

GDK: 524.6:624

## ZAGOTAVLJANE KAKOVOSTI INFORMACIJ PRI GOZDNI INVENTURI

Milan HOČEVAR\*

Za kakovostno ravnanje z gozdovi potrebujemo zanesljive podatke o stanju in trendih razvoja gozdnih sestojev. Zbiranje podatkov je najdražja faza gozdarskega informacijskega sistema, zato mora biti posebna pozornost posvečena izbiri vrste, obsega in zahtevane kakovosti podatkov.

*Ključne besede: gozdna inventura, kakovost podatkov, vzorčenje*

## ENSURING INFORMATION QUALITY OF FOREST INVENTORY DATA

### *Abstract*

Reliable data on the state and trends of the development of forest stands are needed for high-quality forest management. Data gathering is the most expensive phase of a forestry information system, therefore special attention must be paid to the selection of the kind, scope and to the quality of data.

*Key words: forest inventory, data quality, sampling*

## 1 UVOD

Dolgi življenjski cikli gozda, ki daleč presegajo delovno dobo posameznega gozdarja, velike prostorske razsežnosti in pa predvsem načelo trajnosti, zahtevajo v gozdarstvu bolj kot v katerikoli drugi gospodarski panogi skrbno načrtovanje in spremljanje razvoja vseh funkcij gozda. To temelji na podatkih o stanju in razvoju sestojev in njihovi prostorski razporeditvi. Gozdarstvo se tega že dolgo zaveda, zato je ena redkih panog, ki že stoletja redno zbira vsakovrstne podatke.

Gozdarji danes razpolagamo z obsežnimi podatkovnimi bazami, ki segajo stoletja nazaj v preteklost. Delimo jih lahko na dve osnovni kategoriji.

- Kategorija atributivnih (vsebinskih) podatkov obsega količinske in kakovostne podatke, ki v obliki teksta, tabel, seznamov opisujejo objekte in površine.
- Kategorija geometrijskih (prostorskih) podatkov, s katerimi je določena oblika in prostorska lega objektov, obsega kartografske predloge in tematske karte.

V zadnjem času postajajo podatkovne baze vse obsežnejše, toda mnogi, drago pridobljeni podatki ostajajo neizkoriščeni. Klasični manualni sistem, ki sicer v določenih delovnih fazah izkorišča možnosti računalniško podprtih orodij, temu razvoju ne more slediti, zato tudi v Sloveniji prehajamo na sodobene informacijske tehnologije, kot so daljinsko zaznavanje in prostorski informacijski sistemi.

Novi prostorski informacijski sistemi (GIS) nudijo hitro in v celoti računalniško podprto upravljanje podatkovnih baz in obdelavo, tako prostorskih kot vsebinskih podatkov. Razvoj GIS se je začel šele v sedemdesetih letih za potrebe okoljskih ved, vendar je danes že našel mesto v gozdarskih službah po Evropi (Rottmann in Schreyer, 1991; Irmay, 1993; Hinrichs, 1995; Hoehne, 1996), že nekaj let pa ga poskusno uvajamo tudi pri nas (Hočevar, 1992; Hočevar in dr., 1992). Njegova prednost je, da izredno učinkovito in hitro povezuje vse bistvene informacijske faze kot so: snemanje, zasnova podatkovnih baz, obdelava in predstavitev informacij v tekstni, tabelarni ali kartografski obliki. Ker so vsi podatki geokodirani (prostorsko opredeljeni), je s tem omogočene ciljno reševanje natančno definiranih problemov.

Kritična faza vsakega GIS je snemanje podatkov. Ta faza ni samo najdražja (ca. 80% vseh stroškov), temveč tudi odločilna za kakovost in zanesljivost informacij, ki jih sistem nudi.

## 2 VRSTA IN OBSEG PODATKOV

Vrsta in obseg podatkov, ki jih nameravamo posneti, je odvisna predvsem od načina in intenzitete nadaljne uporabe informacij, ki jih iz podatkov pridobimo. Ker vsak podatek nekaj stane, je vodilo, da snemamo le take podatke, ki jih pozneje tudi (koristno) uporabimo. Odločilnega pomena za izbiro vrste in obsega podatkov sta zahtevana vsebina in točnost ciljne informacije (glej tudi pregl. 1).

Za presojo kakovosti snemanja sta pomembna predvsem informacijska vsebina in ekonomska učinkovitost.

Informacijska vsebina snemanja je opredeljena z naslednjimi kazalci:

- Vrsta podatka (atributa): Za izbiro podatka je predvsem pomemben njegov vsebinski pomen za končno informacijo (relevantnost podatka), z drugimi besedami, kakšen delež zahtevane ciljne informacijske vsebine pokrijemo z izbranim podatkom. Tako nam npr. prsni premer pojasnuje zahtevano informacijo o lesnem volumnu drevesa le polovično (ca 50%), skupaj s podatkom o tarifi pa že 95%. Informacijska učinkovitost nekega podatka je mnogokrat le posredna, v povezavi z drugimi podatki. Tako starost drevesa nič ne pove o kakovosti rastišča, toda v povezavi z vrsto in višino drevesa je možna zelo dobra ocena. Mnogokrat zaradi cenenosti izbiramo namerno pomožne podatke, ki imajo določen informacijski pomen samo zaradi povezave s ciljnim podatkom. Tipičen tak podatek je osutost, ki ga snemamo namesto zahtevne ocene vitalnosti
- Število, obseg podatkov: Načeloma naj bo število podatkov, ki jih snemamo, čim manjše, njihova informacijska vsebina pa čim večja.
- Zanesljivost izmere ali ocene podatka: Zanesljivost nekega podatka je mogoče zelo enostavno ovrednotiti s ponovnim snemanjem. Ponovljivost ocene je bistveni pogoj za oceno kakovosti podatka, vendar ne edini. Pove nam namreč le, da sta metodologija in postopek snemanja zelo dobro izdelana in da nam zagotavljata, da v času in prostoru pri snemanju enakih objektov dobimo iste ocene. Kljub temu pa so podatki lahko napačni. Napogostejši vzrok so sistematične napake zaradi metodoloških nepravilnosti, napak merilnih inštrumentov, napak meritvenih postopkov, idr. Poleg vsebinske zanesljivosti je pomembna tudi lokacijska zanesljivost nekega podatka, ki jo merimo v pogreških x, y, z koordinat od prave lokacije.

Metoda je informacijsko učinkovita, če posreduje vse bistvene informacije o količini, razvojnih trendih, prostorski razporeditvi in razpoložljivosti naravnih virov (polifunkcionalni pristop). To pa pomeni, da mora biti kakovosten podatek:

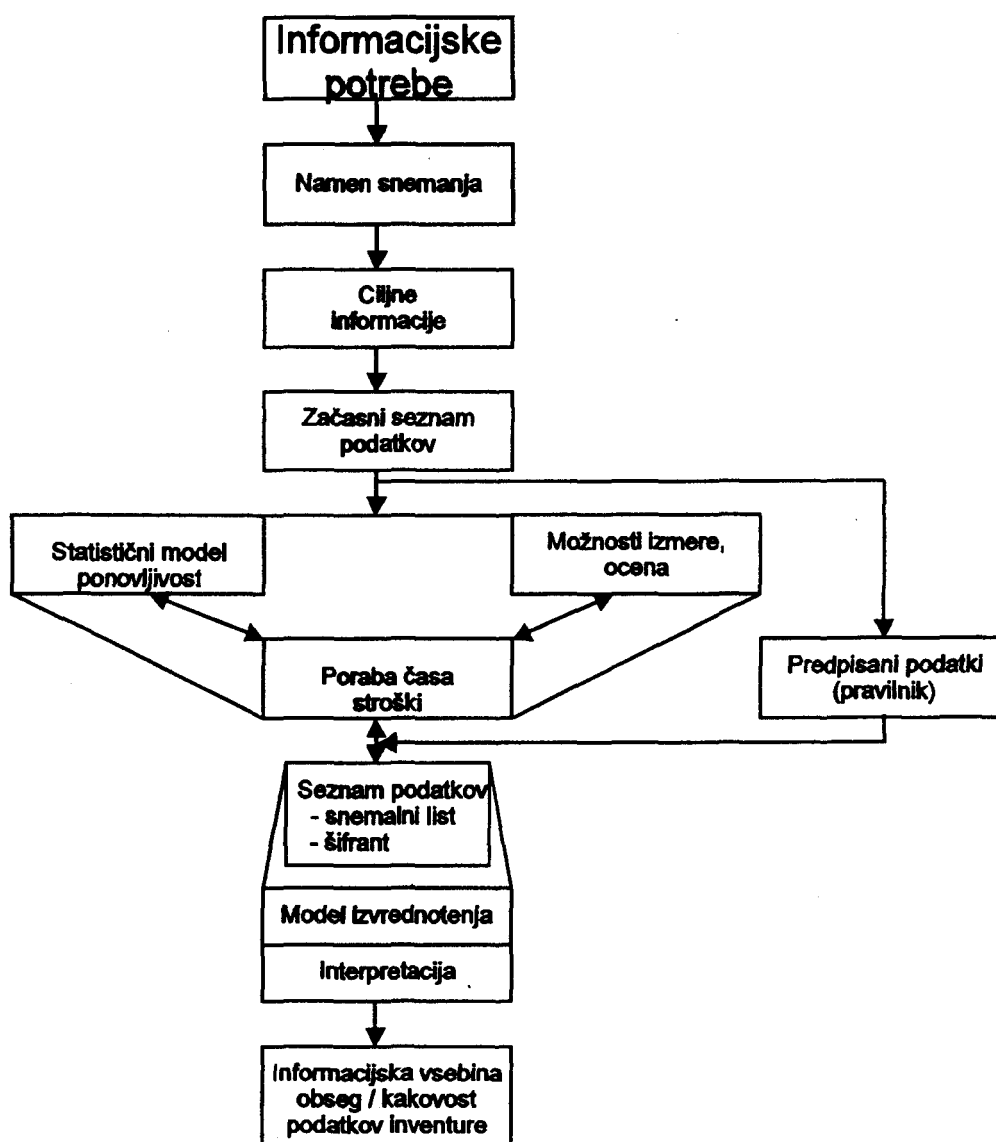
- Količinsko in vsebinsko opredeljen z zadostno in znano točnostjo. Ločimo kvantitativne (količinske) in vsebinske (kvalitativne) podatke.
- Konkreten, to je, da opisuje stanje homogenih enot.
- Prostorsko opredeljen: Lega objekta je lahko opredeljena relativno, npr. s številko oddeleka in odseka ali absolutno v geodetskem koordinatnem sistemu (Gauss -Kruegerjeve koordinate)

Ali podatek zadostuje postavljenim zahtevam, je mogoče enostavno preveriti na podlagi vprašalnika, ki si ga izposojamo iz vojaške logistike. Podatek je torej kakovosten, če daje čim bolj popoln odgovor na vprašanja:

- koliko: npr. kolikšna je lesna zaloga v  $m^3/ha$ ,
- kaj: npr. lesna zaloga po drevesnih vrstah,
- kje: lokacija; v katerem odelku, sestoji ali na katerem x, y, z opredeljenem mestu
- kdaj: v katerem trenutku, npr.: prirastek v določenem obdobju
- zakaj: vzročno - posledična analiza (zahteva zelo konkretne podatke); npr.: rast v odvisnosti od rastišča in zgradbe sestoja

S povečevanjem števila podatkov praviloma naraščajo tudi stroški. To pa ne velja v enaki meri za vse vrste podatkov. Nekatere je mogoče zelo zanesljivo oceniti praktično z enim samim pogledom, na primer drevesno vrsto, drugi zahtevajo obsežna merjenja in analize (npr.: kemična in fizikalna sestava talnega profila) in so zato zelo dragi. Odločitev, ali podatek snemamo, je končno odvisna od ekonomske presoje. Snemanje je ekonomsko učinkovito, če zbrani podatki dolgoročno (kratkoročno je lahko negativno) omogočajo ekonomsko učinkovitejše gospodarjenje. S tem mislimo na okoljsko - ekonomski model, ki celostno upošteva tudi stroške varovanja okolja (večnamenski pristop z upoštevanjem vseh neposrednih in posrednih stroškov in koristi za celo družbo!).

Dokončno določanje podatkovne strukture zahteva analitičen pristop, ki upošteva vse bistvene dejavnike, pomembne za vsebinsko in ekonomsko uravnoteženo snemanje. Potek izbire podatkovne strukture je prikazan na sliki 1.



Slika 1: Potek določanja podatkov strukture pri gozdni inventuri

Načeloma pri sestavi liste podatkov postopamo tako, da najprej vključimo v seznam najnujnejše podatke (npr.: vse, ki jih zahteva zakon), nato pa dodajamo nove, če to prinaša bistveno izboljšanje informacijske vsebine snemanja. Pri tem velja pravilo, da mora biti informacijska vsebina podatka večja kot cena podatka. S številom podatkom ne smemo pretiravati, ker to vodi do naveličanosti snemalcev in končno k nenatančnemu delu in pomotam.

Uporaba zajetih podatkov mora biti čim bolj splošna, zato mora biti zapis skladen (kompatibilen) z zahtevami, ki veljajo za informacijske sisteme. Praviloma snemamo vse podatke o nekem objektu sočasno. Moderna snemanja so zasnovana tako, da je možen neposreden vnos v prostorske informacijske sisteme (GIS, digitalne baze podatkov, neposredno računalniško zajemanje

podatkov na terenu). Vpetost podatkovnih baz v prostorski informacijski sistem omogoča, da informacijsko vsebino s primerno kombinacijo osnovnih podatkov (metoda presekov podatkovnih slojev) lahko bistveno izboljšamo. Pri tem sistem hkrati vzdržuje kartografske in atributivne (vsebinske) baze podatkov.

Zaradi racionalne računalniške obdelave podatkov je potrebna stalna struktura vhodnih podatkov. To zahteva, da vrsto in obseg podatkov pred snemanjem skrbno pretehtamo, izberemo smiselno sestavo ter jo nato le izjemoma spreminjamo!

### 3 OCENJEVANJE IN MERJENJE

Podatke o objektih pridobivamo z ocenjevanjem, štetjem in merjenjem. Izbira metode je odvisna od vrste podatka, zahtevane točnosti in seveda od ekonomske presoje. Prednost imajo podatki, ki zagotavljajo:

- možnost numerične obdelave (uporaba veznih variabel),
- možnost uporabe učinkovitih statističnih metod,
- možnost ocene zanesljivosti informacij in rezultatov analize (določen model, znana verjetnost izbire podatkov)

Gornjim zahtevam najbolj ustrezajo količinskimi podatki, ki jih dobimo z meritvami ali štetjem. Načeloma velja, da se snemanju kakovostnih podatkov, ki temeljijo na ocenjevanju, izogibamo, če je to le mogoče. Če se uporabi kakovostnih znakov ni mogoče izogniti, je pomembno, da so kriteriji za njihovo določanje jasno in nedvoumno določeni. To je mogoče:

- Opisno: na primer z ocenami dober, srednji, slab. To je eden najslabših postopkov.
- V primerjavi z nekim standardom: npr. ocenjevanje osutosti krošenj z uporabo atlasa krošenj, ocena sestojnega sklepa z uporabo tipičnih sestojnih skic.

Za lestvičenje (opredelitev velikosti) podatka so nam na voljo 4 osnovne merske skale:

- *Kodirna* ali nominalna skala opredeljuje pripadnost objekta k neki določeni kategoriji in se uporablja v naslednjih dveh primerih:
  - oštevilčenje objektov za njihovo identifikacijo; npr.: oštevilčenje sestojev na sestojni karti z zaporednimi številkami,

- kodiranje objektov pri čemer dobijo vsi objekti istega tipa isto kodo; npr.: kode drevesnih vrst pri računalniški obdelavi.

V obeh primerih gre v osnovi za ocenjevanje, ki pa je lahko, kot to velja za primer kodiranja drevesnih vrst, kljub temu zelo zanesljivo. Pogoj so skrbno izdelani kriteriji ocenjevanja. Lep tak primer je uporaba botaničnega ključa.

- *Ranžirna skala* opredeljuje velikost nekega znaka (npr.: stopnjo poškodovanosti drevesa) na podlagi uvrščanja v posamezne kategorije (range), katerim so prirejene številke od 1, 2, 3 do n. Intervalni presledki od ene kategorije do druge so običajno zelo različni. V gozdarstvu so taka ovrednotenja zelo pogosta npr.: socialni položaj, sestojna zasnova, stopnja negovanosti, itd. Tako skalirani podatki so zelo neprimerni za računske statistične obdelave.
- *Kodirna in ranžirna skala* za skaliranje ne uporabljata standardnih fizikalnih merskih enot, temveč slonita na abstraktnem, subjektivnem principu ocenjevanja in oštevilčenja. Pristop je značilen za opredeljevanje kakovostnih znakov.
- *Intervalna skala* opredeljuje vrednost nekega podatka na osnovi lestvičenja v enakih intervalih in v primerjavi z neko znano referenčno vrednostjo. Začetek skale ni absolutno določen, temveč poljuben. Intervali med stopnjami so enaki, linearni ali logaritemski. Primer takega skaliranja v gozdarstvu je določanje osutosti krošnje v primerjavi z normalno olistanostjo .
- *Skala razmerij* je tip absolutno definirane merske intervalne skale. Uporabljamo jo npr. pri izmeri premerov, drevesnih višin, površine in dr.

Mere znakov, določene na podlagi skale razmerij, so primerne za vse vrste numeričnih obdelav.

Z intervalno skalo in skalo razmerij so podatki opredeljeni absolutno. Oba postopka uvrščamo v skupino merskih, kvantitativnih metod izmere. Dovoljujeta uporabo najbolj zahtevnih statističnih analiz.

## 4 KRITERIJI ZA IZBIRO IN OCENO METODE POPISA GOZDOV

Zaradi visokih stroškov mora biti zajemanje podatkov čim bolj racionalno. V gozdarstvu še vedno uporabljamo v pretežni meri različne metode terenskega snemanja, v zadnjem času pa se močnejše uveljavljajo tudi metode daljinskega pridobivanja podatkov iz zraka (letalska in satelitska snemanja). Prednost slednjih je, da posredujejo podatke mnogokrat že v digitalni obliki.

Snemanja lahko nadalje delimo v polna in vzorčna, ki v zadnjem času močno pridobivajo na pomenu. Načeloma imamo pri gozdni inventuri na voljo tele osnovne sisteme zbiranja podatkov, ki jih predstavljamo na primeru snemanja lesne zaloge

### 1. Objektivne metode:

- *Polna premerba*: Načeloma snemamo vse elemente neke populacije. V praksi pa gre tudi v tem primeru ocene lesne zaloge za kombinacijo polne premerbe in vzorčenja, kajti izbira tarif poteka z vzorčno oceno. Sam izračun lesne zaloge namreč temelji na dvofazni vzorčni metodi, pri čemer obsega 1. faza snemanje premerov, druga pa določanje tarif. Da je lesna zaloga tudi v tem primeru vzorčno ocenjena, se mnogokrat niti ne zavedamo. Ocena lesne zaloge ima torej vzorčno napako (neznano) in zaradi izmere dreves nad merilnim pragom tudi sistematično napako (razmeroma majhno).
- *Vzorčna premerba* temelji na snemanju samo dela elementov populacije. Omogoča racionalno snemanje zelo različnih podatkov, je hitrejša in cenejša od polne premerbe; je pa seveda obremenjena z vzorčno napako, ki pa jo lahko uravnavamo s primerno izbiro metode in števila vzorcev. Ker je hitra, potrebujemo za njeno izvedbo manjše število snemalnih skupin, ki so zato lahko boljše izurjene in opremljene.

2. *Metode ocenjevanja* spadajo v skupino subjektivnih metod, pri katerih točnosti rezultatov snemanja ni mogoče oceniti.

- *Čista okularna ocena* je najhitrejša in najcenejša, daje pa tudi najbolj nezanesljive ocene. Izkušnje kažejo, da le dober taksator zmore ocene, katerih napake ne presegajo  $\pm 15\%$ . Tako kakovostno ocenjevanje je možno le, če temelji na sistematičnem šolanju ocenjevalcev na objektih z znano zalogo. Seveda zahteva vsak tip gozda posebno šolanje. Praviloma so vse ocene pri okularnemu ocenjevanju obremenjene s sistematičnimi napakami, ki jih je mogoče ovrednotiti s kontrolnimi meritvami izbranih sestojev in korigirati z uporabo metode razmerij.



- *Strokovna ocena lesne zaloge temelji na kombinirani izmeri temeljnice in ocenjevanju oblikovne višine. Strokovna ocena lesne zaloge temelji na obrazcu:*

$$V_{m3/ha} = G_{m2/ha} * HF \quad \text{pri čemer je} \quad HF \approx H * 0.5$$

- Ocenjevanje s sestojnimi tablicami daje le orientacijske vrednosti, saj so vse nastale v tujini in ne ustrezajo naši pestri sestojni zgradbi. Njihova uporaba je povezana z visokimi sistematičnimi napakami.

Pri tej skupini metod gre v osnovi za subjektivno vzorčenje, ki ne dovoljuje ocene reprezentančne napake, neznana pa ostaja tudi velikost sistematične napake. Za uspeh metode so pomembne izkušnje, kajti ocenjevalec stalno miselno primerja objekt, ki ga ocenjuje, s podobnim referenčnim objektom.

3. *Metoda razmerij združuje lastnosti objektivnih metod in ocenjevanja in omogoča korekcijo sistematično popačenih okularnih ocen (Hočevar, 1995, poglavje: Metoda razmerij).*

Dileme o uporabi polne ali vzorčne inventure, ki je bila pred desetletjem še zelo ostro postavljena, danes ni več, ker za polno premerbo, ki je v osnovi za skromno informacijsko vsebino mnogo predraga ni ne ljudi, ne denarja. Danes prevladujejo vzorčna izmera, v velikem delu slovenskih gozdov pa še vedno tudi subjektivni okularni popisi.

Nepopačene ocene dajejo le korektno izvedeni popisi, ki temeljijo na teoretično neoporečnih statističnih metodah. V teh primerih so lahko vzorčne ocene celo natančnejše kot polna premerba.

Za razumevanje te trditve je pomembna analiza napak, ki nastajajo pri vsakem snemanju. Posebno nevarne so sistematične napake, do katerih prihaja tako pri polni kot pri vzorčni izmeri. Vzroki sistematičnih napak so lahko zelo številni (napake inštrumentov, meritvenih postopkov, metodologije izmere, površno delo, itd). Velikost sistematične napake ni mogoče oceniti brez kontrolne izmere, zato jo je potrebno s skrbno pripravo dela vnaprej preprečiti. Do druge napake, tako imenovane vzorčne napake, prihaja zaradi izmere le dela populacije in prenosa ocen na celoto. Ta napaka z večanjem števila vzorcev teži proti nič in jo je mogoče oceniti neposredno iz vzorčnih podatkov. Nanjo vplivamo z obsegom

(številom) vzorcev in izbiro smotrne metode vzorčenja (npr: primerna velikost vzorcev, stratifikacija, glej: Hočevar, 1995 in Hladnik in Hočevar, 1989).

Za oceno zanesljivosti nekega rezultata sta pomembna oba vira napak. Pri tem je važno spoznanje, ki temelji na teoriji prenosa napak, da je točnost končnega rezultata odvisna od dominantne komponente z največjo napako, kot to prikazuje naslednji primer v preglednici 1:

Preglednica 1: Vpliv vzorčne in sistematične napake na skupno napako lesne zaloge (TE).

*Primer:* Z vzorčno izmero je bila ugotovljena lesna zaloga  $LZ = 350 \text{ m}^3/\text{ha}$   
 Z večanjem števila vzorcev je bila vzorčna napaka  $E = 10\%, 5\% \text{ in } 1\%$   
 Sistematična napaka zaradi netočne določitve tarif:  $B = 5\%$

Za izračun skupne napake velja obrazec:

$$TE\% = \sqrt{(E\%)^2 + B\%}$$

$E\%$  = vzorčna napaka

$B\%$  = sistematična napaka, bias

Vzorčna napaka		Sistematična napaka		Skupna napaka	
E v m <sup>3</sup>	E%	B v m <sup>3</sup>	B%	TE m <sup>3</sup>	TE%
35,0	10%	-17,5	-5%	39,13	11,18%
17,5	5%	-17,5	-5%	24,75	7,07%
3,5	1%	-17,5	-5%	17,85	5,10%

Vidimo, da se je s povečevanjem števila vzorcev za 4 krat oziroma 100 krat zmanjšala vzorčna napaka z 10% na 1%, skupna napaka TE pa z 11.18% na le 5.1%. Očitno je potrebno zmanjševati vedno tisto napako, ki je bistveno večja od ostalih. V našem primeru je bilo smiselno najprej zmanjšati vzorčno napako na 5%, več pa ne. Za nadaljnje zmanjšanje napake bi bilo bolj smiselno in ceneje izboljšati kakovost izbire tarif.

V gozdarski praksi, pa ne samo tu, se pogosto pojavljajo dvomi glede zanesljivosti rezultatov vzorčne premerbe, zato je razmeroma pogosto preverjanje s polno premerbo. Da bi lahko podrobneje analizirali namen in smiselnost takega početja, je simulacija takega primera predstavljena v preglednici 2.

Predstavljen je primer vzorčne ocene lesne zaloge v 56 ha velikem, sestojno razmeroma homogenem oddelku ( $CV\%=27.4\%$ ). Z vzorčno premerbo je bila ocenjena lesna zaloga na  $614,80 \pm 65,4193 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Rezultat kontrolne polne

premerbe s tremi ponovitvami je s 575 m<sup>3</sup>/ha za skoraj 40 m<sup>3</sup>/ha nižji. Postavlja se vprašanje, če je bila vzorčna izmera napačna.

Rezultat preverjanja, ki je predstavljen v preglednici 1, kljub precejšni razliki obeh ocen (39,14m<sup>3</sup>/ha) ne dovoljuje zaključka, da se obe oceni med seboj značilno, to je bistveno razlikujeta. Verjetnost pomote pri hipotezi, da gre za neenaki oceni, je namreč le  $P = 0,23$  oziroma  $P = 0,12$  za hipotezo, da je ocena lesne zaloge s polno premerbo manjša od vzorčne ocene. Ponovna izmera ni torej razjasnila ničesar. Če je bil cilj polne izmere dobiti natančnejšo oceno lesne zaloge, je bila vzorčna izmera nepotrebna, saj je bilo mogoče vzorčno napako oceniti vnaprej.

Razlik torej nismo uspeli dokazati, čeprav seveda lahko obstajajo. Za natančnejši odgovor bi potrebovali torej vzorčno oceno z manjšo vzorčno napako, ki bi jo npr. lahko dobili s podvojitvijo števila vzorcev. Če domnevamo, da srednje vrednosti ostanejo iste, bi test razlik tokrat pokazal, da je ocena polne premerbe značilno nižja od ocene vzorčne izmere. Vzrok za napako je lahko napačen teoretični model, nevestno snemanje ali oboje hkrati. Kaj je bilo v konkretnem primeru, nam analiza ni pojasnila. Torej zopet nismo dobili zadovoljivega odgovora, ki bi dovoljeval konkretne sklepe.

Preglednica 2: Primerjava ocen lesne zaloge s polno premerbo in vzorčno izmero (delno spremenjen, izvirni izpis: two sample analysis, Statgraphics)

Sample 1: VHApol: polna premerba  
(lesna zaloga: 568m<sup>3</sup>/ha, 578m<sup>3</sup>/ha, 581m<sup>3</sup>/ha)

Sample 2: VHA, vzorčna izmera

Osnovni statistični kazalci izmere:		
	VHApol	VHA
Count	3	28
Average	575,667	614,804
Median	578,0	591,7
Geometric mean	575,64	589,7
Variance	46,3333	28463,3
Standard deviation	6,80686	168,711
Standard error	3,92994	31,8833
Minimum	568,0	209,6
Maximum	581,0	937,9
Coeff. of variation	1,18243%	27,4414%

*Comparison of Means*

- confidence interval for  
mean of *VHApol*:  $575,667 \pm 16,9092$  ( $E = \pm 2.93\%$ )
- confidence interval for  
mean of *VHA*:  $614,804 \pm 65,4193$  ( $E = \pm 10.64\%$ )
- confidence intervals for the difference between the means:  
assuming equal variances:  $-39,1369 \pm 202,272$   
not assuming equal variances:  $-39,1369 \pm 65,8322$

*Null hypothesis: VHApol = VHA*

*Alt. hypothesis: VHApol NE VHA*

assuming equal variances:  $t = -0,395725$ ,  $P\text{-value} = 0,6952$

not assuming equal variances:  $t = -1,21828$ ,  $P\text{-value} = 0,233$

*Alt. hypothesis: VHApol < VHA*

assuming equal variances:  $t = -0,395725$   $P\text{-value} = 0,347602$

not assuming equal variances:  $t = -1,21828$   $P\text{-value} = 0,116689$

*Kolmogorov-Smirnov Test*

Estimated overall statistic DN = 0,571429

Two-sided large sample K-S statistic = 0,940634

Approximate *P value* = 0,34165

Primer je zelo poučen in kaže, da je preverjanje potrebno metodološko zastaviti drugače. V bistvu gre za dve različni kontroli:

- za preverjanje teoretične pravilnosti in zanesljivosti vzorčne metode, torej za preverjanje ustreznosti teoretičnega modela.  
in
- za preverjanje vestnosti in kakovosti dela snemalnih skupin.

Preverjanje teoretične ustreznosti vzorčnih metod je naloga ustreznih znanstvenih inštitutov, zato je za prakso zanimiv in potreben odgovor na drugo vprašanje. Zagotavljanje kakovosti dela snemalnih skupin je namreč bistveni pogoj za kakovost rezultatov in ena od pomembnih nalog popisa. Metoda, ki to zagotavlja pa ni draga kontrolna polna izmera, temveč ponovna izmera na vzorčnih ploskvah in primerjava podatkov obeh izmer. Pristop v svetu ni nov in v resnici se tako preverja običajno vsaj 5% posnetih vzorcev. Gre za vezane primerjave na istih objektih, zato je tako možno zelo učinkovito odkrivati tudi najmanjše napake.

## 5 ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI GOZDNIH INVENTUR

Zagotavljanje kakovosti podatkov je enako pomembna naloga kot snemanje. Rezultati popisa so namreč toliko zanesljivi kot podatki sami. Naloga je še toliko bolj pomembna, ker se s sodobno anonimno računalniško obdelavo izgublja neposreden stik med podatki in človekom, ki je pri obdelavi mnoge napake opazil in popravil. Na drugi strani sodobni prostorski inforacijski sistemi zaradi možnosti obdelave in vizualizacije več baz podatkov hkrati neusmiljeno odkrivajo tudi najmanjše napake, ki doslej niso bile očitne.

Vsako popraviljanje napačnih podatkov potem, ko je snemanje končano, je izredno drago, zato je nujno napake preprečiti vnaprej s smiselno organizacijo, pripravo in kontrolo snemanja. Bistvene sestavine sistema za zagotavljanje kakovosti pri gozdnih popisih so:

1. Izbira teoretično neoporečne in preizkušene metode snemanja, skrbna izdelava inventurnega načrta ter priprava snemalnih listov in šifrantov.
2. Izbira kadrov in šolanje: Vodja snemalne skupine mora imeti primerno strokovno zobrazbo, izkušnje in motiviranost. Zelo pomembno je dodatno izobraževanje snemalnih skupin, ki obsega:
  - demonstracijo metode snemanja,
  - samostojno delo v skupinah v trenažnih sestojih in primerjavo s kontrolo.Seveda je pogoj za kakovostno delo primerna testirana in kalibrirana oprema.
3. Skrbno izvajanje popisa in sistematična kontrola. Vodja snemalne skupine je odgovoren za:
  - striktno spoštovanje predpisanih postopkov izbire in izmere,
  - stalno kontrolo ustreznosti in popolnosti podatkov.

Sočasno s samokontrolo posebna snemalna skupina ponovno premeri 5 do 10% ploskev. V ta namen so pri redni izmeri vse popisne ploskve in drevje primerno, vsaj za nekaj časa označeni (oznaka ploskev s palicami, dreves s kredo). Pri snemanju primerja kontrolna skupina podatke rednega snemanja s kontrolno izmero neposredno na terenu.

Naloga vodje popisa je, da zagotovi potrebno strokovno podporo z občasnimi obiski snemalnih skupin na terenu.

4. Računalniška kontrola je zadnja faza pred obdelavo podatkov in obsega kontrolo popolnosti vnosa in logične primerjave s tabeliranimi vrednostmi ali podatki predhodne izmere (stalne ploskve).

Napačne podatke je potrebno popraviti. Praviloma se to opravlja le na terenu. Vsak popravek je potrebno označiti s predvideno kodo.

Glede natančnosti meritev je posebno zahtevno snemanje na stalnih ploskvah, ker je potrebno zagotoviti natančno izmero na določeni lokaciji, na določenem drevesu in na točno določenem mestu na drevesu. Če tega ne moremo zagotoviti, je boljše, da se tako zahtevnih snemanj ne lotevamo.

Sistem zagotavljanja kakovosti, z izjemo kontrolnih snemanj, le neznatno povišuje stroške popisa, lahko pa jih močno zniža. Izkušnje vsekakor kažejo, da nam nikakor ne sme biti žal časa za temeljito pripravo snemanja in šolanje snemalnih skupin, ker se sicer prav lahko zgodi, da domnevni prihranek drago plačamo s preverjanjem in popravljanjem podatkov po zaključku terenskih del, ki v ne tako izjemnih primerih, lahko dosežejo in presežejo stroške osnovnega snemanja. Prav to pa se je v preteklosti pogosto dogajalo, ali kar je še slabše, mnogi podatki so ostali sploh neuporabljeni.

## 6 SKLEPI

V gozdarstvu smo priča naglemu povečevanju podatkovnih baz in prehodu na sodobne informacijske sisteme. Izbira primerne sistema še ni zaključena, vendar ni dvoma, da bo delal v računalniškem okolju in zaradi tega temeljil na obdelavi digitalnih podatkov. Snemanje podatkov je najdražja faza izgradnje informacijskega sistema, zato bo potrebno v bodoče skrbno pretehtati katere podatke bomo gozdarji snemali sami in katere bomo dobili iz tujih podatkovnih baz. Pogoji je seveda, da bomo izbrali z ostalimi okoljskimi panogami kompatibilen sistem.

Tudi najsodobnejši informacijski sistemi lahko posredujejo samo tako kakovostne informacije, kot so vhodni podatki. Zagotavljanje kakovosti vhodnih podatkov je zato ta trenutek najpomembnejši izziv na področju gozdnih popisov, ki ga bo moral sprejeti Zavod za gozdove Slovenije. Če to drugače ne bo mogoče, bo potrebno zmanjšati obseg snemanj in vložiti vse napore v sistemske izboljšave od faze zajemanja podatkov do prikaza rezultatov. Učinkovit celostni nadzor gozdne krajine in okolja brez te kakovostne osnove tudi z najsodobnejšimi tehnologijami namreč enostavno ni mogoč.

## 7 SUMMARY

Reliable data on the state and trends of the development of forest stands are needed as a basis for reliable decision making, planning and supervision in forest management. Data gathering is the most expensive phase of an information system, therefore principles of up-to-date informatics must be consistently taken into consideration for a forest inventory as well. Of course only data that will be of use later on should be gathered. Therefore, special attention must be paid to the selection of the kind and scope and to the quality of data, whereby information content of data, their accuracy and economical quality are of special importance. Data gathering must be based on the principles of computer-aided GIS. The quality of data gathering is as vital as data gathering itself, in which a whole complex of tasks is involved, from the preparation of the inventory (method selection, statistical concept, proper selection of personnel and their training) to proper organisation of field work (field support and control) and the preparation of a data base for processing (logic computer control). The selection of a method for data gathering depends on the kind of data, time limit, equipment, personnel and on finance. These days data processing is done by computer. This fact must be taken into account already when the inventory is designed. The aim of processing is to totally utilise the information content of data. Reliability of a sample estimate is often questionable at operational level on account of mistakes in the system. The reason for mistakes is attributable to a wrong theoretical model, careless data gathering or both. A possible method for checking is presented by a practical example.

## 7 VIRI

- HLADNIK, D. / HOČEVAR, M., 1989. Izboljšanje učinkovitosti in informacijske vsebine gozdne inventure s stratificiranim vzorčenjem. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34, 1989, s. 5-20.
- HINRICHS, A., 1995. Bewertung forstlicher Informationstechnologien aus betrieblicher Sicht. All. F.-Jagd. Ztg., 166, 12, s. 225229.
- HOEHNE, A., 1996. Entwicklung und Aufbau des geographischen Informationssystems der LFV Baden-Wuerttemberg (FOGIS). AFZ, 10, s. 535-538
- HOČEVAR, M., 1990. Anforderungen an die Forstinventur als Bestandteil des forstlichen Informationssystems; Oesterreichische Forstzeitung 4.
- HOČEVAR, M., 1991. Značilnosti celostne gozdne inventure v sistemu sonaravnega upravljanja z gozdovi Zbornik gozdarstva in lesarstva, št.:38, 1981, s. 41-54.
- HOČEVAR, M. 1992. Osnove in zahteve prostorskih informacijskih sistemov. V: ed. KOVAČ, M. 1992. Pomen, stanje in prihodnji razvoj prostorske informatike (seminar). Ljubljana, IGLG, s. 1-5.
- HOČEVAR M., 1995. Dendrometrija - gozdna inventura. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta-oddelek za gozdarstvo, 274 s.
- HOČEVAR, M./ HLADNIK, D./ KOVAČ M., 1992. Zasnova prostorskega informacijskega sistema (PIS/GIS) kot podlage za večnamensko gospodarjenje z gozdom in gozdnato krajino. V: Geografski informacijski sistemi v Sloveniji., Uni. Ljubljana, Odd. za geografijo, Dela 9, s. 153-167.
- IRMAY, M., 1993. Anwendung von Geographischen Informationssystemen (GIS) im Forstwesen: Aktivitaeten und ausblick. Schweiz.Z.Forstwes., 144, (1993), 9, 733-744
- ROTTMANN, M. / SCHREYER, G., 1991. Ein forstliches Geo-Informationssystem fuer die Bayerische staatsforstverwaltung. AFZ, 14, s. 732-736