

SUŠENJE OBIČNE JELE (*Abies alba* Mill.) S PROIZVODNOG STAJALIŠTA NA PRIMJERU NEKOLICINE BUKOVO-JELOVIH SASSTOJINA

PRODUCTION ASPECT OF SILVER FIR (*Abies alba* Mill.) DIEBACK ON
EXAMPLE OF A FEW BEECH-FIR STANDS

Elvis PALADINIĆ, Denis ŠTIMAC, Hrvoje MARJANOVIĆ,
Ivan BALENOVIĆ, M. Zorana OSTROGOVIĆ*

SAŽETAK: Problematika koju rad istražuje je sušenje obične jele u bukovo-jelovim šumama s proizvodnog stajališta. Proizvodnjom šumskih drvnih sortimenata jele u sastojinama različitih kategorija zdravstvenog stanja, ostvaruje se sortimentna struktura koja vrlo često značajno odstupa od planirane strukture, a time i od planiranih prihoda proizvodnje. Navedene razlike između planirane i ostvarene proizvodnje, koje su značajne za sastojine u kojima je jela umjereno do izrazito narušenog zdravstvenog stanja, ponajprije promatrajući osutost krošanja, glavna su tema ovoga rada.

Područje istraživanja određeno je granicama Uprave šuma Podružnice Delnice, s naglaskom na one gospodarske jedinice, odnosno odjele zahvaćene intenzivnim sušenjem stabala jele. U skladu s tim, te uz stručnu pomoć Ekološkog i Proizvodnog odjela navedene Podružnice, prikupljanje podatka obavljeno je na području gospodarskih jedinica "Brloško" i "Široka Draga". Osnovna razlika na temelju koje su te jedinice odabrane je u kategoriji općeg zdravstvenog stanja stabala jele.

Terensko istraživanje provedeno je u skladu s operativnim proizvodnim planom Podružnice za svaku godinu istraživanja, na način da je odabrano nekoliko odjela/odsjeka predviđenih za prebornu sječu tijekom godine. Na terenu su prikupljeni podaci o oborenim jelovim stablima i to osnovne mjerne veličine prsni promjer i ukupna visina stabla, te mjere svakog izrađenog i klasiranog sortimenta iz stabala uzorka. Prikupljeni terenski podaci obrađivani su Microsoft Excel 2007, te SPSS programom za statističku obradu podataka.

Analizom su potvrđene statistički značajne razlike između planirane i ostvarene proizvodnje drvnih sortimenata jele u odjelima sa značajnim sušenjem jele, a dokazane su značajne razlike između proizvodnje istovrsnih sortimentnih klasa pridobivenih iz jelovih sastojina različitih kategorija zdravstvenoga stanja.

Ključne riječi: kategorija zdravstvenoga stanja sastojine, obična jela, sušenje, šumski drvni sortimenti, planirana proizvodnja, ostvarena proizvodnja

* Dr. sc. Elvis Paladinić, Hrvatski šumarski institut, e-mail: elvisp@sumins.hr
Denis Štimac, dipl. ing. šum., Uprava šuma Podružnica Delnice,
e-mail: denis.stimac@hrsume.hr
Dr. sc. Hrvoje Marjanović, Hrvatski šumarski institut, e-mail: hrvojem@sumins.hr
Ivan Balenović, dipl. ing. šum., Hrvatski šumarski institut, e-mail: ivanb@sumins.hr
M. Zorana Ostrogović, dipl. ing. šum., Hrvatski šumarski institut,
e-mail: masao@sumins.hr

UVOD – Introduction

Obična jela (*Abies alba* Mill.) je prirodno rasprostranjena u planinama srednje, južne i djelomično zapadne Europe. Areal obične jele u Hrvatskoj obuhvaća područja Gorskog kotara, odakle se preko Velebita proteže kroz cijeli Dinarski masiv. Ova se vrsta nalazi i u gorskim predjelima (Papuk) između Save i Drave (Vidaković, 1993).

Obična jela je ekološki, gospodarski i tradicionalno najvažnija hrvatska četinjača, s oko 35 % udjela u ukupnoj drvnj zalihi četinjača (Prpić i Seletković, 2001). Pridolazi u prebornim šumama koje predstavljaju značajno ekološko uporište najšumovitijega područja Republike Hrvatske. Ako se pri gospodarenju ovom vrstom nema u vidu raznovrsnost međudjelovanja svih okolišnih čimbenika, a zahvati pridobivanja drva se obavljaju jednoliko na svim staništima, može se dogoditi da neki drugi čimbenik (klimatski, biotski) do toga trenutka beznačajan, postane na nekim staništima vrlo značajan, odnosno odlučan za razvoj, prirast, uz rast pa i opstanak jele (Šafar, 1965).

Inače, propadanje odnosno sušenje obične jele pojavljuje se periodički u Europi još negdje od oko 1500. god. (Meyer, 1957; Krehan, 1989), bilo da se postupno odvijalo bilo "stepeničastim" trendom, s time da su zabilježeni i nagli porasti sušenja povezani s iznenadnim stresnim obratima u jelovim šumama (Innes, 1993). Prostorna i vremenska varijabilnost sušenja obične jele promatra se s porastom intenziteta i raspodjele još od 19. Stoljeća (Larsen, 1986).

Sušenje šuma u Hrvatskoj se sustavno prati te izvještava od 1987. godine kada je RH počela sudjelovati u programu ICP Forests. O prvim rezultatima procjene stanja krošanja u Hrvatskoj u okviru ICP Forests pišu Prpić, Komlenović i Seletković (1988), a godišnje procjene prate se odgovarajućim izvješćima (Seletković i Tikvić, 1996; Potočić i Seletković 2000a, 2000b, 2001, 2002, 2003, 2004). Prema navedenim godišnjim izvješćima obična jela je naša najoštećenija

vrsta šumskog drveća, s vrlo visokim postotkom značajne oštećenosti (Seletković i Potočić, 2004), čiji je minimum u promatranom razdoblju zabilježen 1999. godine (58,1 %), a maksimum od 88,4 % 2004. godine (Vrbek i dr., 2008). Točni uzroci sušenja obične jele još su nepoznati. Istraživanjima se ustanovilo da je sušenje posljedica sinergističkog djelovanja više nepovoljnih (okolišnih) čimbenika, poput suše, mraza, velikih padova temperature zraka, nadmetanja sa susjednim stablima, zračnog zagađenja, zakiseljavanja tla, nedostatka minerala, kukaca, a i ostalih patogena (Schütt, 1977; Larsen, 1986; Krehan, 1989; Certini et al., 2000; Thomas, 2002; Šafar, 1965; Kauzlarić, 1988; Bezak i dr., 1991; Tikvić i dr., 1995; Komlenović i dr., 1997; Potočić i dr., 2008; Tikvić i dr., 2008; Anić i dr., 2009). Larsen (1986) ukazao je na nedovoljnu genetsku varijabilnost i nisku sposobnost prilagođavanja obične jele u središnjoj te zapadnoj Europi, kao predodređive čimbenike smrtnosti jele.

Sam proces sušenja jelovih stabala popraćen je smanjenim rastom te oštećivanjem krošnje stabla u obliku gubitka iglica (osutost) te žučenja istih (Bauch, 1986; Larsen, 1986; Innes, 1993; Androić i Cestar, 1975; Androić i dr., 1975;

Na lokalitetima jelovih šuma gdje je uočeno sušenje, ono se očituje kao sušenje manjih ili većih skupina stabala. Izravna posljedica sušenja je ta da se sječivi obujam jele namiruje najvećim dijelom sanitarnim sječama odumrlih jelovih stabala, čime je gospodarenje jelovim šumama na poznatim i propisanim osnovama postalo u najmanju ruku upitno (Krpan i Pičman, 2001). Stoga takvo značajno narušavanje kvalitete drva djelomično do potpuno suhih stabala snažno utječe na ekonomsko stajalište proizvodnje sortimenata iz takvih sastojina, kojima je narušena stabilnost uslijed prinudnog otvaranja sklopa, što onda ima dugoročne posljedice na zdravstveno stanje i prirodnu obnovu sastojine.

PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA – Research issues

Propadanje jelovih sastojina, odnosno intenzivno sušenje stabala jele velik je problem u smislu održivog gospodarenja te proizvodnje kvalitetnih drvnih sortimenata iz naših bukovo-jelovih šuma s kojim se svakodnevno susreću šumarski stručnjaci na terenu. Stabla jele se prema stanju osutosti osvijetljenog dijela krošnje klasificiraju u pet klasa osutosti prilikom procjene stanja oštećenosti šumskih sastojina (Seletković i Potočić, 2004), dok se prilikom doznačivanja stabala za šumsko-uzgojne radove pomlađivanja prebornom sječom bilježe posebno jelova stabla kojima se utvrdi jedna od dvije najviše klase osutosti. Inače, procjena oštećenosti šuma obavlja se prema jedinstvenoj metodi propisanoj od ICP Forests (PCC, 1998), koja je

u međuvremenu još dvaput (2006. i 2009.) dorađivana i dopunjavana. Vodeći se stupnjevanjem klasa osutosti krošanja jele po ICP metodologiji te činjenicom da se značajno oštećenim stablima smatraju stabla osutosti krošnje iznad 25 %, bukovo-jelove sastojine načelno su podijeljene u tri kategorije zdravstvenog stanja jele. To su: a) sastojine dobrog (zadovoljavajućeg) zdravstvenog stanja (primjer: gospodarska jedinica skraćeno: g.j. "Široka Draga"), b) sastojine umjereno narušenog zdravstvenog stanja (primjer: g.j. "Kobiljak-Bitoraj"), c) sastojine izrazito narušenog zdravstvenog stanja (primjer: g.j. "Brloško"). Glede navedene podjele, istraživanjem je bilo predviđeno obaviti prikupljanje podataka u sve tri kategorije.

Iako je postojeći razmjer sušenja jele na području Uprave šuma Podružnice (skraćeno: UŠP) Delnice već godinama na približno ujednačenoj razini (podatak iz Odjela za ekologiju navedene UŠP), ostvarena proizvodnja šumskih sortimenata iz oborenih stabala jele znatno se razlikovala od planirane sortimentne strukture i njezinih količina (navodi Proizvodnog odjela UŠP Delnice). Takva je razlika između planirane i proizvedene sortimentne strukture, a ujedno i između planiranih i ostvarenih prihoda proizvodnje, značajna posebice za sastojine jele umjereno te izrazito narušenog zdravstvenog stanja. Spomenute razlike idu do te mjere da su provedeni šumsko-uzgojni radovi pridobivanja drvnih sortimenata na granici isplativosti, odnosno da su neisplativi. Gledano s ekonomske strane, provedba tih radova postaje upitna, no ne može nikako izostati, jer bi izostanak sječe sušaca i stabala koja izgledom pokazuju da će relativno brzo postati sušci, pogodiovali daljnjem narušavanju zdravstvenog stanja sastojine, širenju bolesti i štetnika, te smanjenju kakovice i ekonomske vrijednosti drvene zalihe.

Prilikom izrade godišnjeg plana proizvodnje nadležna služba UŠP koristi kompjutorski program izrađen za vlastite potrebe. Za izračun planskih količina sortimenata iz pojedinog odjela predviđenog za provođenje šumsko-uzgojnih radova, program koristi datoteku s tablicama relativnih udjela sortimentnih klasa u obujmu krupnog drva razvrstanih po debljinskim stupnjevima i vrstama drveća, tzv. sortimentne tablice (Rebula, 1996; Štefančić, 1997; Štefančić, 1998; Prka, 2001). Te su tablice izrađene prema zahtjevima Hrvatskih normi proizvoda iskorištavanja šuma iz 1995. (Anon, 1995), a nastale kao rezultat višegodišnjih analiza planskih veličina na osnovi stabilimične procjene i ostvare-

Hipoteze u istraživanju – *Research Hypotheses*

S obzirom na cilj i postavljeni zadatak istraživanja, oblikovane su sljedeće radne hipoteze.

H1: Ako se uspoređuju planirana i ostvarena proizvodnja šumskih drvnih sortimenata jele za odjel u kojemu je vidljivo značajno sušenje stabala jele, dokazat će se statistički značajne razlike između planskih i ostvarenih količina po sortimentnim klasama.

MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA – *Material and Methods of the research*

Tijekom trajanja ovog istraživanja, sve su aktivnosti i predradnje vezane za terensko prikupljanje podataka provodile u dogovoru s Proizvodnim odjelom UŠP Delnice. Međutim, prije početka istraživanja obavljen je informativni sastanak s voditeljem Odjela za ekologiju u vezi s detaljnim upoznavanjem postojećeg stanja sušenja jele na području Podružnice. Tako je dobiven uvid u razmjere sušenja jele, na temelju čega su onda prema preporuci odabrane tri gospodarske jedinice za istraživanje. Svaka g.j. načelno predstavlja jednu od tri

nja sortimenata bilo na pomoćnim stovarištima, bilo kod prikrajanja stabala pri panju. Napravljene su tako da se za određenu vrstu drveća koriste na velikom području, primjenjujući se za šume nekoliko UŠP-a (npr. za jelu na području Gorskog kotara i Like). Prilikom odabira odgovarajućih sortimentnih tablica u planiranju prihoda ne uvažavaju se specifičnosti poput tipa fitocenozе, ekološko-gospodarskog tipa (skraćeno: EGT), kvalitetnih razreda stabala i slično. Stoga je primjena tablica u planiranju proizvodnje šumskih sortimenata mogući glavni uzrok u slučajevima postojanja značajnih razlika između plana i ostvarenja u šumi.

Međutim, u određenom postotku razilaženju planskih veličina od ostvarene sortimentne strukture na terenu u pogledu proizvedenih količina, doprinosi i činjenica da se u vremenu od (sanitarne) doznake stabala pa do izvođenja radova sječe i izrade, jedan dio stabala jele narušenog zdravstvenog stanja do tada u potpunosti osuši (stupanj osutosti 4).

Cilj istraživanja je: ispitati i kvantificirati intenzivno sušenje jele sa stajališta proizvodnje šumskih drvnih sortimenata. Osnovni je zadatak istraživanja nakon osnovne obrade podataka izraditi usporedbu plana proizvodnje šumskih sortimenata s ostvarenom proizvodnjom (na osnovi knjige primanja sortimenata kod panja) kako bi se ustanovilo postoji li statistički značajna razlika između planskih i proizvedenih količina po sortimentnim klasama. Navedeno će se iskazati kao planirano, naspram ostvarenog prihoda, odnosno rashoda do trenutka kada su sortimenti privučeni na pomoćno stovarište. Drugi zadatak bi bio statistički ispitati proizvodnost sortimenata s obzirom na kategorije zdravstvenog stanja sastojina jele, međusobno uspoređujući istovrsne sortimentne klase različitih kategorija zdravstvenog stanja.

H2: Ako se uspoređuje proizvodnja sortimenata s obzirom na definirane tri kategorije zdravstvenog stanja jelovih sastojina, tada se mogu statistički dokazati značajne razlike između istovrsnih sortimentnih klasa pridobivenih iz sastojina različitih kategorija zdravstvenog stanja.

kategorije zdravstvenog stanja sastojine jele, navedenih u prethodnom poglavlju.

Procjena kategorije zdravstvenog stanja pojedine sastojine obavljena je na sljedeći način. U odabranim odjelima/odsjecima procjenjivana je osutost krošnji na uzorku jelovih stabala. Kada su značajno oštećena stabla sudjelovala s manje od 20,0 % ukupnog broja stabala uzorka, tada je takva sastojina svrstana u kategoriju dobrog zdravstvenog stanja. Kada bi broj značajno oštećenih stabala bio od 20,0 % pa do 50,0 % veličine uzorka, tada se sasto-

jina svrstava u kategoriju umjereno narušenog zdravstvenog stanja. Kategorija sastojina izrazito narušenog zdravstvenog stanja pridijeljena je onim sastojinama gdje je broj značajno oštećenih stabla jele činio više od 50,0 % uzorka (Seletković i Potočić, 2004).

U svrhu provedbe istraživanja dogovoren je plan aktivnosti koji će se provoditi na određenom broju odjela/odsjeka u odabranim g.j. Plan je osmišljen na način da se u odabranim odjelima/odsjecima koji su u tekućoj godini predviđeni za prebornu sječu, prikupe podaci o posjećenim stablima jele, uvažavajući dogovorene smjernice rada. Te smjernice izgledaju ovako: a) prema jedinstvenoj metodi (PCC, 1998) obaviti procjenu osuštosti krošanja jele na standardnom uzorku stabala; b) u odabranim odjelima prikupiti podatke za 100 stabala jele (ukoliko ih je bilo toliko doznačeno); c) snimana stabla jele trebaju obuhvatiti cijeli raspon debljinske distribucije doznake; d) svako mjereno stablo označiti brojem koji se upisuje u knjigu primanja uz šifru svakog sortimenta izrađenog iz tog stabla; e) uz redovnu izmjeru sortimenata i klasiranje, svakom stablu mjeriti prsni promjer te ukupnu visinu, odnosno duljinu; f) zabilježiti podatak o visini prve grane na deblu; g) u sortimentnoj strukturi stabala koju u knjizi primanja vodi revirnik ili poslovođa, bilježiti celulozno i ogrjevno drvo.

Prilikom sječe i izrade trupaca korištena je sortimentna metoda, s tim da su najčešće po dva susjedna sortimenta u jednom komadu izvlačena ili iznošena iz odjela. Zbog nužnosti praćenja sortimenata po stablu, korištena je knjiga primanja umjesto već sveprisutnih terenskih računala. Prsni promjeri stabala mjereni su promjerkom centimetarske podjele. Duljina oborenih stabala mjerena je metrom u namotaju s točnosti od 1 cm, a dobivena je kao zbroj izmjerene visine panja, duljine debla te duljine ovrška (vrha). Svakom sortimentu izmjeren je aritmetički srednji promjer na sredini komada zaokružen na puni centimetar, osim celuloznom i ogrjevnom drvu gdje se mjeri samo jedan promjer, te je izmjerena duljina sortimenta na puni metar osim kod celuloznog i ogrjevnog drva, gdje se u slučajevima krajnjih komada ponekad zaokružuje na puni decimetar.

Za odjele koji su postali predmetom istraživanja ovoga projekta, podaci plana proizvodnje prikupljeni su tijekom ili nakon obavljene preborne sječe, dok su ostali potrebni podaci poput troškova sječe i izrade sortimenata, troškova transporta sortimenata na pomoćno stovište i slično, pribavljeni nakon obavljenih zahvata. Nakon što su dobiveni podaci izmjere stabala, odnosno sortimenata jele s terena, daljnja obrada obavljala se u programu *Microsoft Excel 2007*, te programom za statističku obradu podataka *SPSS v.16*.

Prilikom ispitivanja hipoteze H1, uzimajući u obzir strukturu podataka gdje obujmi sortimenata jele predstavljaju kontinuirane varijable, razumno je bilo upotrijebiti najprije statistički test jednosmjernu analizu varijance (u daljnjem tekstu: ANOVA) zajedno s testom ispitivanja

homogenosti varijance uzoraka (engleski: *Test of Homogeneity of Variances*). Obujmi furnirskih trupaca, pilanskih trupaca 1., 2. i 3. klase, celuloznog i ogrjevnog drva te drvnog ostatka predstavljali su varijable koje su ispitivane u svrhu provjere hipoteze H1. Celulozno i ogrjevno drvo svrstani su u zajedničku kategoriju iz razloga što je ogrjevnog drva u snimanim odjelima bilo iznimno malo zabilježeno, odnosno preuzeto, te s obzirom da celulozno drvo po namjeni može služiti kao drvna biomasa za proizvodnju toplinske energije postupak je opravdan. Inače u cjelokupnom uzorku snimljenih stabala postoji svega 14 komada ogrjevnog drva i to samo u dva odjela. Kategorija drvnog ostatka podrazumijeva one komade sortimenata, odnosno stabla različitih duljina (od pola metra do duge višemetrice) i promjera (od 16 cm naviše) ostavljenih na šumskom tlu zbog svoje neupotrebljivosti (raspućali ili jako truli komadi).

Značajnost razlika između podataka obujma istovrsnih sortimenata za svaki odjel ispitana je na podacima ostvarene i planirane proizvodnje. Ostvarenu proizvodnju činio je uzorak stabala, odnosno snimljenih sortimenata, a plansku proizvodnju uzorak istih stabala kojima je sortimentna struktura izračunata primjenjujući sortimentne tablice koje koristi Proizvodna služba Podružnice Delnice. Ispitujući homogenost varijanci uzorka planskog i ostvarenog obujma pojedine sortimentne klase pokazalo se da u gotovo niti jednom istraživanom odjelu, pa tako ni za sortimentnu, klasu nije statistički dokazana jednakost varijanci. S druge strane, u svega par slučajeva gdje se pokazala jednakost varijanci uzoraka, ANOVA je pokazala kako su razlike među uzorcima (odnosno njihovim aritmetičkim sredinama) statistički značajne.

S obzirom da je homogenost varijanci promatranih grupa podataka temeljna pretpostavka za uporabu ANOVE, a što nije bio slučaj, pristupilo se nezavisnom T-testu (engleski: *Independent-samples T test*). Razlike u obujmu istovrsnih sortimenata po snimanim odjelima ponovo su ispitivane na uzorcima ostvarene i planirane proizvodnje.

Ispitivanje druge hipoteze H2 uspoređujući proizvedene sortimente istovrsne kakvoće između odjela različitih po kategoriji zdravstvenog stanja, obavljeno je sukladno testovima kao za prethodnu hipotezu. Naime, uspoređivani su odjeli predstavljali dvije od tri kategorije zdravstvenog stanja, odnosno nedostajali su oni u kategoriji sastojina umjereno narušenog zdravstvenog stanja, jer g.j. "Kobiljak-Bitoraj" nije obrađena tijekom istraživačkog razdoblja. S obzirom na dvije grupe podataka i njihove nejednake veličine, općenito gledano, navedene su analize dolazile u obzir. Nerazmjerni u veličini grupa odnosi se na to da su za kategoriju sastojina izrazito narušenog zdravstvenog stanja prikupljeni podaci iz pet odjela, a za kategoriju dobrog (zadovoljavajućeg) zdravstvenog stanja iz dva odjela.

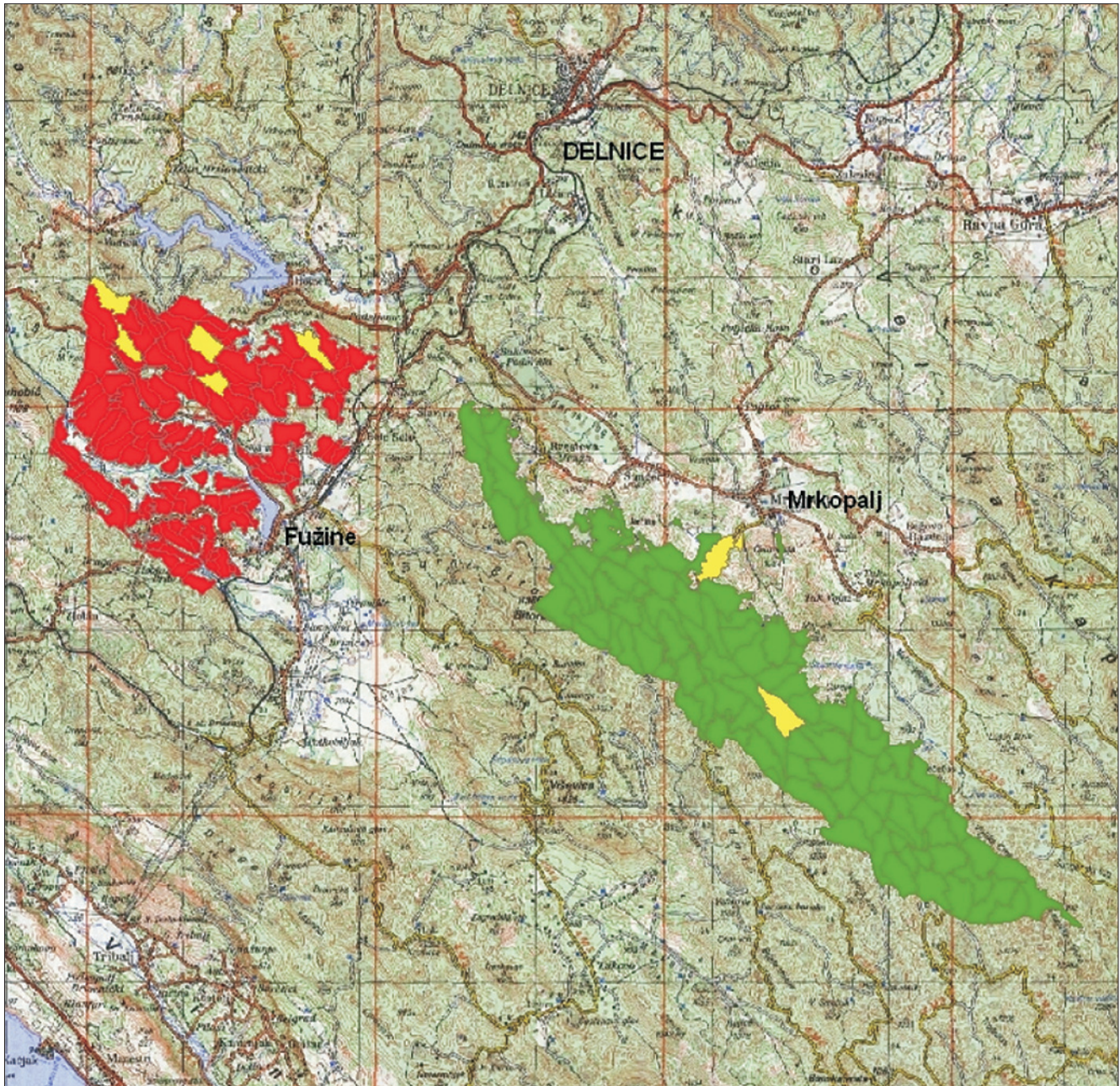
Osim navedenog, bilo je planirano proširiti istraživanje u suradnji s kolegama iz Zavoda za zaštitu šuma Hrvatskog šumarskog instituta, na način da se u odabranim odjelima za istraživanje prikupi biljni materijal od posječenih stabala, kao uzorak za laboratorijska ispitivanja prisutnosti štetne entomofaune. Tako je tije-

kom 2008. godine obavljeno prikupljanje uzoraka drvnog materijala (diskova) s oborenih jelovih stabala u jednom odjelu. Prikupljeni je materijal nakon dva tjedna prevezen u entomološki laboratorij Hrvatskog šumarskog instituta na analize. Analizu prisutnosti entomofaune nadzirao je dr.sc. M. Pernek.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – *Research area*

Šire područje istraživanja predstavljaju sastojine jele u Gorskom kotaru, dok je uže područje određeno granicama UŠP Delnice, i to one g.j., odnosno sastojine zahvaćene intenzivnim sušenjem stabala jele. Odabir područja

istraživanja unaprijed je bio poznat, s obzirom da je UŠP Delnice iskazala potrebu za istraživanjem ove tematike (slika 1). Dogovorom s rukovoditeljima Ekološkog i Proizvodnog odjela odabrane su tri g.j., od kojih svaka



Slika 1. Područje istraživanja - crveno obojano prikazuje g.j. “Brloško”, zeleno obojano prikazuje g.j. “Široka Draga”, dok su žuto označeni istraživani odjeli.

Figure 1 The research area - the red-colored displays Management Unit “Brloško”, a green colored displays M.U. “Široka Draga”, while the yellow highlighted sections are forest compartments encompassed by research.

Tablica 1. Osnovni strukturni podaci o stablima jele u istraživanim odjelima
 Table 1. Main structural data about fir trees in forest compartments encompassed by research

Gospodarska jedinica, broj odjela <i>Forest Management Unit, Forest compartment number</i>	Površina odjela <i>Forest compartment area</i>	Nadmorska visina <i>Above Sea level</i>	Broj stabala <i>Number of trees</i>	Temeljnica <i>Stem basal area</i>	Drvena zaliha po debljinskim razredima <i>Growing stock divided in diameter classes</i>			Omjer smjese po drvnjoj zalihi <i>Growing stock ratio</i>	Godišnji tečajni prirast <i>Mean annual increment category</i>	Uzorak* ¹ <i>Sample</i>	Kategorija zdravstvenog stanja sastojine* ² <i>Health status of stand</i>	
					10-30 cm <i>m³ ha⁻¹</i>	31-50 cm <i>m³ ha⁻¹</i>	Iznad 51 cm <i>Above 51 cm m³ ha⁻¹</i>					Ukupno <i>Total m³ ha⁻¹</i>
Brluško, 1	34,9	932	151	25,29	13,49	77,66	206,79	297,94	74,0	3,61	89	A
Brluško, 5	23,7	825	97	13,9	10,46	38,44	74,39	123,29	68,0	1,43	99	A
Brluško, 15	34,2	885	87	12,18	13,69	37,58	97,69	148,96	67,0	1,93	103	A
Brluško, 17	22,2	900	113	21,11	7,43	48,83	170,05	226,31	63,0	2,61	78	A
Brluško, 28	28,7	1.000	46	6,58	5,91	24,17	34,99	65,08	26,0	1,22	76	A
Široka Draga, 29	50,0	1.005	189	15,12	21,0	25,0	141,0	187,0	43,27	2,80	50	B
Široka Draga, 59	44,8	960	238	31,35	34,0	79,0	296,0	409,0	76,3	4,40	50	B

*¹ broj jelovih stabala u odjelu kojima su na terenu prikupljeni podaci te čine uzorak za statističke analize

*² načela kategorija obzirom na zdravstveno stanje stabala jele u sastojini: A – sastojine izrazito narušenog zdravstvenog stanja; B – sastojine dobrog (zadovoljavajućeg) zdravstvenog stanja

stand category regarding health conditions of fir trees in the stand: A – stands of seriously disturbed health condition; B – stands of good health condition

predstavlja jednu od tri kategorije jelovih sastojina glede općeg zdravstvenog stanja stabala jele. To su sljedeće g.j.: “Brluško”, “Široka Draga” i “Kobiljak-Bitoraj”.

Šume UŠP Delnice mahom su gorske bukovo-jelove šume. Od četiri šumske zajednice u kojima pridolazi jela na ovom području, najrasprostranjenija je *Abieti-Fagetum illyricum* Ht. Inače, s obzirom na matične stijene ovoga područja, jelove šume rastu na silikatnim te na vapnenačkim podlogama.

Tijekom razdoblja istraživanja događale su se promjene, kako s obzirom na odabir odjela za prikupljanje podataka, tako i s obzirom na brojnost planiranih odjela. Do tih promjena došlo je zbog promjena u planu i poslovanju Podružnice, ali i poradi tehničkih poteškoća te dugotrajnijih vremenskih nepriključa (primjerice dugo zadržavanje debelog snježnog pokrivača) koje su značajno utjecale na proizvodnju u tekućoj godini. Iz tih razloga, između ostalog, snimanja na području g.j. “Kobiljak-Bitoraj” su izostala.

Prvo terensko prikupljanje podataka započelo je prebornom sječom u 5 odjelu g.j. “Brluško”. Podaci o drugim odjelima u kojima su snimatelji iz šumarija obavljali izmjere po dogovorenoj metodologiji, prikazani su u tablici 1.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA – *Results of research and discussion*

Kako je osnovni zadatak istraživanja ispitivanje i dokazivanje postojanja statistički značajnih razlika prilikom usporedbe plana proizvodnje šumskih sortimentata i ostvarene proizvodnje po sortimentnim klasama u odjelima zahvaćenim značajnim sušenjem jele, najprije se prikazuju i razmatraju rezultati ispitivanja radne hipoteze H1.

Osnovni problem u istraživanjima sortimentne strukture je taj, da određeni broj stabala ne sadrži sortimente svih kvalitetnih klasa. Vuletić (1996) u svom radu tvrdi kako je posljedica te pojave grupiranje izmjerenih podataka u dva odvojena oblaka, od kojih jedan predstavlja prave vrijednosti, a drugi oblak podataka leži na x-osi i sadrži vrijednosti obujma jednake nuli. Te nulte vrijednosti autorica naziva "neprave nule". One nisu pokazatelj loše sortimentne kvalitete stabala, već ukazuju na nepotpunu sortimentnu strukturu kao uobičajenu i/ili gospodarski ciljanu pojavu. Tako na primjer, stablo s dva sortimenta (furnir i pilanski trupci 1. klase) imat će u ekonomskom smislu atribut visoke kvalitete.

Ispitujući obujam furnirskog (F) sortimenta, u svim su odjelima osim u jednom ("Široka Draga", odjel 29) potvrđene statistički značajne razlike srednjih vrijednosti obujma između stvarnog stanja i plana. Dobiveni rezultat bio je za očekivati, jer pet od sedam odjela pripada kategoriji izrazito narušenog zdravstvenog stanja, te od stabala jele u takvim sastojinama nije niti za očekivati da će u deblima sadržavati najvišu kvalitetnu klasu drva. Inače, sortimentne tablice predviđaju svakom stablu koje prsnim promjerom prelazi donju granicu za furnirski trupac određeni udio furnira u deblu, a to je činjenica koja znatno utječe na razlike između proizvedene strukture sortimentata i planske veličine. Inače, obujam F sortimenta u zbirnom obujmu svih sortimentnih klasa cjelokupnog uzorka ostvarene proizvodnje sudjeluje s 0,59 %, a gledano po pojedinim odjelima s 0,00 % u četiri odjela do najviše s 3,01 % u odjelu 29 g.j. "Široka Draga" (tablica 2). Rebutla (1996) pri izradi sortimentnih tablica deblovine jele ne spominje sortiment furnira, dok je Šušnjarić (2003), u svom istraživanju značajki kakvoće stabala obične jele na uzorku od 1.404 stabla, imao svega 0,23 % obujma F trupaca od ukupno izrađenog obujma uzorka. On na osnovi prijašnjih istraživanja te svog istraživanog uzorka zaključuje da su furnirski trupci kod jele u prebornim sastojinama vrlo rijetki te su rezultat velikog broja povoljnih čimbenika, od stanišnih sastojinskih i klimatskih do genetskih svojstava pojedinih stabala.

Pilanski trupci 1. klase pojavljuju se od debljinskog razreda 32,5 cm, točnije od prsnog promjera 34,0 cm. Statistički značajne razlike obujma 1. klase između proizvedene i planirane strukture pokazale su se u svim

odjelima, izuzev odjela 15 g.j. "Brloško", gdje rezultat dvostranog t-testa iznosi 0,080, što je nešto iznad granice signifikantnosti od 0,050. Također je za odjel 5 rezultat od 0,049 neposredno ispod granične vrijednosti, no ipak ukazuje na značajnost razlika (tablica 3). Obujam trupaca 1. klase u zbirnom obujmu svih sortimentnih klasa cjelokupnog uzorka ostvarene proizvodnje sudjeluje s 21,14 %, a gledano po pojedinim odjelima s 5,85 % do 35,95 % u odjelu 59 g.j. "Široka Draga".

Za pilanske trupce 2. klase situacija je nešto drukčija. Značajne razlike u obujmu te kvalitetne klase između proizvedenih i planskih količina utvrđene su T-testom za tri odjela, od kojih dva predstavljaju kategoriju dobrog zdravstvenog stanja, a jedan kategoriju izrazito narušenog stanja (odjel 5). U preostala četiri odjela izrazito narušenog zdravstvenog stanja, test je ukazao na nepostojanje statistički značajnih razlika, od toga za odjele 1 i 15 g.j. "Brloško" sa značajnošću daleko većom od granične. Obujam trupaca 2. klase u zbirnom obujmu svih sortimentnih klasa cjelokupnog uzorka ostvarene proizvodnje sudjeluje s 21,24 %, a gledano po pojedinim odjelima s 13,93 % do 31,28 % u odjelu 29 g.j. "Široka Draga".

U slučaju jelovih pilanskih trupaca 3. klase na statistički značajne razlike obujma tog sortimenta test je ukazao u dva odjela izrazito narušenog zdravstvenog stanja (1 i 5 odjel) te u dva odjela g.j. "Široka Draga". Razlike između proizvedene i planirane količine te kvalitetne klase nisu dokazane u odjelima 15, 17 i 28 g.j. "Brloško". Prema broju izrađenih odnosno preuzetih komada trupaca 3. klase u ukupnom uzorku svih stabala, oni su najzastupljeniji nakon kategorije celuloznog i ogrjevnog drva. Deskriptivnom analizom je također uočeno kako je broj komada te klase u odjelima g.j. "Široka Draga" značajan, odnosno velik uspoređujući ga s odjelima g.j. "Brloško", gdje je ta prisutnost u najvećoj mjeri uvjetovana lošom kvalitetom deblovine jelovih stabala zahvaćenih sušenjem, odnosno potpunih sušaca. Obujam trupaca 3. klase u zbirnom obujmu svih sortimentnih klasa cjelokupnog uzorka ostvarene proizvodnje sudjeluje s 25,40 %, a gledano po pojedinim odjelima s 16,29 % do 36,90 % (odjel 5 g.j. "Brloško").

Kategorija sortimentata celulozno i ogrjevno drvo brojem komada i njihovim duljinama prednjači u ukupnom uzorku izrađenih sortimentata. Ta se činjenica najvećim dijelom temelji na lošoj kvaliteti drveta stabala koja se suše ili su potpuno suha u trenutku obaranja. T-test je ukazao na značajne razlike između proizvedenog i planiranog obujma tih sortimentata za sve odjele obuhvaćene istraživanjem osim odjela 5 g.j. "Brloško" gdje razlika prema testu nema. Drvni obujam te kategorije sortimentata u zbirnom obujmu svih sortimentnih klasa uzorka ostvarene proizvodnje sudjeluje s 29,94 %, a

gledano po pojedinim odjelima s 6,38 % do 54,41 % u odjelu 28 g.j. "Brloško".

Drvni ostatak kao stanovitu kategoriju sortimenta teško je ekonomski vrednovati zbog njegove relativne neupotrebljivosti, iako bi u bliskoj budućnosti mogao postati značajan, posebice kao sortiment iz kojega bi se

proizvodila drvena sječka, koja inače služi i kogeneracijskim energanama na šumsku biomasu za proizvodnju električne i toplinske energije. Obujmom i brojem komada ta je kategorija u ukupnom uzorku proizvedenih sortimenata zastupljena s izrazito malim udjelom, a u oba odjela g.j. "Široka Draga" nije niti zabilježena.

Tablica 2. Broj stabala uzoraka i udio obujma svake sortimentne klase u zbirnom obujmu sortimentnih klasa uzorka ostvarene proizvodnje
Table 2. Trees number of samples and percent of each assortment class volume in assortment classes cumulative volume for sample of realized production

Sortimentne klase Assortment classes	Gospodarska jedinica "Brloško" Forest Management Unit "Brloško"										Gospodarska jedinica "Široka Draga" Forest Management Unit "Široka Draga"			
	1		5		15		17		28		29		59	
	¹ n	² RuO %	n	RuO %	n	RuO %	n	RuO %	n	RuO %	n	RuO %	n	RuO %
Furnirski trupci <i>Veneer logs</i>	0	0,0	1	0,02	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	3,01	2	1,35
Pilanski trupci 1. klase <i>1st class saw logs</i>	20	13,25	52	23,04	39	20,96	27	15,71	7	5,85	43	34,47	43	35,95
Pilanski trupci 2. klase <i>2nd class saw logs</i>	40	15,97	64	21,77	51	21,39	36	17,36	20	13,93	48	31,28	48	27,36
Pilanski trupci 3. klase <i>3rd class saw logs</i>	53	28,21	84	36,90	52	21,27	37	16,29	27	20,27	49	24,86	49	28,84
Celuloza i ogrjevno drvo <i>Pulp- and firewood</i>	85	40,95	95	16,99	99	35,05	78	48,45	68	54,41	49	6,38	50	6,50
Drvni ostatak <i>Recovered wood</i>	12	1,62	19	1,28	15	1,33	14	2,18	26	5,54	0	0,0	0	0,0
Br. stabala uzorka <i>Sample trees №</i>	89		99		103		78		76		50		50	

¹ n - broj stabala u uzorku iz kojih je izrađen sortiment (-ti) pojedine klase. Trees number of sample from which certain assortment(s) was (were) carried out

² RuO - relativni udio obujma sortimentne klase u zbirnom proizvedenom obujmu sortimentnih klasa uzorka pojedinog odjela. Percentage of assortment class volume in cumulative, produced assortment classes volume for sample of certain forest compartment.

Tablica 3. Rezultati ispitivanja neovisnim T testom obujma istovrsnih sortimenata po odjelima između uzorka ostvarene i planirane proizvodnje – primjer pilanskih trupaca 1. i 2. sortimentne klase
 Table 3 Results of independent-samples t test for equivalent assortments volume compared between samples of realised and planned production – example of 1st and 2nd class saw logs

Gospodarska jedinica, broj odjela Forest Management Unit, Forest compartment number	Obujam pilanskih trupaca 1. klase Volume of 1 st class saw logs						Obujam pilanskih trupaca 2. klase Volume of 2 nd class saw logs					
	Ispitivanje jednakosti varijanci (Levene test) Levene's Test for Equality of Variances			T test jednakosti aritm. sredina obujma sortimenata t-test for Equality of Means			Ispitivanje jednakosti varijanci (Levene test) Levene's Test for Equality of Variances			T test jednakosti aritm. sredina obujma sortimenata t-test for Equality of Means		
	F	Značaj- nost Signifi- cance	t veličina t value	Stupnjevi slobode Degrees of freedom	Značajnost (2-strano) Significance (2-tailed)	Srednja razlika Mean Difference	F	Značajnost Degrees of freedom	t veličina t value	Stupnjevi slobode Degrees of freedom	Značajnost (2-strano) Significance (2-tailed)	Srednja razlika Mean Difference
Brloško, 1	EVA*1	0,001	2,928	176	0,004	0,343	10,054	0,002	1,265	176	0,208	0,119
	EVnA		2,928	129,122	0,004	0,343			1,265	149,942	0,208	0,119
Brloško, 5	EVA	0,000	-1,988	196	0,048	-0,246	37,664	0,000	-2,831	196	0,005	-0,284
	EVnA		-1,988	118,737	0,049	-0,246			-2,831	128,818	0,005	-0,284
Brloško, 15	EVA	0,001	1,764	204	0,079	0,216	7,601	0,006	,621	204	0,536	0,064
	EVnA		1,764	170,324	0,080	0,216			,621	190,034	0,536	0,064
Brloško, 17	EVA	0,005	2,624	154	0,010	0,459	11,557	0,001	1,709	154	0,090	0,256
	EVnA		2,624	117,330	0,010	0,459			1,709	127,893	0,090	0,256
Brloško, 28	EVA	0,053	5,965	150	0,000	0,649	20,965	0,000	1,782	150	0,077	0,221
	EVnA		5,965	122,601	0,000	0,649			1,782	109,131	0,078	0,221
Široka Draga, 29	EVA	0,000	-4,039	98	0,000	-0,878	22,115	0,000	-5,159	98	0,000	-0,808
	EVnA		-4,039	57,078	0,000	-0,878			-5,159	66,340	0,000	-0,808
Široka Draga, 59	EVA	0,000	-3,664	98	0,000	-0,562	16,958	0,000	-2,247	98	0,027	-0,297
	EVnA		-3,664	61,390	0,001	-0,562			-2,247	67,146	0,028	-0,297

*1 EVA - dio rezultata T testa u kojima se koristi pretpostavka da su varijance dvaju uzoraka homogene – one part of t test results in which equal variances of two independent samples are assumed
 EVnA - dio rezultata T testa u kojima se koristi pretpostavka kako varijance dvaju uzoraka nisu homogene – one part of t test results in which equal variances of two independent samples are not assumed

U skladu s tim su i rezultati T-testa koji su za sve odjele pokazali statistički značajne razlike obujma te kategorije između proizvedenih i planiranih količina, nposebice iz razloga što sortimentne tablice za planiranje svakom stablu pridjeljuju određeni udio tog “sorti-

menta” (tzv. otpad) u bruto obujmu stabla. Na temelju navedenog, dalje u radu se ne daje važnost u obrazlaganju te sortimentne kategorije.

Provedenim analizama može se zaključiti da je hipoteza o neslaganju plana proizvodnje šumskih sorti-

Tablica 4. Rezultati ispitivanja neovisnim T testom obujma istovrsnih sortimenata između dvaju utvrđenih kategorija zdravstvenog stanja istraživanih odjela
Table 4 Results of independent-samples t test for equivalent assortments volume compared between two health status categories of forest compartments encompassed by research

Sortimentne klase <i>Assortment classes</i>	Ispitivanje jednakosti varijanci (Levene test) <i>Levene's Test for Equality of Variances</i>		T test jednakosti aritmetičkih sredina obujma sortimenata <i>t-test for Equality of Means of assortments volume</i>				
	F	Značajnost <i>Significance</i>	t veličina <i>t value</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Značajnost (2-strano) <i>Significance (2-tailed)</i>	Srednja razlika <i>Mean Difference</i>	Standardna pogreška razlika <i>Standard Error Difference</i>
Furnirski trupci <i>Veneer logs</i>	113,841	0,000	5,116 2,418	543 99,001	0,000 0,017	0,129 0,129	0,025 0,053
Pilanski trupci 1. klase <i>1st class saw logs</i>	8,440	0,004	10,615 9,648	543 133,788	0,000 0,000	1,351 1,351	0,127 0,140
Pilanski trupci 2. klase <i>2nd class saw logs</i>	1,149	0,284	9,363 8,839	543 138,483	0,000 0,000	0,977 0,977	0,104 0,110
Pilanski trupci 3. klase <i>3rd class saw logs</i>	13,365	0,000	4,812 5,596	543 178,878	0,000 0,000	0,557 0,557	0,116 0,100
Celuloza i ogrijevano drvo <i>Pulp- and firewood</i>	78,679	0,000	-6,428 -12,631	543 536,730	0,000 0,000	-1,034 -1,034	0,161 0,082
Drvni ostatak <i>Recovered wood</i>	36,194	0,000	-3,182 -6,717	543 444,000	0,002 0,000	-0,083 -0,083	0,026 0,012

*1 EVA - dio rezultata T testa u kojima se koristi pretpostavka da su varijance dvaju uzoraka homogene - one part of t test results in which equal variances of two independent samples are assumed

EVnA - dio rezultata T testa u kojima se koristi pretpostavka kako varijance dvaju uzoraka nisu homogene - one part of t test results in which equal variances of two independent samples are not assumed

menata i ostvarene proizvodnje po kvalitetnim klasama potvrđena, jer su dokazane statistički značajne razlike u većini ispitivanih kombinacija.

Ispitujući H2 hipotezu, ANOVA i T-testom potvrđene su statistički značajne razlike varijanci obujma sortimenata između dviju ispitivanih kategorija zdravstvenog stanja sastojina, za svaku kvalitetnu klasu sortimenta. Jednako tako statistički su potvrđene razlike u srednjim vrijednostima obujma sortimenata između te dvije grupe uzoraka uspoređujući klasu po klasu sortimenta. Za navedene testove podaci obujma uzoraka sadržavali su uvijek neku vrijednost, 0 za nepostojanje sortimenta ili neki decimalni broj predstavljajući izmjeren ili planski obujam, dakle nije bilo varijabli bez podataka (engleski: *System missing*) u analizama.

Dobiveni rezultati potvrđuju drugu hipotezu, odnosno utjecaj kategorije zdravstvenog stanja na proizvedenu sortimentnu strukturu. Time su ustanovljene statistički značajne razlike u strukturi proizvedenih sortimenata između sastojina/odjela dobrog i onih izrazito narušenog zdravstvenog stanja (g.j. "Brloško").

U radu Zečić i dr. (2009) za svoj uzorak navode kako ukupno iskorištenje drvnoga obujma stabala "3b" stupnja posušeni (osutost krošnje od 81 do 99 %) iz-

nosi 73,79 %, a "4" stupnja 71,55 %, stoga postotni udio otpada iznosi 26,51 % odnosno 28,45 %. Kod posušanih stabala jele obične otpad se povećava za oko 10 % u odnosu na prijašnja istraživanja kod zdravih stabala. Navedeni autori tvrde kako je razlog tomu veća pojavnost truleži u deblu, natrula i trula bjeljika, polomljeni i truli dijelovi krošnje. Također se pod zaključnim razmatranjima iznosi kako prihod od prodaje drvnih sortimenata izrađenih iz posušanih stabala obične jele neposredno ovisi o stupnju oštećenja krošnje i prsnom promjeru. S obzirom na te čimbenike, vrijednost jediničnog drvnog obujma manja je i do 45 % u odnosu na drvene sortimente zdravih stabala prebornih sječa.

Što se tiče rezultata u pogledu ispitivanja prisutnosti štetne entomofaune u odjelima zahvaćenim intenzivnim sušenjem jele, a provedenim u sklopu istraživanja tijekom 2008. godine, utvrđena je prisutnost kukaca koji naseljavaju drvo kada je ono već u polu suhom/ sasvim suhom stanju, a ne pripadaju potkornjacima. Tragovi jelinih potkornjaka na uzorcima nađeni su maloj mjeri, što znači da oštećena stabla s kojih su uzeti nisu najvjerojatnije stradala od posljedica napada potkornjaka. Nakon toga, uzorci nisu uzimani za daljnja ispitivanja, pa tako nije utvrđivana daljnja korelacija prisutnosti štetnika i posljedica intenzivnog sušenja jele.

ZAKLJUČCI – *Conclusions*

Problemi s kojima se suočava proizvodna grana šumarstva u dinarskim bukovo-jelovim šumama, posebice onim zahvaćenim intenzivnim sušenjem jele, postoje već par desetljeća. Osim što takve sastojine degradiraju u ekološkom smislu mijenjajući i narušavajući strukturu te degradirajući šumsko tlo, proces sušenja jelovih stabala ima za posljedicu i značajne ekonomske gubitke kao što su smanjeni prihodi u odnosu na troškove proizvodnje jelovih sortimenata uslijed stalnog degradiranja kvalitete drveta zahvaćenog sušenjem.

S ciljem doprinosa u rješavanju navedene problematike, ovim istraživanjem je obavljena usporedba plana proizvodnje šumskih sortimenata s ostvarenom proizvodnjom po sortimentnim klasama u odjelima zahvaćenim značajnim sušenjem jele. Inače, često neslaganje plana proizvodnje s ostvarenom kvalitetnom strukturom drvnih sortimenata poznato je Proizvodnoj službi HŠ d.o.o. već otprije i to u jelovim šumama i šumama drugih naših glavnih vrsta drveća. Osnovni razlog tom neslaganju, posebice u slučajevima jelovih sastojina jednake kategorije zdravstvenog stanja, najvjerojatnije leži u sortimentnim tablicama koje su uz distribuciju broja doznačenih stabala osnovni element u izradi planova proizvodnje. Iako konkretno za jelu postoje sortimentne tablice za redovnu prebornu sječicu, a isto tako i za sanitarnu sječicu sušaca, ne mijenja na stvari da se neslaganje često dešava. Drugi razlog značajno manje vjerojatnosti i utjecaja na krajnji rezultat proizvodnje je odabir neprikladne tarife.

Za ispitivanje statistički značajnih razlika u obujmu sortimentnih klasa između ostvarene proizvodnje i plana korišteni su najprije ANOVA, test homogenosti varijance i T-test. Rezultati ispitivanja jednakosti varijanci i srednjih vrijednosti obujma furnirskog sortimenta ukazali su kako se proizvedena količina tog sortimenta statistički razlikuje od planirane u svim odjelima obuhvaćenim istraživanjem osim jednog. Takvi rezultati su u korelaciji s lošim zdravstvenim stanjem jelovih stabala u istraživanim odjelima, gdje nije za očekivati prisutnost stabala furnirskih svojstava drva, što se ne može reći za dva odjela g.j. "Široka Draga".

Ispitivanjem obujma pilanskih trupaca 1. klase ustanovljene su statistički značajne razlike u 6 od 7 odjela, a s obzirom na rezultat T-testa 0,080 za taj jedan odjel koji ne pokazuje razlike, može se reći da je H1 potvrđena za tu klasu sortimenta. U slučaju obujma pilanskih trupaca 2. klase u četiri od sedam odjela nisu dokazane značajne razlike između planskih i proizvedenih količina, što ukazuje kako sortimentne tablice za tu kvalitetnu klasu daju relativno dobru procjenu udjela sortimenta u bruto obujmu odjela i kada se radi o sastojinama izrazito narušenog zdravstvenog stanja. Statistički značajne razlike obujma pilanskih trupaca 3. klase između proizvedenih i planiranih količina ustanovljene su kod četiri odjela, a u preostala tri odjela g.j. "Brloško" nisu značajne. Kategorija celuloznog i ogrjevnog drva, odnosno njihov proizvedeni obujam statistički se razlikuje od planske količine, a objašnjava se lošom kvalitetom dr-

va stabala jele koja se uklanjaju iz odjela, jer su zahvaćena procesom sušenja. Rezultati ispitivanja obujma drvnog ostatka očekivano su pokazali najizrazitije statističke razlike ($p < 0,001$) između proizvedenog i planiranog obujma za sve odjele, te zbog poteškoća u njegovom snimanju na terenu i problema u određivanju njegove tržišne vrijednosti izostalo je daljnje obrazlaganje po toj kategoriji.

Druga bitna smjernica ostvarena u istraživanju bila je usporedba proizvodnje sortimenata između jelovih sastojina dobrog zdravstvenog stanja i izrazito narušenog zdravstvenog stanja. Istraživanjem su ustanovljene značajne razlike u strukturi proizvedenih sortimenata između tih dviju kategorija zdravstvenog stanja sastojina, čime je potvrđena hipoteza H2 postavljena ovim istraživanjem. Imajući u vidu prethodno navedene činjenice, prilikom izrade plana proizvodnje za sve one buduće odjele/odsjeke u najugroženijoj kategoriji, tre-

balo bi pomnije odabirati najprikladnije sortimentne tablice, kako bi plan bio što bliži ostvarivoj proizvodnji.

Jedno od pitanja koje se nameće nakon istraživanja je pitanje: da li se sanitarne sječe jelovih sastojina mogu optimizirati na način da se pokušaju prostorno i vremenski uskladiti na godišnjoj razini u cilju smanjenja troškova proizvodnje?

U konačnici, prihod proizvodnje šumskih drvnih sortimenata, on se može iskazati na nekoliko načina: a) na temelju podatka o prikrojenom sortimentu u šumi (po udarenoj pločici), b) na temelju podatka o prodanim količinama iz računovodstvenih faktura (takav prihod je dosta varijabilan podatak), i c) prihod dobiven iz podataka o razduženju odjela/odsjeka. Što se tiče troškova proizvodnje, oni ovise o količini dozančenog drvnog obujma u odjelu koji izravno utječe na normu sječe i izrade u određenom odjelu.

LITERATURA – References

- Androić, M., D. Cestar, 1975: Problematika istraživanja, Istraživanje uzroka i posljedica sušenja prirodnih jelovih šuma u SR Hrvatskoj. Radovi 23, 11–16, Zagreb.
- Androić, M., D. Cestar, V. Hren, 1975: Zaključne napomene i preporuke za gospodarenje, Istraživanje uzroka i posljedica sušenja prirodnih jelovih šuma u SR Hrvatskoj. Radovi 23, 152–153, Zagreb
- Anić, I., J. Vukelić, S. Mikac, D. Bakšić, D. Ugarković, 2009: Utjecaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Šum. list, 3–4, s. 135–144.
- Anon., 1995: Hrvatske norme proizvoda iskorištavanja šuma. II. izdanje, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, Zagreb.
- Bauch, J., 1986: Characteristics and response of wood in declining trees from forests affected by pollution. IAWA Bull. NS 7, 269–276.
- Bezák, K., V. Krejči, B. Vrbek, 1991: Propadanje jele praćeno promjenama vitalnosti i prirasta šume bukve i jele od 1969.–1990. godine. Rad. Šumar. inst. 26(1): 115–128, Zagreb
- Certini, G., Corti, G., Ugolini, F.C., 2000: Influence of soil properties on the mortality of silver fir in Tuscany, Italy. Forstw. Cbl. 119, 323–331
- Glavač, M., H. Koenies, B. Prpić, 1985: Zur Immissionbelastung der industriefernen Buchen und Buchentannenwälder in den Dinarischen Gebirgen Nortwestjugoslaviens. Verhandlung der Gesellschaft fuer Oekologie, Band XV: 237–247, Gratz (Goettingen 87).
- Innes, J.L., 1993. Forest Health: Its Assessment and Status. CAB International Wallingford, Oxon, UK
- Kauzlarić, K., 1988: Utjecaj štetnih polutanata na propadanje šuma u Gorskom Kotaru. Šum. list, vol. 112: 231–245.
- Komlenović, N., N. Matković, D. Moćan, P. Rastovski, 1997: Unos onečišćenja iz zraka u šumi bukve i jele (*Abieti-Fagetum* “dinaricum”) u predjelu Lividrage u zapadnoj Hrvatskoj. Šum. list, 7–8: 353–360, Zagreb.
- Krehan, H., 1989: Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme. FBVA Berichte 39, 1–56.
- Krpan, A., D. Pičman, 2001: Neka obilježja iskorištavanja hrvatskih jelovih šuma. Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Prpić, B. (ur.). Akademija šumarskih znanosti, Zagreb. 659–686.
- Larsen, J.B., 1986. Das Tannensterben: eine neue Hypothese zur Klärung des Hintergrundes dieser rätselhaften Komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). Forstw. Cbl. 105, 381–396.
- Meyer, H., 1957: Beitrag zur Frage der Rückgängigkeitserscheinungen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) am Nordrand ihres Naturareals. Arch. Forstw. 6, 719–787.
- PCC, 1998: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assesment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UN/ECE and EC, Geneva and Brussels, PCC Hamburg.
- Potočić, N., I. Seletković, 2000a: Stanje oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj 1998. godine. Šum. list, 1–2: 51–56, Zagreb.
- Potočić, N., I. Seletković, 2000b: Oštećenost šuma u Hrvatskoj 1999. godine. Šumarski institut, Jastrebarsko, rukopis, 24 str.
- Potočić, N., I. Seletković, 2001: Oštećenost šuma u Hrvatskoj 2000. godine. Izvješće za JP “Hrvatske šume”, Šumarski institut, Jastrebarsko.

- Potočić, N., I. Seletković, 2002: Oštećenost šuma u Hrvatskoj 2001. godine. Izvješće za JP "Hrvatske šume", Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Potočić, N., I. Seletković, 2003: Oštećenost šuma u Hrvatskoj 2002. godine. Izvješće za JP "Hrvatske šume", Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Potočić, N., I. Seletković, 2004: Oštećenost šuma u Hrvatskoj 2003. godine. Izvješće za JP "Hrvatske šume", Šumarski institut, Jastrebarsko.
- Potočić, N., I. Seletković, D. Ugarković, A. Jazbec, S. Mikac, 2008: The influence of climate properties on crown condition of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) on Velebit. Periodicum biologorum, Vol.110 No.2, pp. 145–150.
- Prka, M., 2001: Udio i kakvoća šumskih sortimenata u oplodnim sječama bukovih sastojina bjelovarske Bilogore. Magistarski rad, 103, Zagreb.
- Prka, M., T. Poršinsky, 2009: Usporedba strukture tehničke oblovine jednodobnih bukovih sječina u sortimentnim tablicama izrađenim primjenom normi HRN (1995) i HRN EN 1316–1: 1999. Šum. list, 133 (1–2): 15–25.
- Prpić, B., 1975: Zakorjenjivanje i hidratacija obične jele. Istraživanje uzroka i posljedica sušenja prirodnih jelovih šuma u SR Hrvatskoj. Rad. šum. Inst., vol. 23: 41–53, Jastrebarsko.
- Prpić, B., N. Komlenović, Z. Seletković, 1988: Propadanje šuma u SR Hrvatskoj. (Dieback of Forests in Croatia). Šum. list (5/6): 195–216, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, 2001: Ekološka konstitucija obične jele. Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Prpić, B. (ur.). Akademija šumarskih znanosti, Zagreb. 255–269.
- Rebula, E., 1996: Sortimentne i vrijednosne tablice za deblovinu jele. Mehanizacija šumarstva br.4: 201–222, Zagreb
- Schütt, P., 1977: Das Tannensterben: der Stand unseres Wissens über eine aktuelle und gefährliche Komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). Forstw. Cbl. 96, 177–186.
- Seletković, I., N. Potočić, 2004: Oštećenost šuma u Hrvatskoj u razdoblju od 1999. do 2003. godine. Šum. list CXXVIII (3-4): 137–148, Zagreb
- Seletković, Z., I. Tikvić, 1996: Oštećenost šumskih ekosustava različitih stanišnih prilika u Republici Hrvatskoj. U: Sever, S. (ur.): Zaštita šuma i pridobivanje drva, Šumarski fakultet, Zagreb i Šumarski institut, Jastrebarsko: 81–88.
- Šafar, J., 1965: Problem sušenja jele i način gospodarenja na Macelj gori. Šum. list, 89 (1/2): 1–16.
- Štefančić, A., 1997: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7cm promjera za hrast lužnjak, hrast kitnjak i poljski jasen-suši tip. Šum. list br. 9–10: 479–497, Zagreb
- Štefančić, A., 1998: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7cm promjera za običnu bukvu u jednodobnim sastojinama. Šum. list br. 7–8: 329–337, Zagreb.
- Šušnjar, M., 2003: Some quality characteristics of fir trees (*Abies alba* Mill.) in the educational-experimental forest site Zalesina, management unit "Belevine". Glasnik za šumske pokuse 40: 1–57.
- Thomas, A.L., Gegout, J.C., Landmann, G., Dambrine, E., King, D., 2002: Relation between ecological conditions and fir decline in a sandstone region of the Vosges mountains (northeastern France). Ann. For. Sci. 59, 265–273.
- Tikvić, I., Z. Seletković, I. Anić, 1995: Propadanje šuma kao pokazatelj promjene ekoloških uvjeta u atmosferi. Šum. list, CXIX (11-12): 361–372, Zagreb
- Tikvić, I., Z. Seletković, D. Ugarković, S. Posavec, Ž. Španjol, 2008: Dieback of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) on Northern Velebit (Croatia). Periodicum biologorum, Vol.110 No.2, pp. 137–143.
- Vidaković, M., 1993: Četinjače, morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i "Hrvatske šume" Zagreb, 741 p.
- Vrbek, B., I. Pilaš, T. Dubravac, N. Potočić, I. Seletković, M. Pernek, 2008: Forest crown condition and monitoring deposited matter in Gorski Kotar area in Croatia. Zbornik savjetovanja "Climate Change – Forest Ecosystems & Landscape", Priwitzer, T. (ur.). Forest Research Institute, Zvolen, Slovačka, 112–112.
- Vuletić, D., 1996: Ekonomski gubici na vrijednosti drva hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) kao posljedica ozljeđivanja stabla. Magistarski rad, str. 1–89 + VI, Zagreb.
- Zečić, Ž., I. Stankić, D. Vusić, A. Bosner, D. Jakšić, 2009: Iskorištenje obujma i vrijednost drvnih sortimenta posušenih stabala jele obične (*Abies alba* Mill.). Šum. list, CXXXIII (1–2): 27–37, Zagreb.

SUMMARY: The research problem, raised by Croatian Forests Ltd., Forest Administration Delnice, is the frequent discrepancy in planned versus realised yields during selecting cutting in fir-beech forests. This discrepancy between planned and realised wood assortments structure and at the same time between revenues, is significant for fir-beech stands affected by fir trees dieback. The result is that performed silvicultural activities in such disturbed stands, in

order to get timber assortments, have questionable cost-effectiveness, and in some cases are fully unprofitable. The key point in process of calculating planned values according to timber assortments are so called "Assortment tables", empirical models for estimation of timber assortments structure, which are definitely inappropriate for current climatic and disturbed stand conditions. Hence, the aim of this research is to study existing Assortment tables for fir, which are used by the Production department of Forest Administration branch Delnice, in order to satisfy criteria for sufficiently reliable planning in the production of timber assortments.

Material and methods. In order to ensure quality and uniformity of research from the beginning, the detailed plan of field activities was designed and agreed for implementation with Production department. On the research area in target Forest management units, a few forest compartments were chosen for field data acquisition each year. In each of selected forest compartments it was required to collect data for around 100 marked fir trees, which were felled during selecting cutting. Diameter distribution of those hundred trees should represent fir diameter distribution of whole compartment. Each of those fir trees got measured diameter at breast height, total height, height of the first branch, and all bucked timber assortments. From those data we got volumes (per trees and per timber assortment). Ultimately, assortment structure data were collected from seven forest compartments. Each compartment has two dataset, one representing produced timber assortments (done by foresters) versus planned assortment structure (calculated using assortments tables).

Concerning research aim, two hypotheses (H1, H2) were constructed. H1 states: If planned and realised timber assortments production from forest compartment significantly affected by fir dieback is compared, than statistically significant differences between planned and realised values according to assortments classes will be confirmed. H2 states: If timber assortments production is compared according to three general health categories of fir stands, than statistically significant differences between same assortment classes will be confirmed. For testing H1, One-way ANOVA was used together with Test of Homogeneity of Variances. Analysed variables are veneer logs volume, sawlogs (1st, 2nd and 3rd class), pulp-wood and firewood, and volume of wood residues (recovered wood). Pulp-wood and firewood are in the same category, because only 14 pieces of firewood were measured in whole sample. Wood residue category refers to timber assortments thicker than 16 cm and left on forest floor because of its uselessness for technical purposes (damaged, decayed).

Statistical significance of differences between samples of planned and realised volume according to assortment classes was analysed. Testing homogeneity of variances between these two samples showed in most cases that variances of the same assortment classes' volumes are not homogenous. Considering this findings, Independent-samples T test was used for analyzing H1. Analog to H1 testing, the same tests were used for H2 analyzing. Forest compartments which were compared represented two of three health categories of fir stands (stands of moderately damaged health condition were missing). Those two compared groups of data were unequal in size, one consisting of data acquired from 5 forest compartments, and another of data acquired from two forest compartments.

This research was partially extended with sampling of fallen fir trees to get a clue about insect and pest species which could be one of main factors causing fir dieback. So, in the 2008 woody samples collected from fallen trees in one forest compartment, were analysed in CFRI laboratory.

Research area. In wider context, research area represents fir-beach stands of Gorski Kotar region, and narrower area is determined by boundaries of

Forest Administration Branch Delnice i.e. forest area affected by intensive fir trees dieback. The stands in focus represent main fir-beech forest community in Gorski Kotar; Abieti-Fagetum illyricum Ht. Research activities on field data acquisition were started in forest management unit "Brloško". Data about forest compartments included in research are presented in Table 1.

Results of research and discussion. Firstly, the results of H1 are presented and discussed. Statistically significant differences between planned and realised volumes were confirmed for veneer assortment, for all forest compartments except one. The results were expected because five of seven compartments are considered as stands of significantly disturbed health condition, where possibility for production of high quality timber assortments from fir trees is minimal. Another fact considerably affects on differences between planned vs realised timber assortment structure is assortments tables, according to which each tree with dbh higher than lowest threshold for veneer class gets certain veneer volume from tree volume. Veneer volume participates in the whole sample of produced timber assortment volume with 0.59 %, and concerning forest compartments from 0.00 % to maximum 3.01 % (see Table 2).

T-test results for 1st class saw logs confirmed discrepancies between realised and planned quantities for all forest compartments except compartment no.15 in forest management unit "Brloško" (t value is 0.80). Volume of 1st class saw logs participates in the whole sample of produced timber assortment volume with 5.85 % to 35.95 %, concerning forest compartments. Different from previous, t-test for 2nd class saw logs confirmed discrepancies between realised and planned quantities for three forest compartments, two representing category of good health condition, and one category of worse health condition (table 3). Volume of 2nd class saw logs participates in the whole sample of produced timber assortment volume with 13.93 % to 31.28 %, concerning forest compartments. Testing volume of 3rd class saw logs confirmed discrepancies between realised and planned quantities for four forest compartments (two in category of good health condition, and two in category of worse health). This assortment class after pulp-wood and firewood has the highest share in whole sample volume of assortment classes. Volume of 3rd class saw logs participates in the whole sample of produced timber assortment volume with 16.29 % to 36.90 %, concerning forest compartments.

The most frequent timber assortment is pulp-wood and firewood category, leading by number of logs. This fact is in line with disturbed wood quality of standing fir trees which are in process of dieback or completely dead trees in the felling moment. Analysing discrepancies between realised and planned quantities for this assortment category, tests confirmed statistically significant difference for all forest compartments except one. Tested wood volume of the category participates in the whole sample of produced timber assortment volume with 6.38 % to 54.41 %.

Recovered wood (i.e. wood residue) assortment is problematic because of its technical inapplicability. This assortment category consisted of small number of pieces, and according to assortment tables each tree gets certain volume of the assortment (so called wood waste). This discrepancy is supported with T-test results confirming significant differences between realised and planned quantities for all forest compartments. Hence, further consideration of the recovered wood assortment was cancelled.

Regarding to obtained results, it can be concluded that H1 is accepted because statistically significant differences have been confirmed for majority of tested combinations. Testing H2 by ANOVA and T-test, for each assortment class were confirmed differences between assortment volume variances comparing two health categories of stands (table 4). Other words, the relationship

between health categories of fir stands and realised assortment structure has been confirmed. Concerning this, in process of timber assortment production planning more attention on assortments tables should be done (carefully choosing and constructing new ones adapted for different health categories).

Conclusions. This project was aimed to give additional contribution in resolving discrepancy between planned and realised timber assortment production from fir-beech stands with different degree of fir trees dieback. The main reason for this discrepancy, especially in case of same health category stands, most probably lays on current assortments tables which were constructed in 90'is and updated a few times mostly on empirical basis. Another reason, but with considerably smaller influence on final production plan than assortment tables is inappropriate tariff selection.

Performed statistical tests confirmed significant differences between planned and realised timber assortment quantities in case of veneer. And such results are in strong correlation with worse health condition of the majority of researched forest compartments (except the ones in f.m.unit "Široka Draga"). Tests have been confirmed H1 on other timber assortments mostly for 1st and 3rd class of saw logs, pulp-wood and firewood category, and for 2nd class saw logs haven't. Worse wood quality of fir trees from stands with significant fir dieback resulted in the statistically significant differences between planned and realised values of pulp-wood and firewood assortment volumes. Recovered wood category hasn't been further analysed because of quite a small sample collected on the field.

Testing H2 on realised production data of the same timber assortment types between forest compartments belonging different health category, significant discrepancies in quantities of assortment volumes between two observed health categories have been confirmed.

Final recommendation or question to forest Management is "Would it be possible to adjust spatio-temporally the realisation of sanitary selecting cutting in fir-beech forests on yearly basis, in order to minimise timber production costs?"

Key words: health status category of stand, silver fir, dieback, forest woody assortments, planned production, realised production