

ANALIZE GOZDNIH ZDRUŽB S POMOČJO OPERACIJ GIS

Andraž ČARNI & Marjan JARNJAK*

Izvelek

Obdelovana je bila vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije merila 1:400000. Digitalizacija analogne vegetacijske karte omogoča prenos podatkov v GIS, obdelavo teh z različnih aspektov ter kombiniranje z različnimi geografskimi elementi, ki so hkrati tudi ekološki dejavniki. Osnovni namen raziskave je bila proučitev ujemanja vegetacijskih podatkov s podatki o nagibu, ekspoziciji in nadmorskih višinah terena, ter o temperaturah in padavinah. Hkrati je bila preverjena ustreznost in uporabnost vhodnih podatkov za obdelavo v GIS-u (geografski informacijski sistem). Rezultati omogočajo oceno točnosti in izboljšanje podatkov.

Abstract

Work deals with the elaboration of the Vegetation map of forest communities of Slovenia in the scale of 1:400000. The digitalisation of analogous cartographic material enables its consideration in GIS from many different aspects and in combination with some geographic elements, that represents at the same time also ecological factors. The basic aim of the investigation was to find out if the data about vegetation types in the map correspond with inclination, aspect, altitude, temperature and precipitation data. At the same time it was tried to examine the suitability and quality of input data to be considered with GIS technology. The results enable to evaluate the accuracy and to improve the quality of data.

Ključne besede: fitocenologija, GIS, gozdna združba, Slovenija, vegetacija, vegetacijska karta
Key words: forest community, GIS, phytosociology, Slovenia, vegetation, vegetation map

1. UVOD

Na Biološkem inštitutu ZRC SAZU preučujemo vegetacijo že od leta 1955, leta 1962 pa se je začel projekt sistematičnega kartiranja vegetacije Slovenije (Zupančič 2000). Eden rezultatov tega projekta je tudi Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400 000, ki je dostopna tudi na internetu.

Na vegetacijo, ki je eden izmed dejavnikov in hkrati tudi najbolj vidnih elementov krajine, delujejo ostali dejavniki v okolju. Da bi preučili vpliv različnih dejavnikov na vegetacijo, smo s pomočjo orodij GIS primerjali podatke o vegetaciji (Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije) na eni strani, s podatki nekaterih geografskih

dejavnikov, kot so podatki o klimi in reliefu, na drugi. Nato smo primerjali dobljene rezultate z literaturnimi (Marinček & Čarni 2002). Tako smo preverili ustreznost in uporabnost tovrstnih raziskav za raziskave vegetacije, kot tudi primernost, natančnost in ujemanje vhodnih podatkovnih slojev.

2. METODE

Vegetacijske karte so bile narejene po standardnih postopkih srednjeevropske metode za preučevanje vegetacije (Braun-Blanquet 1964, Puncer 1984).

Osnova metode je floristični princip, ki omogoča, da na podlagi florističnega inventarja

* Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, p. p. 306, Novi trg 2, SI-1001 Ljubljana

sklepamo o rastiščnih razmerah združbe. Nanje vplivajo številni okoljski dejavniki. Seveda pa je vpliv obojestranski. Ugotavljali smo odvisnost med vegetacijo in reliefom (ekspozicija, nagib, nadmorska višina) ter klimo (padavine, temperatura). Dejansko stopnjo povezanosti med vegetacijo in naštetimi dejavniki smo ugotavljali na podlagi analiz, ki jih omogočajo postopki geografskih informacijskih sistemov.

S pretvorbo analognih podatkov o vegetaciji v digitalno obliko so bili dani pogoji za izvedbo analiz, v katere pa smo vključili različne podatke - nekateri od njih so dostopni na internetu, in sicer: Vegetacijsko karto gozdnih združb Slovenije v merilu 1:400000 (Čarni et al., 2002, Marinšek et al., 2002), podatke o reliefu - Digitalni model reliefa 100 (<http://www.zrc-sazu.si/giam/geoSlo.htm>), ter podatke o klimi (http://www.rzs-hm.si/pripravili_smo/klima/karte.html).

Analize smo izvedli z razpoložljivim GIS programskim paketom Arc/Info (1998).

Zaradi obsežnosti postopkov smo se odločili za izvedbo analiz združb, ki zaradi svoje razširjenosti (poligonske številčnosti) ali pokrovnosti (površine, ki jih pokrivajo) predstavljajo dovolj velik statistični vzorec. Tako smo obravnavali 30 od skupno 60 združb, ki ustrezajo omenjenima kriterijema, oz. 2845 poligonov od skupno 3102, kar znaša skoraj 92 %.

V delu smo prikazali rezultate le nekaterih analiz. Prikazani rezultati potrjujejo in nadgrajujejo dosedanja spoznanja o gozdnih združbah Slovenije. Opis združb je dosegljiv v komentarju k Vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:400000 (Marinšek & Čarni 2002) oziroma v posameznih znanstvenih prispevkih. Navajamo le opis petih združb, ki jih bomo predstavili kot primer pri prikazu nekaterih izračunov.

Castaneo sativae-Fagetum sylvaticae (M. Wraber 1955) Marinček & Zupančič (1979)
1995 (non *Castaneo sativae-Fagetum moesiaca*
Glišič 1954)

Združba bukve in pravega kostanja je aconalna gozdna združba, ki se pojavlja na nekarbonatni matični podlagi. Porašča prisojna, srednje strma do strma pobočja, v katera so vrezani globoki jarki. Pojavlja se pretežno v podgorskem pasu in na nadmorskih višinah med 100 in 700 m (Marinček & Zupančič 1979, 1995).

Ostryo carpinifoliae-Fagetum M. Wraber ex
Trinjastić 1972

Tudi ta je aconalna združba, ki pokriva v

predalpskem in preddinarskem območju velike površine. Porašča kopaste grebene in strma, prisojna, gladka pobočja, v katera so vrezani globoki jarki. Uspevajo od nižin do približno 1000 m. Ti toploljubni bukovi gozdovi uspevajo v nasplošno humidnih razmerah Slovenije le na izrazito prisojnih legah, kjer so posebne ekološke razmere. Vendar črni gaber, kljub svoji termofilni naravi, uspeva le na rastiščih, kjer pade vsaj 1100 mm padavin letno in poletja niso preveč suha, drugače se umika še bolj toploljubnim vrstam, kot sta puhasti hrast (*Quercus pubescens*) in cer (*Q. cerris*) (M. Wraber 1966, Marinček 1987, 1996, Dakskobler 1996).

Omphalodo vernae-Fagetum (Tregubov 1957)
Marinček et al. 1993

Združba porašča predele slovenskih visokih kraških planot od Kočevskega Roga do Snežnika in Trnovskega gozda. Uspeva na nadmorskih višinah od 600 do 1300 m. Površje je reliefno razgibano, saj so kraške planote posejane z vrtačami in brezni. Pretežno so to kamnita pobočja, ki se zložno spuščajo v suha kraška polja. Klimatske razmere so zelo ugodne za rast gozda, obilo je padavin in zračna vlaga je visoka. (Tregubov 1957, Puncer 1980, Marinček 1987)

Ranunculo platanifolii-Fagetum Marinček
et al. 1993

Združba je conalna gozdna združba zgornjega dela gorskega pasu. Združba je conalna v altimontanskem pasu na nadmorski višini od 900 do 1400 m. Poraščajo najrazličnejše reliefne oblike: najpogostejše srednje strma pobočja, ki mestoma prehajajo v zakrasele planote oziroma v kamnite vrhove. Rastišča teh gozdov so izrazito namočena, saj pade na dinarskem območju tudi do 3000 mm padavin. Povprečna letna temperatura je od 5 do 6 °C (Tregubov 1962, Marinček 1987, Marinček & al. 1989).

Cytisantho-Ostryetum M. Wraber 1955

Združbo najdemo na izredno strmih prisojnih, osončenih pobočjih. Uspeva na skeletnih tleh na nadmorskih višinah med 600 in 1200 m. Območje je dobro namočeno, saj letna količina padavin presega 2000 mm. Tudi letna razporeditev padavin je za razvoj vegetacije ugodna, saj je rastišče dovolj namočeno tudi v poletnih mesecih, ko so tla zaradi hude pripeke suha in razgreta. Kljub nasplošno vlažni klimi uspeva na teh rastiščih zaradi izrazito prisojnih in izredno strmih, kamnitih pobočij specifična termofilna vegetacija (M. Wraber 1961).

3. REZULTATI

Sledi izračun površin, ki jih pokrivajo posamezni vegetacijski tipi glede na vegetacijski podatkovni sloj. Navajamo le nekaj največjih:

Ime združbe	Površina (km ²)
<i>Castaneo sativa-Fagetum sylvaticae</i>	2695
<i>Omphalodo vernaie-Fagetum</i>	1365
<i>Ostryo carpiniifoliae-Fagetum</i>	1091
<i>Blechno spicantis-Fagetum</i>	723
<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	693
<i>Anemono trifoliae-Fagetum</i>	527
<i>Avenello flexuosae-Piceetum</i>	453
<i>Hacquetio epipactidis-Fagetum</i>	364
<i>Galio rotundifolii-Abietetum</i>	313
<i>Ostryo carpiniifoliae-Quercetum pubescentis</i>	313
<i>Abio albae-Carpinetum betuli</i>	276
<i>Ranunculo platanifolii-Fagetum</i>	266
<i>Asperulo odoratae-Carpinetum betuli</i>	266
<i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i>	235

Največji del ozemlja Slovenije pokrivajo bukovi gozdovi, kot so ugotovili že mnogi raziskovalci (npr. T. Wraber & Zupancič 1996). Najbolj razširjena združba je zmerno acidofilno bukovje (*Castaneo-Fagetum*), med gozdovi, kjer ne dominira bukev, pa je najbolj razširjen gozd smreke in vijugaste masnice (*Avenello flexuosae-Piceetum*), ki je drugotna združba na rastišču bukovih gozdov, nato sledita združbi, kjer v eni dominira jelka (*Galio-Abietetum*), v drugi pa puhasti hrast (*Ostryo-Quercetum pubescentis*). Gozdovi navadnega gabra pa imajo relativno manjše površine, čeprav bi bili na karti potencialno naravne vegetacije bistveno bolj zastopani, saj so bila ta rastišča spremenjena v kulturne površine.

Ilustrativen je tudi pregled velikosti posameznih ploskev, naj navedemo le tiste z največjimi in z najmanjšimi:

Ime združbe	Št. ploskev	Površina (km ²)
<i>Cardamine savensi-Fagetum</i>	2	40,22
<i>Omphalodo vernaie-Fagetum</i>	40	34,14
<i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i>	2	31,00
<i>Avenello flexuosae-Piceetum</i>	22	20,69
<i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i>	14	14,45
<i>Asperulo odoratae-Carpinetum betuli</i>	20	13,28
<i>Anemono trifoliae-Fagetum</i>	53	9,57
<i>Pruno padi-Carpinetum</i>	29	0,93
<i>Molinio-Quercetum pubescentis</i>	32	0,92
<i>Alnetum glutinosae s. lat.</i>	27	0,86

<i>Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli</i>	43	0,85
<i>Hacquetio epipactidis-Piceetum</i>	3	0,06
<i>Aceri-Fraxinetum s. lat.</i>	16	0,06

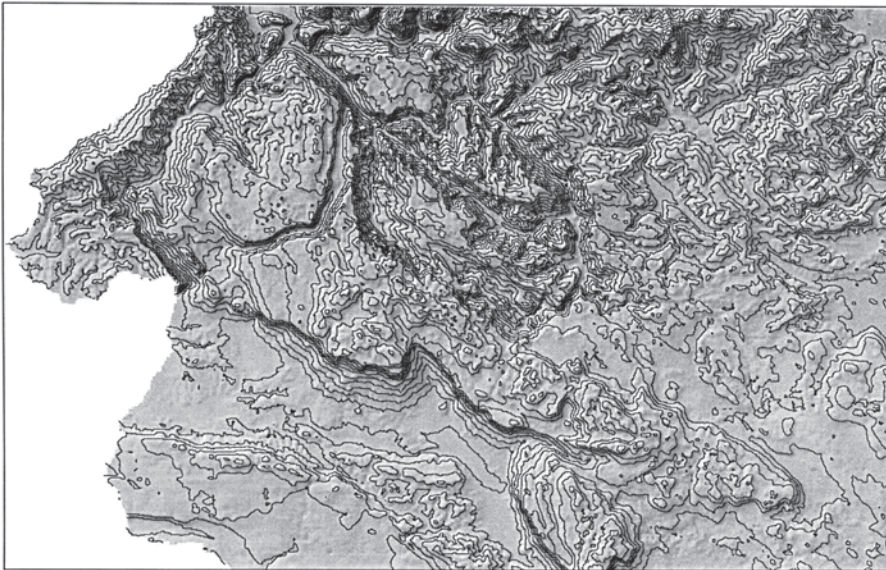
Na seznamu vidimo, da se, razen združb, ki so zastopane le z manjšim številom ploskev, na največjih sklenjenih območjih pojavlja združba bukve in spomladanske torilnice (*Omphalodo-Fagetum*), sekundarni gozd smreke in vijugaste masnice (*Avenello flexuosae-Piceetum*), montanski predalpski gozd bukve in gozdnega planinščka (*Homogyno-Fagetum*), sekundarni gozd gabra in prehlajenke (*Asperulo-Carpinetum betuli*) ter altimontanski gozd bukve in trilstne vetrnice (*Anemono trifoliae-Fagetum*).

Na koncu seznama pa so gozdovi plemenitih listavcev (*Aceri-Fraxinetum s. lat.*), mraziščni gozd smreke in tevja (*Hacquetio-Piceetum*), primorski gozd gabra in pirenejskega ptičjega mleka (*Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum*), katerega ostanke najdemo raztresene v submediteranski Sloveniji, različni gozdovi jelše (*Alnetum glutinosae s. lat.*) se pojavljajo na vlažnih rastiščih, združba puhastega hrasta in stožke (*Molinio-Quercetum pubescentis*) se pojavlja kot faza zaraščanja kulturnih površin v submediteranskem svetu, ostanke subpanonskega gabrovega gozda in čremse (*Pruno padi-Carpinetum*) pa najdemo fragmentarno med poljedelskimi površinami.

Slika 1 prikazuje kombinacijo plastnic in senc, kar nam omogoča boljši pogled na relief kot skupek nekaterih rastiščnih pogojev.

Kot osnovo, iz katere smo izločili elemente reliefa, smo uporabili Digitalni model reliefa 100 (DMR 100). Posamezna celica DMR 100 je velika 100 x 100 m in ima višinsko ločljivost enega metra. Vsebuje različne podatke, ki pa smo jih morali izdvojiti, da bi bili tako uporabni za izvedbo posameznih analiz - pripravili smo podatkovne sloje višinskih pasov, plastnic, senc, naklonov terena in ekspozicij. Z njimi smo nato lahko izvedli dve vrsti analiz - statistične in vizualne.

Kombinacija vegetacije in reliefa (slika 2) omogoča vizualni pregled nad razporeditvijo vegetacije. Na sliki je z modro barvo označen dinarski bukov gozd s spomladansko torilnico (*Omphalodo-Fagetum*) na Trnovskem gozdu in Nanosu, nato je z oranžno barvo označen gozd črnega gabra in jesenske vilovine (*Seslerio autumnalis-Ostryetum*) na strminah proti Vipavski dolini, gozd gradna in jesenske vilovine (*Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*) uspeva na globljih flišnatih tleh (svetlo rdeča barva), gozd puhastega hrasta in



Slika 1. Kombinacija izvedenih podatkovnih plasti: plastnice in sence.

Figure 1. Combination of carried out data layers: elevation contour and hill shading.



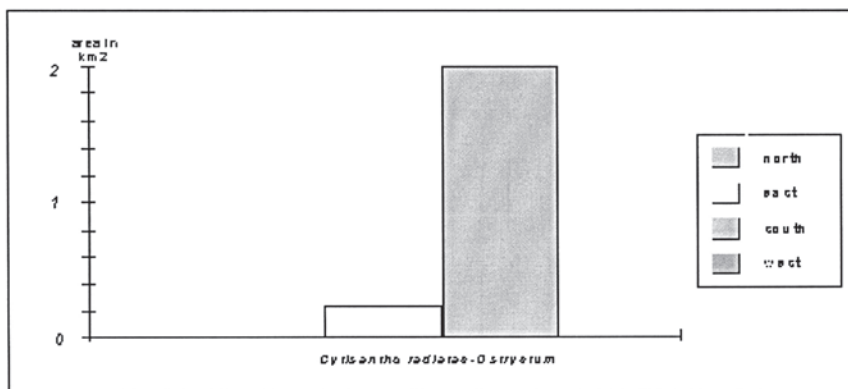
Slika 2. Kombinacija reliefa in vegetacije.

Figure 2. Combination of terrain and vegetation.



Slika 3. Kombinacija plasti ekspozicije in združbe Cytisantho-Ostryetum.

Figure 3. Combination of the layer aspect and the association Cytisantho-Ostryetum.



Slika 4. Porazdelitve ekspozicij združbe Cytisantho-Ostryetum.
Figure 4. Distribution of aspects of the association Cytisantho-Ostryetum.

črnega gabra (*Ostryo-Quercetum pubescentis*) na Krasu pa je označen z oranžnordečo barvo.

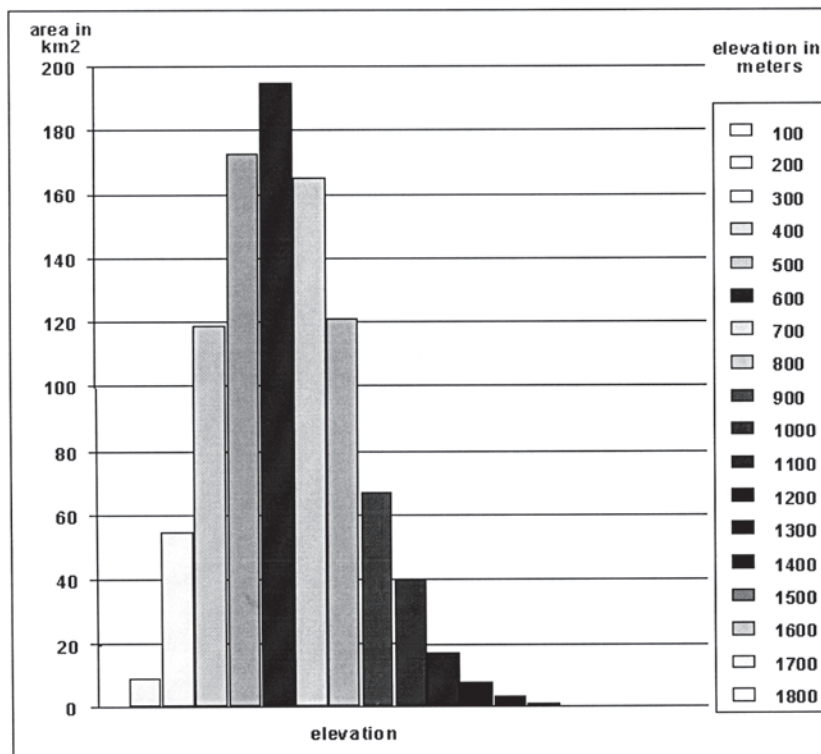
S pomočjo statističnih analiz lahko hitro ugotovimo vse vrste statističnih in prostorskih podatkov o združbah na zelenem območju ali v celoti, vrednosti pa prikažemo v tabelarni obliki ali pa s histogrami za boljšo vizualizacijo razmerij.

Pri tem lahko odkrivamo odstopanja od značilnosti posamezne združbe glede na opise v literaturi ali pa od spoznanj naših opazovanj v naravi. Na primer: če bi se pri kombiniranju podatkov o ekspoziciji in vegetaciji pokazalo, da naj bi se neka združba nahajala tudi na severni ekspoziciji, medtem ko doslej to še ni bilo znano, se to s tako analizo ugotovi, napačne površine pa

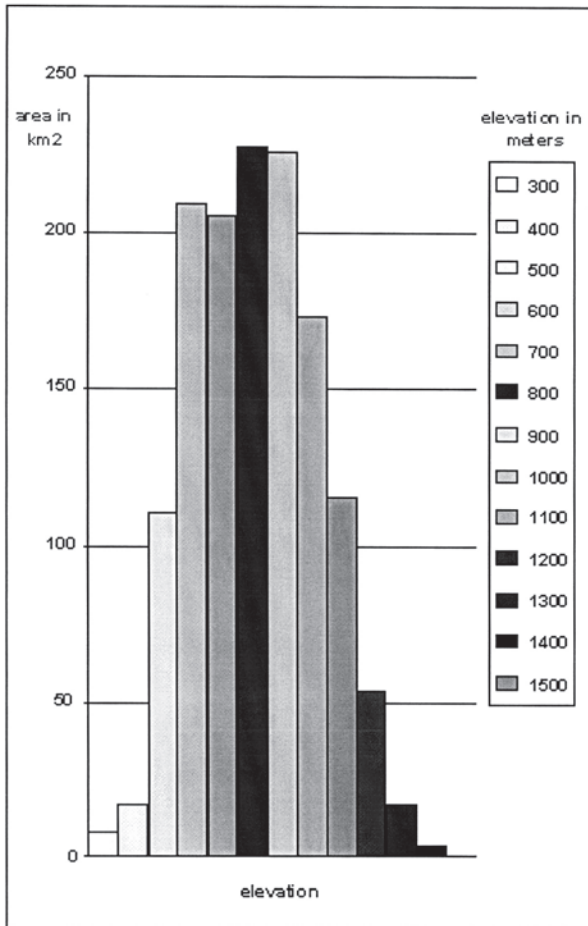
lahko hitro izpostavimo, kar nam nato omogoča kategorično spremembo napačne vsebine s pravilno ali pa ponovno preverimo stanje v naših virih ali celo na terenu. Pri tem so statistične analize zlasti primerne za preverbo večjega števila podatkov, se pravi večjega števila združb in poligonov naenkrat ali posameznih združb z veliko pokrovnostjo, saj bi bilo odkrivanje napak na vizualni način preveč dolgotrajno.

Na drugi strani pa je vizualna kontrola ustrezna za združbe, ki pokrivajo manjša območja ali z manjšim številom poligonov, kjer so njihove lastnosti, v kombinaciji z določenim podatkovnim slojem reliefa, dobro vidne.

Slika 3 prikazuje kombinacijo plasti vegetacije



Slika 5. Porazdelitev nadmorskih višin združbe Ostryo-Fagetum.
Figure 5. Distribution of altitudes of the association Ostryo-Fagetum.



Slika 6. Porazdelitev nadmorskih višin združbe *Omphalodo-Fagetum*.

Figure 6. Distribution of altitudes of the association *Omphalodo-Fagetum*.

in ekspozicij na primeru združbe črnega gabra in žarkaste košenice (*Cytisantho radiatae-Ostryetum*), ki jo najdemo na strmih, južnih pobočjih nad Bohinjskim jezerom. Poligon, ki predstavlja združbo, leži v veliki večini na območju, prikazanem z rdečo barvo, kar ponazarja južno ekspozicijo. Poleg tega pa lahko dobimo sumarično informacijo v obliki histograma (slika 4). Takšno informacijo lahko preverimo v literaturi (M. Wraber 1961) in ugotovimo, da opis združbe ustreza temu, kar smo ugotovili s kombinacijo DMR in vegetacijsko karto.

V nadaljevanju smo s histogrami prikazali razširjenost rastlinskih združb glede na posamezne nadmorske višine. Navajamo le dva primera, in sicer termofilno združbo bukve in črnega gabra (*Ostryo-Fagetum*) in mezofilne združbo bukve in spomladanske torilnice (*Omphalodo-Fagetum*). Združba bukve in črnega gabra (slika 5) se pojavlja

predvsem na nadmorskih višinah med 500 in 700 m, najpogosteje uspeva na nadmorski višini 600 m. Medtem pa združbo bukve in spomladanske torilnice (slika 6) najdemo na nadmorskih višinah od 600 do 1000 m skoraj enakomerno porazdeljeno, kar predstavlja višino kraških planot.

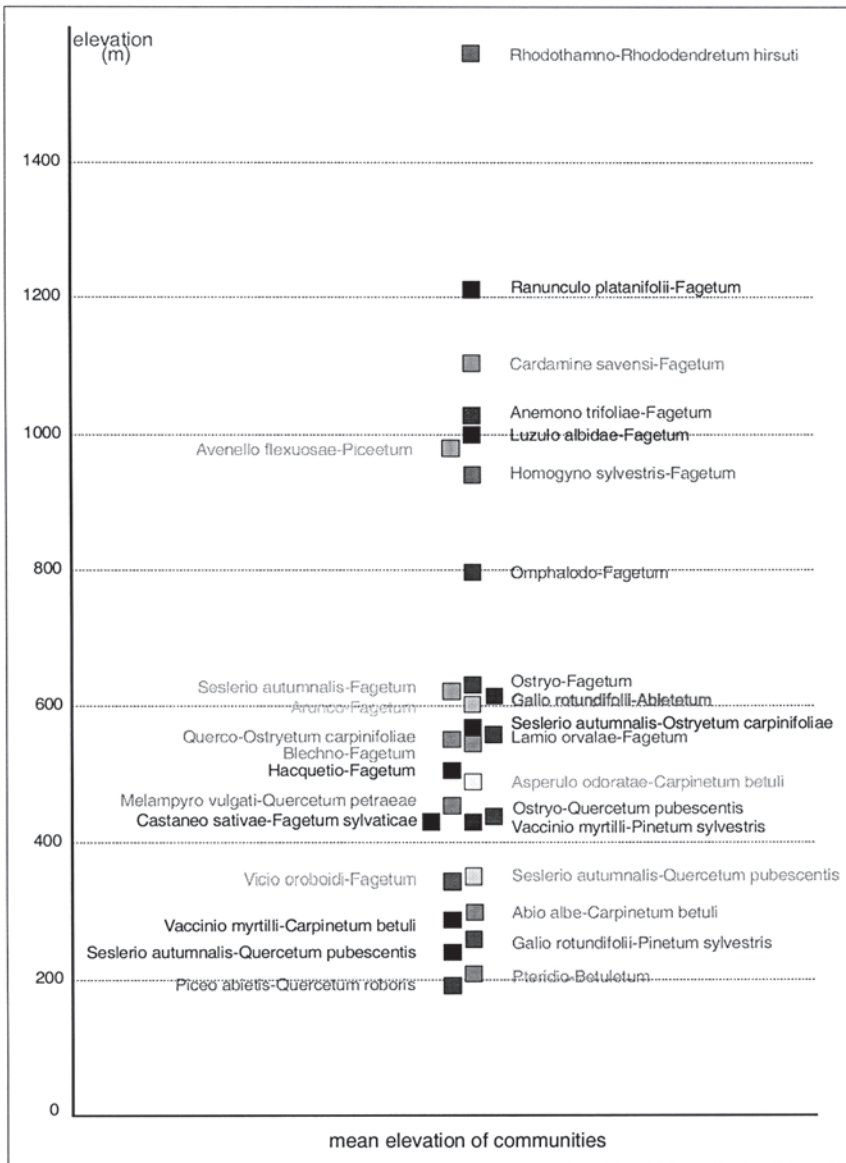
Značilen je tudi višinski razpored nekaterih bolj razširjenih gozdov v Sloveniji (slika 7). V nižinah so razširjeni gozdovi gabra, puhastega hrasta in bora, nato prevladujejo gozdovi bukve in na večjih nadmorskih višinah gozdovi smreke in rušja.

V nadaljevanju bomo prikazali primerjavo nekaterih podatkovnih plasti z vegetacijskim slojem, in sicer z zmerno acidofilno združbo bukve in kostanja (*Castaneo-Fagetum*), termofilno združbo bukve in črnega gabra (*Ostryo-Fagetum*), altimontansko združbo bukve in platanolistne zlatice (*Ranunculo plataniifolii-Fagetum*) ter mezofilno montansko združbo bukve in spomladanske torilnice (*Omphalodo-Fagetum*).

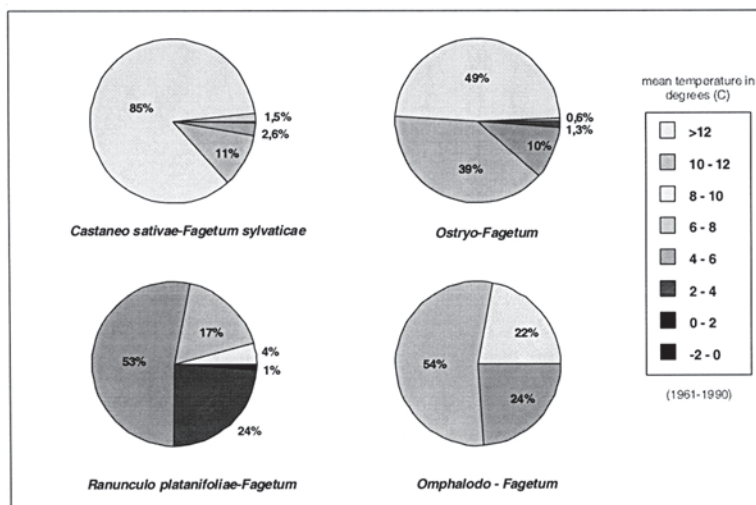
Na grafu, ki prikazuje razporeditev združb glede na temperaturne pasove (slika 8), lahko ugotovimo, da je najbolj termofilna združba bukve in pravega kostanja (*Castaneo-Fagetum*), ki uspeva pretežno na območju, kjer so povprečne letne temperature med 8 in 10 °C. Termofilna združba bukve in črnega gabra (*Ostryo-Fagetum*) uspeva v območju med 4 in 10 °C, združba bukve in spomladanske torilnice (*Omphalodo-Fagetum*) je pretežno v območju med 6 in 8 °C, delno pa tudi v območju od 8 in 10 °C kot tudi od 4 do 6 °C. Najbolj frigidofilna pa je združba bukve in platanolistne zlatice (*Ranunculo plataniifolii-Fagetum*), ki je razširjena na območju med 4 in 6 °C, delno pa tudi med 6 in 8 °C ter od 2 do 4 °C.

Podobna je primerjava padavin in združb (slika 9). Združba bukve in kostanja (*Castaneo-Fagetum*) se pojavlja na bolj kserofilnih rastiščih, večinoma na območju, kjer pade manj kot 1400 mm padavin. Bolj mezofilna je združba bukve in črnega gabra (*Ostryo-Fagetum*), ki se ne pojavlja na območjih, kjer je manj kot 1200 mm padavin. Najbolj mezofilni sta združbi bukve in spomladanske torilnice (*Omphalodo-Fagetum*) in združba bukve in platanolistne zlatice (*Ranunculo plataniifolii-Fagetum*), ki ju najdemo na najbolj namočenih območjih Slovenije.

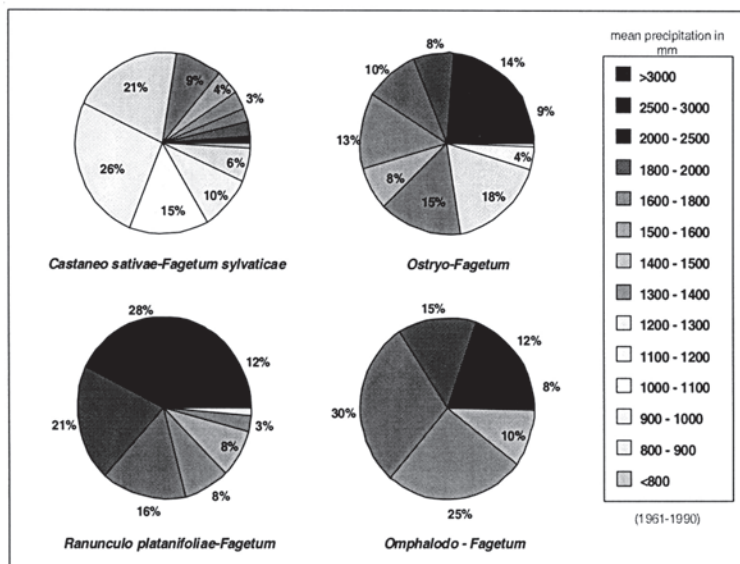
Pri analizi vegetacije glede na nagib terena (slika 10) smo ugotovili, da uspevata na najbolj položnih območjih združbi bukve in kostanja (*Castaneo-Fagetum*) ter bukve in spomladanske torilnice (*Omphalodo-Fagetum*), kjer se več kot polovica površine omenjenih združb nahaja na



Slika 7. Višinska porazdelitev nekaterih gozdnih združb.
Figure 7. Altitudinal distribution of some forest communities.

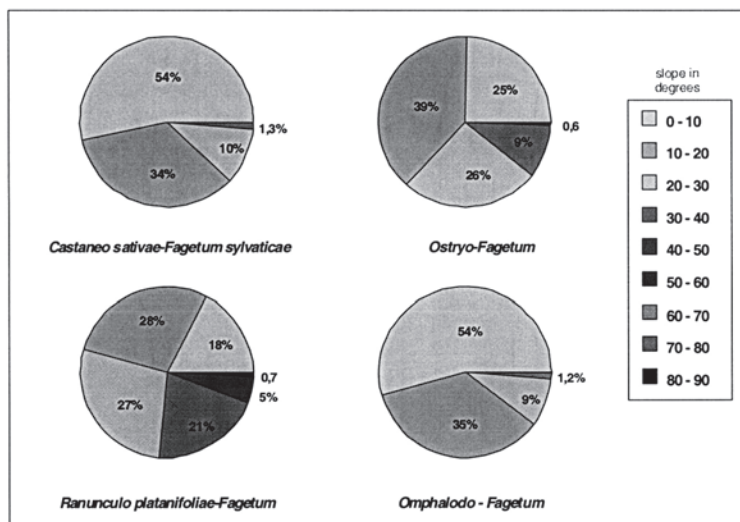


Slika 8. Kombinacija povprečnih letnih temperatur in izbranih štirih združb.
Figure 8. Combination of mean annual temperatures and selected associations.



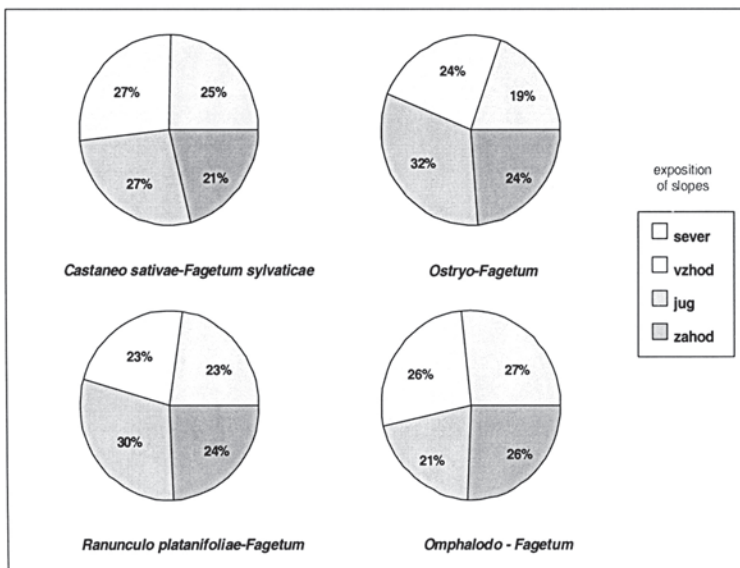
Slika 9. Kombinacija povprečnih letnih padavin in izbranih štirih združb.

Figure 9. Combination of mean annual precipitations and selected associations.



Slika 10. Kombinacija nagibov in izbranih štirih združb.

Figure 10. Combination of inclinations and selected associations.



Slika 11. Kombinacija ekspozicij in izbranih štirih združb.

Figure 11. Combination of aspects and selected associations.

območju z nagibom, manjšim kot 10°. Na bolj strmih območjih najdemo združbo bukve in črnega gabra (*Ostryo-Fagetum*), na najbolj strmih pa združbo bukve in platanolistne zlatice (*Ranunculo platanifolii-Fagetum*), ki uspeva na nagibih do 50°.

Glede na ekspozicijo (slika 11) se med obravnavanimi združbami ne kažejo izrazite razlike. Ugotovili smo, da termofilno bukovje (*Ostryo-Fagetum*) uspeva pretežno na južnih ekspozicijah, podobno tudi združbi bukve in platanolistne zlatice (*Ranunculo platanifolii-Fagetum*) in bukve in pravega kostanja (*Castaneo-Fagetum*), medtem ko je na hladnejših ekspozicijah razširjena združba bukve in spomladanske torilnice (*Omphalodo-Fagetum*).

4. ZAKLJUČEK

Z našo raziskavo smo v praksi potrdili uporabnost orodij GIS in njihovih analiz. Analize pri tem ne služijo zgolj za pridobivanje statističnih podatkov, kot so površine, obsegi, oddaljenosti, razmerja ipd., pač pa nam služijo tudi za pridobivanje novih podatkov, ki podajajo popolnejšo informacijo in izpopolnjujejo naše poznavanje vegetacije. Hkrati nam omogočajo izvajanje kontrole podatkov in takojšnje posodabljanje le-teh, z vključevanjem podatkov nekaterih drugih ved pa dobijo naši rezultati novo dimenzijo.

Ugotovili smo, da so uporabljeni podatki o reliefu ter klimi, s katerimi smo izvajali analize vegetacije, primerne natančnosti in uporabni za naše potrebe, pri tem pa smo morali pravilno izbrati podatke, da so bili analize in rezultati, glede na vsebino naših podatkov (merilo, št. kategorij), smiselni.

Pri izvajanju analiz v okolju GIS ne gre zgolj za suhoparno računalniško podprto opravilo, saj ima pri tem človek še vedno možnost presoje, katere podatke bo vključil v raziskavo in kako bo razlagal rezultate glede na svoje potrebe. Na primer: predstavitev rezultatov v analogni oz. tiskani obliki je velikokrat končni rezultat raziskav, v našem primeru je to lahko vegetacijska karta; katere vsebine pa bodo tam prikazane, je odvisno od tega, kaj želimo prikazati in ne kaj vse se da prikazati. Tako je analogni prikaz vegetacije bolj sprejemljiv, če na njem ni podatkov senčenja, o naklonih pobočij ali o ekspozicijah, saj bi s tem spremenili osnovne odtenke barv, ki predstavljajo posamezne združbe. Karta bi tako postala manj pregledna, njena uporabna vrednost bi bila s tem zmanjšana. Na drugi strani pa je vključitev omenjenih slojev v

digitalni obliki, se pravi pri izdelavi digitalne karte, uporabna, saj tako dobimo dodatne informacije o rastiščnih razmerah, ki vplivajo na vegetacijo. Odvisno od potreb lahko vključujemo zelene podatkovne plasti, to pa je, poleg poizvedovanja po vsebini elementov digitalne karte (npr. vrsta, položaj, velikost poligona neke vegetacije ipd.), osnovna operacija in prednost, ki jo GIS omogoča.

5. ZAHVALA

Članek sva pripravila ob sodelovanju dr. Lojzeta Marinčka, ki se mu zahvaljeva za mnoge razgovore in ideje, ki so nama omogočili delo z vegetacijskimi podatki in pripravo tega prispevka.

6. SUMMARY

Analysis of the forest communities with the application of the GIS operations

Vegetation, as one of the most presenting geographic element, have been an object of investigation of Institute of Biology at ZRC SAZU for many years. The investigation begun in 1955 and was followed by systematic mapping project of Vegetation of Slovenia in 1962.

The aim of investigation was to analyse the Vegetation map of forest communities of Slovenia 1:400,000 and to compare the results to the common knowledge about these communities. For the analyses the program package ArcInfo/ArcView was applied as well the digitised version of the vegetation map and the digital terrain model. For the purpose of presentation the most common 30 associations out of 60 were taken into consideration.

First the coverage of some communities have been calculated and there is a list of some the most widely distributed:

Associations	Surface (km ²)
<i>Castaneo sativae-Fagetum sylvaticae</i>	2695
<i>Omphalodo vernae-Fagetum</i>	1365
<i>Ostryo carpinifoliae-Fagetum</i>	1091
<i>Blechno spicantis-Fagetum</i>	723
<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	693
<i>Anemono trifoliae-Fagetum</i>	527
<i>Avenello flexuosae-Piceetum</i>	453
<i>Hacquetio epipactidis-Fagetum</i>	364
<i>Galio rotundifolii-Abietetum</i>	313
<i>Ostryo-Quercetum pubescentis</i>	313

<i>Abio albae-Carpinetum betuli</i>	276
<i>Ranunculo platanifolii-Fagetum</i>	266
<i>Asperulo odoratae-Carpinetum betuli</i>	266
<i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i>	235

and the average surface of individual plot. Only the biggest and the smallest associations are on the list:

Associations	N ^o of plots	Surface (km ²)
<i>Cardamine savensi-Fagetum</i>	2	40,22
<i>Omphalodo vernaе-Fagetum</i>	40	34,14
<i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i>	2	31,00
<i>Avenello flexuosae-Piceetum</i>	22	20,69
<i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i>	14	14,45
<i>Asperulo odoratae-Carpinetum betuli</i>	20	13,28
<i>Anemomo trifoliae-Fagetum</i>	53	9,57
<i>Pruno padi-Carpinetum</i>	29	0,93
<i>Molinio-Quercetum pubescentis</i>	32	0,92
<i>Alnetum glutinosae s. lat.</i>	27	0,86
<i>Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli</i>	43	0,85
<i>Hacquetio epipactidis-Piceetum</i>	3	0,06
<i>Aceri-Fraxinetum s.lat.</i>	16	0,06

Then the accuracy of vegetation map was tested on the example of the thermophilous association *Cythiantho-Ostryetum*, where the vegetation map was correlated with the map of aspects (Fig. 3, 4). It was found out the data correspond with the description of the association from literature source.

It have been tried to demonstrate the suitability and accuracy of the GIS operations also on the example of four vegetation types: the lowland beech forest *Castaneo sativae-Fagetum sylvaticae* (M. Wraber 1955) Marinček & Zupančič (1979) 1995 (non *Castaneo sativae-Fagetum moesiacaе* Glišič 1954), the thermophilous beech forest *Ostryo carpinifoliae-Fagetum* M. Wraber ex Trinajstić 1972, the montane *Omphalodo vernaе-Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et al. 1993 and the altimontane *Ranunculo platanifolii-Fagetum* Marinček et al. 1993.

Then the altitudinal distribution of the *Ostryo carpinifoliae-Fagetum* (Fig. 5) and of the *Omphalodo-Fagetum* (Fig. 6), as well as the average altitudinal distribution of some most common forest associations in Slovenia (Fig. 7) have been presented.

Four associations mentioned above have been correlated with annual temperatures (Fig. 8), mean annual precipitations (Fig.9), slope inclination (Fig. 10) and aspect (Fig. 11). The results correspond to the common knowledge about those communities.

It have been confirmed that the Vegetation map of forest communities of Slovenia 1:400.000

correspond to the data about inclination, aspect, altitude, temperature and precipitation. It was find out that the technology is suitable for estimation of quality of input data. The results enable the evaluation of the accuracy and improvement of the quality of data.

7. LITERATURA

- ARC/INFO, 1998: ArcDoc. Environmental System Reseach Institute, Redlands, ZDA.
- Braun-Blanquet (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Springer, Wien. 865 pp.
- Čarni A., Marinček, L., Seliškar, A. & Zupančič, M. (2002): Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400.000. Založba ZRC, Ljubljana.
- Dakskobler, I. (1996): Comparison between beech forest of suballiances *Ostryo-Fagenion* Borhidi 1963 and *Cephalanthero-Fagenion* Tx. 1955 ex Tx. & Oberd. 1958. Annali dei Musei Civici di Rovereto 11: 175-196.
- Marinček, L. (1987): Bukovi gozdovi na Slovenskem. Delavska enotnost, Ljubljana. 153 pp.
- Marinček L. (1996): Prispevek k poznavanju asociacije *Ostryo-Fagetum* M. Wraber ex Trinajstić 1972. Razprave IV. razreda SAZU 37(3): 119-146.
- Marinček, L. & Čarni, A. (2002): Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400.000. Založba ZRC, Ljubljana.
- Marinček L., Poldini, L. & Zupančič, M. (1989): Beitrag zur Kenntniss der Gesellschaft *Anemomo-Fagetum*. Razprave IV. razreda SAZU 30(1): 3-64.
- Marinček, L. & Zupančič, M. (1979): Donos k problematiki acidofilnih bukovih gozdov v Sloveniji. 2. kongres ekologov Jugoslavije 1, Zadar-Plitvice, pp. 715-720.
- Marinček, L. & Zupančič, M. (1995): Nomenklatura revizija acidofilnih bukovih in gradnovih gozdov zahodnega območja ilirske florne province. Hladnikia 4: 29-35.
- Podobnikar, T. (2001): Digitalni model reliefa iz geodetskih podatkov različne kakovosti. Doktorska disertacija št. 140. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 343 pp.
- Puncer, I. (1980): Dinarsko jelovo bukovih gozdovi na Kočevskem. Razprave IV. razreda SAZU 22: 407-561.

- Puncer, I. (1984): Kartiranje vegetacije in vegetacijska kartografija. Tolmač k vegetacijskim kartam I. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana. 51 pp.
- Tregubov, V. (1957): Prebiralni gozdovi na Snežniku. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, znanstvena dela 4, 165 pp.
- Tregubov V. (1962): Naravni sestoji macesna v Sloveniji in gospodarjenje z njimi. Zbornik Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije 3: 29-143.
- Wraber, M. (1961): Termofilna združba gabrovca in omelike v Bohinju (*Cythisantho-Ostryetum* Wraber assoc. nova). Razprave IV. razreda SAZU 6: 5-50.
- Wraber, M. (1966): Über eine thermophile Buchenwald-Gesellschaft (*Ostryo-Fagetum*) in Slowenien. Angewandte Pflanzensoziologie 18/19: 279-288.
- Wraber T. & Zupančič, M. (1996): Gozdne združbe. In: Javornik, M. (ed.) Enciklopedija Slovenije 10, Mladinska knjiga, Ljubljana, pp. 88-91.
- Zupančič, M. (2000): Geobotanične in vegetacijske raziskave. In: Čarni, A. (ed.): 50 let Biološkega inštituta Jovana Hadžija. Založba ZRC, Ljubljana, pp. 37-44.