

GDK 524.63:583

IZBOLJŠANJE UČINKOVITOSTI IN INFORMACIJSKE VSEBINE GOZDNE INVENTURE S STRATIFICIRANIM VZORČENJEM

David HLADNIK*
Milan HOČEVAR**

Izvleček

S stratificiranjem gozdne površine v homogene sestoje povečamo učinkovitost gozdnih inventur. V gozdu Hrastičje smo s stratificiranjem s pomočjo fotogrametrično izdelane sestojne karte izboljšali oceno poprečne lesne zaloge, hkrati pa smo povečali konkretnost podatkov terenskega snemanja. Primerjava stratificiranega in nestratificiranega vzorčenja v obravnavanem gozdu kaže, da pri neupoštevanju stratificiranja potrebujemo za dosego iste točnosti ocene lesne zaloge 50 % več vzorčnih ploskev. Fotogrametrična sestojna karta je dober pripomoček pri stratificiranju gozdne površine.

Ključne besede: gozdna inventura, stratificiranje, sestojna karta

IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY AND OF THE INFORMATION CONTENT OF FOREST INVENTORY BY MEANS OF STRATIFIED SAMPLING

David HLADNIK*
Milan HOČEVAR**

Abstract

By stratifying areas into homogeneous stands, the efficiency of forest inventory is increased. Through stratification carried out with the help of a chart of aerially mapped stands, we have improved the evaluation of the general growing stock in the forest of Hrastičje. At the same time we have also increased the concreteness of collected data. A comparison between stratified and non-stratified sampling in the mentioned forest shows, that when stratification is not taken into consideration, we need 50 % more sample plots in order to achieve the same accuracy when evaluating growing stock. An aerial stand map is an excellent instrument when stratifying forest areas.

Key words: forest inventory, stratification, stand map

* dipl. ing. gozd., Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 83

** dr., dipl. ing. gozd., izredni profesor, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 83

VSEBINA

- 1 UVOD
- 2 NAMEN NALOGE
- 3 METODE DELA IN PREDSTAVITEV OBJEKTA
- 4 REZULTATI
 - 4.1 Stratificiranje po razvojnih fazah sestojev
 - 4.2 Stratificiranje po razvojnih fazah, mešanosti in sestojnem sklepu
- 5 SKLEPI
- 6 LITERATURA
- 7 ZUSAMMENFASSUNG

1 UVOD

Gozd in gozdni prostor sta nerazumno obremenjena z vplivi človekove dejavnosti, morda pa še bolj usodno z vplivi, ki prihajajo iz negozdnega okolja. Gospodarjenje z gozdom in gozdnim prostorom, ki želi vsaj ohraniti navidezno ravnovesje med njima in družbo, zahteva dobro poznavanje njunih temeljnih značilnosti v danem trenutku, še pomembnejše pa je odkrivanje njunih razvojnih poti v nizu časovnih obdobj. Zaradi prostorske razprostranjenosti in zahtev po čedalje številnejših podatkih in informacijah (kakovostnih in količinskih) ju ne moremo izmeriti v celoti — zadovoljimo se z ocenami njunih značilnosti, ki jih dobimo z gozdnimi vzorčnimi inventurami.

Ocene so vedno obremenjene z napakami, ki se jim ne moremo izogniti niti ob izmeri gozda v celoti (CUNIA 1985). Zanesljivost naših spoznanj (ocen) je razen od velikosti vzorca, na podlagi katerega sklepamo o celoti, odvisna predvsem od variabilnosti v proučevani populaciji. V homogenih populacijah je zanesljivost ocen večja, hkrati pa so tudi zbrani parametri konkretnejši, saj se v okviru proučevanih značilnosti nanašajo na prostorsko opredeljene enote. Pri praktičnem delu lahko v okviru časovnih in finančnih omejitev povečujemo velikost vzorca, na variabilnost pa ne moremo neposredno vplivati.

Slovenski gozdovi so na majhnih površinah izredno pestri. Posamezne razvojne faze in mešanost drevesnih vrst se med seboj mozaično prepletajo, pogosto je že v najmanjši ureditveni enoti več različnih sestojnih tipov. Zanesljiva vzorčna ocena v osnovni ureditveni enoti je zaradi velike variabilnosti težko dosegljiva, velikosti vzorca pa zaradi visokih stroškov terenskega dela ni mogoče enostavno povečevati.

S stratificiranjem heterogenih populacij želimo oblikovati več delnih homogenih populacij (stratumov). Njihovo oblikovanje je uspešno, če dosežemo, da je variabilnost v posameznih stratumih majhna, razlike med njimi pa so čim večje. Oblikovanje stratumov je subjektivno in določeno s kriteriji razvrščanja in prostorskega razmejevanja, kar zahteva dobro poznavanje osnovnih značilnosti proučevanih populacij (KOTAR 1977).

2 NAMEN NALOGE

Dolga tradicija gospodarjenja v slovenskih gozdovih nam nudi bogato zakladnico znanja, ki nam odstira neznanke o njihovem razvoju in vzrokih za današnjo podobo. Gozdove in prostor, kjer se razprostirajo, dobro poznamo, saj smo jih dodobra prepredli s potmi, cestami, jih ujeli v oddelke in odseke. Način gospodarjenja je deklarativno podrejen človeku in gozdu. Posledica takega gospodarjenja je izredna pestrost, ki je obema — naravi in človeku pogodu, vendar je pogosto komaj ob-

vladljiva pri zbiranju podatkov, njihovi analizi in oblikovanju spoznanj, pomembnih za odločanje.

Namen naloge je prikazati pripomoček pri obvladovanju pestrosti v gozdovih — stratificiranje gozdne površine in opozoriti na prednosti, ki jih tak način dela zagotavlja. Oblikovanje homogenih enot, oziroma vsaj delno zmanjšanje heterogenosti, je nujno tudi zaradi uporabe podatkov v različnih informacijskih sistemih (ne samo v gozdarskem informacijskem sistemu), ki jih je smiselno graditi le, če smo sposobni zagotoviti kakovostne podatke zanje.

Kakovostni podatki morajo zadoščati naslednjim načelom (HOČEVAR 1988):

- da so količinsko opredeljeni (z zadostno in znano točnostjo),
- da so konkretni (nanašajo se na homogene enote),
- da so prostorsko opredeljeni,
- da so relevantni (v povezavi s ciljno informacijo).

3 METODE DELA IN PREDSTAVITEV OBJEKTA

Za ponazoritev načel stratifikacije smo izbrali gozd ob zaselku Meja (Hrastičje), ki leži ob cesti med Medvodami in Kranjem. Gozd meri 93,54 ha, z vseh strani ga obdajajo kmetijske površine Sorškega polja. V naravno gozdno združbo gabra in hrasta na plitvih do srednje globokih rjavih tleh na savskemrodu je bila umetno vnešena smreka, ki je prevladujoča drevesna vrsta. Gozd je prepreden s številnimi potmi, ki so jih kmetje, lastniki gozda, zgradili po parcelnih mejah. Velika pestrost in razdrobljenost površin (poprečna velikost parcele je 0,6 ha) sta oviri za izvedbo tako vzorčne inventure kot polne izmere lesne zaloge po posameznih ureditvenih enotah. Razen v dveh večjih strnjениh sestojih se razvojne faze, mešanost in sklep sestojev prepletajo in kljub odlični karti (TTN v merilu 1 : 5000) otežujejo preglednost.

Osnovno ogrodje stratifikacije so bili s pomočjo aeroposnetkov izločeni sestojni tipi, ki smo jih oblikovali na podlagi fotointerpretacijskega ključa (tabela 1).

Tabela 1: Fotointerpretacijski ključ za oblikovanje sestojnih tipov

Tabelle 1: Fotointerpretationsschlüssel fuer die Ausscheidung von Bestandestypen

- | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------|
| — razvojna faza sestoja: | 1 mladovje | ($d_{dom} < 10$ cm) |
| | 2 mlajši drogovnjak | (10—19 cm) |
| | 3 starejši drogovnjak | (20—29 cm) |
| | 4 mlajši debeljak | (30—39 cm) |
| | 5 starejši debeljak | ($d_{dom} \geq 40$ cm) |
| | 6 raznodobno | |

— mešanost:	1 iglavci	≥ 91 %
	2 iglavci	51—90 %
	3 iglavci	11—50 %
	4 iglavci	< 11 %
— sklep:	1 normalen, gost	
	2 rahel	
	3 vrzelast	
	4 pretrgan	

S fotogrametrično izdelano sestojno karto je bilo izločenih 210 sestojev, poprečna površina tako oblikovanih enot stratificiranja pa znaša le 0,45 ha, kar jasno nakazuje veliko heterogenost v izbranem objektu.

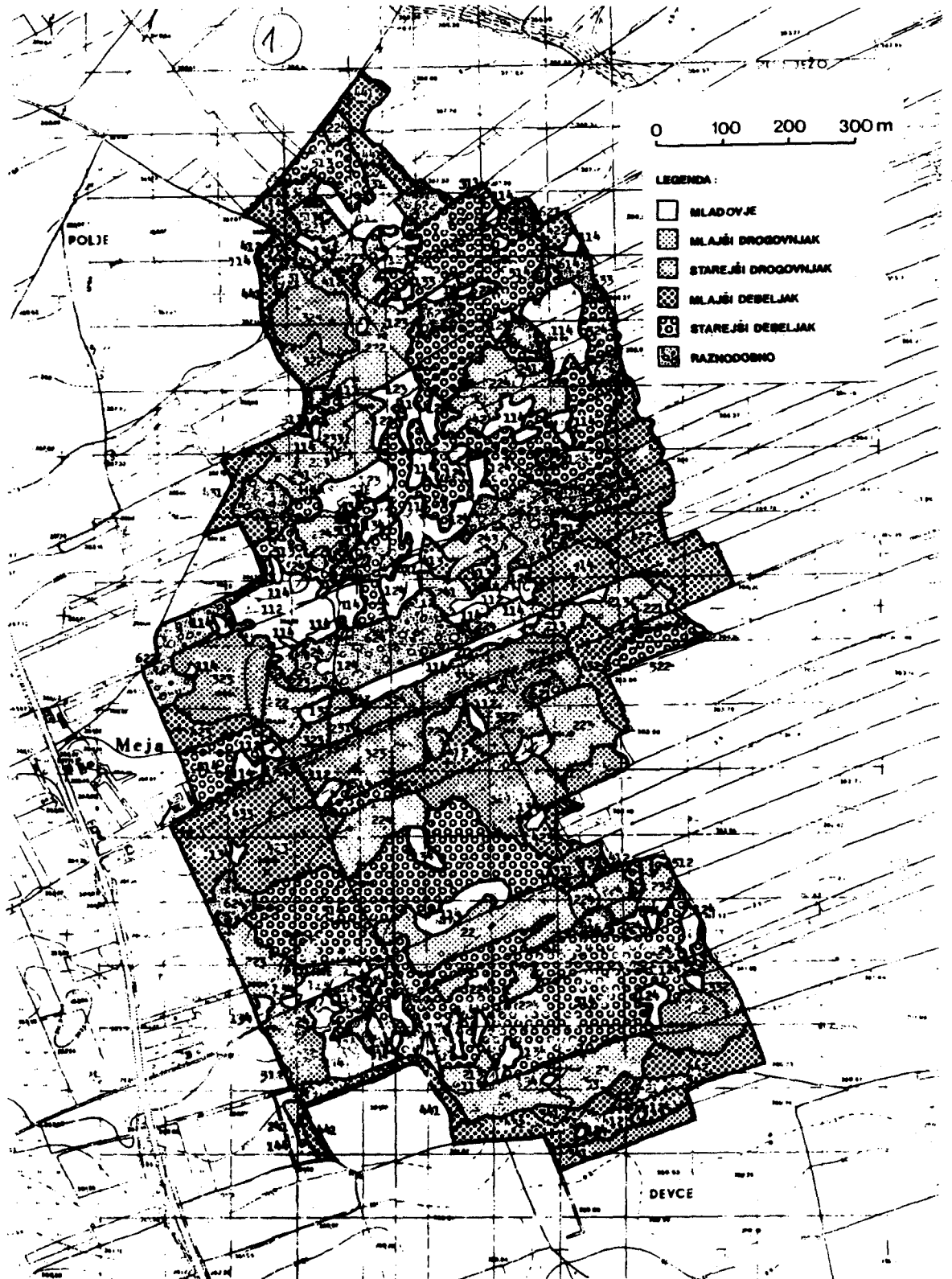
Stratificiranje gozdne površine v homogene sestoje poveča učinkovitost gozdnih inventur, če vzorčimo s proporcionalno razmestitvijo vzorčnih ploskev po posameznih stratumih. Trditev velja, če je edini namen inventure dobiti oceno lesne zaloge v danem inventurnem obdobju. S *prestratifikacijo* (predhodno) oblikujemo stratumne in po njih porazdelimo optimalno število vzorčnih ploskev. Razporeditev optimiramo glede na stroške in varianco ocene parametrov (lesne zaloge) po posameznih stratumih.

Pri takem načinu dela nastopijo težave, ko želimo spremljati razvoj gozda v več sukcesivnih inventurnih obdobjih. Meje stratumov se s časom spreminjajo in te spremembe so tudi predmet naših opazovanj. Po dveh ali treh inventurnih obdobjih je problem prekompleksen, da bi ga bilo mogoče rešiti v okviru statističnih načel definiranja zanesljivosti ocen. Razen v primeru, ko so stratumi permanentne geografske enote, je umestno, da se prestratifikaciji odpovemo (CUNIA 1985).

Vzorčne ploskve je bolje postaviti nestratificirano s sistematično vzorčno mrežo in nato s *poststratifikacijo* (naknadno) oblikovati homogene enote. Dodatna prednost poststratifikacije nastopi tudi tedaj, ko pri oblikovanju nesorodnih informacij uporabljamo različne kriterije stratificiranja (posnamemo jih pri terenski izmeri) oziroma ne moremo zagotoviti učinkovitega stratificiranja z enim samim sistemom stratifikacije (integralne gozdne inventure). Zaradi prilagodljivosti je poststratifikacija uporabna tudi ob spremenjenih zahtevah gospodarjenja, ob upoštevanju možnosti povezovanja niza inventurnih obdobji jo obravnavamo enako, če ne celo kot bolj učinkovito od prestratifikacije.

V izbranem gozdu smo zaradi navedenih izhodišč opravili vzorčno gozdno inventuro z uporabo sistematične mreže velikosti 100 x 100 m. Ob uporabi sistematičnega vzorčenja lahko privzamemo, da sistematična mreža zagotavlja slučajnostno izbiro vzorcev, če je gozdni prostor sestavljen iz majhnih enot, slučajnostno porazdeljenih

Slika 1: Sestojna karta, izdelana na podlagi fotointerpretacije aeroposnetkov v merilu 1 : 10000. (Razvojne faze poudarjene z rastrom)
 Bild 1: Bestandeskarte hergestellt auf grund der Luftbildauswertung. (Entwicklungsphasen durch die Rastrierung hervorgehoben)



po površini (LOETSCH in HALLER 1964). Za oceno temeljnice smo izbrali kotno-števno (Bitterlichovo) metodo s faktorjem 2, na vsaki ploskvi pa smo posneli podatke o sestoji po enakih kriterijih kot pri izdelavi fotogrametrične sestojne karte. Snejmanje so jeseni 1988 opravili študentje 3. letnika gozdarstva.

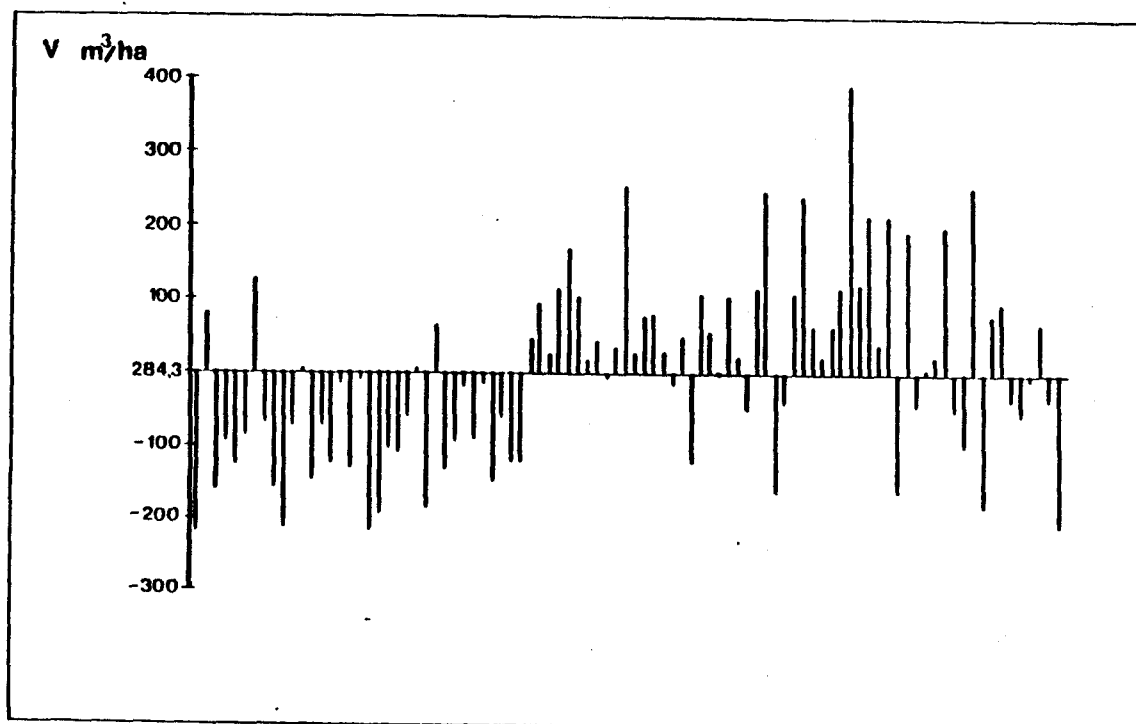
Po načelih poststratifikacije smo podatke zbrali v dveh neodvisnih delovnih postopkih (HOČEVAR 1984):

1. stopnja: Izmera hektarske lesne zaloge na vzorčnih ploskvah na terenu
2. stopnja: Izločanje in razmejevanje sestojnih tipov na aerosonetkih, izmera njihovih površin in oblikovanje stratumov.

Terenske vzorčne ploskve smo razvrstili po posameznih stratumih s pomočjo koordinat sistematične vzorčne mreže.

4 REZULTATI

Vzorčno izmero smo opravili na 99. vzorčnih ploskvah in prek ocene temeljnice izračunali hektarske lesne zaloge. Na podlagi fotogrametrično izdelane sestojne karte



Slika 2: Odkloni od ocene poprečne vrednosti lesne zaloge celotnega gozda za posamezne vzorčne ploskve.

Bild 2: Abweichungen der Vorratswerte einzelner Probeflächen vom Gesamtdurchschnitt

in kontrole med snemanjem na terenu smo 7 vzorčnih ploskev, ki so bile postavljene v mladovju, izločili iz nadaljnje obdelave. Ocena poprečne lesne zaloge v merskih sestojih (površina z lesno zalogo) znaša 284,3 m³/ha (intervalna ocena pri 5 % tveganju: 258,1 do 310,4 m³/ha). Odkloni po posameznih ploskvah od ocene poprečja za celotni gozd so prikazani na sliki 2. Zaradi lažje poznejše primerjave so ploskve urejene po naraščajoči razvojni fazi in ne po zaporedju koordinat.

4.1 Stratificiranje po razvojnih fazah sestojev

Stratifikacijo smo izvedli s pomočjo sestojne karte in za posamezne stratume izračunali ocene poprečnih lesnih zalog. Pregled ocen po posameznih stratumih — razvojnih fazah je podan v tabeli 2 in sliki 4.

Tabela 2: Ocene lesnih zalog po posameznih stratumih (programski paket SPSS PC)
Tabelle 2: Vorratsschaetzungen fuer einzelne Straten

Stratum	n	\bar{y}	sy	se	Interval zaupanja
Grp 2	21	188.3667	93.3483	20.3703	145.8750—230.8583
Grp 3	15	215.1867	72.2504	18.6550	175.1757—255.1976
Grp 4	17	342.3294	81.2155	19.6977	300.5722—384.0866
Grp 5	30	362.6700	129.4774	23.6392	314.3224—411.0176
Grp 6	9	252.1667	107.9437	35.9812	169.1939—335.1394
Skupaj	92	284.2685	126.1426	13.1513	258.1451—310.3919

Pri uporabi obrazcev za oceno poprečne lesne zaloge s stratificiranim vzorčenjem potrebujemo informacijo o površinskih deležih posameznih stratumov (ZOEHRER 1980):

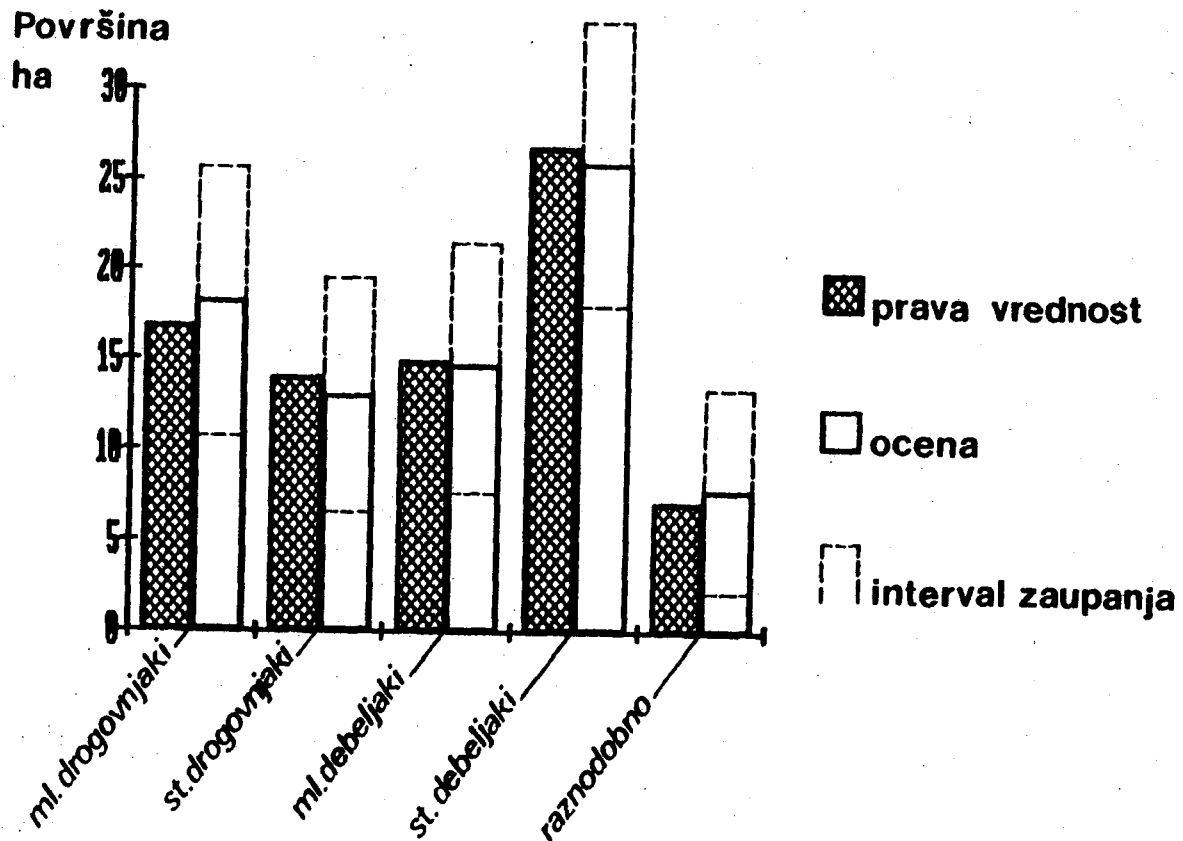
$$V = \sum_{j=1}^M P_j V_j$$

$$S^2 = \sum_{j=1}^M P_j S_j^2$$

- V_j — ocena poprečne lesne zaloge v j-tem stratumu
 P_j — površinski delež stratuma
 S_j^2 — ocena variance v j-tem stratumu.

Zanesljiva ocena deleža posameznih razvojnih faz je dosegljiva le z izmero površin na sestojni karti s planimetrom ali rastersko metodo. V prikazanem primeru se ocene deležev površin posameznih stratumov (število vzorcev, ki ležijo v posameznem stratumu) presenetljivo dobro ujemajo s pravo vrednostjo (planimetrična izmera

površin na sestojni karti), toda neposredna ocena površine stratumov na osnovi števila vzorcev, ki padejo vanje, je zaradi premajhnega števila vzorcev nezanesljiva (HOČEVAR 1983).

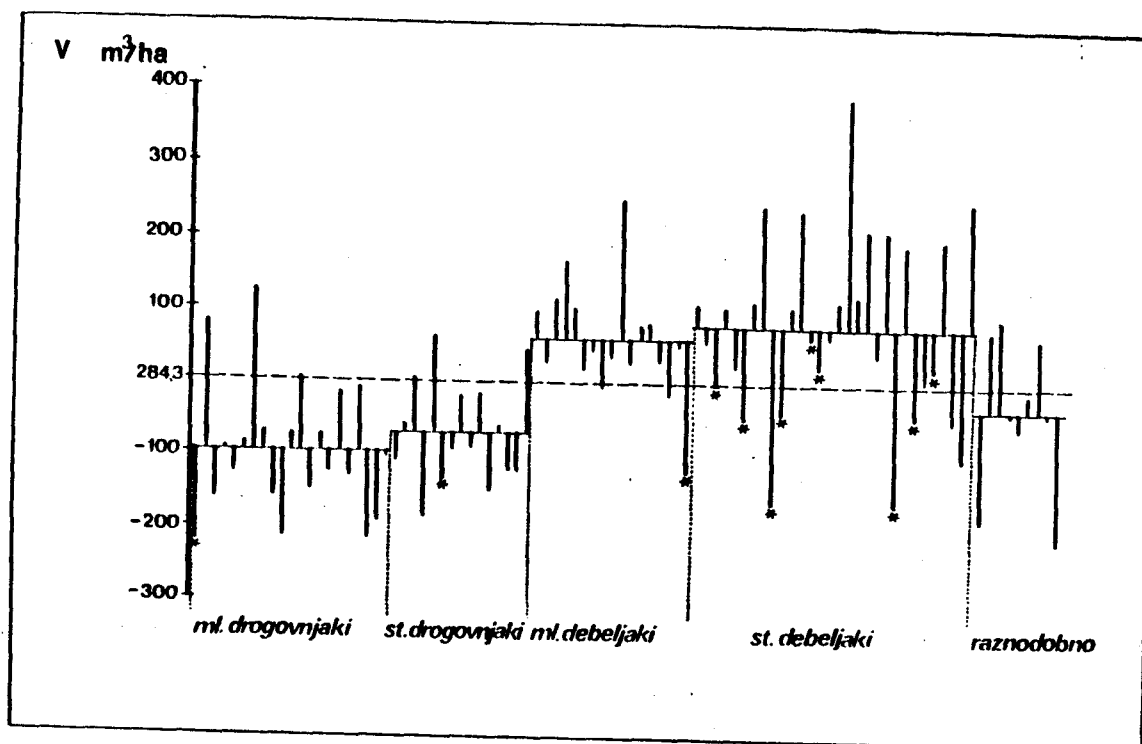


Slika 3: Primerjava ocen površin (z označeno intervalno oceno) s pravimi površinami posameznih stratumov.

Bild 3: Vergleich der Flächenbestimmung der ausgeschiedenen Straten durch Raster- und Planimetrierungsmethode (dunkel-planimetriert, weiss-Probeflächenzählung)

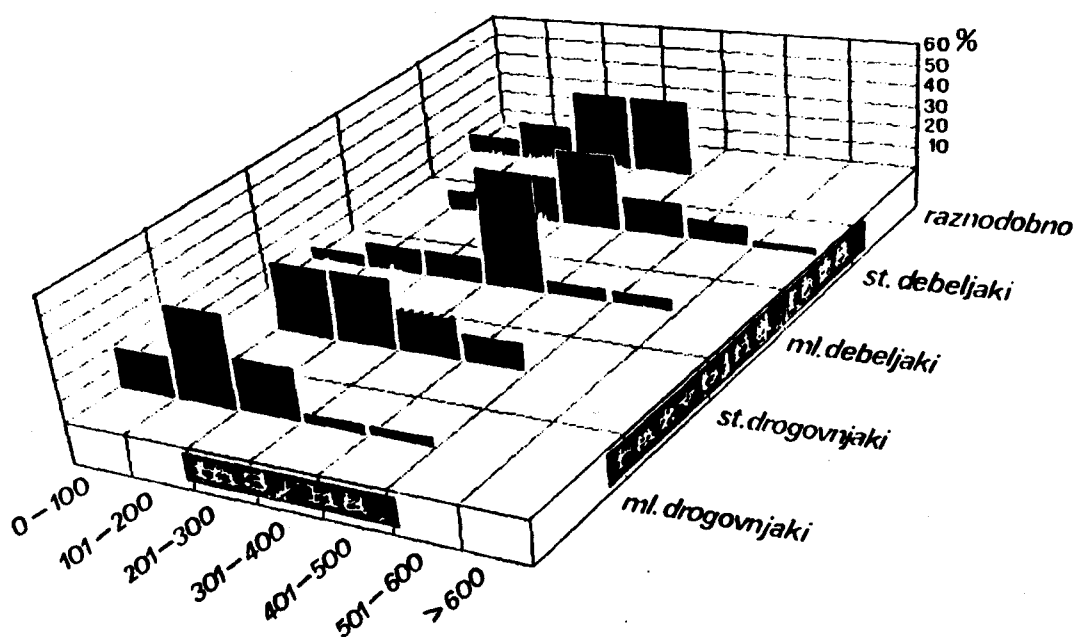
Z oblikovanjem stratumov po razvojnih fazah setojnih tipov smo izboljšali intervalno oceno poprečne lesne zaloge ($264,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ — $307,8 \text{ m}^3/\text{ha}$). Zaradi ujemanja ocen površin s pravo vrednostjo so razlike med izračunom v tabeli 2 in izračunom z zgornjima obrazcema nepomembne.

Pomembna prednost stratificiranega vzorčenja je zmanjšanje potrebnega števila vzorčnih ploskev za dosego predpisane točnosti ocene lesne zaloge v posamezni ureditveni enoti. Za dosego ocene, katere napaka ne presega 10% (pri 5% tveganju), potrebujemo v predstavljenem gozdu pri stratificiranem vzorčenju 52, pri nestratificiranem vzorčenju pa 78 vzorčnih ploskev (velja za kotnoštevno metodo s faktorjem 2).



Slika 4: Odkloni od ocen poprečnih vrednosti lesnih zalog posameznih stratumov po posameznih vzorčnih ploskvah. Z zvezdico so označene ploskve, ki ležijo na gozdnem ali sestojnem robu.

Bild 4: Abweichungen der Vorratseinzelnwerte von zugehoerigen Stratenmittelwerten



Slika 5: Frekvenčna porazdelitev ocen lesne zaloge (delež vzorcev z določeno lesno zalogo) po posameznih stratumih

Bild 5: Verteilung der Hektarvorräte in einzelnen Straten

4.2 Stratificiranje po razvojnih fazah, mešanosti in sestojnem sklepu

Pri izdelavi sestojne karte smo sestoje oblikovali glede na razvojno fazo, mešanost in sestojni sklep. Razvojno fazo posameznih sestojev pri fotointerpretaciji dobro opredelimo s pomožnima znakoma — višino sestoja in velikostjo drevesnih krošenj. Objektivno ocenjevanje mešanosti in sestojnega sklepa je pri čisto okularni metodi težje, zato so tudi kriteriji razvrščanja razmeroma grobi. Pri podrobnih analizah mešanost in sklep ovrednotimo z uporabo točkovnih rastrov, kar je nedvomno objektivnejša metoda. Osnovno vodilo pri izdelavi sestojne karte je oblikovanje čim homogenejših strnjenih enot, kar pomeni, da variabilnosti ne uspemo niti ne želimo popolnoma odpraviti, saj je nesmiselno oblikovati nepregledno množico sestojnih tipov. Oblikujemo kvečjemu toliko vsebinsko različnih sestojnih tipov, kolikor pri gospodarjenju še lahko upoštevamo.

Inventurni podatki, ki smo jih zbrali v gozdu Hrastičje, ne dovoljujejo podrobnih preizkusov značilnosti posameznih kriterijev stratificiranja. Z združevanjem osnovnih enot v večje stratume smo za površine z ocenjeno poprečno lesno zalogo naknadno oblikovali širše razrede sestojnih tipov. Mešanost in sestojni sklep sta tako opredeljena le v dveh razredih:

- mešanost: 1 (iglavci $\geq 50\%$)
2 (iglavci $< 50\%$)
- sklep: 1 (normalen-gost, rahel)
2 (vrzelast, pretrgan).

Na osnovi Kruskal-Wallisovega teksta sklepamo, da so razvojne faze značilen kriterij stratificiranja ($P = 0,001$), podobno velja tudi za mešanost ($P = 0,04$). Sestojni sklep v gozdu Hrastičje v prikazanem primeru ni bil značilen kriterij razvrščanja, kar je verjetno posledica neenakomerne zastopanosti posameznih sestojnih tipov. V vseh razvojnih fazah prevladujejo sestoji z vrzelastim in pretrganim sklepom. Analize sestojnega sklepa v drugačnih razmerah (HOČEVAR 1988) potrjujejo tudi učinkovitost stratificiranja po sestojnem sklepu.

Poseben problem pri oblikovanju sestojnih tipov so sestojne meje in izraziti sestojni robovi. Sestojne meje so subjektivno določene, saj je nemogoče natančno opredeliti, kje je na primer meja med starejšim drogovnjakom in mlajšim debeljakom, podobno velja za opredeljevanje mešanosti in sestojnega sklepa. Posamezni sestojni tipi v prostoru neizrazito prehajajo drug v drugega in se med seboj prelivajo, sestojne meje se s časom spreminjajo, toda jedro sestoja ostaja zasidrano v prostoru do končnega poseka sestoja. Drugače je pri izrazitih sestojnih robovih (na robu poseke ali mladovja) ali na gozdnem robu.

Številne raziskave so pokazale (SCHMID-HAAS 1982), da prihaja do pristranskih ocen lesne zaloge, če vzorčne ploskve premeščamo v notranjost sestoja ali skušamo

vpliv gozdnega roba kako drugače kompenzirati. Pri terenski izmeri smo se zato natančno držali sistematične vzorčne mreže, pri obdelavi podatkov pa smo vpliv izrazitih sestojnih robov preizkusili s primerjavo ocene lesnih zalog znotraj sestojev in na sestojnih robovih. Primerjava je zajela starejše debeljake z vrzelastim in pretrganim sklepom, primerjali pa smo ocene lesnih zalog na sestojnem robu (9 vzorčnih ploskev) in ocene lesnih zalog vzorčnih ploskev znotraj sestoja (19 vzorčnih ploskev). Ocena poprečja lesne zaloge sestojnega roba znaša $247,5 \text{ m}^3/\text{ha}$, ocena poprečja v sestoju pa $406,2 \text{ m}^3/\text{ha}$. T-test je pokazal, da so razlike obeh ocen značilne ($P = 0,001$). S preizkusom ocen smo tudi vsebinsko pojasnili del variabilnosti ocen lesne zaloge, ki je največja prav v tem stratumu. Preizkus ponazarja tudi slika 4, kjer so ploskve, ki ležijo na izrazitih sestojnih robovih, označene z zvezdico.

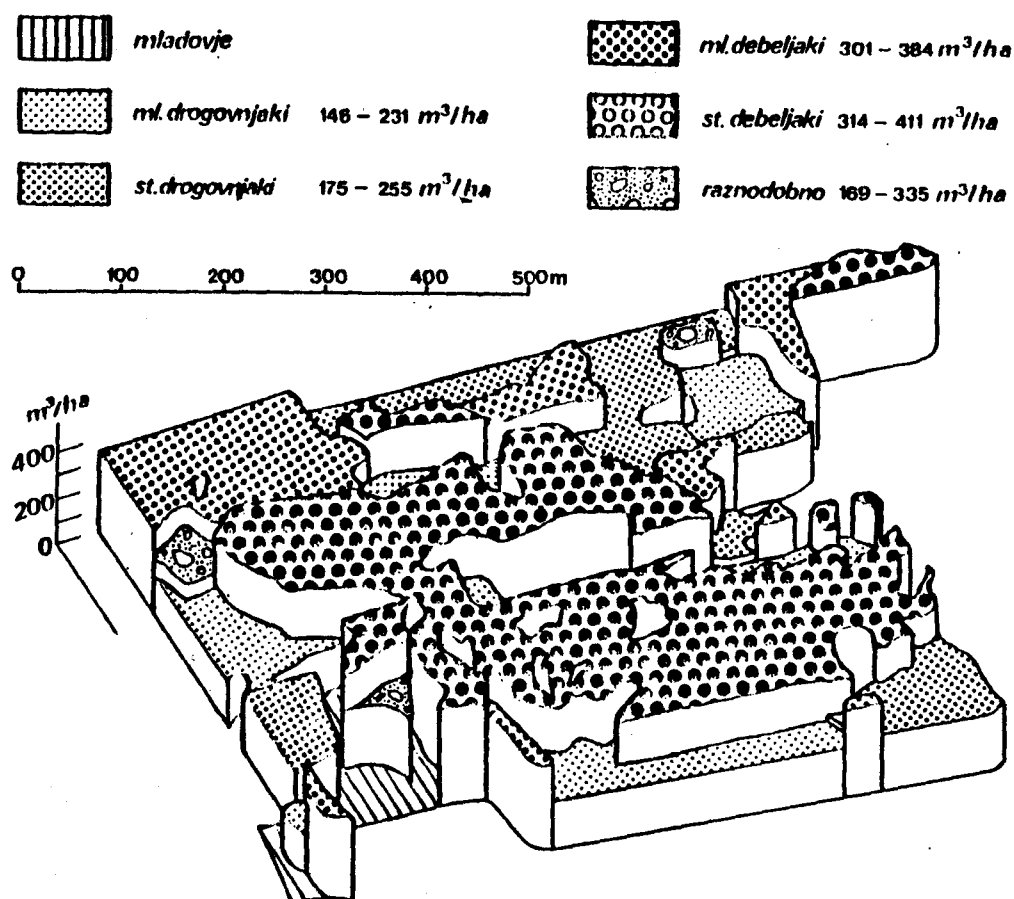
Opisani problem je mogoče odpraviti z uporabo zrcaljenja na vzorčnih ploskvah, ki ležijo na gozdnem ali sestojnem robu (HOČEVAR 1988). Edino tak način dela zagotavlja nepristranske ocene lesnih zalog (SCHMID-HAAS 1982).

5 SKLEPI

Izvedba gozdne inventure je kompleksen problem, zato je težko izdvojiti katerikoli njen posamezen del (tokrat stratificiranje inventurnih podatkov) in ga obravnavati ločeno od celote. Pri prikazu pomena in prednosti stratificiranja smo se omejili le na en parameter — lesno zalogo sestojnih tipov, čeprav pri snemanju na vzorčnih ploskvah zbiramo podatke o različnih sestojnih značilnostih (kakovost, poškodovanost, reliefne in talne značilnosti itd.). Za prikaz pomena stratificiranja je lesna zaloga nedvomno najprimernejša, hkrati pa ostaja njeno ocenjevanje še vedno osrednji del gozdnih inventur, navkljub mnogoterim deklarativnim opredelitvam.

Pri prikazu se nismo spuščali na raven posameznih ureditvenih enot (oddelek, odsek), saj je princip dela enak opisanemu, potrebno je le upoštevati predpisano točnost ocen in zagotoviti dovolj velik vzorec (zgoščevanje sistematične vzorčne mreže). Pri tem zadostujejo že dodatne ocene temeljnice, ki nam služijo kot korekcijski faktor pri prenosu vrednosti za posamezne stratumne na konkretno ureditveno enoto (HOČEVAR 1988).

Poleg bogatejše in konkretnejše informacijske vsebine (slika 6) so prednosti stratificiranja očitne tudi pri racionalizaciji terenskega dela, kjer ob klasičnem pristopu dobimo prostorsko neopredeljene informacije (poprečje za posamezne ureditvene enote), ki jih zaradi neznanja pogosto tudi preplačamo — pri predpisani natančnosti ocene lesne zaloge potrebujemo ob neupoštevanju možnosti stratificiranja bistveno večji vzorec (v obravnavanem primeru kar 50 % več vzorčnih ploskev).

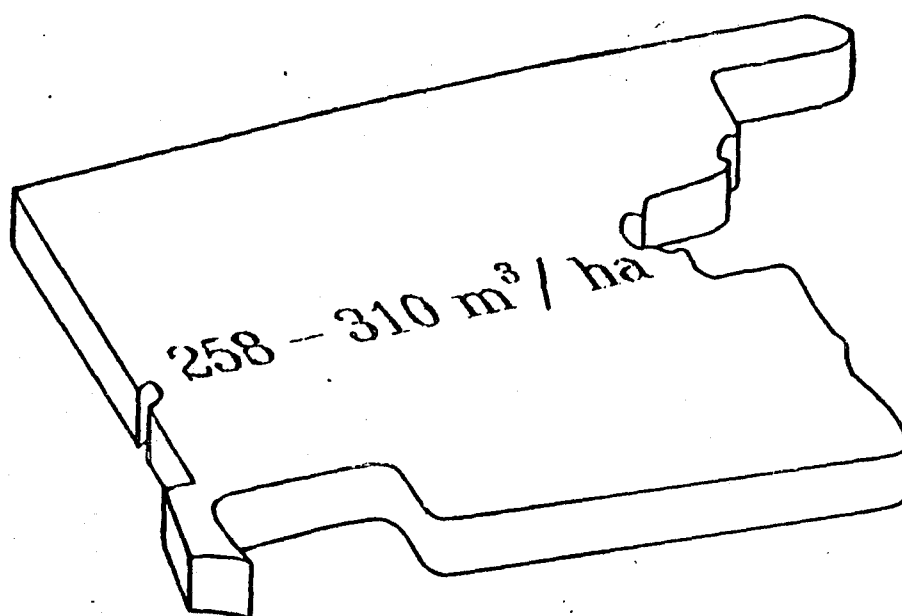


Slika 6: Struktura lesne zaloge v odd. 11, Hrastičje:

Bild 6: Holzvorratsverteilung in der Abt. 11, Hrastičje:

a) vpogled v prostorsko razporeditev lesnih zalog pri stratificiranem vzorčenju

a) Modell mit der Stratifizierung



b) vpogled v strukturo lesnih zalog pri nestratificiranem vzorčenju

b) Modell ohne Stratifizierung

Osnovni pogoji za uporabo stratificiranja so v slovenskem gozdarstvu že dolgo izpolnjeni. Izdelava sestojnih kart in njihova uporaba ob izvedbi vzorčnih gozdnih inventur sta pri nas (KOŠIR 1984) in v svetu (SCHMID-HAAS 1976) preverjeni in uveljavljeni. Sestojni tipi, ki jih oblikujemo glede na razvojno fazo, mešanost in sklep so dobra, čeprav groba in za izvrednotenje nezahtevna osnova. Vsi sestojni tipi, ki so si med seboj podobni, oblikujejo enoten stratum, ocene za posamezne stratumne in njihove medsebojne razlike pa so osnova za sprejemanje odločitev. Dejstvo, da so sestojni tipi posameznega stratuma geografsko razpršeni, ne predstavlja ovire, saj jih prostorsko opredeljuje sestojna karta. Pri nizu inventurnih obdobj ne izdelujemo vsakokrat novih sestojnih kart, v staro karto vnašamo le spremembe in odpravljamo morebitne napake. Razvoj gozda spremljamo le, če so spremembe sestojne karte posledica sprememb v gozdu, ne pa posledica različnih subjektivnih interpretacij (SCHMID-HAAS 1983).

Z razvojem osebnih računalnikov smo tudi v gozdarstvu dobili možnost hitre in cene obdelave podatkov, njihovega hranjenja in pridobivanja informacij, ki jih prejšnja organiziranost in način dela nista dopuščala. Na VTOZD za gozdarstvo smo sami (M. Hočevar in V. Puhek) razvili programske pakete za obdelavo podatkov, zbranih z različnimi vzorčnimi metodami. Prirejani so sedanjemu konceptu izvedbe gozdnih inventur, hkrati pa omogočajo nadaljnje statistične (npr. s programskimi paketi SPSS, STATGRAPH, CSS) in grafične obdelave (3D, CHART, ACAD itd.). Resničnih ovir za kvalitetnejše delo pri izvedbi gozdnih inventur ni več, potrebno je le izkoristiti sleherni pripomoček, ki nam ponuja možnost pridobivanja dodatnih informacij, hkrati pa zmanjša stroške zbiranja, hranjenja in obdelave inventurnih podatkov.

6 LITERATURA

1. CUNIA, T., 1985. Main objectives and desirable characteristics of national forest inventory systems. National forest inventory in Europe. Mitt. Abt. f. forst. Biometrie, Univ. Freiburg i. Br., 85 (3): 1—19.
2. HOČEVAR, M., 1983. Racionalna izmera površin s točkovnim rastrom. Gozd. vest., 41 (5): 197—207.
3. HOČEVAR, M., 1984. Racionalizacija gozdnih inventur s pomočjo metod daljinskega pridobivanja podatkov. Daljinsko pridobivanje podatkov o stanju in razvoju gozdnih sestojev in gozdnega prostora. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 135—145.
4. HOČEVAR, M., 1988. Gozdna inventura. Seminarsko gradivo. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 126 s.
5. KOŠIR, J., 1984. Pomen analize sestojnih tipov pri gozdnogojitvenem načrtovanju. Daljinsko pridobivanje podatkov o stanju in razvoju gozdnih sestojev in gozdnega prostora. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 123—134.

6. KOTAR, M., 1977. Statistične metode. Izbrana poglavja za študij gozdarstva. VTOZD za gozdarstvo, 138—149.
7. LOETSCH, F., HALLER, K. E., 1964. Forest inventory. BLV Verlagsgesellschaft München, Basel, Wien, 436s.
8. SCHMID-HAAS, P., 1976. Aufgaben und Anwendung der Bestandeskarte. Beitrage zur Bestandeskarte. Eidg. Anst. f.d. forst. Versuchswesen, 147: 7—18.
9. SCHMID-HAAS, P., 1982. Sampling at the forest edge. Statistics in theory and practice. Essays in honour of Bertil Matern. Swedish University of Agricultural Sciences. Umea, 263—276.
10. SCHMID-HAAS, P., 1983. Swiss continuous forest inventory, twenty years experience. Renewable resource inventories for monitoring changes and trends. OSU, College of forestry, Corvallis, 133—140.
11. ZOEHRER, F., 1980. Forstinventur. Paul Parey, Hamburg, Berlin, 206s.

7 ZUSAMMENFASSUNG

VERBESSERUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT UND DES INFORMATIONSGEHALTES DER FORSTINVENTUR DURCH DIE STRATIFIKATION

Durch die Stratifikation werden die Effizienz und der Informationsgehalt der Forstinventur wesentlich verbessert. Als zuverlaessiges Stratifikationsmittel fuer die Vorratinventuren kann die auf grund der Luftbildauswertung erstellte Bestandeskarte verwendet werden. Als Stratifikationskriterien werden in der Regel die Entwicklungsphase, die Baumartenmischung und der Bestandesschluss beruecksichtigt (Tab. 1).

Zur Veranschaulichung wurde ein Waldobjekt mit einer Flaechе von 93.5 ha ausgewaehlt und die Inventur in zwei Schritten durchgefuehrt und ausgewertet:

1. Vorratsinventur mittels Winkelzaehlmethode auf systematischem Stichprobenetz 100 x 100 m und Bestimmung von Vorratswerten pro Hektar.
2. Ausarbeitung der Bestandeskarte auf grund der Luftbildinterpretation, Bildung von Straten und Flaechenbestimmung (Bild 1, 3).

Jeder Stichprobenwert wurde einem Stratum zugeteilt. Anschliessend wurden nach Regeln fuer die stratifizierte Stichprobenauswertung der durchschnittliche Vorrat und die wichtigsten statistischen Kennwerte berechnet (Tab. 2). Das Ergebniss bestaetigt die Zuverlaessigkeit und die Effizienz der auf der Bestandeskarte basierenden Stratifikation. Die Unterschiede zwischen Straten (Entwicklungsphasen) waren signifikant. Vergleich von Inventurergebnissen zeigt folgendes:

- Verbesserte Genauigkeit der Schätzwerte (um 18% kleinerer SP-Fehler des Vorrates im Demonstrationsbeispiel).
- Durch die Stratifikation der Inventurdaten kann bei gleichen Genauigkeitsansprüchen die Stichprobenzahl stark vermindert werden (um 50% im Demonstrationsbeispiel).

Mit der Stratenbildung durch die Zusammenfassung von Waldflächen mit ähnlichem Bestandaufbau (Entwicklungsphase, Baumartenmischung und Bestandeschluss) konnte die Genauigkeit der Vorratsschätzungen verbessert und zudem der Einblick in die räumliche Struktur der Holzvorräte gewonnen werden (Bild 6a, b). Damit wurde eine gute Grundlage für eine zuverlässige Entscheidungsfindung für die Forsteinrichtung und die waldbauliche Planung zur Verfügung gestellt.

Die Stratifikation kann in der slowenischen Forstwirtschaft als effizientes Rationalisierungsmittel ohne weiteres schnellstens auch in der Praxis eingeführt werden. In vielen Forstbetrieben stehen die Bestandeskarten schon seit Jahren als übliche Planungsunterlage, zur Verfügung.