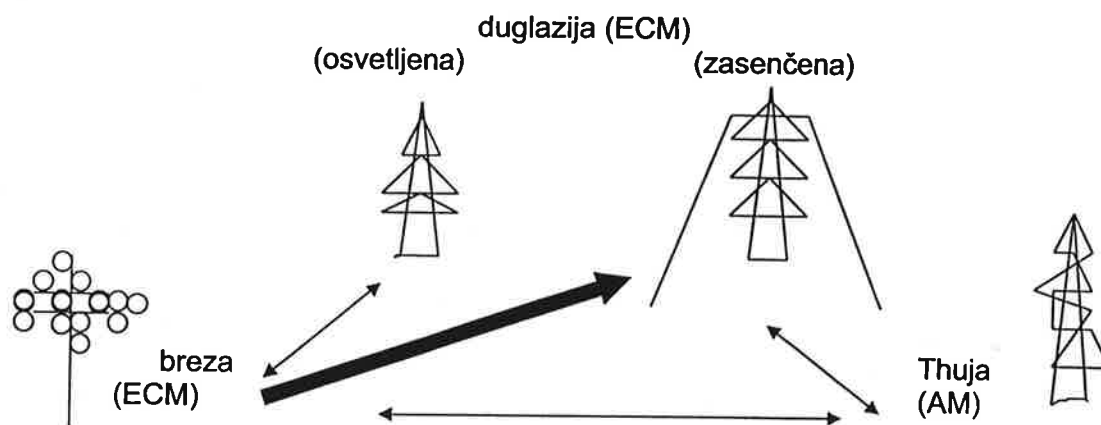
### **Kakšen je pomen micelija mikoriznih gliv v gozdnih tleh?**

Micelij mikoriznih gliv predstavlja osnovno povezovalno komponento v gozdnih ekosistemih, med gozdnim drevjem, pritalno vegetacijo in dekompozitorji v gozdnih tleh (AMARANTHUS / PERRY 1994). V različnih sukcesijskih fazah gozda ter pod vplivi različnih stresnih dejavnikov se vrstna sestava in pogostost pojavljanja mikoriznih gliv spreminja. Učinkovitost sožitja med glivo in rastlino je odvisna od vrste glivnega partnerja (GIANNINAZZI-PEARSON 1984), zato je identifikacija le-tega nujna pri študiju fiziologije gozdnega drevja in delovanja gozdnih ekosistemov. Posamezni tipi ektomikorize se ločijo po svojih morfoloških, anatomskih in fizioloških značilnostih, identifikacija pa je mogoča na osnovi anatomskih in morfoloških značilnosti ter analiz DNA z molekularnimi tehnikami (KRAIGHER 1996).

Posamezne oblike mikorize prevladujejo v določenih ekosistemih in talnem okolju. Za produktivne ekosisteme, v katerih prihaja do hitrega kroženja, lahko tudi spiranja hranil iz tal, je značilna endomikorizna oblika, predvsem vezikularno-arbuskularna (VAM) oblika mikorize (READ 1991). Glive, ki nastopajo v tej mikorizi, so specializirane za hiter sprejem posameznih hranil in njihovo posredovanje makrosimbiontu, višji rastlini. V starejših sukcesivnih fazah pa prevladuje ektomikoriza, oblika mikorize, ki je specializirana za sprejem in posredovanje organsko vezanih hranil (READ 1991). Dokazano je bilo tudi posredovanje asimilatov med posameznimi vrstami višjih rastlin preko skupnega micelija mikoriznih gliv, npr. od osvetljene breze k zasenčeni duglaziji (SIMARD 1996) (Slika 1).



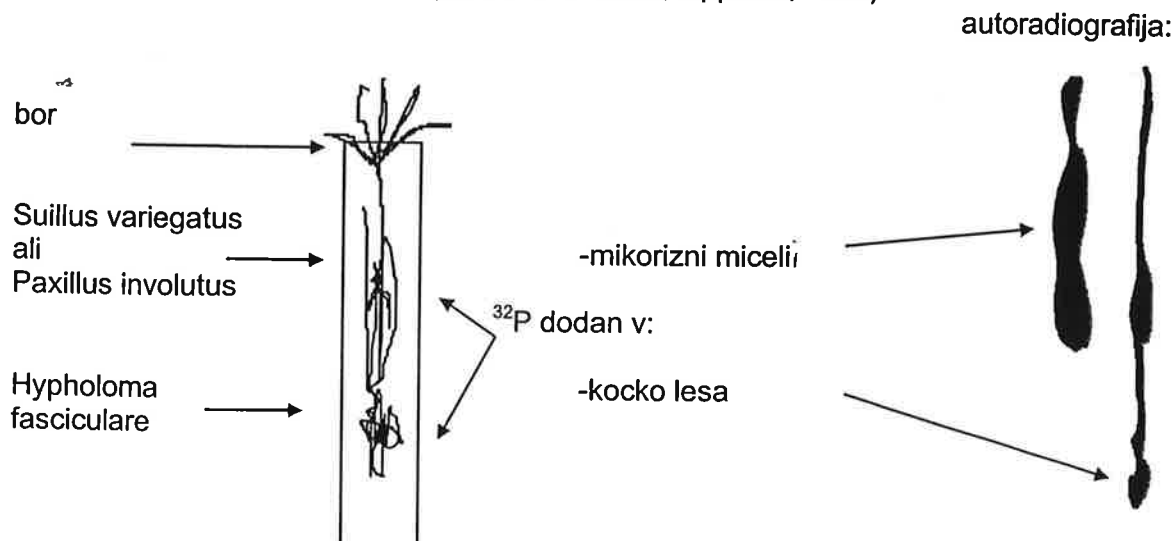
Slika 1: Neto prenos asimilatov iz breze v zasenčeno duglazijo ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ; po SIMARD et al., Nature, 1997)



### Kako vplivajo na mikorizne glive in tvorbo mikorize razni stresni dejavniki v okolju?

Tip in jakost motnje: Vpliv požara na populacijo ektomikoriznih gliv je odvisen od dolžine in intenzitete požara, kakor tudi od talnih lastnosti. Večina ektomikorize prevladuje v zgornjih organskih horizontih tal, delež organske snovi, ki se izgubi iz posameznega rastišča, lahko vpliva na populacije ektomikoriznih gliv. Velik vpliv na preživetje ektomikorize ima prisotnost razkrajajočega se lesa, ki ostane na posameznem rastišču po požaru. V požarih leta 1987 v Kaliforniji in Oregnu so npr. ugotovili, da je bila v razkrajajočem se lesu do 25% višja vlaga kot v mineralnem sloju tal, ter da je predstavljal razkrajajoči se les center širjenja ektomikorizne aktivnosti pri obnovi vegetacije (AMARANTHUS 1992). Nedavno so dokazali sposobnost mikoriznih gliv za sprejem hranil (fosforja) iz dekompozitorskih gliv, medtem ko prenos v obratni smeri ni bil mogoč (Slika 2). Razkrajajoči se les predstavlja tudi življenjski prostor za male sesalce, ki so pomembni prenašalci glivnih trosov večjega števila podzemnih gliv. Negativno vplivajo na glivno rast tudi zbijanje tal zaradi gozdnih del ter erozija ali poškodovanje zgornjih horizontov tal.

Slika 2: Interakcije med mikoriznimi in dekompozitorskimi glivami ( $^{32}\text{P}$ ; po LINDAHL et al, Uppsala, 1998)



Pestrost ektomikoriznih gliv: Delež posameznih vrst ektomikoriznih gliv se spreminja kot posledica motenj. Različni vplivi okolja lahko preprečijo tvorbo mikorize s posameznimi vrstami gliv in pospešijo tvorbo mikorize z drugimi vrstami (npr. AMARANTHUS / PERRY 1994, KRAIGHER 1997 idr.). Zlasti je zmanjšan delež mikorize na rastiščih, kjer je prisotnih le majhno število mikoriznih gliv. Pestrost mikoriznih tipov je pogosto navezana tudi na strukturno pestrost in različnost habitatov v gozdnih ekosistemih. Ostanke debel npr. lahko bistveno prispevajo k aktivnosti mikoriznih gliv, predvsem v času suše.

Klimatski pogoji: V sušnih predelih je aktivnost mikoriznih gliv odvisna od časa za produkcijo spor, kalitev in optimalno rast micelija. Omejitev tega časa lahko predstavlja omejitev pri tvorbi mikorize ob sadnji sadik. Sadike v vlažnejših predelih lahko dlje preživijo brez mikorize, kot tiste v sušnih predelih. Vlaga v tleh vpliva tudi na sprejem nekaterih hranil v mikorizo. Podobno lahko na preživetje sadik vpliva nizka temperatura, pri kateri lažje preživijo mikorizne sadike, ki že v kratki vegetacijski dobi lahko sprejmejo zadovoljive količine vode in hranil. Za preživetje sadik je mikoriza najpomembnejša prav v predelih, kjer sta omejujoča dejavnika vlaga in temperatura (AMARANTHUS / PERRY 1994).

Prisotnost makrosimbionta: O preživetju mikoriznega inokuluma na področjih, kjer je prišlo do izgube makrosimbionta, višje rastline, za daljši čas, je malo znanega. Mikorizni potencial takih rastišč je bil odvisen od pretekle združbe rastlin (AMARANTHUS 1992). Analizirali so npr. tvorbo mikorize in rast sadik duglazije na rastiščih s podobno vsebnostjo vlage v tleh in temperaturo, vendar različno sestavo vegetacije pred sadnjo: na enem rastišču je prevladovala vrsta z erikacejsko mikorizo, na drugem pa trave. Preživetje sadik eno leto po sadnji in rast po treh letih sta bila ca 50% večja na rastišču z erikacejsko zgodovino. Velike so bile tudi razlike v tipih ektomikorize. Na 'erikacejskih' rastiščih je prevladoval tip ektomikorize z glivo iz rodu *Rhizopogon*. Za nekatere vrste gliv iz tega rodu je bilo dokazano, da vplivajo na nižji vodni stres in boljše preživetje sadik po sadnji. Ključnega pomena za uspeh sadnje na rastiščih, kjer je obnova otežkočena, je hitra tvorba ektomikorize z glivami, ki so prilagojene na določene rastiščne pogoje. Nekatere grmovne vrste lahko delujejo kot biološki viri za ohranjanje mikoriznih vrst gliv in tudi drugih organizmov v mikorizosferi.

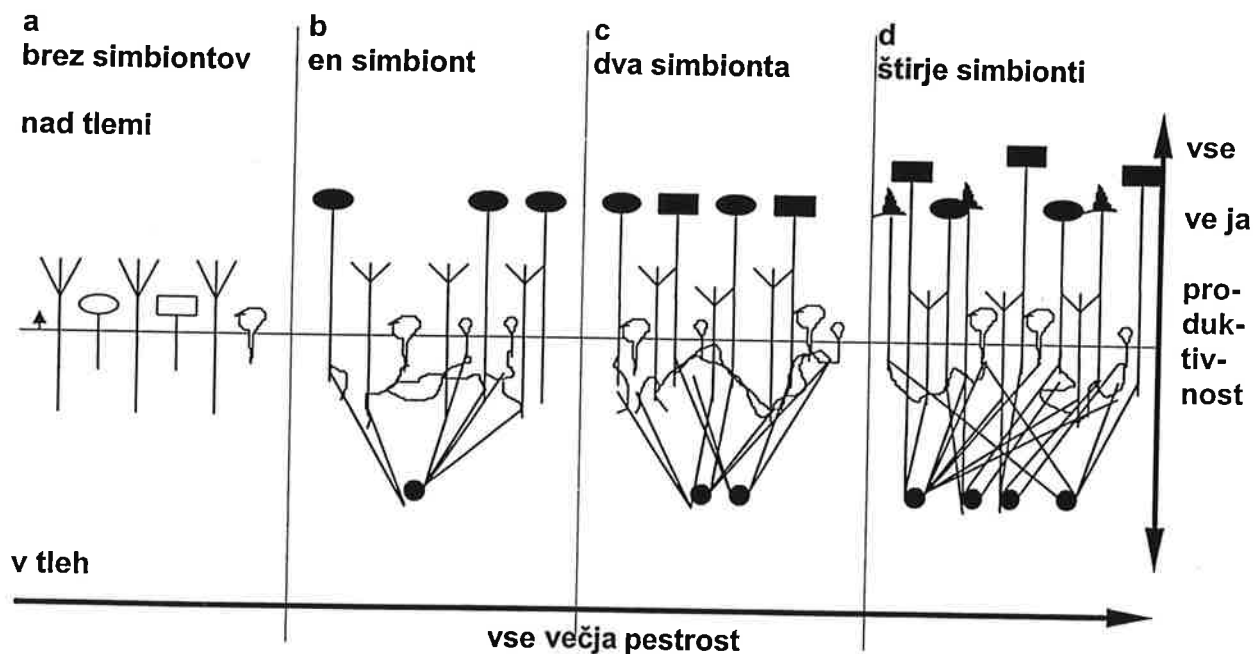
Vpliv ostalih mikroorganizmov v mikorizosferi: Na rastiščih, kjer prihaja pogosto do požarov, so med ostalimi mikroorganizmi v tleh posebno pomembni fiksatorji dušika, saj močnejše požare spremlja predvsem velika izguba dušika iz tal. Pomembne so tako prostoživeče vrste bakterij, fiksatorjev dušika, npr. *Azospirillum* spp., kot simbiotske vrste, npr. *Frankia* spp., ki uspeva v Sloveniji predvsem v simbiozi z jelšami in rakitovcem, in vrste *Rhizobium - Bradyrhizobium*, ki uspevajo z vsemi metuljnicami, med katerimi je na Krasu predvsem pogosta *Robinia*, pojavlja se tudi nagnoj ter večje število grmovnic. Ostali mikroorganizmi v mikorizosferi pa so pomembni tako zaradi sodelovanja pri sprejemu hranil oziroma sodelovanju pri preperevanju matičnega substrata, npr. skupina bakterij, ki skupaj z ektomikoriznimi glivami in aktinomicetami vplivajo na pospešeno preperevanje magmatskih kamnin (npr. 'glive - skaložerji' - JONGMANS et al 1997, SIMARD / LI, Plant & Soil, v tisku) in veliko število bakterij, ki prispevajo k hitrejši tvorbi mikorize (bakterije, pomočnice mikorizaciji) ali na splošno k boljši rasti rastlin (rizobakterije, pomočnice rasti rastlin) (GARBAYE 1994, PEROTTO / BONFANTE 1997).

Prispevek k raziskavam pomena VA mikoriznih gliv v terestričnih ekosistemih ('wood-wide-web' oz. 'plants on the web' - rastline na micelijski mreži) je bil objavljen nedavno (VAN DER HEIJDEN et al 1998). Različne vrste VA mikoriznih gliv so različno vplivale na različne vrste višjih rastlin. Rezultat sprememb v sestavi VA mikoriznih gliv je bil v statistično značilno spremenjeni sestavi rastlinskih združb. Torej lahko z dodajanjem ugodnih vplivov vsake od glivnih vrst pričakujemo, da se biodiverziteti rastlin in produktivnosti ekosistema zviša z večanjem števila glivnih simbiotov. Osnova različnih vplivov na makrosimbionta je različna učinkovitost sožitja, kot je bilo predhodno dokazano npr. pri sprejemu fosforja, hormonalni regulaciji ipd. Vendar je situacija v naravi dosti bolj kompleksna. Mikorizne glive lahko

vstopijo v korenine večine vrst rastlin. Rezultat tega je, da je večina rastlin v neki združbi bolj ali manj sočasno koloniziranih z mikoriznimi glivami, in, bolj pomembno, vse te rastline so tudi medsebojno povezane z zunanjim micelijem teh gliv, ki tvori povezovalno mrežo med površino korenin, tlemi in posameznimi, mozaično razporejenimi viri hranil (organskih in anorganskih - preperevanje matične kamnine!). Ne glede na fiziološke osnove različna funkcionalna kompatibilnost sczítja lahko razloži stimulatorne učinke na rastlinsko vrsto kakor tudi vpliv vrstne pestrosti gliv na pestrost in strukturo rastlinske združbe. READ (1998) v komentarju k navedenemu članku (Slika 3) ugotavlja, da je, čeprav še ni povsem jasne slike o vplivu biodiverzitete na delovanje posameznih ekosistemov, iz sorodnih poskusov razvidno, da so floristično bogati sistemi bolj produktivni, kažejo večjo stabilnost v stresnih pogojih in bodo verjetno bolje reagirali na probleme ob povišanju atmosferskega CO<sub>2</sub>. Zelo verjetno je pestrost glivne komponente v tleh pogoj za ohranjanje floristične pestrosti v terestričnih ekosistemih.

Slika 3: Rastline na mreži - možni vplivi pestrosti vrst gliv na biodiverzitetu in produkcijo rastlin

(komentar D.J.READ-a na članek VAN DER HEIJDEN et al, Nature, 1998)



Čeprav se pri večini rastlinskih vrst lahko razvije mikorizna simbioza in na ta način postanejo vezni člen v podtalni micelijski mreži, nekatere od mikoriznih gliv vzpodbudijo bolj pozitivne odgovore pri eni rastlinski vrsti kot pri drugi. Zaradi teh razlik v funkcionalni kompatibilnosti lahko večanje števila mikoriznih vrst gliv (v zgornji shemi prikazanih le do štirih) prispeva k boljšemu preživetju in vitalnosti progresivno vse večjega števila rastlinskih vrst. V odsotnosti simbiotov (a) dominirajo rastlinske vrste, ki so relativno neodvisne od mikoriznih gliv (npr. trave). Dodajanje glivnih vrst in večanje njihovega števila (b-d) progresivno povečuje število bolje povezanih rastlinskih vrst na račun trav. Pozitivna povratna zveza na povečevanje števila vrst gliv lahko prispeva k večji vitalnosti glivne mreže in na ta način k bolj učinkovitemu izkoriščanju talnih virov in večji skupni produktivnosti takega produktivnega ekosistema.

Problematika požarov, pomlajevanja in zaraščanja je verjetno v veliki meri odvisna prav od mikoriznih partnerjev in drugih mikroorganizmov v mikorizosferi različnih tipov gozda na Krasu.

**Viri:**

- AMARANTHUS, M.P. / PERRY, D.A. 1994. The functioning of ectomycorrhizal fungi in the field: linkages in space and time. - *Plant and Soil* 159, pp. 133-140.
- AMARANTHUS, M.P. 1992. Mycorrhizas, forest disturbance and regeneration in the Pacific Northwestern United States. - V: *Mycorrhizas in ecosystems* (Eds. Read, Lewis, Fitter, Alexander), pp. 202-207, CAB Oxon UK.
- GARBAYE, J. (1994) Helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.* 128 197-210. GIANINAZZI-PEARSON, V. 1984. Host-Fungus Specificity, Recognition and Compatibility in Mycorrhizae. - In: *Genes involved in Plant-Microbe Interactions* (Ed: Verma, Hohn), pp. 225-254.
- JONGMANS, A.G. *et al.* (1997). Rock-eating fungi. - *Nature* 389: 682-683.
- KRAIGHER, H., 1996. Tipi ektomikorize - pomen, taksonomija in aplikacije. - *Zbornik gozd. in les.*, 49, s. 33-66.
- LINDAHL B. & al. 1998. Interactions between mycelia of ectomycorrhizal and wood decomposing fungi. - In: *ICOM II., Abstracts, July 5-10 1998, Uppsala, Sweden*, p.109.
- PEROTTO, S. / BONFANTE, P. 1997. Bacterial associations with mycorrhizal fungi: close and distant friends in the rhizosphere. - *Trends in Microbiology* 5 496-501.
- READ, D.J. 1998. Plant on the web. - *Nature* 386 22-23.
- SIMARD, S.W. 1996. Interspecific carbon transfer in ectomycorrhizal tree species mixtures.- *Doct. Thesis, Oregon State University*, 210 p.
- SMITH, J.E. *et al.* 1998. Vesicular mycorrhizal colonization of seedlings of Pinaceae and Betulaceae after spore inoculation with *Glomus intraradices*. - *Mycorrhiza* 7 279-285.
- VAN DER HEIJDEN, M.G.A. *et al* 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. - *Nature* 386 69-72.

---

\*doc. dr. Hojka KRAIGHER, u.dipl.biol., u.dipl.inž.gozd., Gozdarski inštitut Slovenije,  
Večna pot 2, Ljubljana

## PODNEBNE RAZMERE TER HIDROLOŠKI IN BIOGEOKEMIČNI CIKLUSI NA KRASU

\*mag. Igor SMOLEJ, dr. Primož SIMONČIČ, Jošt JAKŠA

### a) Podnebne razmere (I. Smolej)

Na Krasu. prevladuje modificirano sredozemsko podnebje. Z oddaljevanjem od morja in naraščanjem nadmorske višine se uveljavljajo poteze celinskega podnebja.

Povprečne temperaturne na Krasu so za 1-2 °C višje kot v notranjosti Slovenije. V Godnjah pri Tomaju je srednja letna temperatura 10,6 °C, v Komnu 11,6 °C. Razlika je posledica temperaturne inverzije, ki se lahko izrazito pojavlja tudi v kraških vrtačah. Najtoplejši mesec je julij (Godnje 19,8 °C; Komen 20,9 °C), najnižjo temperaturo ima december (na obeh postajah 1,2 °C). Število toplih dni je 50-60, največ v juliju in avgustu, ko jih je lahko tudi 30. Zaradi vdorov mrzlega celinskega zraka od severovzhoda in vzhoda so zimske temperature nižje, kot bi jih zaradi bližine morja lahko pričakovali.

Kras dobiva razmeroma veliko padavin (Godnje 1417 mm, Komen 1623 mm). So precej enakomerno porazdeljene in imajo višek v novembru. Zlasti poleti padejo v plohad in nalivih in hitro odtečejo v izvotljena kraška tla ali izhlapijo zaradi visokih temperatur in suhih vetrov. Zato se v posameznih letih pojavljajo poletne suše. Neugodna je tudi zimska suša, ki nastane zaradi zmrznjenih tal in burje, ki povečuje transpiracijo. Burja je suh, hladen, močan in sunkovit veter z vzhodne strani, ki v sunkih doseže tudi preko 30 m/sek. Na rastje ima močan zaviralen vpliv.

Hidrološke razmere na Krasu, ki pripada Jadranskemu povodju, določa močno zakrasela matična podlaga. Padavinska voda po neznanih poteh odteka z območja, najverjetneje naravnost v morje, zato odtokov ne poznamo. Meritve odtokov je mogoče nadomestiti z določanjem potencialne evapotranspiracije. Ker obstajajo razmeroma dobri podatki o padavinah, so na Hidrometeorološkem zavodu Slovenije na ta način naredili vodno bilanco za Kras. Ta kaže, da na Krasu pade 1400 – 1500 mm, izhlapi nad 750 mm in odteče 600 – 800 mm padavin.

### b) Biogeokemični ciklusi (P. Simončič)

Kroženje snovi v naravi je skupen naziv za vse ponavljajoče se procese vgrajevanja snovi iz kamnin, tal in atmosfere v organizme in vračanje teh snovi v tla, kamnine in atmosfero po propadu organizmov. Kljub poenostavljeni razlagi je sam proces kompleksen in zapleten. Biotska komponenta omogoča izmenjavo hranil in vode - omogoča kroženje snovi.

Kroženje snovi sestavljajo organski in anorganski del procesov; organski je vezan na biotske procese, anorganski pa na fizikalne ter kemijske naravne procese. Gozdna tla ter še posebej lastnosti organskega horizonta ter njihova ohranjenost so eden od bistvenih dejavnikov, ki skupaj z podnebnimi dejavniki in tipom vegetacije vplivajo na uravnoteženost in hitrost snovnih pretokov v naravnih ekosistemih .

Biogeokemični ciklusi se preučuje s pomočjo zlivnih območjih. V njih se spremljajo padavine (sestojne padavine ter padavine na prostem), opad (iglice, listje, vejice...), preučuje tla in talno raztopino ter vegetacijo (tip, rast, struktura...) in na osnovi pridobljenih podatkov izračuna snovno bilanco (vnos in iznos snovi) za izbrane gozdne ekosisteme;

snovi pri dvokosnem načinu gospodarjenja. Zagotovo večje, a koliko? Spremenjena bi bila tudi dinamika iznašanja, kar vpliva na preskrbljenost tal s hranili v času, ko jih rastline potrebujejo,

Analize talnih vzorcev so pokazale, da so v tleh začetni procesi degradacije. Povečana je kislost, nasičenost tal z bazami je slaba, primanjkuje kalija (K). Fosforja (P), ki je pomemben pri tvorbi energetske bogate vezi v ATP, ni v merljivih količinah. C/N razmerje je visoko, kar kaže na nerazgrajeno organsko snov v tleh in počasno kroženje hranil. Povečana zakisanost povečuje izpiranje preostalih hranil v tleh. Posledica je večja občutljivost travne ruše na pomanjkanje vode. Pojavljajo se posamezne ogolele površine. Voda in veter odnašata prst in uničeni so strukturni agregati v tleh. Osiromašena je floristična sestava. Zmanjšana je neto produkcija biomase na enoto površine. V zeliščnem sloju se pojavlja jesenska vresa (*Calluna vulgaris*), ki je znanilka zakisanosti. V drevesnem sloju je veliko cera (*Quercus cerris*), ki nakazuje hujšo stopnjo talne degradacije (Wraber, 1957).

Z analiziranjem talnih vzorcev iz referenčnih profilov ugotovimo, da vsakoletno gospodarjenje v 30 letih ni dodatno poslabšalo razmer v ekosistemu. Druga ugotovitev je, da so tla na Krasu izčrpana do mere, ko se tudi v 30 letih ne regenerirajo. K počasni regeneraciji tal prispeva tudi počasen proces pedogeneze.

Ekosistem ogozdeni travnik je degradiran in nadaljnje nezmanjšano izkoriščanje bi zagotovo vodilo v uničenje ekosistema. Toda na Krasu je ogozdeni travnik imel in še ima odločilni pomen pri ohranjanju rodovitnosti kraške jerine. Ščiti tla pred erozijo in izsuševanjem. Travniki brez zaščite drevja bi hitro degradirali. Ko bi vrhnja plast zemlje nezaščitenega travnika izgubila svoj rodovitnostni potencial, bi produkcija travinja naglo padla. To potrjujejo opažanja domačinov. Na istih površinah nakose do 50% manj krme, kot so je pred 50 leti (Šebenik, 1948). Če primerjamo travnik z ogozdenim travnikom, ugotovimo, da je kljub znakom degradacije ogozdeni travnik način, kako na Krasu ohraniti ali vsaj podaljšati rodovitnost zemlje in gospodariti z naravnimi viri.

Proces regeneracije izčrpanih tal bo dolgotrajen. Opad bi bilo potrebno puščati v ekosistemu. Vzpostavili bi kroženje hranilnih snovi iz spodnjih talnih horizontov v zgornje. Preko opada bi se v zgornje talne horizonte vračal Ca, ki ugodno vpliva na izboljšanje talne strukture. Potrebno bi bilo dodatno apnenje, dodajanje organske snovi in hranil v obliki gnojenja s hlevskim gnojem. Po potrebi bi dognojevali z mineralnimi gnojili (veliko P in K).

Takšen način regeneracije je v praksi predrag. Za ohranitev proizvodnosti ekosistema ogozdeni travnik bi bilo potrebno iznose iz sistema zmanjšati, da bi del organske snovi ostal v ekosistemu. Iznosi biomase iz ekosistema naj bodo zamaknjen za kakšen mesec, da se del hranil izpere v talno podlago. Zaradi pomanjkanja fosforja bo vseeno potrebno dognojevanje z mineralnimi gnojili. Za nevtralizacijo kisle reakcije tal in zaustavitve pospešenega izpiranja baz bi bilo potrebno občasno apnenje.

Le če bomo ekosistemu vračali del tistega kar mu vzamemo, lahko govorimo o mnogonamembni rabi tal in gospodarjenju z naravnimi viri v smislu trajnosti donosov in ostalih funkcij ekosistema ogozdeni travnik.

Ekosistem ogozdeni travnik je posebnost Krasa, ki se počasi zarašča. Vprašanje je, ali se bo v prihodnosti kot ekosistem ohranil. Toda v preteklosti je bil nepogrešljiv del kraške krajine. S kombinacijo gozda in travnika je Kraševca vsaj delno zadostil potrebam po krmi, stelji in lesu, ne da bi popolnoma izčrpal in uničil redke rodovitne površine na Krasu. Odkar se je zmanjšalo število prebivalstva in s tem pritisk na zemljo, se je gospodarska vrednost ekosistema ogozdeni travnik za Kraševca zmanjšala. Ni pa se zmanjšala vrednost sporočila, ki ga nosi v sebi ogozdeni travnik. Daje nam zgled, kako v pomanjkanju rodovitnih površin gospodariti z naravnimi viri, da je zadoščeno človekovim potrebam, ne da bi popolnoma

uničili vse, kar nam je še ostalo. Ob preišljenem gospodarjenju, brzdanju naših nikoli zadoščenih potreb po izkorišljanju narave in občasnem vračanju tistega, kar smo si sposodili od nje, je ogozdeni travnik primer sožitja med naravo in človekom.

Refrence:

Kolbezen, M. / Pristov, J. 1998. Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije.- Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod republike Slovenije, Ljubljana, 67 s.

Mekinda-Majaron, T., 1995. Klimatografija Slovenije. Temperatura zraka, obdobje: 1961 - 1990. - Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana, 356 s. preglednice.

Zupančič, B. 1995. Klimatografija Slovenije. Padavine 1961 - 1990. - Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana, 366 s.

---

\* mag. Igor SMOLEJ, u. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana  
dr. Primož SIMONČIČ, u. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana  
Jošt JAKŠA, u. dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

## AVTOHTONE DREVESNE VRSTE SEŽANSKO-KOMENSKEGA KRASA

\*mag. Robert BRUS

### POVZETEK

Na območju Sežansko-Komenskega Krasa in na njegovem obrobju se zaradi raznovrstnih rastiščnih razmer pojavlja razmeroma veliko število drevesnih vrst. Velika večina vrst je samoniklih, v okviru naravne vegetacije pa so večjo razširjenost dosegle tudi nekatere vrste, ki so bile na Kras vnešene bodisi iz drugih delov Slovenije (črni bor) bodisi z drugih kontinentov (robinija, rdeči hrast).

Avtohtone drevesne vrste Krasa lahko glede na pogostnost in območje njihovega naravnega pojavljanja delimo v več skupin:

### Najpogostejše in vodilne drevesne vrste

Sem lahko uvrstimo vrste, ki več asociacij gradijo ali pa so v njih dominantne, v večini drugih pa se pojavljajo kot pridružene vrste. Takšne vrste so predvsem puhasti hrast (*Quercus pubescens*), črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), mali jesen (*Fraxinus ornus*), graden (*Quercus petraea*) in cer (*Quercus cerris*).

### Pridružene drevesne vrste

To so vrste, ki se pojavljajo v asociacijah kot spremljevalne vrste. Med vrste s precejšnjo zastopanostjo lahko uvrstimo trokrpi javor (*Acer monspessulanum*), maklen (*Acer campestre*), brek (*Sorbus torminalis*), skorš (*Sorbus domestica*), mokovec (*Sorbus aria*), češnjo (*Prunus avium*), rešeljiko (*Prunus mahaleb*), poljski brest (*Ulmus carpinifolia*), kostanj (*Castanea sativa*), lipovec (*Tilia cordata*), enovratni glog (*Crataegus monogyna*), navadni glog (*Crataegus laevigata*) in navadni brin (*Juniperus communis*), nekoliko manj pogosto se pojavljajo tudi ostrolistni javor (*Acer platanoides*), navadni gaber (*Carpinus betulus*), drobnica (*Pyrus pyraeaster*), lesnika (*Malus sylvestris*), navadni nagnoj (*Laburnum anagyroides*), trepetlika (*Populus tremula*) in druge. Manj pogoste spremljevalke so nekatere redkejše vrste, med njimi kraški gaber (*Carpinus orientalis*), katerega pojavljanje je omejeno skoraj samo na območje med italijansko-slovensko mejo in Velikim Dolom in Godnjami pri Tomaju, topokrpi javor (*Acer obtusatum*), ki ga najdemo v dolini Raše in se ponekod na Krasu vrašča v nasade črnega bora in oplutnik (*Quercus crenata*), ki ga danes poznamo samo po nekaj drevesih na treh nahajališčih.

### Vrste z obrobja Sežansko-Komenskega Krasa

V to skupino lahko uvrstimo drevesne vrste, katerih naravna razširjenost je omejena na obrobje obravnavanega prostora, večinoma na topla rastišča na južnem obrobju, kjer je občutnejši sredozemski vpliv in kjer se pojavljajo celi fragmenti evmediteranske vegetacije. Takšne vrste so črničevje (*Quercus ilex*), ki ga tako kot lovor (*Laurus nobilis*) in širokolistno zeleniko (*Phillyrea latifolia*) najbližje najdemo v vednozelenem sestoju nad Ospom in potem vzdolž vsega Kraškega roba, navadni koprivovec (*Celtis australis*), terebint (*Pistacia terebinthus*), ki je na Krasu zelo pogost po dolini med Brestovico in Gorjanskim in po južnih pobočjih sega skoraj do Pliskovice.

### Nezadostno raziskani taksoni

Poleg naštetih vrst pa se na Krasu pojavlja tudi več medvrstnih križancev in taksonov, katerih razširjenost in značilnosti so pri nas še slabo raziskane. Mednje lahko uvrstimo križance med



puhastim hrastom in gradnom, ki so precej pogosti, a še slabo obdelani, prav tako križance med navadnim in enovratnim glogom. Na Zlatni nad Senožečami je bil opisan glogov takson *Crataegus curvisepala* subsp. *zlatnensis* Petauer, podvrsta dolgočlašatega gloga z domnevno submediteransko razširjenostjo. Tudi mokovci (*Sorbus aria* s. lat.) so pri nas nezadostno raziskani. Na Krasu se morda pojavljajo grški mokovec (*Sorbus graeca*), Mougeotov mokovec (*Sorbus mougeotii*) in mokovica (*Sorbus austriaca*), ki jih navaja Mala flora Slovenije ter številne njihove oblike, podvrste in križanci, kot jih na primer na Slavniku opisuje Z. Karpati. Med njimi so tudi *Sorbus austriaca* subsp. *mayeri*, *Sorbus pannonica* (križanec med *S. aria* in *S. graeca*), *Sorbus istriaca* (križanec med *S. austriaca* subsp. *mayeri* in *S. graeca*), *Sorbus slavnicensis* (križanec med *S. aria* in *S. austriaca* subsp. *mayeri*) in drugi. Nekaj domnevnih križancev je bilo doslej najdenih tudi na Krasu. Poleg navadnega nagnaja je na Krasu morda razširjen še Alschingerjev nagnoj (*Laburnum alschingeri*), ki ga obravnavajo tudi kot podvrsto navadnega nagnaja. Njegova razširjenost naj bi bila predvsem submediteranska, pri nas pa so ga doslej navajali pri Škocjanskih jamah. Tudi prisotnost bresta *Ulmus procera*, ki so ga že večkrat navajali tudi na Krasu, je pri nas še premalo raziskana.

---

\*mag. Robert BRUS, BF Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83,  
Ljubljana

## ZNAČILNEJŠI GOZDNOVEGETACIJSKI TIPI SEŽANSKO-KOMENSKEGA KRASA

\*mag. Lado KUTNAR, dr. Igor DAKSKOBLER

### 1. FITOGEOGRAFSKA OPREDELITEV SUBMEDITERANA IN KRATKA ZGODOVINA RAZVOJA VEGETACIJE

Prve poglobljene raziskave o gozdni vegetaciji Krasa so bile objavljene v obdobju med 1950 in 1970 (M. WRABER 1954a, 1954b, 1957, 1963, M. PISKERNIK 1965). V zadnjih dveh desetletjih so te raziskave med drugimi nadaljevali M. PISKERNIK (1991), POLDINI (1982, 1989) in ZUPANČIČ (1997 b).

V fitogeografskem smislu Sežansko-Komenski Kras uvrščamo v submediteransko območje Slovenije (M. WRABER 1960, 1969, ZORN 1975, GREGORIČ / KALAN / KOŠIR 1975, MARINČEK 1987). V podrobnejši delitvi so ZUPANČIČ in sod. (1987) območje Sežansko-Komenskega Krasa uvrstili v mediteransko florno regijo in sicer v kraško-vipavski distrikt slovenskoprimorskega sektorja jadranske province (ostali distrikti tega sektorja so briški, brkinski in koprsko-šavrinski). V najnovjšem času ZUPANČIČ (1997a) ugotavlja, da moramo spremeniti mišljenje o zastopanosti mediteranske regije pri nas. Listopadno vegetacijo Slovenske Istre in Krasa bi po njegovem morali uvrstiti v evrosibirsko-severnornoameriško in ne v mediteransko regijo. Podobno meni tudi palinolog ŠERCELJ (1996: 45). Po delitvi gozdnovegetacijskih območij, ki jo je opravil M. PISKERNIK (1993) Sežansko-Komenski Kras v glavnem spada v severno prijadransko Primorje.

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 leti pred sedanostjo) 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 jo običajno imenujemo kraška gmajna, je rezultat degradacijskih procesov. Njen izvor sega morda že v bronasto dobo, ko sta se na našem območju prvič pojavila živinoreja in pašništvo (POLDINI 1972, POLDINI in sod. 1980). Takrat (pred okoli 3500 leti pred sedanostjo) se je, kot sta ugotovila Metka CULIBER (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 naravna vegetacija težko ugotovljiva. Stoletja trajajoči antropozoogeni vplivi so močno vplivali na rastiščne razmere, tako da pogosto govorimo o realni vegetaciji in ciljih, ki izhajajo iz danih razmer. ] D. D. D.

Sedanje gozdne sestojke Nizkega kras, ki mu pripada tudi območje Sežansko-Komenskega Krasa, sintaksonomsko uvrščamo v skupino toploljubnih listopadnih submediteranskih gozdov hrastov in črnega gabra (red *Quercetalia pubescentis*). Pravo mediteransko vednozeleno sklerofilno rastje (red *Quercetalia ilicis*) je razvito le v sledovih (npr. Osp, Stena v dolini Dragonje). Bukov gozd z jesensko vilovino (*Seslerio autumnalis-Fagetum*) uspeva na severovzhodnem robu Krasa, v dolini Raše, ter višje, na robovih bližnjih visokokraških planot. Na njih rastejo tudi bolj mezofilni gorski in altimontanski bukovi in jelovo-bukovi gozdovi

(uvraščamo jih v asociacije *Lamio orvalae-Fagetum*, *Omphalodo-Fagetum*=*Abieti-Fagetum dinaricum* in *Ranunculo platanifolii-Fagetum*).

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*). Redkejšje, a za sedanje gozdne združbe Krasa diagnostično pomembne drevesne vrste so npr. trikrpi in topokrpi javor (*Acer monspessulanum*, *A. obtusatum*), poljski brest (*Ulmus minor*), brek in skorš (*Sorbus torminalis*, *S. domestica*) idr. Črni bor (*Pinus nigra*), ki je na Krasu med najbolj razširjenimi drevesnimi vrstami, tukaj ni samonikel. Najbližja naravna nahajališča te južnoevropske drevesne vrste so na severovzhodnem robu Trnovskega gozda nad dolino Trebuše. Črni bor se na Krasu pojavlja predvsem v nasadih, vendar se na odprtih krajih, na opuščeni pašnikih naravno pomlajuje in že dolgo ni več popoln tujec.

## 2. PREGLED GOZDNE IN GRMIŠČNE VEGETACIJE SUBMEDITERANSKEGA FLORNEGA OBMOČJA (prirejeno po POLDINI 1989 in ZUPANČIČ 1997b):

Quercetea ilicis Br.-Bl. 1947 (Razred)  
Quercetalia ilicis Br.-Bl. (1931) 1936 (Red)  
Quercion ilicis Br.-Bl. (1931) 1936 (Zveza)  
**1. Ostryo-Quercetum ilicis Trinajstić (1965) 1974 (Asociacija)**  
(Evmediteranska sklerofilna vednozeleno gozdna vegetacija)

Paliuretea Trinajstić 1978  
Paliuretalia Trinajstić 1978  
Rhamno-Paliurion Trinajstić (1978) 1995  
**2. Rhamno-Paliuretum (H-ić 1958) Trinajstić 1995**  
(Grmišča kozje češnje in deraka)

Quercu-Fagetea Br.-Bl. & Vlieger 1973  
Quercetalia pubescentis Br.-Bl. (1931) 1932  
Ostryo-Carpinion orientalis Ht. 1954 em. 1958  
Ostryo-Carpinenion orientalis Ht. (1954) 1959  
**3. Quercu-Carpinetum orientalis H-ić 1939 em. Poldini 1988**  
(Submediteranski gozdiči kraškega gabra (in puhastega hrasta))  
**4. Ostryo-Quercetum pubescentis (Ht. 1950) Trinajstić 1974**  
(Submediteranski toploljubni gozdovi črnega gabra in puhastega hrasta)  
**5. Seslerio autumnalis-Ostryetum Ht. & H-ić 1950**  
(Submediteransko-ilirski gozdiči črnega gabra z jesensko vilovino)  
**6. Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae Poldini (1964) 1982**  
(Submediteranski gozdovi gradna z jesensko vilovino)  
**7. Amelanchiero-Ostryetum Poldini (1978) 1982**  
(Naskalni gozdiči in grmišča črnega gabra s šmarno hrušico)  
**8. Seslerio autumnalis-Quercetum pubescentis Zupančič 1997**  
(Gozdiči puhastega hrasta z jesensko vilovino)  
**9. Bromo erecti-Quercetum pubescentis Zupančič 1997 (prov.)**  
(Gozdiči puhastega hrasta s pokončno stoklaso)  
**10. Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae Zupančič 1997 (prov.)**  
(Gozdovi črnega bora z jesensko vilovino)  
Quercion pubescentis-petraeae Br.-Bl. 1931  
**11. Molinio litoralis-Quercetum pubescentis Šugar 1981**  
(Gozdiči puhastega hrasta s trstikasto stožko)

Fagetalia sylvaticae Pawl. 1928

Erythronio-Carpinion betuli (Ht. 1958) Marinček in Wallnöfer, Mucina et Grass 1993

Asparago tenuifolii-Carpinenion betuli Marinček & Poldini 1994

12. Carici umbrosae-Quercetum petraeae Poldini 1982 var. geogr.

Sesleria autumnalis Dakskobler 1987

(Gozdovi gradna s senčnim šašem, geografska varianta z jesensko vilovino)

13. Ornithogalo-Carpinetum betuli Marinček, Poldini & Zupančič 1983

(Primorski gozd belega gabra s pirenejskim ptičjim mlekom)

14. Asaro-Carpinetum betuli Lausi 1964

(Kraški gozd belega gabra s kopitnikom)

15. Seslerio autumnalis-Carpinetum betuli Zupančič 1997 (prov.)

(Kraški gozd belega gabra z jesensko vilovino)

Aremonio-Fagion (Ht. 1938) Borhidi in Török, Podani et Borhidi 1989

Epimedio-Fagenion Marinček et. al. 1993

16. Ornithogalo pyrenaici-Fagetum Marinček, Papež, Dakskobler & Zupančič 1990

(Gozd bukve s pirenejskim ptičjim mlekom)

Lamio orvalae-Fagenion Borhidi ex Marinček et. al. 1993

17. Corydalido ochroleucae-Aceretum Accetto 1991

(Gozd javorja z bledorumenim petelinčkom)

18. Lamio orvalae-Fagetum (Ht. 1938) Borhidi 1963 var. geogr. Sesleria autumnalis Accetto 1989 (mscr.)

(Gozd bukve z velecvetno mrtvo koprivo, geografska varianta z jesensko vilovino)

Ostryo-Fagenion Borhidi 1963

19. Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. geogr. Sorbus domestica Dakskobler 1996

(Primorski bukov gozd z jesensko vilovino, geografska varianta s skoršem)

20. Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. geogr. Phyteuma scheuchzeri Dakskobler 1997

(---- geografska varianta s scheuchzerjevim repušem)

21. Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. geogr. Helleborus istriacus Dakskobler 1997 subvar. geogr. Calamintha grandiflora Accetto 1989 (mscr.)

( ---- geografska varianta z istrskim telohom, subvarianta z velecvetnim čobrom)

22. Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. geogr. Helleborus istriacus Dakskobler 1997 subvar. geogr. Acer obtusatum Dakskobler 1997

(---- geografska varianta z istrskim telohom, subvarianta s topokrpim javorjem)

Fagion sylvaticae Luquet 1926

Luzulo-Fagenion Lohmayer & R. Tx. 1954

23. Castaneo sylvaticae-Fagetum (Marinček & Zupančič 1979) Marinček & Zupančič 1995 var. geogr. Calamintha grandiflora Marinček & Zupančič (1979) 1995

(Acidofilni bukovo-kostanjev gozd, geografska varianta z velecvetnim čobrom)

Quercetalia roboris-petraeae R. Tx. 1932

**24. Melampyro-Quercetum petraeae Puncer & Zupančič 1979 var.  
geogr. Fraxinus ornus (Puncer & Zupančič 1979) Zupančič 1994  
(Gozdovi gradna z navadnim črnilcem, geografska varianta z malim  
jesenom)**

3. VIRI:

1. ACCETTO, M., 1991. *Corydalido ochroleucae-Aceretum* ass. nova v Sloveniji.- Razprave IV. razreda SAZU, XXXII, 3, Ljubljana, s. 89 – 128.
2. CULIBERG, M., 1995. Dezertifikacija in reforestacija slovenskega Krasa.- Poročilo o raziskovanju paleolitika, neolitika in eneolitika v Sloveniji, 22, Ljubljana, s. 201-217.
3. CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A., 1995. Anthracotomical and palynological research in teh paleolithic site Šandalja II (Istria, Croatia).- Razprave IV. razreda SAZU, 36, Ljubljana, s. 46-57.
4. DAKSKOBLER, I., 1996. Združba *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 v Koprskem gričevju.- Annales 9, Koper, s. 181-200.
5. DAKSKOBLER, I., 1997. Geografske variante asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht. 1950) M. Wraber ex Borhidi 1963.- Razprave IV. razreda SAZU, XXXVIII, 8, Ljubljana, s. 165 – 255.
6. GREGORIČ, V. / KALAN, J. / KOŠIR, Ž., 1975. Geološka in gozdno vegetacijska podoba.- V: REMIC, C. (ur.): Gozdovi na Slovenskem, Borec, Ljubljana, s. 26-62.
7. KALIGARIČ, M., 1997. Rastlinstvo Primorskega krasa in Slovenske Istre: travniki in pašniki.- Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, Znanstveno raziskovalno središče republike Slovenije Koper, Koper, 111 s.
8. MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem.- Delavska enotnost, Ljubljana, 153 s.
9. PISKERNIK, M., 1965. Gozdno rastlinje Slovenskega Primorja.- Zbornik, Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, 4, s. 89-137.
10. PISKERNIK, M., 1979. Vegetacija gozdov rdečega in črnega bora na slovenskem ozemlju.- Ljubljana, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 17, 2, 393-448.
11. PISKERNIK, M., 1985. Klimaks na Tržaškem krasu je – bukov gozd.- Gozdarski vvestnik, 43 (6), Ljubljana, s. 242 – 245.
12. PISKERNIK, M., 1991. Gozdna, travniška in pleveliščna vegetacija Primorske.- Strokovna in znanstvena dela, 106, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 241 s.
13. PISKERNIK, M., 1993. Mikroreliefne gozdne združbe slovenskega ozemlja.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 370 s.
14. POLDINI, L., 1972. Gozdovi na Krasu včeraj, danes in jutri.- Gozdarski vestnik, 30 (9-10), Ljubljana, s. 267- 273.
15. POLDINI, L., 1982. *Ostrya carpinifolia*-reiche Wälder und Gebüsche von Friaul-Julisch-Venezien (NO-Italien) und Nachbargebieten.- Studia Geobotanica 2, Trieste, s. 69-122.
16. POLDINI, L., 1989. La vegetazione del Carso isontino e triestino.- Ed. Lint, Trieste, 313 s.
17. POLDINI, L. / GIOTTI, G. / MARTINI, F. / BUDIN, S., 1980. Botanični vrt Carsiana. Uvod v kraško floro in vegetacijo.- Tržaška pokrajinska uprava, Trst, 253 s.
18. ŠERCELJ, A., 1963. Razvoj würmske in holocenske vegetacije v Sloveniji.- Razprave IV. razreda SAZU, 7, Ljubljana, s. 362-418.

19. ŠERCELJ, A., 1981. Pelod v vzorcih jedra iz vrtine V-6/79.- V: OGORELEC et al.: Sedimenti Sečoveljske soline.- Geologija, 24 (2), Ljubljana, s. 196-197.
20. ŠERCELJ, A., 1996. Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji (The origins and development of forests in Slovenia).- SAZU, Razred za naravoslovne vede, Dela (Opera) 35, Ljubljana, 142 s.
21. ŠKULJ, M., 1988. Pomlajevanje in kalitev črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) na Slovenskem Krasu.- Biotehniška fakulteta, Magistrsko delo, Ljubljana, 139 s.
22. ŠUGAR, I., ZUPANČIČ, M., TRINAJSTIČ, I., PUNCER, I., 1995. Forêts thermophiles de chene pubescent et de molinie (Molinio-Quercetum pubescentis Šugar 1981) dans la zone limitrophe de Croatie et de Slovénie (Termofilni gozd puhovca in navadne stožke (Molinio-Quercetum pubescentis Šugar 1981) na obmejnem območju Hrvaške in Slovenije).- Biološki vestnik, 40 (3-4), Ljubljana, s. 113 – 124.
23. TRPIN, D. / VREŠ, B., 1995. Register flore Slovenije. Praprotnice in cvetnice.- ZRC SAZU, Biološki inštitut, Ljubljana, 143 s.
24. ZORN, M., 1975. Gozdnovegetacijska karta Slovenije, Opis gozdnih združb.- Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana, 150 s.
25. ZUPANČIČ, M., 1997a. Kratek fitogeografski oris Slovenske Istre (Ob rob zapisa o vrsti *Ranunculus parviflorus* L.).- Hladnikia, 8 – 9, Ljubljana, s. 39 – 42.
26. ZUPANČIČ, M., 1997b. (Sub)mediteranski florni element v gozdni vegetaciji submediteranskega flornega območja.- Razprave IV. razreda SAZU, XXXVIII, 9, Ljubljana, s. 257 – 298.
27. 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.
28. ZUPANČIČ, M. / ŽAGAR, V., 1996. Kras – gozdna vegetacija.- V: B. VREŠ (ur.): Flora, vegetacija in favna kraškega regijskega parka. Elaborat. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana, s. 37-54.
29. WRABER, M., 1954a. Glavne vegetacijske združbe Slovenskega Krasa s posebnim ozirom na gozdnogospodarske razmere in melioracijske možnosti.- Gozdarski vestnik, 12, 9-10, s. 282-295.
30. WRABER, M., 1954b. Splošna ekološka in vegetacijska oznaka Slovenskega Krasa.- Gozdarski vestnik, 12, 9-10, s. 269-282.
31. WRABER, M., 1957. Gozdna vegetacija jerinskih tal na Slovenskem Krasu.- Gozdarski vestnik, 15, s. 257-263.
32. WRABER, M., 1960. Fitocenološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji.- Ad annum horti botanici Labacensis solemnem, Ljubljana, s. 49 – 98.
33. WRABER, M., 1963. Allgemeine Orientierungskarte der potentiellen natürlichen Vegetation im Slowenischen Küstenland (NW-Jugoslawien) als Grundlage für die Wiederbewaldung der degradierten Karst- und Flyschgebiete.- Bericht über das Internationale Symposium für Vegetationskartierung vom 23.-26. 3. 1959 in Stolzenau/Weser, J. Cramer, Weinheim, s. 369-384.
34. WRABER, M., 1969. Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens.- Vegetatio, The Hague, 17 (1-6), s. 176-199.

---

\* mag. Lado Kutnar, Gozdarskim inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana  
 dr. Igor Draskobler, ZRC SAZU, Biološki inštitut, Regijska raziskovalna enota Tolmin