

FITOCENOLOŠKA ISTRAŽIVANJA ŠUMSKIH EKOSUSTAVA NA POČETKU 21. STOLJEĆA*

PHYTOCOENOLOGICAL RESEARCH IN FOREST ECOSYSTEMS AT THE BEGINNING OF THE 21ST CENTURY

Igor DAKSKOBLER**

SAŽETAK: Fitocenologija proučava uzajamne odnose među biljkama koje se pojavljuju u zajednicama. U Sloveniji i Hrvatskoj se uvriježila tzv. srednje-eurovska (Braun-Blanquetova) metoda. U 20. stoljeću ta metoda doživjela je veliki razvoj i zamah, a njena otkrića mnogo su koristila šumarima kao pomoć pri planiranju šumskog gospodarstva i u suvremenom uzgajanju šuma, posebice za grupno postupno uzgajanje i slobodnu tehniku. Razvoj brzih i visoko učinkovitih osobnih računala u 80-im godinama prošloga stoljeća, omogućio je masovnu i razmjerno jednostavnu uporabu matematičkih metoda, ponajprije multivarijatne statistike u vrednovanju, klasifikaciji i poređenju fitocenoloških snimaka. Računala omogućuju stvaranje opsežnih baza fitocenoloških podataka koje fitocenolozi uspješno koriste te pomoću njih izrađuju suvremene preglede šumske i grmolike vegetacije širih područja. Korištenje i obrada velikog broja snimaka u mnogočemu je promijenila poglede na temeljnu jedinicu sintaksonomskoga sustava, na asocijaciju i na pojam svojstvenih i razlikovnih (diferencijalnih) vrsta. Usprkos velikom razvoju i sadašnjoj širokoj razgranatosti različitih pristupa u proučavanju vegetacije, temelji fitocenološkog proučavanja šumskih ekosustava i u 21. stoljeću ostaje poznavanje biljaka, dakle botaničko znanje. Šumske zajednice, asocijacije kao apstraktne jedinice, trebale bi biti ne samo floristički (što matematička obrada može prikladno osigurati), već i ekološki utemeljene, njihove sastojine na terenu prepoznatljive šumarima (praktičarima), a fitocenološki opisi trebali bi im pomoći u konkretnim zahvatima (sječi), planiranju i proučavanju.

Ključne riječi: fitocenologija, povijesni razvoj, multivariatne metode, Slovenija, Hrvatska.

UVOD – Introduction

Fitocenologija proučava uzajamne odnose među biljkama koje se pojavljuju u zajednicama. Istražuje ovisnost biljaka o živom i neživom okolišu (podneblju, matičnoj podlozi, mineralnom sastavu tla). Objašnjava selektivno djelovanje prirode uslijed kojega se iz preživjelih vrsta drveća, grmlja i drugog raslinja oblikuju

staništu prilagođene zajednice biljaka, nudi pregled tih zajednica i njihove promjene kroz vrijeme (D. Robič, in litt.). Članak uključuje sažet povijesni razvoj fitocenologije u Srednjoj Europi i opis nekih problema u savremenom fitocenološkom istraživanju šumskih ekosustava, s posebnim osvrtom na Sloveniju i Hrvatsku.

POVIJESNI RAZVOJ – History

Fitocenologija se razvila u 19. stoljeću, usporedo s fitogeografijom (= florističkom geobotanikom). Začetnik

proučavanja biljnoga plašta (vegetacije) bio je njemački prirodoslovac Alexander Humboldt (1769–1859). Is-

* Referat održan na obilježavanju 110. obljetnice Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

** Igor Dakskobler, Biološki institut ZRC SAZU, Regijska raziskovalna enota (Regijska iztraživačka jedinica) Tolmin, Brunov drevored 13, SI 5220 Tolmin

prva su tu novu znanost nazvali fitosociologija (izraz je nastao u Rusiji krajem 19. stoljeća), da bi 1918. njemački botaničar H. G a m s uveo pojam fitocenologija.

U zapadnim jezicima najčešće susrećemo izraze Phytosociology, čak i Phytocoenology (ang.), Pflanzensoziologie (njem.), Fitosociologia (tal.), Phytosociologie (fr.). Fitocenologija se, dakle, razvila u trenutku kada su botaničari prestali promatrati samo pojedinačne biljke, a počeli promatrati i način na koji se na određenom području mijenja čitava vegetacija. Predmet njihovog zanimanja postale su biljne formacije ili zajednice biljaka u odnosu na njihov okoliš. Takva fitogeografska, odnosno vegetacijska opažanja, prisutna su već u botaničara krajem 19. odnosno početkom 20. stoljeća – npr. u našoj blizini u Franca K r a š a n a, Günthera B e c k a i Luja A d a m o v i ć a.

Važnu prekretnicu označio je botanički kongres u Bruxellesu (1910) na kojemu je definiran pojam asocijacije. Označili su je kao biljnu zajednicu određenog florističkog sastava, jedinstvenih stanišnih prilika i jedinstvenog vanjskog izgleda (fizionomije). Asocijacija je tako postala temeljna jedinica florističke sintaksonomije (slično kao vrsta kod živih bića). Asocijacije sličnog izgleda objedinjavali su u formacije.

Usljedio je brz razvoj, s time da su se u različitim područjima svijeta razvile različite metode, a pozornost posvećivala različitim problemima. Govorimo o tzv. fitocenološkim metodama ili školama, među kojima se u literaturi često spominju četiri: anglo-američka, koja je biljne zajednice shvaćala izrazito dinamično, u bliskoj vezi s njihovim okolišem, zatim ruska škola, čije je težište bilo na proučavanju međusobnih odnosa između vrsta u zajednici i na proučavanju načina na koji se borba za opstanak manifestira u njihovoj građi, skandinavski škola, koja je bila posvećena poglavito florističkom sastavu zajednica koje je razlikovala po stalnosti (konstantnosti) vrsta. Najjače se uvriježila tzv. srednjeeuropska metoda, koja se po jednom od njenih utemeljitelja, Josiasu Braun-Blanquetu (1884–1980) često naziva i Braun-Blanquetova ili po mjestima nastanka ciriško-montpelieška metoda (u Sloveniji i u Hrvatskoj najbolje prihvaćena metoda proučavanja šumske vegetacije, po drukčijoj je metodi vegetaciju u Sloveniji proučavao M. Piskernik). Njen je pristup florističko-sociološki (cenološki). Biljne zajednice shvaća kao tipove vegetacije koje raspoznajemo po njihovom florističkom sastavu. On je vjeran odraz uzajamnih odnosa među vrstama i stanišnih uvjeta u kojima određena zajednica uspijeva. Pojedine vrste florističkog sastava te odnose u zajednici i između zajednice i okoliša posebno označavaju. Ekološki slične vrste, koje nazivamo dijagnostičke vrste: svojstvene i razlikovne (diferencijalne) vrste i stalne pratilice, srednjeeuropska metoda koristi za razvrstavanje konkretnih sastojina vegetacije, odnosno fitoce-

noza ili biljnih zajednica u prostoru, vremenu i potpuno određenim stanišnim prilikama, u hijerarhijski sustav čija je temeljna jedinica asocijacija. To je dakle apstraktna jedinica sličnih fitocenoza (zajednica) koju smo dobili odgovarajućim izlučivanjem nebitnih pojedinosti. Upravo stoga što biljnim zajednicama posredno možemo opisati čitav niz čimbenika okoliša (geološku podlogu, tlo, podneblje, vegetaciju), fitocenologija se proširila na brojna područja, a posebno na šumarstvo. Pioniri fitocenoloških istraživanja u Sloveniji Gabrijel T o m a ž i ć (1901–1977), Maks W r a b e r (1905–1972) i Vladimir T r e g u b o v (1904–1973) uglavnom su proučavali šumske zajednice. Pioniri fitocenoloških istraživanja u Hrvatskoj, Ivo H o r v a t (1897–1963) i Stjepan H o r v a t i ć (1899–1975), iako svestrani botaničari, proveli su i temeljita istraživanja šumskih zajednica. U tom je pogledu pionirski rad I. Horvata iz 1938.: Biljno-sociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Fitocenologija se u šumarskoj praksi u Sloveniji i u Hrvatskoj ustalila tek nakon drugog svjetskog rata (ponegdje u Srednjoj Europi već i prije). Ubrzo po završetku rata izašle su Horvatove knjige Nauka o biljnim zajednicama (1949) i Šumske zajednice Jugoslavije (1950).

Velike zasluge za prodor fitocenologije u šumarstvo u Sloveniji uz Maksa Wrabera i Vlade Tregubova, ima prvenstveno prof. Dušan M l i n š e k, koji je diplomirao na zagrebačkom šumarskom fakultetu, a u Hrvatskoj prof. Milan Anić. Obojica su naime naglašavala važnost poznavanja i poštivanja staništa u suvremenom uzgajanju šuma, i to posebice za grupno postupno uzgajanje i slobodnu tehniku uzgajanja šuma. U Sloveniji je krajem 50-ih, te u 60-im i 70-im godinama, cvalo zlatno doba fitocenologije. G. Tomažič, V. Tregubov, ali ponajprije Maks Wraber sa svojim suradnicima, napisali su brojne članke, studije i elaborate u kojima su po srednjeeuropskoj metodi opisali šumske zajednice gospodarski najvažnijih područja Slovenije (npr. dinarska jelovo-bukova šuma, alpska bukova šuma, termofilne bukove šume, subalpinska smrekova šuma itd.). Prvo pregledno djelo o šumskoj vegetaciji Slovenije napravio je M. Wraber (1960). Sljedeća generacija šumarskih fitocenoologa (Ž. Košir, M. Zupančič, L. Marinček, I. Puncer, M. Accetto, D. Robič i drugi) većinom se već školovala na novoosnovanom šumarskom odsjeku Agronomskog (kasnije Biotehničkog) fakulteta u Ljubljani, gdje su kao samostalan predmet slušali i fitocenologiju. Postali su dobri kartirci i dali vrijedan doprinos detaljnom kartiranju (na razini subasocijacija) u mjerilu 1:10.000 i izradi pregledne vegetacijske karte za čitavu Sloveniju (u mjerilu 1:100.000), koju smo dobili 1974 (Košir i suradnici). Karte šumskih zajednica postale su temelj za planiranje šumskog gospodarstva i šumskog uzgoja, a šumarski stručnjaci su na studiju usvojili ne samo

osnovna znanja o botanici i dendrologiji, već i o ekologiji i biljnim zajednicama. Sredstva za fitocenološka proučavanja i kartiranje šumskih zajednica uglavnom su osiguravala šumarska gospodarstva iz tzv. biološke amortizacije (određeni postotak od prodanoga drva). Približno polovica slovenskih šuma tada je, do kraja 80-ih, fitocenološki kartirana u mjerilu 1:10.000. Slična je situacija bila i u drugim krajevima tadašnje Jugoslavije, a suradnja fitocenoologa bila je vrlo dobra. To je bilo i "zlatno" doba Istočnoalpsko-dinarskog društva za proučavanje vegetacije koje je povezivalo proučavatelje vegetacije u Jugoistočnim Alpama i u Dinarskom gorju, ali i šire (društvo je osnovano 1960., a osnivači su bili E. Aichinger, S. Pignatti i M. Wraber). Rezultat plodnih kontakata tadašnjih jugoslavenskih fitocenoologa bila je karta prirodne potencijalne vegetacije Jugoslavije u mjerilu 1:1.000.000 (urednici B. Jovanović, R. Jovanović i M. Zupančič 1986) i iste godine pregled kartiranih sintaksona (*Prodromus phytocoenosum Jugoslaviae ad mappam vegetationis m 1:200.000*, glavni redaktor M. Zupančič). Rezultati tadašnjeg rada sadržani su i u Karti prirodne vegetacije Europe u mjerilu 1:2 500 000 (Bohn et al. 2000).

Fitocenologija je u Srednjoj Europi u poslijeratnim godinama doživjela velik razvoj i zamah. Spomenimo samo neke osnovne radove iz toga razdoblja. Oberdorferov pregled biljnih zajednica južne Njemačke (1957), Ellenbergov opis metoda vegetacijskih proučavanja (1956) i prvo izdanje njegove Vegetacije Srednje Europe (1963), opis šumskih zajednica i šumskih staništa Švicarske (Ellenberg & Klötzli 1972) i posthumno izdanje Horvatovog životnog djela u knjizi o vegetaciji Jugoistočne Europe (Horvat, Glavač & Ellenberg 1974). Iste je godine objavljen i temeljit opis vegetacijske ekologije u kojemu je dobro zastupljena i srednjeeuropska metoda (Mueller-Dombois &

Ellenberg 1974). Slična pregledna djela u tim su desetljećima izlazila i u drugim državama gdje su vegetaciju proučavali po srednjeeuropskoj metodi (npr. tadašnja Čehoslovaška, Mađarska, Poljska, Francuska i dr.).

Već se u tim godinama uvriježilo ekološko vrednovanje biljaka, odnosno indikacijske vrijednosti biljaka. Botaničari tj. ekolozi, poglavito su na temelju spoznaja iz iskustva, a manje konkretnih mjerenja, npr. u Mađarskoj (Zólyomi i suradnici 1967), u Švicarskoj (Landsolt 1977), u Njemačkoj (Ellenberg i suradnici 1974, 1991) čitavu floru određenog područja (ne samo papratnjače i sjemenjače, već neki i mahovine i lišajevе) počeli vrednovati s obzirom na ekološke potrebe vrsta za vlagom, svjetlošću, toplinom, dubinom, skeletnošću i kiselošću tla, hranjivima u tlu, visinskom pojasu i podneblju uspijevanja, osjetljivošću na sol u tlu i sl. Primjena (bio)indikacijskih vrijednosti (ordinalna skala od 1 do 5, ili od 1 do 9 odnosno od 1 do 12 i sl.) postala je korisno pomagalo u vegetacijskim istraživanjima, uzimajući u obzir da se radi o ocjenama za ordinalne varijable (brojeve čije vrijednosti omogućuju razvrstavanje jedinica po veličini) i da biljke u različitim područjima često drukčije reagiraju na okoliš. One nam dakle mogu pomoći u slučajevima kada nisu provedena detaljnija (i naravno mnogo skuplja) mjerenja, a njihovo statističko vrednovanje može biti upitno, jer su to ordinalne vrijednosti (npr. već izračuni aritmetičke sredine, mnogo je prikladniji medijan). U svakom se slučaju Ellenbergove indikacijske vrijednosti (usavršene) u Srednjoj Europi i šire koriste i danas, dok pojedine države razvijaju za svoju floru svoje bioindikacijske vrijednosti, npr. Pignatti (2005) za floru Italije. U Sloveniji je izvornu metodu ekološkog vrednovanja fitocenoza pomoću njihovog biljnog sastava i na temelju toga vrednovanje proizvodne sposobnosti šumskih staništa razvio Košir (1992).

SADAŠNJE STANJE – Present condition

Velik preokret u vegetacijskim istraživanjima po srednjeeuropskoj i drugim metodama donio je razvoj računala. Različiti računski pristupi, npr. koeficijenti sličnosti, imaju već dugu tradiciju u vrednovanju fitocenoloških snimaka, spomenimo samo najjednostavniji Sørensenov kvocijent sličnosti (1948, vidi i Češka 1966). Detaljni pregledi koji uključuju i matematičke pristupe u obradi vegetacijskih podataka pojavili su se već 70-ih godina (npr. Whittaker 1973, Orloci 1978). No, tek je razvoj brzih i visoko učinkovitih osobnih računala 80-ih godina prošloga stoljeća, omogućio uistinu masovnu i razmjerno jednostavnu uporabu matematičkih metoda, ponajprije multivarijatne statistike (npr. hijerarhijske klasifikacije i ordinacijskih metoda) u vrednovanju, klasifikaciji i poređenju fitocenoloških snimaka. Vegetatio, znanstvena revija Me-

đunarodne udruge za vegetacijsku ekologiju tako je 1989. posvetila dvobroj teoretskom eseju o tim novim pristupima u proučavanju i vrednovanju vegetacije. Jedan od prvih svjetski rasprostranjenih računalnih programa koji je omogućio numeričku klasifikaciju vegetacijskih podataka, a koji se uspješno koristi i danas, bio je TWINSPAN (Hill 1979). Kasnije su se pojavili i drugi programski paketi, npr. MULVA (Wildi & Orloci 1996), CANOCO (Ter Braak & Šmilauere 2002), PC-ORD (McCune & Mefford 2006), SYN-TAX (Podani 2001), JUICE (Tichy 2002) koji omogućuju uporabu više ili manje prilagođenu korisniku te pomoć u uređivanju fitocenoloških snimaka i njihovoj klasifikaciji s obzirom na čimbenike okoliša. Danas većina fitocenoologa, i onih koji primjenjuju srednjeeuropsku metodu, svoje snimke uređuje pomoću

tih metoda. No, nekoliko je pitanja i dvojbi vezanih za njihovu uporabu. Srž problema je u subjektivnom izboru pokusnih ploha (naše mjerilo u izboru istih je homogenost staništa i sastojine) i subjektivna procjena obilnosti odnosno pokrovnosti vrsta. Najčešće primjenjujemo 6 ili 7-stupanjsku ljestvicu (r, +, 1, 2, 3, 4, 5), koje za potrebe numeričkih analiza pretvaramo npr. u ordinalnu (numeričku) skalu od 1 do 9 (van der Maarel 1979.). Matematički obrazovani botaničari vode rasprave o korektnim postupcima za numeričku obradu ordinalnih polaznih podataka. Neki, npr. Podani (2005) drže da su za te podatke primjerena samo ordinalna klasifikacija i nemetričke ordinacijske metode. Drugi to poriču. Slično je i sa statističkom analizom podataka dobivenih na neslučajni (subjektivni) način, kakve su i naše fitocenološke snimke. Na temu kada i koliko je ona prikladna, postoje važne studije (u kojima je moguće razabrati različita *pro et contra* stajališta stručnjaka) u reviji *Folia geobotanica* (Herben & Chytrý 2007). Prilično široko prihvaćena spoznaja je da srednjeeuropskom metodom možemo razmjerno brzo, jednostavno i jeftino dobiti korisne podatke o vegetaciji i njenim vezama s okolišem. Ukoliko nam je na raspolaganju više vremena i sredstava, imamo li drukčije ciljeve i zahtjeve, istraživanje ćemo postaviti drukčije, i to na način da ćemo biljke npr. brojati, detaljno procijeniti njihovu pokrovnost, a plohe postaviti slučajno ili bar stratificirano slučajno. Tada će biti moguća i šira i neproblematična primjena statističkih metoda pri obradi podataka. Činjenica je da visoko učinkovita računala omogućuju stvaranje opsežnih baza, već povijesnih, fitocenoloških snimaka starih više desetljeća ili čak pola stoljeća, koja su provedena po srednjeeuropskoj metodi (dakle subjektivnim izborom ploha). Vrlo je korisno, gotovo neophodno, da su georeferencirani, dakle da imamo što detaljnije podatke o lokacijama. Primjer jedne takve vrlo upotrebljive i korištene baze podataka vegetacijskih snimaka je TURBOVEG (Hennekens & Schaminée 2001) i u brojnim državama pomoću tog alata vode tzv. nacionalne baze fitocenoloških snimaka (npr. u Nizozemskoj, Češkoj, Slovačkoj, Austriji i u Sloveniji – Šilc 2006, a najvjerojatnije i u Hrvatskoj). Kada bi te snimke zbog njihovog statistički problematičnog (subjektivnog i neslučajnog) nastanka potpuno odbacili, odbacili bi i vrlo dragocjene ekološke podatke. Zato te baze mladi “intelektualni ekolozi”, kako ih naziva G. Grabherr, uspješno koriste, svjesni njihovih ograničenja i mogućih zamki te pomoću njih izrađuju također suvremene preglede vegetacije širih područja, npr. uzmimo primjer iz našeg susjedstva, sintezu šumske i grmolike vegetacije Austrije (Willner & Grabherr 2007).

Korištenje i obrada velikog broja snimaka zasigurno je u mnogočemu promijenila poglede npr. na temeljnu jedinicu sintaksonomskoga sustava, na asoci-

jaciju i na pojam svojstvenih i razlikovnih (diferencijalnih) vrsta. Willner (2006) tako asocijaciju definira kao najmanju floristički, fizionomski, stanišno i geografski više ili manje jednoznačno prepoznatljivu biljnu zajednicu. Biljne zajednice koje više ne odgovaraju napisanom kriteriju, uvrštava u nižu sintaksonomsku jedinicu, subasocijaciju. Pri izboru dijagnostičkih vrsta autori koriste različite računске postupke. Velik broj snimaka koje stratificirano slučajno (da određena područja ne bi bila previše zastupljena) izabiru za obradu, što im omogućuje prilično objektivnan način izračuna povezanosti vrsta s određenim sintaksonima, njihove dijagnostičke vrijednosti (na primjer s tzv. phi-koeficijentom – Tichý & Chytrý 2006). Mnoge na klasičan način opisane asocijacije ne “izdrže” takve numeričke provjere i u pravilu tzv. formalizirana klasifikacija reducira broj sintaksonomskih jedinica neke vegetacijske formacije (npr. šumskih zajednica) određenog područja. No, pitanje je da li je takva redukcija utemeljena na stvarnim stanišnim prilikama i u stvarnim fitocenoza.

Upravo velik broj novih temeljnih jedinica, dakle asocijacija, predstavlja problem koji uvelike pogađa i šumarske fitocenologe. Uzmimo primjer šumskih zajednica jugoistočno alpsko-dinarskog područja. Horvatove i Wraberove bukove asocijacije bile su opisane u prilično širokom ekološkom rasponu. Košir (1962 i 1979) i kasnije Marinček (1987) ukazali su na potrebu za njegovim sužavanjem upravo zato, da bi ekološki jasno ograničene zajednice mogle biti bolja podloga za rad šumara. S istraživanjima rubnih šumskih staništa koja u razdoblju u kojemu je težište bilo na proučavanju gospodarskih šuma nisu detaljnije pregledana, još se znatno povećao broj novih asocijacija. A nova imena i nove zajednice kod korisnika često izazivaju otpor, budući da im ruše ustaljenu shemu poznavanja šumskih staništa. Još je veći problem nepoštivanje ili površno iščitavanje Kodeksa fitocenološke nomenklature (zadnje izdanje, Weber et al. 2000) prilikom davanja imena tim novim zajednicama. Kodeks nije savršen, može se reći da je on nužno zlo (a budući da nismo svi pravnici, njegova nam pravila i članci stvaraju probleme, zbog čega su nesporazumi razumljivi), iako je bolje da ga poštujemo, nego da svatko postavlja svoja pravila. Za šumarsku je praksu dakle još više od “inflacije” novih asocijacija problematična inflacija njihovih (često) nevaljanih ili nevaljano opisanih (tipiziranih) imena.

U kojem će smjeru ići razvoj šumarske fitocenologije? S društvenim promjenama u 90-im godinama prošloga stoljeća, raspadom Jugoslavije i nastankom novih država, mogućnosti za nastavljanje rada započeto u prijašnjim desetljećima znatno su se smanjile, bar u Sloveniji. Iako se uređivanje i uzgajanje šuma (planiranje vezano za šumsko gospodarstvo i uzgajanje) još

uvijek temelji na poznavanju biljnih zajednica na način na koji ih razumije srednjeeuropska metoda, državna Javna šumarska služba nema više sredstava kojima bi podupirala takva istraživanja dok vlasnici šuma za to također ne pokazuju zanimanje. Fitocenološko kartiranje u detaljnim mjerilima u Sloveniji gotovo da više i ne poznajemo, ali izrađujemo pregledne vegetacijske karte (za čitavu Sloveniju s Tolmačem smo je dobili 2002. – Čarni et al. 2002, Marinček et al. 2002). No, dogodilo se nešto drugo. U “zlatnim” godinama šumarske fitocenologije u Sloveniji je postojala tek malena grupa fitocenoologa koji nisu mogli obaviti sav posao, pa su mnoge biljne zajednice ostale neproučene, među šumskim ponajprije one na rubnim staništima i tzv. manjinske, koje su rasprostranjene na malim površinama. Izostala su također pregledna djela, npr. Vegetacija Slovenije. Slovenci na slovenskom jeziku nemaju niti jedan suvremeni visokoškolski udžbenik fitocenologije i sl. U doba kada se broj fitocenoologa jako povećao i kada je počela uspješno djelovati nova generacija istraživača, izostali su materijalni izvori za njihov rad. Mlađi, obećavajući fitocenoolozi, u svojoj profesiji nemaju osiguranu egzistenciju. Iako je štošta još za napraviti, današnji kritičari znanstvenog rada tzv. deskriptivne metode (kakva je klasična fitocenologija) smatraju zastarijele, pa ovakve publikacije po njihovom mišljenju ne znače gotovo ništa. No, mlađa se generacija, usprkos tom novom vrednovanju, uspješno prilagođava objavljivanjem članaka u uglednim indeksiranim međunarodnim revijama (npr. P. K o š i r et al. 2008).

U Hrvatskoj je slika drukčija. Tu su barem šumari još uvijek naklonjeni fitocenologiji (tako ocjenjujem, iako ne poznajem dobro tamošnje uvjete). U posljednjem su desetljeću izašli odlični monografski radovi o jelki (P r-

pić et al. 2001), bukvi (Matić et al. 2003) i o poplavnim šumama (Vukelić et al. 2005) koji sadrže i detaljne opise vegetacije, postoji udžbenik šumarske fitocenologije (Vukelić & Rauš 1998), a od prošle godine i pregled biljnih zajednica Hrvatske (Trinajstić 2008).

Usprkos često omalovažavajućem vrednovanju, srednjeeuropska fitocenološka metoda se, uz druge pristupe, ustalila i na drugim područjima – u agronomiji, prostornom planiranju, krajobraznoj arhitekturi i sl. Prije prijeloma tisućljeća dogodio se pomak od poznavanja biljnih zajednica do poznavanja životnih okoliša (tzv. habitata). Prepoznavanje biljnih zajednica zahtijeva određeno biološko i botaničko znanje. Mnogo je lakše u prirodi prepoznati tzv. habitatne tipove (dakle odijeliti livadu od šume, suhu livadu od vlažne, igličastu šumu od lisnate i sl.). Habitatni tip (tip životnog prostora) je biljna ili životinjska zajednica kao značajan živi dio ekosustava, povezana s neživim čimbenicima (tlo, podneblje, prisutnost i kvaliteta vode, svjetlost) na prostorno definiranom području. Važno je da se u Europi najbolje opće prihvaćena klasifikacija habitatnih tipova (Devillers & J. Devillers-Teschuren 1996) temelji uglavnom na otkrićima fitocenologije i na pregledu biljnih zajednica ugrađenom u hijerarhijski sustav. Sada su potrebe za kartiranjem habitatnih tipova u detaljnim mjerilima vrlo velike, a posebno za nešumske habitate, jer čovjek sve više poseže u prostor, krči prirodni okoliš, a takva bi kartiranja pomogla u identificiranju i prostornom ograničavanju barem onih životnih okoliša koje moramo sačuvati za buduće naraštaje. Habitatni tipovi, a ne zajednice, također su predmet zaštite i očuvanja u okviru europske sigurnosne mreže Natura 2000.

ZAKLJUČCI – Conclusions

Ukoliko usporedimo Braun-Blanquetovu Fitocenologiju iz 1964. i Vegetacijsku ekologiju (van der Maarel 2005) izdanu prije četiri godine, opažamo velik razvoj i sadašnju široku razgranatost različitih pristupa u proučavanju vegetacije, i one šumske. Usprkos tomu, temelji fitocenološkog proučavanja šumskih ekosustava i u 21. stoljeću mogu ostati slični onima do sada, a to je poznavanje biljaka, dakle botaničko znanje. Šumar koji je profesionalno aktivan u šumi kao uzgajatelj i planer (uređivač), poznaje floru i vegetaciju svojega radnog okoliša, zato je vrlo važno da botanika i dendrologija u novim studijskim programima ostanu neokrnjeni, s dovoljnim brojem sati i za praktičnu vježbu i za terensku nastavu. Šumarska fitocenologija je nadgradnja botanike i dendrologije, a upoznavanja različitih metoda u analizi vegetacije njen sastavni dio. Nije nužno da to bude samo srednjeeuropska metoda. U Europi se u posljednje vrijeme u obrađivanju i prou-

čavanju vegetacije usavršio tzv. funkcionalni pristup, posebice kada je riječ o narušenim habitatima (disturbed habitats) i studiju sindinamskih procesa. Taj pristup temelji se na reakcijama biljaka na okolišne čimbenike (stres, smetnje). Intenzivnost stresa i smetnji određuju tri temeljna funkcionalna tipa biljaka ili tri primarne biljne strategije. Model potonjih razvio je britanski ekolog Grime (1974, 2001). Za razliku od Ellenbergovih indikacijskih vrijednosti, obrade po tom pristupu temelje se na (odnosno trebale bi se temeljiti) na konkretnim mjerilima. Rezultat su baze u kojima su biljne vrste određenog područja već klasificirane po ekološko-biološkim znakovima (Klotz et al. 2002). Usprkos tomu i drugim pristupima, srednjeeuropska fitocenološka metoda još uvijek predstavlja vrlo praktično pomagalo za brzu procjenu vegetacije i njene povezanosti s okolišem. Nije potrebno poznavati npr. sintaksonomski sustav, odnosno sve šumske zajednice

neko područja. Dovoljno je znati prema pravilima u konkretnoj šumskoj sastojini napraviti fitocenološku snimku koja pruža, ukoliko se poznaju biljke i njihove ekološke potrebe, čitav niz informacija pomoću kojih šumar može ispravno odlučivati i djelovati. Naravno da će mladi šumari koji će jednom ili su već započeli istraživačku karijeru usvojiti drukčiji pristup i upotrijebiti botaničko i fitocenološko znanje u detaljnim analizama (brojanju, mjerenju biljaka) na sustavno odabranim pokusnim ploham. Analiza vegetacije na tim će ploham biti samo jedna od analiza koju će koristiti, a služiti će se prikladnim statističkim metodama i obradama.

Sigurno je barem za jugoistočno alpsko-dinarski prostor vrlo živopisnog i bogatog florom i vegetacijom i vrlo važno, da po uzoru na fitocenološki razvijenije srednjeeuropske države (Austriju, Njemačku, Češku,

Slovačku, Mađarsku, Poljsku) iskoristimo veliko računalno znanje mladih generacija, bogate mogućnosti koje nam pružaju moderni programi, izradimo baze naših vrlo brojnih vegetacijskih snimaka, obradimo ih i kritički pretresemo pravilnost imena i opravdanost nekih sintaksona. A to možemo učiniti samo poštujemo li stvarne stanišne prilike i stvarne fitocenoze u prirodi, dakle ne samo kao “uredski” statističari ili matematičari ili informatičari koji šumu gotovo i ne poznaju. Šumske zajednice, asocijacije kao apstraktne jedinice, trebale bi biti ne samo floristički (što matematička obrada može prikladno osigurati), već i ekološki utemeljene, njihove sastojine na terenu prepoznatljive šumarima (praktičarima, korisnicima naših istraživanja), a naši opisi bi im trebali pomoći u konkretnim zahvatima (sječi), planiranju ili proučavanju.

LITERATURA – References

- Bohn, U., G. Gollub & C. Hettwer (eds.), 2000: Karte der natürlichen Vegetation Europas: Maßstab 1:2 500 000. 1 – Erläuterung Text mit CD-ROM, 2 – Legende, 3 – Karten. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage, Springer, Wien-New York, 865 pp.
- Čarni, A., L. Marinček, A. Seliškar & M. Zupančič, 2002: Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije 1:400.000. Biološki inštitut Jovana Hadžija, ZRC SAZU, Ljubljana.
- Češka, A., 1966: Estimation of the mean floristic similarity between and within sets of vegetational relevés. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 1 (2): 94–100.
- Devillers, P. & J. Devillers-Teschuren, 1996: A classification of Palearctic habitats. *Nature and environment* 78. Council of Europe, Strasbourg.
- Ellenberg, H., 1956: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: Walter, H. (ed.): Einführung in die Phytologie, IV. Grundlagen der Vegetationsgliederung, Eugen Ulmer, Stuttgart, 156 pp.
- Ellenberg, H., 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Eugen Ulmer, Stuttgart, 943 pp.
- Ellenberg, H., 1974: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobot.* 9, 97 pp.
- Ellenberg, H. & F. Klötzli, 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. *Anst. Forstl. Versuchswes.* 48: 388–930.
- Ellenberg, H., H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulissen, 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* (Göttingen) 18: 1–248.
- Grime, J. P., 1974: Vegetation classification by reference to strategies. *Nature* 250: 26–31.
- Grime, J. P., 2001: Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. Second edition. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 417 pp.
- Hennekens, S. M. & J. H. J. Schaminée, 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12: 589–591.
- Herben, T. & M. Chytrý (eds.), 2007: Analysis of non-randomly sampled data sets in vegetation ecology. *Forum. Folia Geobotanica* 42 (2): 115–216.
- Hill, M. O., 1979: TWINSpan – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York.
- Horvat, I., 1938: Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. *Glasnik za šumarske pokuse* (Zagreb) 6: 127–279.
- Horvat, I., 1949: Nauka o biljnim zajednicama. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 434 pp.
- Horvat, I., 1950: Šumske zajednice Jugoslavije. Institut za šumarska istraživanja, Zagreb, 65 pp.
- Horvat, I., V. Glavač & H. Ellenberg, 1974: Vegetation Südosteuropas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 768 pp.
- Jovanović, B., R. Jovanović & M. Zupančič (eds.), 1986: Prirodna potencijalna vegetacija Jugoslavije (komentar karte 1:1000000). Nauč-

- no veće Vegetacijske karte Jugoslavije. DO Paralele, Ljubljana, 122 pp.
- Klotz, S., I. Kühn & W. Durka, 2002: BIOLFLOR – Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg, 334 pp.
- Košir, P., A. Čarni & R. di Pietro, 2008: Classification and phytogeographical differentiation of broad-leaved ravine forests in southeastern Europe. *J. Veg. Sci.* 19 (3): 331–342.
- Košir, Ž., 1962: Übersicht der Buchenwälder in Übergangsgebiet zwischen Alpen und Dinariden. *Mitteilungen der Ostalpin – Dinarischen Pflanzensoziologischen Arbeitsgemeinschaft* 2: 54–66, Padova.
- Košir, Ž., 1979: Ekološke, fitocenološke in gozdno-gospodarske lastnosti Gorjancev v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva (Ljubljana)* 17 (1): 1–242.
- Košir, Ž., 1992: Vrednotenje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč in ekološkega značaja fitocenoza. Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo, Ljubljana, 58 pp.
- Košir, Ž., M. Zorn-Pogorelec, J. Kalan, L. Marinček, I. Smole, L. Čampa, M. Šolar, B. Anko, M. Accetto, D. Robič, V. Toman, L. Žgajnar & N. Torelli, 1974: Gozdnovegetacijska karta Slovenije, M 1:100.000. Biro za gozdarsko načrtovanje, Ljubljana.
- Landolt, E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 64: 1–208.
- Maarel, van der E., 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39 (2): 97–114.
- Maarel, van der E. (ed.), 2005: *Vegetation Ecology*. Blackwell Publishing, Malden – Oxford – Carlton, 395 pp.
- McCune, B. & M. J. Mefford, 2006: *PC-ORD: Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 5.10. MjM Software. Glenden Beach, Oregon, USA.
- Marinček, L., 1987: Bukovi gozdovi na Slovenskem. *Delavska enotnost, Ljubljana*, 153 pp.
- Marinček, L. & A. Čarni, A., 2002: Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:400.000. *Commentary to the vegetation map of forest communities of Slovenia in a scale of 1: 400,000*. Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana, 79 pp.
- Matić, S. et al. (eds.), 2003: Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. *Common Beech (Fagus sylvatica L.) in Croatia*. Akademija šumarskih znanosti i Hrvatske šume, Zagreb, 855 pp.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg, 1974: *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York, 547 pp.
- Oberdorfer, E., 1957: *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. *Pflanzensoziol. (Jena)* 10: 1–564.
- Orlóci, L., 1978: *Multivariate analysis in vegetation research*. Junk, The Hague.
- Pignatti, S. (con la collaborazione di P. Menegoni & S. Pietrosanti), 2005: Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. *Brun-Blanquetia (Camerino)* 39: 1–97.
- Podani, J., 2001: *SYN-TAX 2000*. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual, Budapest, 53 pp.
- Podani, J., 2005: Multivariate exploratory analysis of ordinal data in ecology. Pitfalls, problems and solutions. *J. Veg. Sci.* 16 (5): 497–510.
- Prpić, B. et al. (eds.), 2001: Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. *Silver Fir (Abies alba Mill.) in Croatia*. Akademija šumarskih znanosti i Hrvatske šume, Zagreb, 879 pp.
- Sørensen, Th., 1948: A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter (København)* 5 (4): 1–34.
- Šilc, U., 2006: Slovenian Phytosociology in a Database: state of the art, basic statistics and perspectives. *Hladnikia (Ljubljana)* 19: 27–34.
- Ter Braak C. J. F. & P. Šmilauer, 2002: *CANOCO reference manual and CanoDeaw for Windows user's guide*. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Biometris. Wageningen & České Budějovice.
- Tichý, L., 2002: JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13: 451–453.
- Tichý, L. & M. Chytrý, 2006: Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *J. Veg. Sci.* 17: 809–818.
- Trinajstić, I., 2008: Biljne zajednice Republike Hrvatske. *Plant communities of Croatia*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 179 pp.
- Vukelić, J. et al. (eds.), 2005: *Poplavne šume u Hrvatskoj*. *Floodplain forests in Croatia*. Akademija šumarskih znanosti i Hrvatske šume, 455 pp.
- Vukelić, J. & Đ. Rauš, 1998: *Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj*. Šumarski fakultet Šveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 310 pp.

- Weber, H. E., J. Moravec & J. P. Theurillat, 2000: International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd. Edition. J. Veg. Sci. 11 (5): 739–766.
- Whittaker, R. H. (ed.), 1973: Ordination and Classification of Communities. Handbook of Vegetation Science 5, Junk, The Hague.
- Wildi, O., & L. Orlóci, 1996: Numerical exploration of community patterns. A guide to the use of MULVA-5. 2nd ed. SPB Academic Publishing bv, Amsterdam, 171 pp.
- Willner, W., 2006: The association concept revisited. Phytocoenologia (Berlin–Stuttgart) 36 (1): 67–76.
- Willner, W. & Grabherr, G. (eds.), 2007: Die Wälder und Gebüsch Österreichs. Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. 1. Textband und 2. Tabellenband. Spektrum Akademischer Verlag in Elsevier, Heidelberg, 302 pp. + 290 pp.
- Wraber, M., 1960: Fitocenološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji. Zbornik ob 150. letnici botaničnega vrta v Ljubljani: 49–94.
- Zólyomi, B. et al., 1967: Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen. Fragmenta Botan. Mus. Hist.-Nat. Hung. 4: 101–142.
- Zupančič, M. et al. (eds.), 1986: Prodrum Phyto-coenosum Jugoslaviae ad mappam vegetationis m 1:200 000. Naučno veće vegetacijske karte Jugoslavije, Bribir–Ilok, 46 pp.

SUMMARY: Phytocoenology (phytosociology) studies interactions between plant communities. It researches the dependence of plants on the living and non-living environment (climate, parent material, mineral soil composition). It provides explanation for the selective manner in which nature operates, which enables plant communities adapted to specific sites to form from the surviving tree, scrub and other plant species; it gives an overview of these communities and their changes over time. The article gives an account of a comprehensive historical development of phytocoenology in Central Europe and a description of certain issues in the contemporary phytocoenological study of forest ecosystems with special regard to Slovenia and Croatia.

Phytocoenology developed in the 19th century when botanists did not only study individual plants, but also how entire vegetation changes within a landscape. The focus of their attention became plant formations or plant communities in relation to their environment. In the southeastern European region, phytogeographical (geobotanical) or vegetation studies in the second part of the 19th and at the beginning of the 20th century were published by F. Krašan, G. Beck and L. Adamović, for example. An important milestone was the Botanical Congress in Brussels (1910), where the concept of association was defined. This resulted in a fast development of the discipline, but different methods were developed in different parts of the world, and attention was paid to different issues. The most widespread, also in Slovenia and Croatia, was the Central-European (Braun-Blanquet, Zürich-Montpellier) method. Among other things, the pioneers of phytocoenological research in Slovenia (G. Tomažič, M. Wraber, and V. Tregubov) and Croatia (I. Horvat, S. Horvatić) conducted also thorough research of forest communities. In this respect, Horvat's Biljnoscijološka izraživanja šuma u Hrvatskoj (Horvat 1938) is a pioneer work. In Slovenia and Croatia, phytocoenology established itself in forestry practice only after the Second World War. Soon after the end of the war two Horvat's books, Nauka o biljnim zajednicama (1949) and Šumske zajednice Jugoslavije (1950), were published. Professors Dušan Mlinšek and Milan Anić deserve a lot of credit for the promotion of phytocoenology in the forestry of Slovenia and Croatia because they emphasised the significance of the knowledge and consideration of sites in contemporary silviculture. The result of a very fruitful cooperation of phytocoenologists in the then Yugoslavia and more widely, within the Eastern Alpine and Dinaric

Society for Vegetation Ecology in the 1970s and 1980s, was also a map of natural potential vegetation of Yugoslavia in the scale of 1:1.000.000 (B. Jovanović et al. 1986) and Prodrum phytocoenosis Jugoslaviae (Zupančič et al. 1986). The work of the time was incorporated also into the Map of Natural Vegetation of Europe in the scale of 1:2500000 (Bohn et al. 2000).

*Development of fast and more advanced personal computers in the 1980 s, which paved a way for relatively simple massive utilisation of mathematical methods (above all multivariate statistics) in comparisons of phytocoenological relevés and their grouping by environmental factors, brought about a significant turnaround in vegetation research conducted according to the Central-European and other methods. One of the first widely used software of this kind was TWINSPAN (Hill 1979). Later on other program packages, such as MULVA (Wildi & Orloci 1996), SYN-TAX (Podani 2001), JUICE (Tichý 2002), CANOCO (Ter Braak & Šmilauer 2002), PC-ORD (McCune & Mefford 2006), etc. were applied as well. In this respect, a problematic issue in the Central-European method is the subjective selection of relevés and subjective evaluation of cover or abundance of species with ordinal values (e.g. r, +, 1, 2, 3, 4, 5). There have been discussions among experts on the correct procedures for numeric processing of ordinal input data. Some, e.g. Podani (2005), believe that only ordinal classification and non-metric ordination methods are suitable for such data. Others disagree. A similar problem exists with the statistical analysis of data acquired using non-random (subjective) sampling, such as are also our relevés. Experts published their pro et contra views on when and to what extent such analysis is appropriate in the journal *Folia geobotanica* (Herben & Chytrý 2007). Despite the above concerns it is still true that the Central-European method allows a relatively fast, simple and inexpensive way of acquiring useful data on vegetation and its connections with the environment. Databases of vegetation relevés (e.g. TURBOVEG – Hennekens & Schaminée 2001) already keep large amounts of historic, several decades and even half a century old relevés that were made with subjective plot selection. Disregarding these relevés on account of their statistically problematic (subjective and non-random) origin would mean discarding very valuable ecological data. Ecologists therefore use these data to their advantage, but with regard to their limitations. These data are used also in contemporary overviews of vegetation of large regions (e.g. in Willner & Grabherr 2007). Using and processing large quantities of relevés has changed the views of the basic unit of the syntaxonomic system – association – in many ways, and has affected the way we see the concept of character and differential species (comp. Willner 2006). When selecting diagnostic species authors apply different computing procedures. A large number of relevés enable a relatively objective calculation of fidelity of species to certain syntaxa and their diagnostic value (e.g. with phi-coefficient – Tichý & Chytrý 2006). As a rule, in formalized classification the number of syntaxonomic units of a vegetation formation (e.g. forest communities) within a certain region is reduced. The question remains, however, whether such reduction is founded on the actual site conditions and on the actual phytocoenoses.*

Before the turn of the century there was a shift from the knowledge (study) of plant communities to the knowledge (study) of habitats. It is an acknowledgement of the Braun-Blanquet method that the most widely used habitat type classification in Europe (Devillers & J. Devillers-Teschuren 1996) is in many ways based on this method itself, as well as on its findings and its review of plant communities, arranged in a hierarchical system.

If we compare Braun-Blanquet's Phytocoenology from 1964 and van der Maarel's Vegetation ecology, which was published in 2005, we can observe a significant development and a broad array of different approaches to the

research of plants, including forest vegetation. Nevertheless, the foundations of phytocoenological study of forest ecosystems in the 21st century may stay similar to what they have been so far. This means the knowledge of plants, i.e. botanical knowledge, remains essential. A forester who is professionally active in the forest should be familiar with the flora and vegetation of his district, so botany and dendrology in the new study programmes should be taught in the same extent as before, with a sufficient number of lessons left for practical and field work. Forest phytocoenology is their upgrading and its composite part is the knowledge of different methods of vegetation analysis. There are more methods apart from the Central-European method. Lately functional approach has gained momentum in Europe in discussions and research of vegetation, especially of that in disturbed habitats, and in the study of syndynamic processes (compare e.g. Grime 1974, 2001, Klotz et al. 2002). It would be very useful for the southeastern Alpine-Dinaric region with its variegated vegetation to prepare and unify the databases of our numerous relevés, to process them and critically review the correctness of names and justification of some of the syntaxa. This can only be done with consideration of the actual site conditions and the actual phytocoenoses in nature, which means we should not act merely as statisticians or mathematicians, who hardly know anything about the forest. Forest communities, associations treated as abstract units, should be not only floristically (which can be adequately provided with a mathematical processing), but also ecologically grounded, foresters (who are the users of our research) should be able to recognise their stands in the field, and our descriptions ought to provide help to foresters in concrete interventions into the forest.

Key words: phytocoenology (phytosociology), historical development, multivariate methods, Slovenia, Croatia.