

Vegetacijsko-strukturna obilježja sastojina obične smreke (*Picea abies* Karst.) u prašumi Smrčeve doline na sjevernom Velebitu

Joso Vukelić, Stjepan Mikac, Dario Baričević, Irena Šapić, Darko Bakšić

Nacrtač – Abstract

U vegetacijskom razdoblju 2010. godine proveli smo detaljna istraživanja prašume Smrčeve doline na sjevernom Velebitu. Prašumski kompleks obuhvaća oko 488 ha, dio je Nacionalnoga parka »Sjeverni Velebit« i do sada nije znanstveno istraživao. Velik dio prašume zauzimaju sastojine obične smreke rasprostranjene u dvjema šumskim zajednicama: smrekova šuma s obrubljenim gladcem (*Laserpitio krapfii-Piceetum abietis* Vukelić i dr. 2010) i smrekova šuma s alpskom pljuskavicom (*Hyperico grisebachii-Piceetum abietis* /Bertović 1975/ Vukelić i dr. 2010). Na gornjim i srednjim padinama rasprostranjena je pretplaninska bukova šuma sa žabljakom (*Ranunculo platanifoliae-Fagetum* Marinček i dr. 1993). Sva tri vegetacijska tipa fitocenološki su istražena metodom ciriško-monpelješke fitocenološke škole, a snimci smrekovih sastojina prikazani su u analitičkoj tablici 1 s potrebnim općim podacima. Za koantificiranje strukturnih parametara sastojina na pokusnim plohama svim su stablima iznad 1 cm prsnoga promjera izmjereni opseg (cm), visina (m) te je određen životni status prema metodologiji Maseri i dr. (1979). Ustanovljena je količina i stupanj raspadanja mrtvog dubećega i ležećega drveta i na temelju utvrđenih parametara i odgovarajućih kriterija zaključujemo da smrekove sastojine istraživanoga područja pripadaju kategoriji primarne prašume.

Ključne riječi: *Picea abies* Karst., šumske zajednice, struktura, prašuma, sjeverni Velebit

1. Uvod – Introduction

U disjunktном arealu subalpskoga pojasa sjevernoga Velebita sastojine obične smreke rasprostiru se na približno 2200 ha (Vukelić i Rukavina 2005). S vegetacijskoga gledišta prvotno ih u širem smislu opisuju Horvat (1950) i Anić (1959), njihovu zonalnost i sindinamski karakter analizira Trinajstić (1970), a u zavižanskom skupu Bertović (1975) opisuju novu asocijaciju u šumskoj vegetaciji Hrvatske – smrekovu šumu s milavom (*Calamagrostio variaie-Piceetum dinaricum* nom. illeg.). U novije vrijeme smrekove predalpske šume detaljnije su sintaksonomsko-sociološki analizirane (Vukelić i dr. 2010a, Vukelić i dr. 2010b), pri čemu je ustanovljena i druga asocijacija – smrekova šuma s obrubljenim gladcem (*Laserpitio krapfii-Piceetum* Vukelić, Alegro i Šegota 2010). Uz

definiranje ekoloških uvjeta i dijagnostičkih vrsta nove asocijacije, autori analiziraju promjenu flornoga sastava, flornoga geoelementa i udjela vrsta pojedinih sintaksonomskih kategorija od sjeverozapada prema jugoistoku Dinarida. Primjerice, broj i pokrovnost elemenata smrekovih šuma (vrste razreda *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. i dr. 1939 em. Zupančić 1976 i nižih jedinica) od krajnjih sjeverozapadnih Dinarida Slovenije do velebitskih sastojina smanjuje se za više od četvrtine, povećava se broj i pokrovnost vrsta bukovih šuma (red *Fagetalia* Pawl. in Pawl. i dr. 1928) i drugih jedinica. U istraživanjima autori uspoređuju dvije smrekove zajednice koje rastu u Smrčevim dolinama, ekološki i fitocenološki ih razdvajaju, određuju razlikovne vrste i druga obilježja. Kako su ta istraživanja provedena na ograničenom prostoru kontinentalnih padina sjevernoga Velebita, sigurno

su zanimljivi rezultati u Smrčevim dolinama, poglavito jer je riječ o prašumskim sastojinama. Naime, prašume su staništa čije indikatorske vrijednosti nisu značajno promijenjene djelovanjem čovjeka. Temeljni pokretači dinamike prašumskih ekosustava isključivo su prirodni čimbenici. Sve promjene prašumskih sastojina rezultat su prirodne varijabilnosti i kao takve mogu se smatrati nultim stanjem za trajno promatranje. Stupanj prirodnosti, definiran kao stupanj samofunkcioniranja prirodnih procesa i intenziteta čovjekova djelovanja na funkciju i strukturu ekosustava, vrlo je važan kriterij za održavanje, očuvanje i poboljšanje biološke raznolikosti u šumskim ekosustavima. Osnovi kriteriji za izlučivanje prašumskih sastojina temelje se na poznavanju i opisu indikatorskih vrijednosti preko sustava vrednovanja indikatora prema određenom stupnju prirodnosti.

Znanstvena istraživanja u bukovo-jelovim prašumama na Dinaridima u Hrvatskoj, u prvom redu u prašumama Čorkova uvala na Plitvičkim jezerima i Devčića tavani na sjevernom Velebitu, provedena su u drugoj polovici prošloga stoljeća (Prpić 1972, 1979, Cestar i dr. 1983, Kramarić i Iuculano 1989, Prpić i dr. 1995). Pretežno su se temeljila na utvrđivanju strukturnih parametara živoga i mrtvoga drveta, opsega pomlađivanja, prostornoga rasporeda pojedinih razvojnih faza (srednjoeuropski model strukturnih razvojnih faza) i mogućnosti primjene rezultata u gospodarenju prebornim šumama. U posljednje vrijeme (Anić i dr. 2006, Mikac 2010) istraživanja se produbljuju i usmjeravaju prema raščlambi odnosa pojedinih vrsta i pomlađivanju unutar progala, mjestâ gdje započinje prirodna obnova prašumske sastojine.

Prašuma Smrčeve doline bitno je različita po sastavu, samim time i po funkciji i strukturi u odnosu na spomenute dinarske bukovo-jelove prašume. Ovo su prva istraživanja ovakva tipa u prašumskim sastojinama u kojima je edifikatorska vrsta obična smreka i u kojima utvrđivanje strukture treba odrediti u prvom redu karakter i parametre sastojina kao prirodne cjeline, a ne analizirati dinamiku i funkcioniranje prašumskoga ekosustava obične smreke. Iz dosadašnjih proučavanja prašuma obične smreke u dinarskom području poznata su jedino Miletićeva (1931) istraživanja na planini Vitorog iznad Hrblije kraj Glamočkoga polja u Bosni i Hercegovini, na nadmorskoj visini od 1650 do 1700 m. Prema njegovim rezultatima distribucija broja stabala imala je unimodalni oblik s najvećim mortalitetom prema broju stabala u manjim debljinskim stupnjevima. Ukupna gustoća stabala promjera većega od 10 cm iznosila je 288 kom./ha s najvećim izmjerenim promjerom od 56 cm.

2. Problematika istraživanja *Research problems*

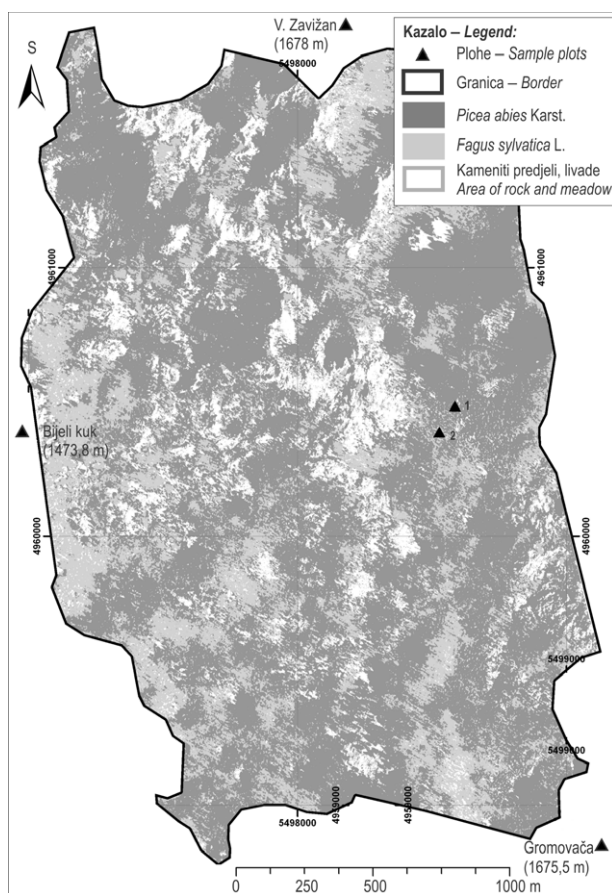
Lokalitet Smrčeve doline nije do sada znanstveno istraživan, tek se sporadično navodi u planinarskoj i promidžbenoj literaturi o sjevernom Velebitu, s naglaskom na očuvanost i bogatstvo smrekovih šuma. Upravo nedirnutost i neistraženost toga područja razlogom su što smo pristupili multidisciplinarnim istraživanjima koja su trebala utvrditi karakter i kategoriju prašumskih sastojina. Proveli smo izmjeru i analizu relevantnih strukturnih pokazatelja, a fitocenološki utvrdili i analizirali sastav, građu i druga obilježja šumskih zajednica. Fitocenološka su istraživanja posebno značajna zbog nedovoljne šire istraženosti i definiranja smrekovih fitocenoza u Hrvatskoj, njihova karaktera kao prijelaznih zajednica od sjeverozapadnih Dinarida i graničnoga područja s Alpama prema Dinaridima Bosne i Hercegovine i jugoistočnoga dijela Balkanskoga poluotoka.

Za ocjenu prirodnosti prašume pretpostavili smo da je riječ o primarnoj prašumskoj sastojini koja nema nikakvih tragova izravnoga čovjekova utjecaja i koja može dobro poslužiti za sva poredbena istraživanja smrekovih ekosustava. Kriteriji za ocjenu stanja temelje se na sličnim istraživanjima srednjoeuropskih autora, poglavito Gebureka i dr. (2010) koji su sistematski razradili indekse biološke raznolikosti za austrijske šume.

3. Materijal i metode istraživanja *Material and methods*

U fitocenološkim istraživanjima smrekovih sastojina primijenjena je metoda ciriško-monpelješke fitocenološke škole sa šestostupanjskom skalom, a snimci su prikazani u analitičkoj tablici (tablica 1) s potrebnim općim podacima. Florni je sastav razvrstan po socijalnoj pripadnosti vrsta, nomenklatura biljaka usklađena je prema bazi podataka *Flora Croatica* (Nikolić 2008), a mahovina prema Koperskomu i dr. (2000).

Strukturna obilježja sastojina ustanovljena su na dvjema pokusnim plohama koje dobro predstavljaju prosječno stanje prašume, a međusobno se razlikuju. Razlike na dvjema plohama proizlaze iz različitih ekoloških, ponajprije edafskih parametara, a pripadaju različitim asocijacijama. Prva se ploha nalazi u samoj vrtači i njezinoj donjoj padini, gdje je vrlo dobra dubina tla (koluvij) i na kojoj su povoljna svojstva (asocijacija *Laserpitio krapfii-Piceetum abietis*). Druga je ploha oko 100 m više, pod samim vrhom padine, tlo je znatno pliće, a kamenitost mnogo veća (asocijacija *Hyperico grisebachii-Piceetum abietis*).



Slika 1. Prašuma Smrčeve doline

Fig. 1 Virgin forest of Smrčeve doline

Plohe su kvadratnih dimenzija 50×50 m, a na svakoj su uz osnovne stanišne parametre analizirani parametri koji su relevantni pri ocjeni antropogenoga utjecaja, odnosno prirodnosti sastojina. To su, primjerice, prisutnost panjeva antropogena porijekla, ostali tragovi čovjekove djelatnosti, udaljenost od ceste i pristupačnost lokaliteta, prisutnost progala sklopa, prisutnost svih stadija ontogenetskoga razvoja stabala (živa i mrtva stabla). Kako bi se kvantificirali određeni strukturni parametri, svim su stablima iznad 1 cm prsnoga promjera izmjereni opseg i visina te je određen životni status prema metodologiji. Ustanovljena je količina i stupanj raspadanja mrtvoga dubećega i ležećega drveća, stadij raspadanja mrtvoga ležećega drveća razvrstan je u 5 kategorija raspada (Maser i dr. 1979).

4. Područje istraživanja – Research area

Šumski kompleks Smrčeve doline nalazi se u istočnom dijelu Nacionalnoga parka »Sjeverni Velebit«, u trokutu vrhova Veliki Zavižan (1676), Gromovača

(1576) i Bili kuk (1474). U geomorfološkom smislu to je iznimno bogato razvijen kraški reljef, većinom pokriven smrekovo-bukovim šumama, a u manjem dijelu grade ga goli stjenoviti vrhovi, grebeni s brojnim fenomenima dinarskoga krša. Osobito su dojm-ljive vrtače, čija su dna obrasla vegetacijom visokih zeleni iz reda *Adenostyletalia* G. et J. Br.-Bl. 1931, a uz glavnu vrtaču na 1393 m nalazi se Hajdučka snježnica, u kojoj se snijeg i led zadržavaju cijele godine. Površina istraživanoga kompleksa iznosi 488 ha, od čega je 300 ha pod smrekovim, 125 ha pod bukovim šumama, dok je ostatak bez šumske vegetacije. Nadmorska je visina od 1279 m do 1607 m, a glavni je smjer pružanja prašume sjever – jug.

Makroklimatska obilježja zavižanskoga skupa, pa i Smrčevih dolina, pokazuju prosječnu godišnju temperaturu $3,5$ °C i prosječnu godišnju količinu oborina 1898 mm (meteorološka postaja Vučjak, 1594 m n. v., razdoblje 1961 – 1990, podaci DHMZ, oko 2 km od pokusnih ploha). Matičnu podlogu čine vapnenačke breče i vapnenačko-dolomitni blokovi koji često izbijaju na površinu. Tla su najčešće organogeni, organomineralni i posmeđeni kalkomelanosoli u mozaiku s kalkokambisolima i dubokim koluvijima (Bakšić i dr. 2010).

U prašumskom kompleksu nisu uočljivi nikakvi tragovi ljudske djelatnosti, što je zbog nepristupačnosti terena i teško prohodnoga reljefa i razumljivo. Prve planinske livade, površine samo 0,3 ha, na kojima se do prije pedesetak godina pašarilo, nalaze se 1 km istočno od prašume, u smjeru 3 km udaljene Premužičeve staze.

Već smo rekli da su šume Smrčevih dolina vrlo zanimljiv objekt u vegetacijskom smislu. Čine ga navedene smrekove i bukove zajednice, zasigurno prema geomorfološkim i florno-vegetacijskim značajkama najreprezentativnije u subalpskom pojasu sjevernoga Velebita. Prijašnja botanička istraživanja otkrila su veći broj endemičnih i rijetkih vrsta te upozorila na posebnost flore s geobotaničkoga i sociološkoga gledišta, po čemu smrekove šume na Velebitu kao zasebne asocijacije pokazuju jasnu samostalnost u odnosu na ostale zajednice na Dinaridima. Zaključno, Smrčeve su doline prašumska cjelina koja je svojom očuvanošću, sastavom i strukturom jedinstvena na hrvatskim Dinaridima i veoma značajna za cijelu jugoistočnu Europu (slika 2).

5. Rezultati istraživanja – Research results

U fitocenološkoj tablici 1 prikazano je ukupno pet fitocenoloških snimaka s ukupno 122 vrste višega bilja i mahovina. U dvama fitocenološkim snimcima asocijacije (*Hyperico grisebachii-Piceetum abietis*) zabilježeno je 67 vrsta višega bilja i 9 vrsta maho-



Slika 2. Smrekova sastojina na pokusnoj plohi 1

Fig. 2 Norway Spruce stand on sample plot 1

vina. U sloju drveća potpuno prevladava smreka, a bukva je vrlo rijetka. U sloju grmlja, uz vrste iz sloja drveća, prevladavaju *Lonicera caerulea borbasiana*, *Juniperus communis nana*, *Clematis alpina*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium myrtillus*, *Rosa pendulina*, *Rubus saxatilis* i *Salix appendiculata*. U prizemnom rašću raste 50 vrsta, što odgovara prosjeku subalpskih kamenitih sastojina.

Sa sociološkoga gledišta prevladavaju tzv. »pice-talne« (smrekove) vrste, karakteristične za smrekove šume većega dijela Europe. Njih je s mahovinama ukupno 31, od vrsta podsveze *Vaccinio-Piceenion* pridozaze *Vaccinium vitis idaea*, *Polystichum lonchitis* i *Lycopodium annotinum*, a od drugih vrsta sintaksonomskih kategorija smrekovih šuma pokrovnošću se ističu *Adenostyles alpina*, *Valeriana tripteris*, *Hieracium murorum*, *Valeriana montana*, *Homogyne sylvestris*, *Maianthemum bifolium* i *Huperzia selago*. Te su vrste važne za definiranje asocijacije i njezine sinsistematske pripadnosti. Od ostalih viših kategorija

zastupljenije su *Calamagrostis varia*, *Hypericum richeri grisebachii*, *Campanula velebatica*, *Ranunculus carinthiacus*, *Poa alpina*, *Asplenium viride* i *Heliosperma pusilla*. Prema istraživanjima Vukelića i dr. (2010b) većina su i razlikovne vrste ove asocijacije.

Druga asocijacija, *Laserpitio krapfii-Piceetum*, bogatija je brojem vrsta i raznovrsnija po sastavu. To su potvrdila i prijašnja istraživanja, u njoj je zabilježena 91 vrsta višega bilja i 15 vrsta mahovina. U sloju drveća uz dominantnu smreku češće su jela, bukva i jarebika. U sloju grmlja, uz vrste iz sloja drveća, raste još 14 vrsta, od vrsta bukovih šuma tu su *Lonicera alpigena*, *Daphne mezereum*, *Sambucus racemosa* i *Acer pseudoplatanus*. U prizemnom rašću rastu 74 vrste. Uz vrste razreda *Vaccinio-Piceetea* (23 vrste) dosta su proširene one iz reda *Fagetalia* (13 vrsta) i reda *Adenostyletalia* (15 vrsta). Po njima se ova asocijacija bitno razlikuje od prethodne (13 : 28), čime su potvrđeni rezultati usporedbe tih asocijacija na temelju većega broja snimaka (Vukelić i dr. 2010a).

Tablica 1. Florni sastav snimljenih ploha
Table 1 Floristic composition of sample plots

Asocijacija - Association		Hyp.-Piceet.		Las.-Piceet.		
Broj stupca - Number of column		1	2	3	4	5
Nadmorska visina - Altitude (10 m)		142	145	152	142	151
Izloženost - Exposition		N	NNO	NW	NNO	S
Nagib - Inclination (°)		31	27	20	30	15
Broj vrsta - Number of species		56	53	72	74	69
Vaccinio-Piceenion						
<i>Lonicera caerulea borbasiana</i>	B	1	+	1	+	+
<i>Lonicera nigra</i>		.	+	+	+	1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	C	4	2	2	+	1
<i>Polystichum lonchitis</i>		.	1	+	1	+
<i>Melampyrum velebiticum</i>		+	+	+		+
<i>Luzula sylvatica</i>		1	.	.	+	+
<i>Lycopodium annotinum</i>		3	.	1	.	.
<i>Luzula luzulina</i>		.	.	.	+	.
<i>Rhytiadelphus loreus</i>	D	2	1	.	1	.
<i>Rhizomnium punctatum</i>		.	.	1	.	.
<i>Plagiothecium laetum</i>		.	.	+	.	.
Abieti-Piceenion						
<i>Abies alba</i>	A	.	+	.	.	+
<i>Clematis alpina</i>	B	1	1	1	+	+
<i>Abies alba</i>		+	+	+	+	+
<i>Adenostyles alpina</i>	C	+	2	1	+	1
<i>Veronica urticifolia</i>		.	+	1	+	1
<i>Valeriana tripteris</i>		+	+	+	.	+
<i>Streptopus amplexifolius</i>		.	.	+	+	+
<i>Dryopteris expansa</i>		.	.	+	+	+
<i>Dryopteris dilatata</i>		.	.	+	.	.
Vaccinio-Piceion						
<i>Picea abies</i>	A	5	4	4	5	4
<i>Picea abies</i>	B	2	.	1	.	1
<i>Sorbus chamaemespilus</i>		+	.	.	+	.
<i>Hieracium murorum</i>	C	+	1	+	+	+
<i>Valeriana montana</i>		+	1	.	1	+
<i>Laserpitium krapfii</i>		.	+	.	.	+
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>		.	.	.	+	+
Vaccinio-Piceetea, Piceetalia						
<i>Sorbus aucuparia</i>	A	+	+	+	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	B	1	2	1	2	3
<i>Sorbus aucuparia</i>		+	+	+	+	+
<i>Rubus saxatilis</i>		+	1	+	+	.
<i>Pinus mugo</i>		1	.	.	.	.

Asocijacija - Association		Hyp.-Piceet.		Las.-Piceet.		
Broj stupca - Number of column		1	2	3	4	5
<i>Rosa pendulina</i>	BC	+	1	1	1	2
<i>Homogyne sylvestris</i>	C	1	1	+	1	+
<i>Oxalis acetosella</i>		+	.	1	1	1
<i>Maianthemum bifolium</i>		+	+	+	+	.
<i>Huperzia selago</i>		1	+	+	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>		.	.	+	.	+
<i>Orthilia secunda</i>		1	.	.	.	.
<i>Gentiana asclepiadea</i>		.	.	.	+	.
<i>Dicranum scoparium</i>	D	3	1	2	1	+
<i>Rhytiadelphus triquetrus</i>		3	1	.	.	.
<i>Polytrichum formosum</i>		1	.	.	.	+
Erico-Pinion, Erico-Pinetalia						
<i>Calamagrostis varia</i>	C	2	2	1	1	1
<i>Cirsium erisithales</i>		.	+	+	.	+
<i>Aquilegia nigricans</i>		+	.	.	.	.
Aremonio-Fagion						
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	C	+	2	1	1	+
<i>Aremonia agrimonoides</i>		.	.	.	.	1
Adenostylon, Adenostyletalia						
<i>Salix appendiculata</i>	B	1	+	+	+	+
<i>Rubus idaeus</i>		.	.	+	+	+
<i>Ribes petraeum</i>		.	.	+	+	+
<i>Ribes sp.</i>		.	.	.	+	+
<i>Viola biflora</i>	C	1	.	1	1	1
<i>Doronicum austriacum</i>		+	.	+	+	+
<i>Veratrum album</i>		+	+	.	+	.
<i>Geranium sylvaticum</i>		+	.	.	+	+
<i>Dryopteris filix-mas</i>		.	+	.	+	+
<i>Ranunculus platanifolius</i>		.	.	1	+	1
<i>Saxifraga rotundifolia</i>		.	.	+	1	+
<i>Polygonatum verticillatum</i>		.	.	+	+	+
<i>Adenostyles alliariae</i>		.	.	1	1	.
<i>Cicerbita alpina</i>		.	.	.	1	1
<i>Athyrium filix-femina</i>		.	.	.	+	+
<i>Aconitum lycoctonum vulparia</i>		.	.	.	+	.
<i>Aruncus dioicus</i>		.	.	.	+	.
<i>Poa hybrida</i>		.	.	.	.	+
Fagetalia						
<i>Fagus sylvatica</i>	A	.	+	+	+	1
<i>Acer pseudoplatanus</i>		.	.	.	.	+
<i>Daphne mezereum</i>	B	+	.	.	+	+
<i>Lonicera alpigena</i>		+	.	+	.	+

Tablica 1. Nastavak.

Table 1 Continued.

Asocijacija - Association	Broj stupca - Number of column	Hyp.-Piceet.		Las.-Piceet.		
		1	2	3	4	5
<i>Sambucus racemosa</i>		.	.	+	.	+
<i>Acer pseudoplatanus</i>		.	.	.	+	+
<i>Prenanthes purpurea</i>	C	.	+	1	1	1
<i>Poa nemoralis</i>		+	+	+	.	.
<i>Symphytum tuberosum</i>		+	.	.	+	+
<i>Mycelis muralis</i>		.	+	+	.	+
<i>Phyteuma spicatum coeruleum</i>		.	+	.	+	+
<i>Petasites albus</i>		.	.	3	2	2
<i>Melica nutans</i>		.	+	+	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>		.	.	.	+	+
<i>Carex pilosa</i>		+	.	.	.	.
<i>Viola reichenbachiana</i>		.	+	.	.	.
<i>Galeobdolon luteum</i>		.	.	+	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>		.	.	.	+	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>		.	.	.	+	.
<i>Carex sylvatica</i>		.	.	.	.	+
<i>Eurhynchium angustirete</i>	D	.	.	1	+	.
Quercus-Fagetea						
<i>Sorbus aria</i>	B	.	+	.	.	.
<i>Anemone nemorosa</i>	C	.	.	.	+	.
<i>Convalaria majalis</i>		.	.	+	.	.
<i>Ctenidium molluscum</i>	D	1	2	2	2	2
Ostale vrste - Other species						
<i>Juniperus communis nana</i>	B	+	+	.	.	.
<i>Salix</i> sp.		+	.	.	.	.
<i>Gentiana lutea symphyandra</i>	C	+	.	+	.	.
<i>Achillea clavinae</i>		+	.	.	.	.
<i>Hypericum richeri grisebachii</i>		+	1	+	+	+
<i>Asplenium viride</i>		+	+	+	+	+
<i>Heliosperma pusilla</i>		+	+	+	+	.
<i>Poa alpina</i>		+	+	+	+	.
<i>Moehringia muscosa</i>		.	+	+	+	+
<i>Campanula velebatica</i>		1	1	+	.	.
<i>Ranunculus carinthiacus</i>		+	+	.	+	.
<i>Cystopteris regia</i>		.	+	+	+	.
<i>Cystopteris fragilis</i>		.	+	+	.	+
<i>Dryopteris villarii</i>		+	.	+	.	.
<i>Coeloglossum viride</i>		.	.	+	.	+
<i>Galium anisophyllum</i>		+	.	.	.	.
<i>Polygonum viviparum</i>		+	.	.	.	.
<i>Polygala alpestris croatica</i>		+	.	.	.	.

Asocijacija - Association	Broj stupca - Number of column	Hyp.-Piceet.		Las.-Piceet.		
		1	2	3	4	5
<i>Leontodon rossianus?</i>		+	.	.	.	.
<i>Carex brachystachys</i>		.	+	.	.	.
<i>Asplenium trichomanes</i>		.	.	+	.	.
<i>Viola riviniana</i>		.	.	+	.	.
<i>Asplenium ruta muraria</i>		.	.	+	.	.
<i>Myosotis alpestre</i>		.	.	.	+	.
<i>Silene vulgaris</i>		.	.	.	+	.
<i>Festuca spectabilis</i>		.	.	.	.	+
Mahovine - Mosses						
<i>Tortella tortuosa</i>	D	+	1	1	1	1
<i>Rhynchostegium murale</i>		.	+	1	+	1
<i>Schistidium apocarpum + brunescens</i>		.	+	+	+	+
<i>Fissidens adianthoides</i>		.	1	1	1	.
<i>Dicranella</i> sp.		.	.	1	+	1
<i>Pohlia longicolla</i>		.	.	+	+	+
<i>Mnium marginatum</i>		.	.	.	.	+
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>		.	.	.	.	+
A - drveće - Trees						
B - grmlje - Shrubs						
C - prizemno rašće - Undergrowth						
D - mahovine - Mosses						

Premda broj snimljenih ploha nije dovoljan za istraženost cjelokupnoga područja, veoma je reprezentativan za istraživanje obiju asocijacija dinarske pretplaninske smrekove šume.

U tablicama 2 i 3 prikazani su rezultati izmjere strukturalnih parametara na objema pokusnim ploha. Osnovna strukturalna obilježja pokusnih ploha podijeljena su i analizirana u tri dijela. Prvu sastavnicu strukture čine živa stabla, drugu mrtva dubeća stabla i treću mrtvo ležeće drvo i njegovi ostaci. Dubeća su stabala (živa i mrtva) razdijeljena u 9 kategorija raspadanja. Oznaka 1 odnosi se na potpuno živa i vitalna stabla, kategorija 2 na živa, ali slabo vitalna stabla sa oštećenom krošnjom, kategorija 3 su suha i odumrla stabla itd. Obujam mrtvog ležećega drveta izmjeren je na čitavoj pokusnoj plohi prema 5 stadija raspadanja. Najmanji promjer za izmjeru mrtvog ležećega drveta iznosio je 10 cm na tanjem kraju, a duljina 1 m. Navedenu metodologiju primijenio je Mikac (2010) u istraživanju prašume Čorkova uvala.

Tablica 2. Strukturna obilježja plohe 1
Table 2 Structural characteristics of sample plot 1

Klase - Classes	<i>Picea abies</i> Karst.			<i>Fagus sylvatica</i> L.			Ukupno - Total		
	N, kom.	G, m ²	V, m ³	N, kom.	G, m ²	V, m ³	N, kom.	G, m ²	V, m ³
1	49	11,44	169,30	38	0,84	6,89	87	12,28	176,19
2	2	0,17	1,80				2	0,17	1,80
3	6	0,99	12,56				6	0,99	12,56
4	10	0,32	1,82				10	0,32	1,82
5	8	0,15	0,79				8	0,15	0,79
6	6	0,40	2,10	1	0,00	0,00	7	0,40	2,10
7				3	0,12	0,55	3	0,12	0,55
8	2	0,30	0,30	2	0,04	0,07	4	0,34	0,37
9									
Živo - Live	51	11,61	171,10	38	0,84	6,89	89	12,45	177,99
Mrtvo - Dead	32	2,16	17,57	6	0,16	0,62	38	2,32	18,19
Živo - Live/ha	204	46,44	684,40	152	3,36	27,56	356	49,80	711,96
Mrtvo - Dead/ha	128	8,64	70,28	24	0,65	2,49	152	9,29	72,77
Ukupno - Total/ha	332	55,08	754,68	176	4,01	30,05	508	59,09	784,73
Kategorije degradacije mrtvoga ležećega drva - Large woody debris decay categories									
1									
2			11,81			8,82			
3			26,55			1,43			
4			36,04			4,43			
5			11,40						
Ukupno - Total			73,99			14,68			88,67
Ukupno - Total/ha			295,96			58,72			354,68
Ukupno mrtvo drvo (dubeće i ležeće) - Total standing dead trees and large woody debris									
Ukupno - Total/ha			366,24			61,21			427,45
Ukupna biomasa živoga i mrtvoga drveta - Total volume of live and dead trees									
Ukupno - Total/ha			1050,64			88,77			1139,41
Ukupna biomasa živih stabala - Total volume of live trees, 711,96 m³/ha, S (96) : B (4)									
Ukupna biomasa mrtvih dubećih stabala - Total volume of standing dead trees, 72,77 m³/ha, S (97) : B (3)									
Ukupna biomasa mrtvoga ležećega drveta - Total volume of large woody debris, 427,45 m³/ha, S (83) : B (17)									
Udio mrtvoga drveta u biomasi čitave sastojine - Total dead wood proportions: 37 %									

Ukupni obujam živoga drveta utvrđen na pokusnoj plohi 1 iznosi 711,96 m³/ha. Od toga se iznosa 96 % odnosi na smreku, a 4 % na bukvu. Gustoća smrekovih stabala promjera većega od 1 cm iznosi 204 kom./ha, dok je bukovih 152 kom./ha. Utvrđeno je 128 kom./ha mrtvih dubećih smrekovih stabala s obujmom 70,28 m³/ha, dok je mrtvih dubećih bukovih stabala utvrđeno samo 24 kom./ha s obuj-

mom 2,49 m³/ha. Obujam mrtvoga ležećega drveta iznosi 427,45 m³/ha, od čega je 83 % smreke i 17 % bukve. Ukupna utvrđena biomasa iznosi 1050,64 m³/ha, od toga je 67,76 % živih stabala, a 32,23 % mrtvoga drveta. Mrtvoga ležećega drveta u odnosu na dubeće prema obujmu gotovo je šest puta više. Razlog tomu je najvjerojatnije veći broj izvaljenih smreka zbog jačega vjetra. Prema stadiju degradacije dubećih sta-

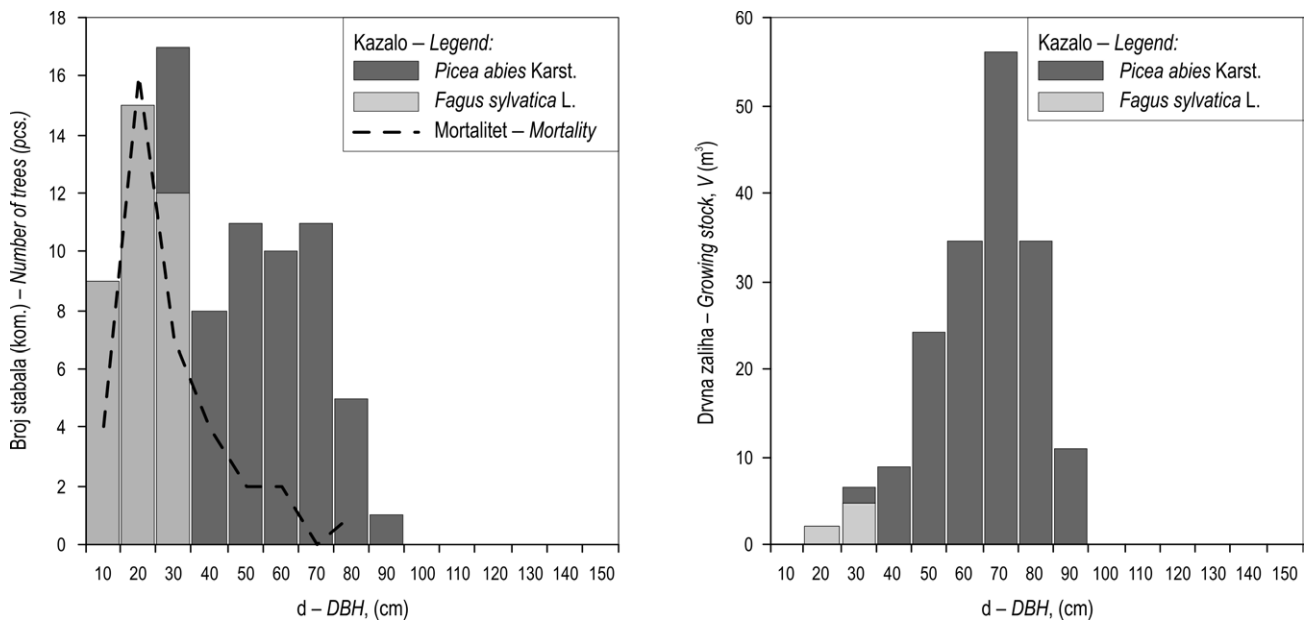
Tablica 3. Strukturne karakteristike plohe 2**Table 3** Structural characteristics of sample plot 2

Klase - Classes	<i>Picea abies</i> Karst.			<i>Fagus sylvatica</i> L.			<i>Abies alba</i> Mill.			Ukupno		
	N, kom.	G, m ²	V, m ³	N, kom.	G, m ²	V, m ³	N, kom.	G, m ²	V, m ³	N, kom.	G, m ²	V, m ³
1	27	1,64	13,54	14	0,15	0,61	10	0,68	5,72	51	2,47	19,87
2	1	0,01	0,03	2	0,24	1,18				3	0,25	1,21
3	4	0,11	7,70	2	0,00	0,21				6	0,11	7,91
4	5	0,03	2,15				2	0,03	2,06	7	0,06	4,21
5	1	0,00	0,13							1	0,00	0,13
6	2	0,24	9,77	1	0,09	4,12				3	0,33	13,89
7										0		
8	1	0,05	0,77							1	0,05	0,77
9												
Živo - Live	28	1,65	13,57	16	0,39	1,79	10	0,68	5,72	54	2,72	21,08
Mrtvo - Dead	13	0,43	20,52	3	0,09	4,33	2	0,03	2,06	18	0,55	26,91
Živo - Live/ha	448	26,40	217,12	256	6,24	28,64	160	10,88	91,52	864	43,52	337,28
Mrtvo - Dead/ha	208	6,88	328,32	48	1,44	69,28	32	0,48	32,96	288	8,80	430,56
Ukupno - Total/ha	656	33,28	545,44	304	7,68	97,92	192	11,36	124,48	1152	52,32	767,84
Kategorije degradacije mrtvoga ležećega drva - Large woody debris decay categories												
1												
2												
3			1,39			1,02						
4												
5												
Ukupno - Total			1,39			1,02						2,41
Ukupno - Total/ha			22,24			16,32						38,56
Ukupno mrtvo drvo (dubeće i ležeće) - Total standing dead trees and large woody debris												
Ukupno - Total/ha			350,56			85,60						469,12
Ukupna biomasa živoga i mrtvoga drveta - Total volume of live and dead trees												
Ukupno - Total/ha			567,68			114,24						806,40
Ukupna biomasa živih stabala - Total volume of live trees, 337,28 m³/ha, S (64) : B (8) : J (27)												
Ukupna biomasa mrtvih dubećih stabala - Total volume of standing dead trees, 430,56 m³/ha, S (76) : B (16) : J (8)												
Ukupna biomasa mrtvoga ležećega drveta - Total volume of large woody debris, 38,56 m³/ha, S (58) : B (42) : J (0)												
Udio mrtvoga drveta u biomasi čitave sastojine - Total dead wood proportions: 58 %												

bala prevladavaju kategorije od 3 do 6 (slika 1), što pokazuje da smreka kao i jela odumire starenjem ili djelovanjem nekoga drugoga čimbenika (potkornjaci, vjetroizvale i dr.) te tako stvara male progale, površine vodoravne projekcije krošnje. Najveći promjer smreke izmjeren u Smrčevim dolinama iznosi 90 cm, a prosječni je promjer 32,24 cm. Najveći je promjer bukve na plohi 32 cm, a prosječni 15,50 cm.

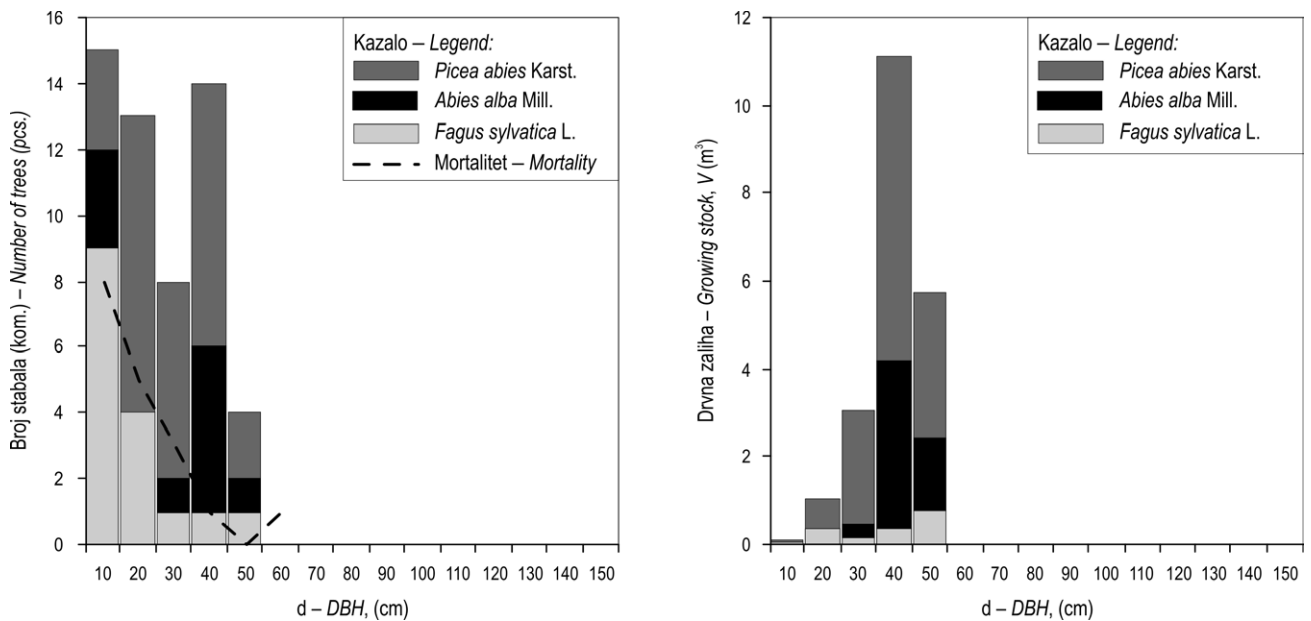
Najveća visina smreke izmjerena na pokusnoj plohi iznosi 40,0 m, a prosječna 19,05 m. Najveća visina bukovih stabala iznosi 22,2 m.

Distribucija je broja stabala po debljinskim stupnjevima bimodalna. Prvi mod (mod = 18 cm) nalazi se u rasponu debljinskih stupnjeva do 30 cm i čine ga pretežno mlađa bukova stabla. Drugi mod (mod = 62,70 cm) čine smrekova stabla. Prema iz-



Slika 3. Distribucija broja stabala i volumena prema prsnim promjerima i vrstama drveća na pokusnoj plohi 1 – Isprekidana krivulja označava mortalitet prema debljinskim stupnjevima

Fig. 3 DBH distribution for number of trees and living volume according to tree species in sample plot 1 – Broken curve indicates mortality of trees per diameter class



Slika 4. Distribucija broja stabala i volumena prema prsnim promjerima i vrstama drveća na pokusnoj plohi 2 – Isprekidana krivulja označava mortalitet prema debljinskim stupnjevima

Fig. 4 DBH distribution for number of trees and living volume according to tree species in sample plot 2 – Broken curve indicates mortality of trees per diameter class

gledu distribucije obujma, koja je unimodalna blago lijevo skošena, vidi se da u potpunosti prevladava obična smreka čitavim rasponom debljinskih razreda. Mortalitet prema broju stabala iznosi 40 %, no

uglavnom se odnosi na mlada stabla čiji je mortalitet u debljinskom razredu od 20 cm 100 % (slika 3). Tako mortalitet uglavnom se odnosi na bukova stabla.

Ukupni obujam živoga drveta utvrđen na pokusnoj plohi 2 iznosi 337,28 m³/ha. Od toga iznosa 64 % odnosi se na smreku, 8 % na bukvu i 16 % na jelu. Gustoća smrekovih stabala promjera većega od 1 cm iznosi 448 kom./ha, dok je bukve utvrđeno 256 kom./ha i jele 160 kom./ha. Izbrojeno je 208 kom./ha mrtvih dubelih smrekovih stabala s obujmom 328,32 m³/ha, mrtvih dubelih bukovih stabala izbrojeno je 48 kom./ha s obujmom 69,28 m³/ha, mrtvih dubelih jelovih stabala utvrđena su 32 kom./ha s obujmom 32,96 m³/ha.

Obujam mrtvoga ležećega drveta iznosi 430,56 m³/ha, od čega je 76 % smreke, 16 % bukve i 8 % jele. Ukupna utvrđena biomasa iznosi 806,40 m³/ha, od toga je 42 % živih stabala, a 58 % mrtvoga drveta. Mrtvoga ležećega drveta u odnosu na dubice mrtvo prema obujmu 16 je puta više. Prema stadiju degradacije dubelih stabala prevladavaju kategorije od 3 do 6. Najveći promjer smreke izmjeren na plohi 2 iznosi 47,70 cm, a prosječni promjer 25 cm. Najveći promjer bukve utvrđen na plohi iznosi 44,6 cm, a prosječni je 13,6 cm. Najveći utvrđeni promjer jele iznosi 44,6 cm. Najveća visina smreke utvrđena na pokusnoj plohi iznosi 23,5 m, a prosječna je 11,27 m. Najveća visina bukve iznosi 12,3 m, dok je jele 21,8 m.

Opseg je distribucije prsnih promjera upola manji od plohe 1. Najveći utvrđeni promjer nije veći od 45 cm, a visina nije veća od 25 m.

Budući da je pridolazak smreke u Smrčevim dolinama uvjetovan djelovanjem lokalnih ekoloških čimbenika, na temelju digitalnoga modela terena utvrdili smo da se 50 % smrekove populacije nalazi u rasponu ekspozicija od 270 do 360°, dok bukva u preko 75 % populacije pridolazi do 260°. Iz toga se vidi da je bitan ekološki čimbenik za pridolazak smreke ekspozicija terena, u Smrčevim dolinama to je sjeverna – sjeverozapadna.

6. Rasprava – Discussion

Provedena fitocenološka istraživanja smrekovih sastojina u prašumi Smrčeve doline upotpunila su poznavanje sastava i građe šumskih zajednica sveze *Vaccinio-Piceion* na srednjim Dinaridima. To se odnosi ponajprije na potvrdu opravdanosti izdvajanja dviju samostalnih asocijacija koje se dobro međusobno razlikuju (Bertović 1975, Vukelić i dr. 2010), ali pokazuju jasnu samostalnost u odnosu na četrdesetak smrekovih zajednica opisanih u subalpskom pojasu jugoistočne Europe (Zupančič 1980, 1990, 1999). U odnosu na ostale asocijacije iz te grupacije smrekove sastojine subalpskoga pojasa sjevernoga Velebita razlikuju se prisutnošću i većom pokrovnošću vrsta *Campanula velebitica*, *Melampyrum velebiticum*, *Hypericum richeri grisebachii*, *Laserpitium krapfii*, *Valeriana mon-*

tana, *Euphorbia carniolica*, *Geranium sylvaticum*, *Adenostyles alliariae* i drugih, a izostajanjem vrsta alpsko-borealnoga i južnobalkanskoga područja. Ti su rezultati veoma važni jer će s ostalim snimcima biti potrebni za definiranje šumskih zajednica obične smreke iz Gorskoga kotara koje prema preliminarnoj usporedbi pokazuju više sličnosti sa zajednicama dinarskoga i predalpskoga područja predalpskoga pojasa Slovenije.

Strukturna obilježja prašumskih sastojina obične smreke upućuju na njezinu primarnu prašumsku strukturu. Istraživanjem terena utvrđen je izostanak antropogenih čimbenika, u prvom redu panjeva, ostataka ljetnih stanova, livada, pa čak i planinarskih staza i bilo kakvih drugih utjecaja. Sam zemljopisni položaj i nepristupačnost terena, koji obilježava izraženi krški reljef, upućuju na nemogućnost bilo kakva značajnijega čovjekova utjecaja na strukturna prašumska svojstva u posljednjih stotinjak godina.

Jedan od osnovnih strukturnih prašumskih pokazatelja jest distribucija broja stabala po debljinskim stupnjevima. Dosadašnja istraživanja srednjoeuropskih prašuma pokazuju da distribucija promjera značajno odstupa od uravnotežene D'Liocourtove krivulje (preborni oblik distribucije), premda se ovdje radi o bitno drugačijim šumama nego što su ih istraživali Lorimer i dr. (2001), Westphall i dr. (2006), Diaci i dr. (2009) i drugi autori. Rezultati ovoga istraživanja potkrepljuju tu zakonitost, premda ih je potrebno dokazati na većem broju ploha i većoj površini. Može se očekivati da će distribucija prsnih promjera smrekovih sastojina u Smrčevim dolinama s vremenom poprimiti oblik obrnuto sigmoidalne krivulje (polegnuta slova S). Najvažniji je razlog tomu kontinuirani proces pomlađivanja koji se odvija u novonastalim progalama sklopa i na mrtvom ležećem drvetu. Novonastali pomladak polagano urašta u gornje slojeve sastojine ispunjavajući progale sklopa. Kako se progale sklopa kontinuirano javljaju na cjelokupnoj površini prašume, tako i razvoj pomlatka u njima s vremenom postiže specifičan oblik distribucije broja stabala obrnutoga slova S.

Visoka drvena zaliha rezultat je povoljnih mikrostanišnih prilika i ekoloških svojstava smreke koja uglavnom nastanjuje vrtače s dubljim koluvijalnim nanosima tla. Visoka drvena zaliha normalna je za sve srednjoeuropske prašume.

Obujam mrtvoga drveta ovisi o produktivnosti staništa, brzini raspadanja te vrsti i intenzitetu prirodnih poremećaja. Često je u suodnosu s obujmom živih stabala. Udio mrtvoga drveta u ukupnom obujmu prašumskih sastojina iznosi 20 – 40 % od ukupnoga obujma (Gilg 2005).

Udio mrtvoga drveta prema obujmu u stabilnim prašumskim ekosustavima jednak je obujamnomu

prirastu tijekom određenoga razdoblja. Tako je prema istraživanjima Bončine i Diacija (1998) u bukovo-jelovim prašumama u Sloveniji količina mrtvoga drveta izmjerena tijekom 10-godišnjega razdoblja iznosila oko 25 % obujma sastojine, što zapravo odgovara iznosu obujamnoga prirasta za 10 godina.

Količina mrtvoga drveta često ovisi i o veličini uzorkovanja na terenu, ali i o klimatskim obilježjima područja. Klimatski čimbenici (temperatura i vlaga) utječu na brzinu razgradnje mrtvoga drveta. U prašumama umjerene zone prosječna količina mrtvoga drveta kreće se u rasponu 50 – 150 m³/ha. U mješovitim brdskim i planinskim prašumama doseže i do 300 m³/ha, zahvaljujući velikoj produktivnosti i usporenoj razgradnji (< 1 %/god.). Prema Gilgu (2005) u uvjetima hladne klime, primjerice u manje produktivnim borealnim šumama, obujam mrtvoga drveta može doseći 150 m³/ha (prosjek 60 – 90 m³/ha na jugu i 20 m³/ha na sjeveru).

Razgradnja mrtvoga drveta vrlo je brza za manje dijelove, kao što su grane, grančice i ogranci. Veći dijelovi mrtvoga drveta (debla) mogu se i više od 100 godina polagano raspadati, osobito u hladnim i suhim predjelima. Deblo hrasta može se raspadati i do 200 godina do potpunoga nestanka (MacMillan 1988), a prema Peterkenju (1996) tragovi mrtvoga drveta nekih četinjača vidljivi su i 400 godina nakon odumiranja. Uobičajeno vrijeme potpunoga raspada bukovich debala u našim je uvjetima već od 10 do 20 godina, a većine hrastova manje od 100 godina (Gilg 2005).

7. Zaključci – Conclusions

Prašumski kompleks Smrčeve doline na sjevernom Velebitu obuhvaća 488 ha, od čega 300 ha otpada na sastojine obične smreke. One pridolaze u dvije šumske zajednice, u vrtačama, osojnim padinama i nižim vrhovima, na kalkokambisolu tipičnom, najčešće srednje dubokom, a u vrtačama na kalkokambisolu dubokom, često ilimeriziranom ili na koluvijima rasprostranjena je smrekova šuma s obrubljenim gladcem (*Laserpitio krapfii-Piceetum abietis*). Na stjenovitim vrhovima, grebenima i kukovima povrh organogenih, organomineralnih i posmeđenih podtipova kalkomelansola te nešto rjeđe plitkih kalkokambisola pridolazi smrekova šuma s alpskom pljus-kavicom (*Hyperico grisebachii-Piceetum abietis*). Na pet snimljenih ploha prisutno je 106 vrsta višega bilja i 16 vrsta mahovina, od čega 40 pripada razredu *Vaccinio-Piceetea* i nižim jedinicama. Razlikovne vrste asocijacije *Hyperico grisebachii-Piceetum* su *Juniperus communis nana*, *Gentiana lutea symphyandra*, *Achillea clavennae*, *Salix appendiculata*, a fitocenozu *Laserpitio krapfii-Piceetum* diferenciraju *Laserpitium krapfii*, *Pe-*

tasites albus, *Mycelis muralis*, *Mercurialis perennis* i druge (Vukelić i dr. 2010a, b).

Izmjerom strukturnih parametara na dvjema pokusnim plohama utvrdili smo visok iznos drvene zalihe koja je rezultat izostanka gospodarenja i isključivo prirodnih čimbenika. Oblik distribucije broja stabala po debljinskim stupnjevima podudara se s istraživanjima drugih autora o uravnoteženoj strukturi srednjoeuropskih prašuma. Ekspozicija terena modificiranjem mikroklimata glavni je geomorfološki čimbenik koji utječe na pridolazak smreke u području bukovich zajednica. Daljnja istraživanja treba usmjeriti na mikrolokalitete i druge ekološke čimbenike, poglavito mikroklimatske.

Na temelju količine i stupnja raspadanja mrtvoga dubećega i ležećega drveta, te na temelju izmjerenih parametara živoga drveta, odsutnosti panjeva antropogena porijekla i drugoga Smrčeve doline možemo smatrati primarnom prašumom s najvišim stupnjem prirodnosti. Cijeli je kompleks iznimno vrijedan za prirodnoznanstvena istraživanja i usporedbu s dinarskim, ali i s europskim prašumama.

8. Literatura – References

- Anić, M., 1959: Šumarska fitocenologija II (*Forest Phytocoenology II*). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 117 str.
- Anić, I., S. Mikac, M. Oršanić, D. Drvodelić, 2006: Structural relations between virgin and management beech-fir stands (*Omphalodo-Fagetum* Marinček i dr. 1992) in forests of the Croatian Dinaric Karst. *Periodicum biologorum*, 108 (6): 663–669.
- Bakšić, D., I. Perković, N. Pernar, J. Vukelić, B. Vrbeć, 2010: Pedofiziografske značajke i sadržaj teških metala Pb, Zn, Cd, i Cu u smrekovim šumama sjevernoga Velebita i Štirovače (*Pedophysiological features and heavy metal content (Pb, Zn, Cd and Cu) in spruce forests of the northern Velebit and Štirovača*). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, rukopis, 16 str. (u tisku).
- Bertović, S., 1975: Ekološko-vegetacijske značajke okoliša Zavižana u sjevernom Velebitu (*Ecological-vegetative features of Zavižan environment in Northern Velebit*). *Glas. šum. pokuse*, 18: 5–75.
- Bončina, A., J. Diaci, 1998: Contemporary research on regeneration patterns of Central European virgin forests with recommendations for future research. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 56: 33–53.
- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović, Z. Pelcer, K. Bezak, V. Krejči, A. Krznar, V. Lindić, J. Medvedović, B. Vrbeć, 1983: Prirodni šumski rezervat »Čorkova uvala – Čudinka« (*Natural forest reserve of »Čorkova Uvala – Čudinka«*). *Radovi*, 53, 44 str.

- Diaci, J., D. Rožembergar, S. Mikac, I. Anić, T. Hartman, A. Bončina, 2009: Prašumski ekosustavi dinarskoga krša i prirodno gospodarenje šumama u Hrvatskoj (*Long-term changes in tree species composition in old-growth Dinaric beech-fir forest*). U: S. Matic, I. Anić, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 21–39.
- Geburek, Th., N. Milasowszky, G. Frank, H. Konrad, K. Schadauer, 2010: The Austrian Forest Biodiversity Index: All in one. *Ecological Indicators*, 10: 753–761.
- Gilg, O., 2005: Old-growth forests: Characteristics, Conservation and Monitoring. ATEN, Montpellier, 96 str.
- Horvat, I., 1950: Šumske zajednice Jugoslavije (*Forest Communities of Yugoslavia*). Institut za šumarska istraživanja, Zagreb, 73 str.
- Koperski, M., M. Sauer, W. Braun, S. R. Gradstein, 2000: Referenzliste der Moose Deutschlands (*Reference List of the mosses Germany*). K. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg, 519 str.
- Kramarić, Ž., T. Iuculano, 1989: O strukturi i normalitetu šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 1938) na primjeru prašume Čorkove uvale (*Über die Struktur des Buchen und Tannenwaldes (Abieti-Fagetum illyricum Horv. 1938) am Beispiel des Urwaldes Čorkova uvala*). *Šumarski list*, 113 (11–12): 581–589.
- Lorimer, C. G., S. E. Dahir, E. V. Nordheim, 2001: Tree mortality rates and longevity in mature and old-growth hemlock-hardwood forests. *Journal of Ecology*, 89: 960–971.
- MacMillan, P. C., 1988. Decomposition of coarse wood debris in an old-growth Indiana forest. *Can. J. For. Res.*, 18: 1353–1362.
- Maser, C., R. G. Anderson, K. Cromack Jr., J. T. Williams, R. E. Martin, 1979: Dead and down woody material. U: J. W. Thomas (ur.), *Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington*. USDA Forest Service Agricultural Handbook, str. 78–95.
- Mikac, S., 2010: Strukturna i regeneracijska dinamika bukovo-jelove prašume Čorkova uvala (*Structural and regeneration dynamic of the beech and fir old-growth forest Čorkova uvala*). Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 159 str.
- Miletić, Ž., 1931: Smrekova prašuma binomske strukture na Vel. Vitorozi (*Spruce virgin forest of binomial structure on Vel. Vitoroga*). *Šumarski list*, 57 (7): 305–308.
- Nikolić, T., (ur.), 2010: Flora Croatica, baza podataka (*Flora Croatica, database*). On-line (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Peterken, G. F., 1996. Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions. Cambridge University Press. Cambridge, 540 str.
- Prpić, B., 1972: Neke značajke prašume Čorkova uvala (*Some characteristic of the Čorkova uvala Virgin forest*). *Šumarski list*, XCVI (9–10): 325–333.
- Prpić, B., 1979: Struktura i funkcioniranje prašume bukve i jele (*Abieti-Fagetum Illyricum* Horv. 1938) u Dinaridima SR Hrvatske (*Stand structure and functioning of beech virgin forest and fir /Abieti-Fagetum illyricum Horv. 1938/ in Dinara mountain region of Croatia*). II. kongres ekologa Jugoslavije, Zadar – Plitvice, str. 899–924.
- Prpić, B., Z. Seletković, J. Vukelić, 1995: Der Urwald Čorkova uvala – ein Modell für den multifunktionalen Buchen-Tannen Plenterwald (*The Virgin forest Čorkova uvala – a model for the multifunctional beech and fir selection forest*). *Ergebnisse d. 7. IUFRO Tanensymposiums*, Mainz, str. 250–253.
- Trinajstić, I., 1970: Höhengürtel der Vegetation und die Vegetationsprofile im Velebitgebirge (*The vegetation belts and the vegetation profiles in the Velebit*). *Mittl. Ostalp. Din. Ges. F. Vegetke*, 11: 219–224.
- Vukelić, J., A. Alegro, V. Šegota, 2010a: Altimontanska-subalpska smrekova šuma s obrubljenim gladcem (*Laserpitium krapfii-Piceetum abietis* ass. nova) na sjevernom Velebitu (Hrvatska) (*Altimontane-Subalpine Spruce Forest with Laserpitium krapfii / Laserpitium krapfii-Piceetum abietis* ass. nova / in *Northern Velebit / Croatia /*). *Šumarski list*, 133 (6–7): 211–228.
- Vukelić, J., A. Alegro, V. Šegota, I. Šapić, 2010b: Nomenklaturno-fitocenološka revizija asocijacije *Calamagrostio variaie-Piceetum dinaricum* Bertović 1975 nom. illeg. u Hrvatskoj (*Nomenclatural-phytocoenological revision of the association Calamagrostio variaie-Piceetum dinaricum Bertović 1975, nom. illeg. in Croatia*). *Šumarski list*, 134 (11–12): 559–568.
- Vukelić, J., M. Rukavina, 2005: Šumska vegetacija sjevernoga Velebita (*Forest vegetation of Northern Velebit*). Šume i šumarstvo sjevernoga Velebita. U: J. Vukelić (ur.), *Šume i šumarstvo sjevernoga Velebita*, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb – Senj, str. 107–130.
- Weber, H. E., J. Moravec, J.-P. Theurillat, 2000: International Code of Phytosociological Nomenclature. 3th Ed. *J. Veget. Sci.*, 11 (5): 739–768.
- Westphal, C., N. Tremer, G. von Oheimb, J. Hansen, K. von Gadov, W. Härdtle, 2006: Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? *Forest Ecology and Management*, 223: 75–93.
- Zupančič, M., 1980: Smrekovi gozdovi Evrope in Balkanskega polotoka, I (*The Spruce of Middle Europe and the Balkan Peninsula, I*). *Biološki vestnik*, 28 (2): 137–158.
- Zupančič, M., 1990: Smrekovi gozdovi Evrope in Balkanskega polotoka, III (*The Spruce of Middle Europe and the Balkan Peninsula, III*). *Biološki vestnik*, 38 (3): 5–22.
- Zupančič, M., 1999: Smrekovi gozdovi Slovenije (*Spruce forests of Slovenia*). *SAZU, Dela*, 36: 1–222.

Abstract

Vegetation and Structural Features of Norway Spruce Stands (*Picea abies* Karst.) in the Virgin Forest of Smrčeve Doline in Northern Velebit

Detailed research into the virgin forest of Smrčeve Doline, situated in Northern Velebit National Park, was undertaken in the vegetation period of 2010 (Fig. 1). The virgin forest covers an area of 488 ha, of which spruce forests account for 300 ha, beech forests for 125 ha, while the rest is without any forest vegetation. The altitude ranges between 1,279 m and 1,607 m. The virgin forest mainly extends in the north-south direction. Over half of the spruce stands are distributed in sinkholes, as well as on northern and northwestern slopes ascending towards the tops. In the geomorphological sense, this is an exceptionally richly developed Dinaric karst relief, where the parent material is made of limestone breccias and limestone-dolomite blocks, which often resurface. The soil is organogenic and organomineral calcomelanosol in a mosaic with calcocambisol. The average annual temperature is 3.5 °C and the amount of the average annual precipitation is 1,898 mm (meteorological station Vučjak, 1954 m above sea level, period 1961–1990, data of the DHMZ).

Phytocoenological research based on the standard Central European method of the Zürich-Montpellier School has shown that stands of Norway spruce are distributed in two forest communities (Table 1): spruce forest with *Laserpitium krapfii* (*Laserpitium krapfii*-*Piceetum abietis* Vukelić, Alegro et Šegota 2010) and spruce forest with *Hypericum richerii* *grisebachii* (*Hypericum grisebachii*-*Piceetum abietis* /Bertović 1975/ Vukelić, Alegro, Šegota et Šapić 2010). The floral composition with their differences justifies their classification into independent associations in relation to other sub-alpine phytocoenoses of the Dinaric region. Compared with them, spruce forests of the sub-alpine belt of northern Velebit are differentiated by the presence and the higher cover of species *Campanula velebatica*, *Melampyrum velebiticum*, *Hypericum richerii* *grisebachii*, *Laserpitium krapfii*, *Valeriana montana*, *Euphorbia carniolica*, *Geranium sylvaticum*, *Adenostyles alliariae* and other, as well as the absence of the species of the Alpine-boreal and the south Balkan region (Vukelić et al. 2010a, Vukelić et al. 2010b). These results are of exceptional importance because, in combination with other research, they will be indispensable for defining forest communities of spruce in the Gorski Kotar area, which, according to preliminary comparisons, show more similarities with the communities of the Dinaric and pre-alpine area of Slovenia.

The structural features of the stands were established in two sample plots situated in the most representative part of the virgin forest. In addition to basic site parameters, some possible anthropogenic impacts were also analyzed in square plots of 50 × 50 m. These impacts are relevant for the assessment of the natural status of the stands. To quantify structural parameters in the sample plots, circumferences and heights were measured 1 cm above the diameter at breast height in all the trees, and their life status was determined using the methodology of Maser et al. 1979 (Tables 2 and 3). Standing trees (live and dead) were divided into 9 degradation categories. The quantity and decomposition rates of dead standing and fallen timber were recorded. The decomposition stage of dead fallen timber was classified into 5 decomposition categories.

In terms of assessing the natural status of forests, we assumed that it was a primary virgin forest stand, which shows no traces of direct anthropogenic impacts, and as such can be used for all comparative research of spruce ecosystems. The criteria for the assessment of the status are based on similar research of Central European authors, primarily that of Geburek et al. (2010), who systematically constructed biodiversity indices for Austrian forests.

Measurements of structural parameters in the two sample plots revealed a very high amount of growing stock, resulting from the absence of management and the presence of exclusively natural factors. In terms of tree number distribution by diameter classes (Fig. 3 and 4), this research indicates bimodal distribution that deviates significantly from the balanced de Liocourt curve (selective form of distribution). This was also confirmed by past research into Central European virgin forests (Lorimer et al. 2001, Westhpall et al. 2006, Diaci et al. 2009). It is expected that the distribution of diameters at breast height of spruce stands in Smrčeva Dolina will gradually assume a reverse sigmoid curve form (reverse S shape). The reason lies in the continuous regeneration process that takes place in newly created canopy gaps and on dead lying timber. The newly-established young generation slowly penetrates into the upper stand layers and fills in the canopy gaps. With canopy gaps occurring continuously over the

entire virgin forest area, the development of young generation achieves a specific form of the reverse S shape of tree number distribution.

*The growing stock in the sample plots is relatively high for these altitudes. It is primarily the result of favorable micro-site conditions, which are conducive to the biological-ecological requirements of spruce. Differences in the two plots emerge from different ecological and particularly from edaphic parameters. The first plot (association *Laserpitio krapfii-Piceetum abietis*) is situated in the sinkhole itself and on its lower slope, where the soil is very deep and suitable (colluvium), while the second is about 200 m higher, immediately under the top of the slope, where the soil is considerably shallower and rockiness is more distinct (association *Hyperico grisebachii-Piceetum abietis*).*

With reference to the measured parameters of live trees, the quantity and decomposition rate of dead standing and fallen timber, the complete absence of stumps of anthropogenic origin, the distance from roads and mountain trails, the geographic position, inaccessibility and other factors, Smrčeve Doline can be considered a virgin forest with the highest degree of naturalness.

Keywords: Picea abies Karst., forest communities, structure, virgin forest, Northern Velebit

Adresa autorâ – Authors' address:

Prof dr. sc. Joso Vukelić
e-pošta: jvukelic@sumfak.hr
dr. sc. Stjepan Mikac
e-pošta: smikac@sumfak.hr
Izv. prof. dr. sc. Dario Baričević
e-pošta: dario.baricevic@zg.htnet.hr
Irena Šapić, dipl. inž. šum.
e-pošta: isapic@sumfak.hr
Doc. dr. sc. Darko Bakšić
e-pošta: baksic@sumfak.hr
Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
HR-10000 Zagreb
Hrvatska