

GDK: 182.2 : 188 : 524.6 : 61

Prispelo/Received: September/September 1998
Sprejeto/Accepted: Oktober/October 1998

Izvirni znanstveni članek
Original scientific paper

OCENJEVANJE SPREMENJENOSTI VRSTNE SESTAVE RASTLINSKIH SKUPNOSTI

Andrej BONČINA*, Dušan ROBIČ**

Izvleček

Predlagan je indeks za kvantitativno ocenjevanje stopnje spremenjenosti vrstne sestave rastlinskih skupnosti. Ocenjevanje temelji na računanju evklidske razdalje med dvema primerjanima vrstnima sestavama. Postopek omogoča uporabo različnih kvantitativnih znakov vrstne sestave. Predstavljena je uporaba indeksa pri primerjanju drevesne vrstne sestave za potrebe urejanja gozdov.

Ključne besede: rastlinska združba, vrstna sestava, spreminjanje, urejanje gozda

ESTIMATION OF THE SPECIES COMPOSITION ALTERATION IN PLANT COMMUNITIES

Abstract

An index is proposed for a quantitative estimation of the species composition alteration in plant communities. Estimations are based on calculating the Euclidean distance between two comparable species compositions. The procedure enables the use of different quantitative parameters of species composition. Use of the index is presented for comparing tree species compositions for forest management requirements.

Keywords: plant community, species composition, alteration, forest planning

* dr. gozd. zn., docent, Biotehniška fakulteta oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SLO

** mag., Pugljeva 27, 1000 Ljubljana, SLO

VSEBINA
CONTENTS

1	UVOD	
	INTRODUCTION.....	115
2	INDEKS SPREMENJENOSTI VRSTNE	
	SESTAVE	
	SPECIES COMPOSITION ALTERATION INDEX.....	116
2.1	IZHODIŠČA	
	STARTING POINTS.....	116
2.2	ALGORITEM	
	ALGORITHM.....	117
2.3	ZGLED	
	EXAMPLE.....	118
3	UPORABA INDEKSA SPREMENJENOSTI	
	VRSTNE SESTAVE PRI UREJANJU GOZDOV	
	USE OF THE SPECIES COMPOSITION	
	ALTERATION INDEX IN THE PLANNING	
	FOREST.....	119
3.1	IZRAČUN INDEKSA SPREMENJENOSTI VRSTNE	
	SESTAVE	
	CALCULATION OF THE SPECIES COMPOSITION	
	ALTERATION INDEX.....	122
3.2	REZULTAT ANALIZE SPREMENJENOSTI DREVESNE	
	SESTAVE V TREH GOSPODARSKIH RAZREDIH	
	ANALYSES RESULTS OF ALTERATION OF TREE	
	COMPOSITION IN THREE FOREST TYPES	124
4	SKLEP	
	CONCLUSION	126
5	POVZETEK.....	126
	SUMMARY.....	128
	VIRI	
	REFERENCES.....	130

1 UVOD INTRODUCTION

Gozdne sestoje, rastlinske združbe in gozdne ekosisteme opisujemo z različnimi numeričnimi in atributivnimi znaki. Vrstna sestava je ena izmed osnovnih informacij; govorimo o drevesni sestavi gozdnih sestojev, o vrstni sestavi gozdne fitocenozе itd. Vrstna sestava je hkrati bogat vir posrednih informacij o gozdnem ekosistemu. Na področju fitocenologije in numerične ekologije so razvili številne metode (GREIG-SMITH 1964, VASILEVIČ 1969, KERSHAW 1973, MUELLER-DOMBOIS et al. 1974, WHITTAKER 1978a, 1978b, MIRKIN et al. 1978, GAUCH 1982, CAUSTON 1988) za primerjavo sestave rastlinskih skupnosti. V grobem bi jih lahko razdelili na tiste, ki temeljijo na klasifikaciji in one, ki temeljijo na ordinaciji.

Pomemben in najbolj obsežen del gozdarskih podatkovnih baz predstavljajo podatki o gozdnih sestojih, med njimi so zopet ključni podatki o drevesni sestavi. Pogosto med seboj primerjamo drevesno sestavo različnih sestojev ali analiziramo spreminjanje drevesne sestave gozdov v določenem obdobju, primerjamo drevesno sestavo gozdnega sestaja s ciljno ali pa ugotavljamo spremenjenost drevesne sestave gozdnih sestojev od domnevno naravne drevesne sestave.

Gozdovi v Evropi so zaradi antropogenih vplivov močno predrugačeni. Ohranjenost drevesne sestave je zato eden od kriterijev stabilnosti gozdnih sestojev in posredno celotnega gozdnega ekosistema. Ohranjanje biodiverzitete je prav tako odvisno od ohranjenosti naravne drevesne sestave. Drevesne vrste so pogosto dominantne vrste gozdnega ekosistema in pomemben edifikator razmer v njem, saj sooblikujejo notranje okolje in habitate za druge rastlinske in živalske vrste. Zato je drevesna sestava in stopnja njene spremenjenosti predmet analize trajnosti gozda in izhodišče za gozdnogojitvene odločitve v prihodnosti na ravni gozdnega sestaja in celotne krajine. Ob tem se zastavlja vprašanje, kako sploh ocenjevati spremenjenost drevesne sestave. V članku predstavljava indeks spremenjenosti vrstne sestave, ki ga v Sloveniji že uporabljamo (ROBIČ 1988, GAŠPERŠIČ 1995), njegovo uporabnost pa prikazujeva na primeru izbrane gospodarske enote.

2 INDEKS SPREMENJENOSTI VRSTNE SESTAVE SPECIES COMPOSITION ALTERATION INDEX

2.1 IZHODIŠČA STARTING POINTS

Izhodišča za opredelitev indeksa in njegove temeljne značilnosti so naslednje:

1. Indeks je uporaben za primerjanje različnih vrstnih sestav in za ocenjevanje spremenjenosti katerekoli vrstne sestave. Zaradi preglednosti se bomo v nadaljevanju omejili le na drevesno sestavo gozdnih sestojev.
2. Ocenjevanje spremenjenosti vrstne sestave je kvantitativno, saj ocenjujemo razmerja med (drevesnimi) vrstami. Razmerja med vrstami izražamo v odstotkih, ki so določeni glede na različne numerične znake (npr.: temeljnico, lesno zalogo, zastiranje itd.).
3. Vsota deležev posameznih vrst predstavlja 100 %.
4. Če uporabimo kot kvantitativni kriterij zastiranje, moramo ocenjevati razmerje vrst znotraj istega stratuma vertikalne stratifikacije fitocenozе, na primer samo za pomladek ali pa samo za zgornjo drevesno plast.
5. Prostorski okvir za izračunavanje indeksa spremenjenosti vrstne sestave je različen; lahko je sestoj ali pa ureditvene enote, kot so odsek, oddelek, gospodarski razred, gospodarska enota itd. Ključna zahteva je, da poznamo numerične informacije o deležih posameznih drevesnih vrst v lesni zalogi ali temeljnici, zastiranju itd.
6. Indeks spremenjenosti lahko izračunavamo tudi iz fitocenoloških tabel, kjer lahko z vrednostmi srednjega zastiranja ("pokrovnost") izračunamo relativne deleže posameznih (drevesnih) vrst.
7. Dejanske deleže drevesnih vrst v izbrani prostorski enoti (odsek, oddelek, gospodarski razred) primerjamo z modelno vrednostjo. Modelna vrednost je lahko naravno razmerje drevesnih vrst na določenem rastišču, lahko je ciljno stanje, lahko pa je tudi drevesna sestava drugih gozdnih sestojev.

2.2 ALGORITEM ALGORITHM

Algoritem za primerjanje in ocenjevanje spremenjenosti vrstne sestave obsega pet osnovnih operacij.

- 1 Izračun evklidske razdalje (D) med modelom in dejanskim stanjem.

$$D = \sqrt{\sum_i (M_i - S_i)^2}$$

$$i = 1, \dots, n$$

n = število vseh različnih (drevesnih) vrst

M_i ; modelna vrednost za delež posamezne (drevesne) vrste

S_i ; dejanska vrednost za delež posamezne (drevesne) vrste

$$\sum M_i = 100$$

$$\sum S_i = 100$$

- 2 Izračun maksimalne razdalje (D_{\max}) med modelom in dejanskim stanjem. To je največja mogoča razdalja v primeru, da sestaja nimata prav nobene skupne vrste.

$$D_{\max} = \sqrt{\sum_i (M_i - 0)^2 + (S_i - 0)^2} = \sqrt{\sum_i (M_i^2 + S_i^2)} = \sqrt{\sum_i M_i^2 + \sum_i S_i^2}$$

- 3 Izračun indeksa spremenjenosti vrstne sestave I_d .

Indeks spremenjenosti vrstne sestave je razmerje med dejansko in maksimalno evklidsko razdaljo, ki ga izrazimo v odstotkih:

$$I_d = \frac{100 \cdot D}{D_{\max}}$$

Indeks spremenjenosti vrstne sestave lahko zavzame vrednosti od 0 do 100%:

$$0 \leq I_d \leq 100$$

$$I_d = 0 \quad \forall i: S_i = M_i \quad \Rightarrow \quad D = 0$$

$$I_d = 100 \quad \Rightarrow \quad D = D_{\max}$$

$$\sqrt{\sum (S_i - M_i)^2} = \sqrt{\sum (S_i^2 + M_i^2)}$$

$$\sqrt{\sum (S_i^2 - 2 \cdot S_i M_i + M_i^2)} = \sqrt{\sum (S_i^2 + M_i^2)} \quad \Rightarrow \quad \sum S_i M_i = 0$$

To pa je možno le v primeru, če so v analiziranem sestoju prisotne povsem druge drevesne vrste kot v modelni drevesni sestavi:

$$(S_i = 0 \wedge M_i > 0) \vee (S_i > 0 \wedge M_i = 0)$$

4 Izračun indeksa ohranjenosti drevesne sestave.

Namesto indeksa spremenjenosti vrstne (drevesne) sestave lahko uporabimo tudi indeks ohranjenosti drevesne sestave (I_n), ki ga izračunamo tako, da I_d odštejemo od 100:

$$I_n = 100 - I_d$$

5 Določitev stopnje spremenjenosti vrstne sestave in mejnih vrednosti.

Zaradi prikazovanja rezultatov lahko tvorimo razrede ali stopnje spremenjenosti vrstne sestave, v katere uvrščamo površine analiziranih gozdnih sestojev. Podobno lahko določimo mejne vrednosti spremenjenosti vrstne sestave, na primer za dopustno spremenjenost, meje naravnosti itd.

2.3 ZGLED EXAMPLE

V raziskavi naravnih struktur gozda (BONČINA 1997) najdemo podatek o drevesni sestavi Rajhenavskega pragozda in primerjanega gospodarskega gozda na podobnem rastišču, zato lahko izračunamo indeks spremenjenosti drevesne sestave v gospodarskem gozdu.

Preglednica 1: Drevesna sestava Rajhenavskega pragozda in primerjanega gospodarskega gozda

Table 1: Tree composition of the Rajhenavski virgin forest and a comparable managed forest

Drevesna vrsta <i>Tree species</i>	Delež v lesni zalogi(%) <i>Share in growing stocks (%)</i>	
	Pragozd <i>Virgin forest</i>	Gospodarski gozd <i>Managed forest</i>
Jelka (<i>Abies alba</i>)	59,5	47,0
Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)	40,0	51,0
Javor (<i>Acer sp.</i>), smreka (<i>Picea excelsa</i>), lipa (<i>Tilia sp.</i>)	0,5	2,0

1 Izračun evklidske razdalje (D) med modelom in dejanskim stanjem.

$$D = \sqrt{(59,5 - 47,0)^2 + (40,0 - 51,0)^2 + (0,5 - 2,0)^2} = 16,72$$

- 2 Izračun maksimalne razdalje (D_{\max}) med modelom in dejanskim stanjem.

$$D_{\max} = \sqrt{(59,5^2 + 40,0^2 + 0,5^2 + 47,0^2 + 51,0^2 + 2,0^2)} = 99,77$$

- 3 Izračun indeksa spremenjenosti vrstne sestave (I_d).

$$I_d = \frac{100 \cdot 16,72}{99,77} = 16,8\%$$

- 4 Izračun indeksa ohranjenosti drevesne sestave (I_n).

$$I_n = 100 - 16,8 = 83,2\%$$

3 UPORABA INDEKSA SPREMENJENOSTI VRSTNE SESTAVE PRI UREJANJU GOZDOV

USE OF THE SPECIES COMPOSITION ALTERATION INDEX IN THE PLANNING FOREST

Gozdovi na Slovenskem so, kot je znano, prostorsko razdeljeni na območja, gospodarske enote, oddelke in odseke. Gospodarske načrte za enote obnavljamo vsakih deset let. Površine gospodarskih enot merijo od 2000 do 6000 ha. V gospodarski enoti so gozdovi glede na rastiščne in sestojne razmere razčlenjeni v gospodarske razrede, za katere opredelimo gojitvene cilje, smernice, etat, gojitvena dela. V okviru razredov spremljamo razvoj gozdnih sestojev in preverjamo uspešnost gospodarjenja. V isti razred uvrščamo podobne odseke, ki so označeni na terenu. Na ravni odsekov zbiramo med drugim tudi informacije o drevesni sestavi gozdnih sestojev, ki jo prikazujemo z deleži posameznih drevesnih vrst v skupni lesni zalogi.

Uporabo indeksa spremenjenosti vrstne sestave prikazujeva na primeru izbrane gospodarske enote Željne-Laze, ki leži v Območni enoti Kočevje. Gozdovi v tej enoti so razdeljeni na deset gospodarskih razredov.

Preglednica 2: Seznam gospodarskih razredov v enoti Željne-Laze
 Table 2: List of forest types in the forest unit Željne-Laze

	Gospodarski razred <i>Forest type</i>	Površina (ha) <i>Area (ha)</i>
A	Bukovi gozdovi na rastišču <i>Quercus-Fagetum</i> * <i>Beech forests at Quercus-Fagetum site type</i>	723,55
B	Sestoji smrekovih nasadov na rastišču <i>Quercus-Fagetum</i> <i>Spruce plantation stands at Quercus-Fagetum site type</i>	688,10
C	Pionirski sestoji (sukcesijski stadiji) na rastišču <i>Quercus-Fagetum</i> <i>Pioneer stands (succession stadia) at Quercus-Fagetum site type</i>	118,32
D	Jelovo-bukovi gozdovi na rastišču <i>Abieti-Fagetum dinaricum typicum</i> <i>Fir-beech forests at Abieti-Fagetum site type</i>	189,62
E	Smrekovi sestoji na rastišču <i>Abieti-Fagetum dinaricum</i> . <i>Spruce stands at Abieti-Fagetum dinaricum site type</i>	194,15
F	Jelovo-bukovi gozdovi na rastišču <i>Abieti-Fagetum dinaricum clematidetosum</i> <i>Fir-beech forests at Abieti-Fagetum dinaricum clematidetosum site type</i>	292,45
G	Bukovi gozdovi na rastišču <i>Enneaphyllo-Fagetum</i> <i>Beech forests at Enneaphyllo-Fagetum site type</i>	620,98
H	Bukovi gozdovi na rastišču <i>Hacquetio-Fagetum</i> <i>Beech forests at Hacquetio-Fagetum site type</i>	385,35
I	Prednostne površine za divjad <i>Wildlife priority area</i>	561,71
J	Gozdni rezervati <i>Forest reserve</i>	7,53
	Skupaj <i>Total</i>	3.781,76

Izračun indeksa spremenjenosti bomo prikazali na primeru treh gospodarskih razredov, in sicer A, B, C. Zaradi opustitve kmetijske rabe v preteklosti je v tej enoti oblikovan razred pionirskih gozdov, ki združuje različne sukcesijske stadije na rastišču *Quercus-Fagetum* (gospodarski razred C). Del takšnih gozdov, posebno grmišč, je bil v preteklosti z direktnimi premenami spremenjen v zasmrečene gozdove (gospodarski razred B), drugi del gozdov na tem rastišču pa predstavljajo relativno ohranjeni gozdovi (gospodarski

* Sintaksonomska nomenklatura je skladna z datoteko Zavoda za gozdove Slovenije

razred A), ki v preteklosti niso bili v kmetijski rabi ali so se že razvili iz pionirskih gozdov.

Pri urejanju gozdov največkrat prikazujemo drevesno sestavo z deležem posameznih drevesnih vrst oziroma njihovih skupin v skupni lesni zalogi sestaja. Razlikujemo:

- smreko - *Picea excelsa*,
- jelko - *Abies alba*,
- ostale iglavce (rdeči bor - *Pinus sylvestris*, črni bor - *Pinus nigra*, zeleni bor - *Pinus strobus*, macesen - *Larix decidua* itd.),
- bukev - *Fagus sylvatica*,
- hraste (graden - *Quercus petraea*, dob - *Quercus robur*, kostanj - *Castanea sativa*, oreh - *Juglans regia* itd.),
- plemenite listavce (gorski - *Acer pseudoplatanus* in ostrolistni javor - *Acer platanoides*, gorski brest - *Ulmus glabra*, veliki jesen - *Fraxinus excelsior*, lipa - *Tilia platyphyllos*, češnja - *Prunus avium*),
- druge trde listavce (beli gaber - *Carpinus betulus*, mokovec - *Sorbus aria*, brek - *Sorbus torminalis*, črni gaber - *Ostrya carpinifolia*, maklen - *Acer campestre*, mali jesen - *Fraxinus ornus*, cer - *Quercus cerris* itd.),
- mehke listavce (trepetlika - *Populus tremula*, topol - *Populus sp. div.*, vrba - *Salix sp. div.*, črna jelša - *Alnus glutinosa*, siva jelša - *Alnus incana*, breza - *Betula pendula* itd.).

Preglednica 3: Drevesna sestava sestojev v gospodarskih razredih, izražena v odstotku lesne zaloge

Table 3: Tree species composition in forest types expressed in percent of growing stock

Drevesne vrste in njihove skupine <i>Tree species and their groups</i>	Gospodarski razred <i>Forest type</i>		
	A	B	C
Smreka / <i>Spruce</i>	10	72	3
Jelka / <i>Fir</i>	1	2	0
Ostali iglavci / <i>Other conifers</i>	1	1	0
Bukev / <i>Beech</i>	65	12	31
Hrast / <i>Oak</i>	3	1	16
Plemeniti listavci / <i>Hardwoods</i>	8	4	11
Ostali trdi listavci / <i>Other hardwoods</i>	9	5	28
Mehki listavci / <i>Softwoods</i>	3	3	11
Skupaj / <i>Total</i>	100	100	100

2. Izračun deležev posameznih skupin drevesnih vrst v skupni lesni zalogi odseka

Iz podatkov o lesni zalogi je treba izračunati delež posamezne vrste oz. skupine drevesnih vrst v skupni lesni zalogi sestoja.

Preglednica 5: Deleži drevesnih vrst v skupni lesni zalogi
Table 5: Share of tree species of total growing stock

Odsek Sub-compart.	Površ. (ha) Area (ha)	Gosp. razred Forest type	Delež v lesni zalogi (%) Share in growing stock (%)							
			Smreka	Jelka	Ost.igl	Bukev	Hrast	Pl.lst.	Ostali trdi list.	Mehki list.
			<i>Spruce</i>	<i>Fir</i>	<i>Other decid.</i>	<i>Beech</i>	<i>Oak</i>	<i>Broadl.</i>	<i>Hardwoods</i>	<i>Softwoods</i>
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
5A	18,28	B	65,2	0,0	14,9	0,0	0,0	0,0	19,9	0,0
6A	15,88	B	70,6	3,4	0,9	2,0	0,9	2,9	9,7	9,6
6B	5,25	C	6,8	1,3	0,7	15,7	5,3	21,1	28,2	20,8
6C	3,71	A	9,0	1,0	0,0	75,4	2,0	2,9	4,8	4,8
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

3. Določitev modelne drevesne sestave sestojev

Za posamezno sintaksonomsko enoto je treba opredeliti naravno ali modelno drevesno sestavo. Na osnovi fitocenoloških raziskav na analiziranem območju smo za rastišče *Quercus-Fagetum* opredelili domnevno naravno drevesno sestavo: bukev (75%), hrast (13%), plemeniti listavci (7%) in trdi listavci (5%). Modelno stanje je enako za vse tri razrede, saj so oblikovani na podobnem rastišču.

4. Izračun indeksa spremenjenosti drevesne sestave

Po opisanem algoritmu (1, 2, 3, 4) smo izračunali indekse spremenjenosti za posamezne odseke in jih razvrstili v pet razredov spremenjenosti drevesne sestave z intervalom po 20%: 1 (0-19%), 2 (20-39%), 3 (40- 59%), 4 (60-79%) in 5 (80-100%).

Preglednica 6: *Indeksi spremenjenosti vrstne sestave (I_d) in njihovi razredi (KI_d)*
 Table 6: *Species composition alteration index (I_d) and its class (KI_d)*

Odsek <i>Subcom- partment</i>	Površina <i>Area</i>	Gosp. razred <i>Forest type</i>	D	D_{max}	I_d	(KI_d)
"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"
5A	18,28	B	102,66	103,62	99,07	5
6A	15,88	B	103,04	105,22	97,93	5
6B	5,25	C	69,23	88,69	78,06	4
6C	3,71	A	15,57	108,17	14,40	1
"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"

3.2 REZULTAT ANALIZE SPREMENJENOSTI DREVESNE SESTAVE V TREH GOSPODARSKIH RAZREDIH

ANALYSES RESULTS OF ALTERATION OF TREE COMPOSITION IN THREE FOREST TYPES

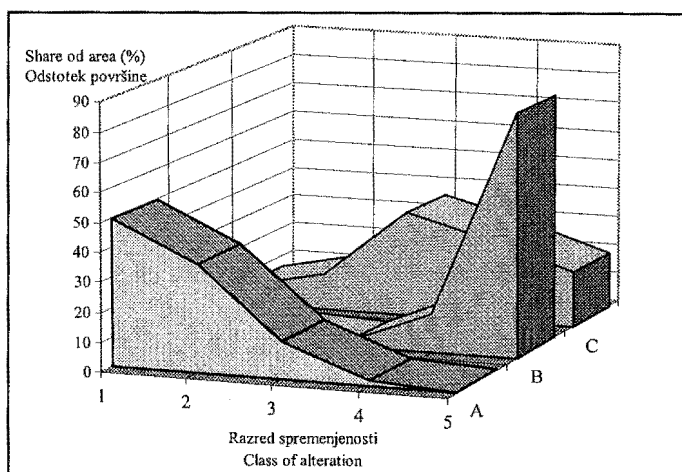
Domnevna naravna drevesna sestava je najbolj ohranjena v najmanj predružačenih bukovih gozdovih na rastišču Querco-Fagetum (A); približno na polovici površine teh gozdov je namreč stopnja ohranjenosti naravne drevesne sestave večja od 80%. Povedano drugače, na 86% celotne površine gospodarskega razreda je indeks spremenjenosti naravne drevesne sestave manjši od 40%.

Povsem drugače je z zasmrečenimi sestoji na podobnem rastišču (gospodarski razred B), kjer je na 83% površine gozdov indeks vrstne spremenjenosti večji od 80 %.

V razredu pionirskih gozdov na tem rastišču prevladujejo sestoji, kjer je vrednost indeksa spremenjenosti med 40% in 79%. Sestojev z ohranjeno drevesno sestavo je zelo malo, saj jih urejevalci ob obnovah načrtov uvrstijo v drugi razred (A). Ker gre za gozdove v nastajanju, pričakujemo, da se bo stopnja spremenjenosti zaradi napredujoče gozdne sukcesije postopno zmanjševala. Poprečna stopnja spremenjenosti za vse gozdove tega razreda je 57%. Informativna vrednost izračunanih indeksov spremenjenosti vrstne sestave po posameznih odsekih in prikazanih površin gozdov po posameznih stopnjah spremenjenosti je veliko večja od poprečnega indeksa spremenjenosti za celoten razred, ki je lahko celo zavajajoč.

Preglednica 7: Stopnja spremenjenosti drevesne sestave v analiziranih gospodarskih razredih
 Table 7: Level of tree species composition alteration in analysed forest types

	Razred spremenjenosti drevesne sestave Class of tree composition alteration					
	1	2	3	4	5	Skupaj / Total
Gospodarski razred / Forest type A						
Število odsekov Number of subcomp.	23	18	5	2	0	48
Površina (ha) Area (ha)	358,81	261,06	91,56	12,12	0	723,55
Delež v površini (%) Share of area (%)	49,6	36,1	12,7	1,7	0,0	100,0
Gospodarski razred / Forest type B						
Število odsekov Number of subcomp.	0	4	2	10	50	66
Površina (ha) Area (ha)	0	19,74	8,70	91,02	568,64	688,10
Delež v površini (%) Share of area (%)	0,0	2,9	1,3	13,2	82,6	100,0
Gospodarski razred / Forest type C						
Število odsekov Number of subcomp.	2	2	4	5	4	17
Površina (ha) Area (ha)	6,87	14,14	42,05	32,87	22,39	118,32
Delež v površini (%) Share of area (%)	5,8	12,0	35,5	27,8	18,9	100,0



Grafikon 1: Stopnja spremenjenosti sestojev v treh gospodarskih razredih (A, B, C)
 Figure 1: Level of tree species composition alteration in three forest types (A,B,C)

4 SKLEP CONCLUSION

Indeks spremenjenosti vrstne sestave je lahko koristen pripomoček pri urejanju gozdov, saj z njim na enostaven način prikažemo problematiko spremenjenosti drevesne sestave gozdnih sestojev v različnih prostorskih okvirih. Odlikuje ga enostaven algoritem, hkrati pa uporaba indeksa ni omejena le na primerjanje drevesne sestave.

5 POVZETEK

Vrstna sestava je vedno ena izmed osnovnih informacij za opisovanje gozdnih sestojev, rastlinskih združb in gozdnih ekosistemov. Pomemben in najbolj obsežen del gozdarskih podatkovnih baz predstavljajo podatki o gozdnih sestojih. Pogosto med seboj primerjamo drevesno sestavo različnih sestojev ali analiziramo spreminjanje drevesne sestave gozdov v določenem obdobju, primerjamo drevesno sestavo gozdnega sestoja s ciljno ali pa ugotavljamo spremenjenost drevesne sestave gozdnih sestojev od domnevno naravne drevesne sestave. Stopnja ohranjenosti drevesne sestave je predmet analize trajnosti gozda in izhodišče za gozdnogojitvene odločitve v prihodnosti na ravni sestoja in krajine. V prispevku predstavlja indeks za ocenjevanje spremenjenosti drevesne sestave (I_d) in prikazuje njegovo uporabnost na primeru izbrane gospodarske enote.

Indeks je uporaben za primerjanje vrstne sestave in za ocenjevanje spremenjenosti katerekoli vrstne sestave. Ocenjevanje spremenjenosti vrstne sestave je kvantitativno, saj ocenjujemo razmerja med (drevesnimi) vrstami. Razmerja med vrstami izražamo v odstotkih, ki so določeni glede na različne numerične znake, in sicer temeljnico, lesno zalogo, zastiranje, itd. Vsota deležev posameznih vrst predstavlja 100 %. Prostorski okvir za izračunavanje indeksa spremenjenosti drevesne sestave je različen; lahko je sestoj ali pa ureditvene enote, kot so odsek, oddelek, gospodarski razred, gospodarska enota itd. Indeks spremenjenosti lahko izračunavamo tudi iz fitocenoloških tabel, kjer po vrednostih srednjega zastiranja izračunamo relativne deleže posameznih (drevesnih) vrst. Dejanske deleže drevesnih vrst v izbrani prostorski enoti primerjamo z modelno vrednostjo. Modelna vrednost je lahko naravno razmerje drevesnih vrst na določenem rastišču, lahko je ciljno stanje, lahko pa je tudi drevesna sestava drugih gozdnih sestojev.

Izračun indeksa spremenjenosti drevesne sestave (I_d):

$$I_d = \frac{100 \cdot \sqrt{\sum (S_i - M_i)^2}}{\sqrt{(\sum S_i^2 + \sum M_i^2)}}$$

$$I_n = 100 - I_d$$

$i = 1, \dots, n$;

n = število vseh različnih (drevesnih) vrst ;

M_i ; modelna vrednost za delež posamezne (drevesne) vrste;

S_i ; dejanska vrednost za delež posamezne (drevesne) vrste.

Namesto indeksa vrstne spremenjenosti lahko uporabimo tudi indeks ohranjenosti drevesne sestave (I_n), ki ga izračunamo tako, da I_d odštejemo od 100.

Indeks spremenjenosti vrstne sestave lahko zavzame vrednosti od 0 do 100%. Zaradi prikazovanja rezultatov lahko tvorimo razrede spremenjenosti drevesne sestave, v katere uvrščamo površine analiziranih gozdnih sestojev. Podobno lahko določimo mejne vrednosti spremenjenosti vrstne sestave, na primer, dopustno spremenjenost, mejo naravnosti itd.

Indeks je zelo uporaben za ocenjevanje spremenjenosti drevesne sestave gozdnih sestojev posameznega gospodarskega razreda, v katerega uvrščamo podobne odseke. Odseki so primeren prostorski in vsebinski okvir za izračun indeksa spremenjenosti drevesne sestave. V bazi podatkov za odseke so med drugimi zbrane tudi informacije o površini odseka, pripadnosti odseka posameznemu gospodarskemu razredu in pa drevesni sestavi ter lesni zalogi gozdnih sestojev v tem odseku. Iz podatkov o lesni zalogi je treba izračunati deleže posameznih vrst oz. skupin drevesnih vrst v skupni lesni zalogi sestoja. Na osnovi fitocenoloških raziskav na analiziranem območju je treba za posamezno sintaksonomsko enoto oziroma gospodarski razred opredeliti naravno ali modelno drevesno sestavo. Po opisani enačbi izračunamo indeks spremenjenosti. Glede na izračunano vrednostjo indeksa pa odsek uvrstimo v ta ali oni razred spremenjenosti drevesne sestave, na primer v pet razredov z intervalom po 20%: 1 (0-19%), 2 (20-39%), 3 (40- 59%), 4 (60-79%) in 5 (80-100%). Informativna vrednost indeksov spremenjenosti drevesne sestave po posameznih odsekih in prikaz površin gozdov po posameznih stopnjah spremenjenosti je veliko večja od povprečnega indeksa spremenjenosti za celoten gospodarski razred, ki je lahko celo zavajajoč.

Indeks spremenjenosti drevesne sestave je lahko koristen pripomoček pri urejanju gozdov, saj z njim na enostaven način prikažemo problematiko spremenjenosti drevesne

sestave gozdnih sestojev v različnih prostorskih okvirih. Odlikuje ga enostaven algoritem, uporaba indeksa pa ni omejena le na primerjanje drevesne sestave.

SUMMARY

Species composition is always one of information needed for describing forest stands, plant communities and forest ecosystems. The most important and most comprehensive part of any forestry database are data on forest stands. We often compare tree composition of different stands or analyse alterations in tree composition of forests over a specific period, comparing tree composition of forest stands with a goal or establishing the alteration of the tree composition of forest stands from the surmised natural tree composition. The level of preservation of tree compositions is the subject of an analysis of the sustainability of a forest and the starting point for silvicultural decisions in the future at the level of the stand or landscape. In this contribution, an index for estimating species alteration (I_d) and showing its use in an example of selected forest unit is presented.

The index is used for comparing species compositions and for estimating alterations of any species composition. Estimation of species alteration is quantitative as we calculate the proportion between (tree) species. The proportion between species is expressed in percentages determined with respect to the different numerical parameters, i.e. the basal area, growing stock, cover degree, etc. The sum of the proportions of individual species is 100%. The framework for calculating the index of species alteration is different; it can be stands or management units such as subcompartments, compartments, forest types, forest units etc. The alteration index can also be calculated from phytocoenological tables where, with respect to the value of mean cover degrees, we calculate the relative proportion of individual (tree) species. The actual proportion of tree species in a selected spatial unit is compared with a model value. The model value can be the natural proportion of tree species on a particular site, a goal situation or even the tree composition of other forest stands. The equation for the species alteration index (I_d) is:

$$I_d = \frac{100 \cdot \sqrt{\sum (S_i - M_i)^2}}{\sqrt{(\sum S_i^2 + \sum M_i^2)}}$$

$$I_n = 100 - I_d$$

$i = 1, \dots, n$;

n = number of all different (tree) species;

M_i ; model value for proportion of individual (tree) species;

S_i ; actual value for proportion of individual (tree) species.

In place of the species alteration index, we can also use the preservation of tree composition index (I_n) which we calculate such that I_d is subtracted from 100: $I_n = 100 - I_d$

The species alteration index can be any value from 0 to 100%. With the results we can produce classes of species alteration in which we place the surface area of analysed forest stands. Similarly, we can determine the critical value of species alteration, for example, permitted alteration, border of naturalness, etc.

The index is very useful for estimating tree composition alterations of forest stands in a particular forest type in which we place similar subcompartments. Subcompartments are suitable spatial and content frameworks for calculating the species alteration index. Amongst other information collected in a database for subcompartments, are data on the surface area of the subcompartment, to which forest type the subcompartment belongs and the tree composition and growing stocks of forest stands in the subcompartment. From data on growing stocks, it is necessary to calculate the proportion of individual species or a group of tree species in total growing stock. On the basis of phytocoenological studies on the analysed region, it is necessary to define for each syntaxonomical unit or forest type, natural or model tree composition. We calculate by the described equation, the species alteration index. With respect to the calculated index value, the subcompartment is placed in this or that class of tree composition alteration. For example there can be five classes with intervals of 20% - 1 (0-19%), 2 (20-39%), 3 (40-59%), 4 (60-79%) and 5 (80-100%). The value of calculated species alteration indices by particular subcompartment and the surface area of forest shown by individual class of alteration are much more informative than a mean alteration index for a whole forest type which can be even misleading.

The species alteration index can be useful as an aid in forest management as it provides a simple way of showing the problems of tree composition alteration of forest stands in different spatial frameworks. It is distinguished by a simple algorithm and use of the

index is not only limited to comparing tree compositions, but it is also useful for comparing plant and animal compositions in general.

VIRI REFERENCES

- BONČINA, A., 1997. Naravne strukture gozda in njihove funkcije pri sonaravnem gospodarjenju z gozdom (Natural forest structures and their functions in close-to nature forest management). Doktorska disertacija, BF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 210 s.
- BONČINA, A., 1998. Research of structure and biodiversity in managed and virgin fir-beech forest in Dinaric region of Slovenia. Deutscher Verband forstlicher Forschungsanstalten. Sektion forstliche Biometrie und Informatik, 11. Tagung, Freiburg (in print).
- CAUSTON, D.R., 1988. An introduction to vegetation analysis: principles, practice and interpretation. Unwin Hyman, London, Boston, Sydney, Wellington, xvii + 342 s.
- GAŠPERŠIČ, F., 1995. Gozdnogospodarsko načrtovanje v sonaravnem ravnanju z gozdovi. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 403 s.
- GAUCH, H.G. Jr., 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge university press, Cambridge, London etc., x + 298 s.
- GRIEG-SMITH, P., 1964. Quantitative plant ecology. Butterworths, London, xii + 256 s.
- KERSHAW, K.A., 1973. Quantitative and Dynamic Plant Ecology. 2d.ed., Elsevier, New York,
- KONEČNIK, J.(ed), 1997. Gozdnogospodarski načrt za enoto Željne-Laze (1997-2006).
- MIRKIN, B.M. / ROZENBERG G.S., 1978. Fitocenologija: principy i metody. Nauka, Moskva, 211 s.
- MUELLER-DOMBOIS, D. / ELLENBERG, H., 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons Inc., New York, London, Sydney, Toronto, xx + 547 s.
- ROBIČ, D., 1988. Ocenjevanje spremenjenosti vrstne sestave. Manuskript, 5 s.
- VASILEVIČ, V.I., 1969. Statističeskie metody v geobotanike. Nauka, Leningrad, 232 p.
- WHITTAKER, R.H. (ed), 1978a. Classification of Plant Communities. Dr.W.Junk bv Publishers The Hague, Boston, 408 s.
- WHITTAKER, R.H. (ed), 1978b. Ordination of Plant Communities. Dr.W.Junk bv Publishers The Hague, Boston, 388 s.