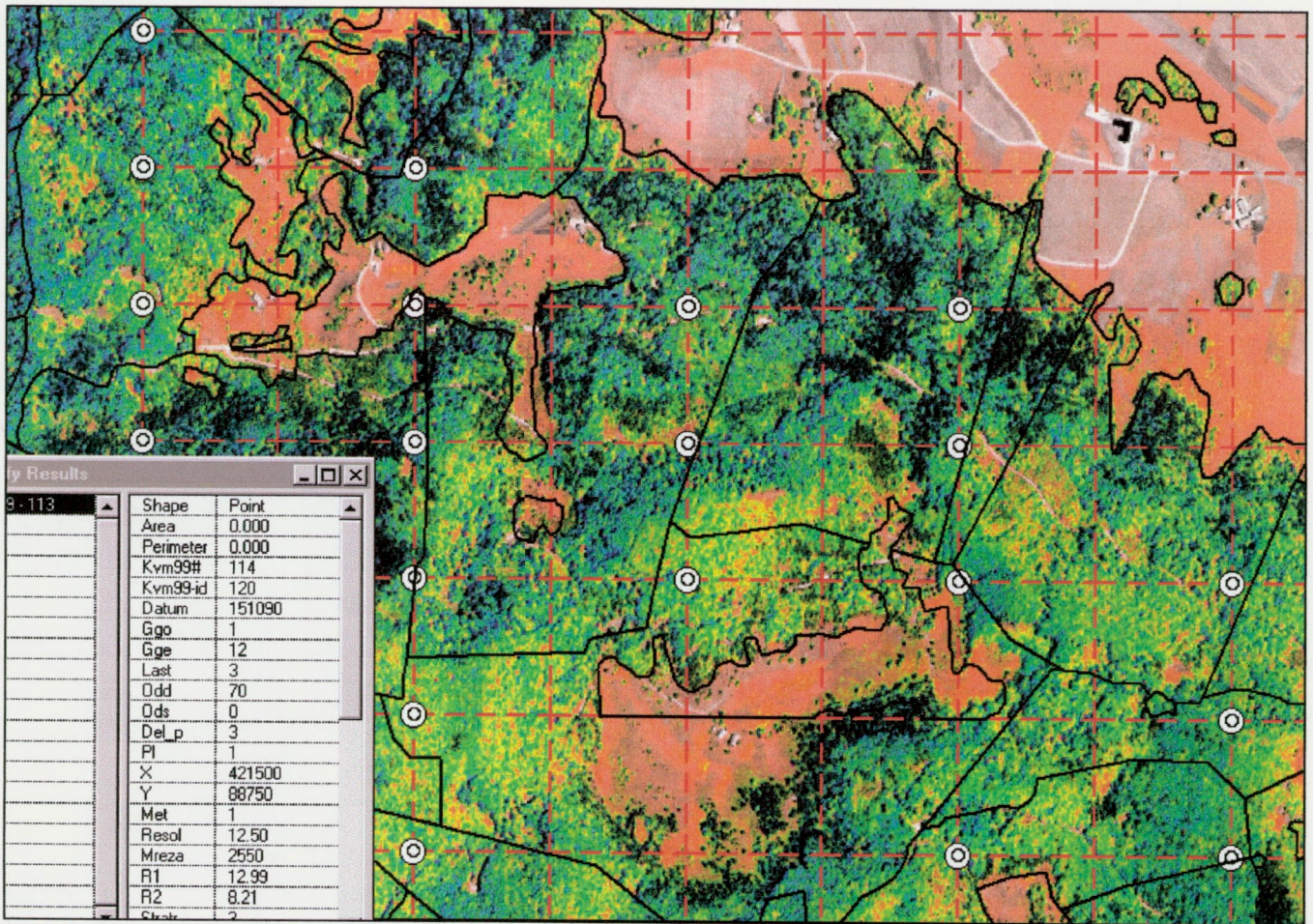




OCENA PRIRASTKA LESNE ZALOGE PRI KONTROLNI VZORČNI METODI

Dr. Milan Hočevar, Gal Kušar

VERZIJA - 16.10.2002



Ljubljana, oktober 2002

GDK 56 : (497.12)

K.l. : gozdna inventura, izmera dreves, metoda dela, vzorčenje, lesna zaloga,
kardna vzorčna metoda,

T.D. : 3. 06

GOZDARSKA KNJIZNICA

GIS K E
484



22002000181

GIS BF - 6020.

COBISS •



1.	Povzetek	3
2.	Predgovor	4
3.	Uvod in oris problema.....	5
4.	Cilj raziskave.....	6
5.	Osnove ocene prirastka.....	7
5.1.	Pojmi.....	7
5.2.	Prirastek drevesa	10
5.3.	Prirastek sestojev	14
6.	Značilnosti slovenske kontrolne vzorčne metode.....	21
6.1.	Splošno.....	21
6.2.	Postopek snemanja na stalnih vzorčnih ploskvah	22
7.	Ugotavljanje prirastka pri kontrolni vzorčni metodi na koncentričnih vzorčnih ploskvah.....	27
7.1.	Splošno.....	27
7.2.	Metode prirastnih nizov	28
7.3.	Volumensko diferenčna metoda.....	29
7.4.	Primerjava metod	32
8.	Ocena prirastka lesne zaloge GE Črni vrh	35
8.1.	Kratka predstavitev objekta in organizacije snemanja	35
8.2.	Rezultati izračuna ZGS	35
8.3.	Primerjava različnih metod izračuna prirastka lesne zaloge (rezultati ekspertize GIS).....	36
9.	Razprava in predlog metode izračuna sestojnega prirastka	44
9.1.	Prednosti in pomanjkljivosti uporabljenih metod	44
9.2.	Predlog metode	46
10.	Literatura	47
11.	Priloge	48
11.1.	Priloga: TEST	48
11.2.	Priloga: Primerjava metod Črni vrh.....	48
11.3.	Snemalni list in šifrant Črni vrh	48

1. POVZETEK

Raziskovalna naloga obravnava problematiko ugotavljanja prirastka lesne zaloge na stalnih vzorčnih ploskvah s periodičnimi meritvami pri kontrolni vzorčni metodi. V raziskavi smo obdelali tri metode izračuna prirastka: tarifno diferenčno metodo, metodo volumskih prirastnih nizov in volumsko diferenčno metodo. V nalogi smo predstavili izračune za posamezno ploskev in na primeru GE Črni vrh. Kot ustrezní postopek izračuna predlagamo uporabo volumsko diferenčne metode, ki edina ohranja polno informacijsko vsebino.

2. PREDGOVOR

Raziskovalna naloga obravnava problematiko ugotavljanja prirastka lesne zaloge na stalnih vzorčnih ploskvah s periodičnimi meritvami, ki jo je financiral Zavod za gozdove Slovenije (ZGS).

V naročilu naloge je ZGS opredelil namen raziskave kot sledi:

Namen naloge je določitev neoprečnega postopka izračuna ocene prirastka stratuma (gospodarski razred, posamezna razvojna faza) na osnovi podatkov druge meritve dreves na stalnih vzorčnih ploskvah. Pri tem je še zlasti potrebno izdelati optimalen predlog upoštevanja prirastka dreves, ki so v preteklem desetletju v območju zunanjega krožnega pasu vzorčne ploskve prerasla po metodologiji dogovorjeno velikost premera 30 cm in nam njihova debelina pred desetimi leti ni bila znana.

3. UVOD IN ORIS PROBLEMA

Za upravljanje z gozdom je poleg podatkov o merah drevja in sestojev v določenem trenutku (opis stanja), vsaj v enaki meri pomembno tudi poznavanje sprememb teh dendrometričnih elementov v posameznih časovnih obdobjih (opis razvoja in trendov).

S starostjo dreves naraščajo njihove mere: premer, temeljnica, višina, volumen in vrednost; spreminjajo pa se tudi oblika debel (vzrast), kakovost in drugi znaki. Razvoj teh vrednosti v teku življenjske dobe drevesa, poziroma sestoja imenujemo rast, njihovo porast (povečanje) v določenem časovnem obdobju pa prirastek.

Poznavanje rasti in prirastka je pomembna podlaga za oceno zakonitosti razvoja sestojev v odvisnosti od okoljskih vplivov (rastišče, klima, vreme, antropogeni vplivi), sestojne zgradbe in gozdnogojitvenih ukrepov, če omenjamo samo najpomembnejše. Poznavanje zakonitosti razvoja nam dovoljuje razmeroma zanesljivo oceno bodočega razvoja sestojev in možnega poseka. Poznavanje prirastka je zato eden bistvenih elementov gozdnogospodarskega načrtovanja in pomemben indikator za oceno trajnostnega upravljanja z gozdovi. Istočasno je tudi pomemben objektivni kazalec vitalnosti in tako tudi zdravstvenega stanja dreves in sestojev.

Prirastek lahko ugotovimo, ocenimo, le z metodo slučajnostnega ali sistematičnega vzorčenja. Pri tem je vzorec lahko posamezno drevo ali izbrana vzorčna površina. Osnovni predpogoj za zanesljivo odločanje pa je zahteva, da je ocena prirastka nepristranska (brez biasa, nepopačena ocena) in da je velikost vzorčne napake znana in v okvirju sprejemljivih meja zaupanja.

Ocenjevanje prirastka je v Sloveniji do nedavnega potekalo na podlagi meritev debelinskega prirastka z vrtnjem in v nekaterih primerih tudi z obračunom po pravilih klasične kontrolne metode. Metoda tabličnega ocenjevanja prirastka je bila v manjši meri razširjena pri ocenjevanju v mlajših sestojnih fazah gozda.

Analiza območnih načrtov za obdobje 2001 – 2010 kaže, da so bile dosedanje ocene prirastka lesne zaloge v Sloveniji razmeroma nezanesljive. Ocene so praviloma brez navedbe mej zaupanja (navedba vzorčne napake ali vsaj ekspertna ocena napake); prav tako ni možno oceniti, v koliki meri so ocene popačene, čeprav predvidevamo, da je prirastek praviloma podcenjen.

Nekako od leta 1990 (Hočevar 1990a), pospešeno pa od leta 1998, v Sloveniji uvajamo za izmero sestojev kontrolno vzorčno metodo (prva snemanja na Jelovici že v letu 1972), ki omogoča tako kakovostno oceno stanja (lesna zaloga, drugi kazalci) kot razvoja sestojev (prirastek, drugi kazalci) na stalnih popisnih ploskvah. Medtem, ko dobimo popis stanja že s prvo izmero, je ocena razvojnih kazalcev (prirastka) možna šele po ponovni premerbi, praviloma po desetih letih.

V Sloveniji smo do konca leta 2000 postavili mrežo stalnih vzorčnih ploskev na nekaj več kot polovici vse gozdne površine, v naslednjih letih pa bodo z mrežo stalnih vzorčnih ploskev

pokriti vsi večnamenski gozdovi in gozdovi s posebnim namenom, katerih proizvodna zmogljivost presega 4 m³/ha (MKGP 1998). Ocenjujemo, da bomo imeli do leta 2010 vsaj 100.000 permanentnih vzorčnih ploskev, na katerih bo, na dobri polovici ploskev, tudi opravljena že ponovna izmera, s čemer bo dana dobra podlaga tudi za zanesljivo oceno prirastka lesne zaloge.

4. CILJ RAZISKAVE

Vpeljava kontrolne vzorčne metode je bila za slovensko gozdarstvo zahtevna naloga, s katero se je postavilo ob bok najnaprednejšim državam s sodobnim gozdarstvom (Hočevar 1990, MKGP 1998).

Na podlagi podatkov stalnih vzorčnih ploskev smo dosedaj v Sloveniji uspeli bistveno izboljšati oceno stanja gozdov (lesna zaloga), znanih pa je le nekaj poskusov ocene prirastka na podlagi periodičnih meritev (Hočevar 1990b in 1990c, Pokljuka, GE Ravnik in Črni vrh, ustni vir), ki temeljijo na različnih metodah. Poleg osrednjega vprašanja izbire najprimernejše metode pa ostajajo tudi nekatera druga vprašanja (npr.: obravnava vraslih dreves), ki zahtevajo poglobljeno obravnavo.

Cilji raziskave so zato:

- Evaluacija možnih metod ocene prirastka na stalnih vzorčnih ploskvah;
- Opredelitev metodologije obračuna za izbrane metode;
- Preizkus izbranih metod na primeru GE Črni vrh;
- Predlog optimalne metode ugotavljanja sestojnega prirastka.

5. OSNOVE OCENE PRIRASTKA

5.1. Pojmi

Zaradi boljšega razumevanja predstavljenih kriterijev za izbor optimalne metode, predstavljamo v nadaljevanju nekatere bistvene pojme in značilnosti prirastka.

Glede na dendrometrijski znak, ki narašča, razlikujemo debelinski, višinski, temeljnični, oblikovni, volumenski, kakovostni in vrednostni prirastek drevesa. Ti znaki so osnova za ugotavljanje površinskih (sestojnih) kazalcev prirastka temeljnice, lesne zaloge, kakovosti in vrednosti sestojev.

Pomembni elementi za opis prirastka so višina (količina) spremembe in dolžina časovne periode priraščanja, pri sestojnem prirastku pa še površina, to je velikost rastnega prostora. Če ni izrecno drugače opredeljeno, izražamo sestojne kazalce prirastka vedno s hektarskimi vrednostmi.

Prirastek navajamo v absolutnih vrednostih:

- npr.: cm, m³/ha

ali v relativnih vrednostih:

- npr.: Presslerjev odstotni prirastek (npr.:volumenski prirastek), računamo po obrazcu kot sledi:

$$I_{v\%pres} = \frac{(V_2 - V_1)}{(V_2 + V_1)/2} * 100$$

Pri čemer je:

- $I_{v\%pres}$: Presslerjev volumenski prirastek drevesa v %;
- V_1 : začetni volumen drevesa (prva izmera) v m³;
- V_2 : novi volumen drevesa (druga izmera) v m³.

Po Presslerju izračunana vrednost odstotnega prirastka predstavlja dobro oceno sedanjega prirastka.

Vrste prirastka

Prirastek izražamo vedno glede na dobo priraščanja, ki je lahko dan, vegetacijska perioda ali leto, lahko pa tudi daljše obdobje. Običajno govorimo o naslednjih prirastnih vrednostih:

- **Tekoči (letni) prirastek** se nanaša na prirastno dobo enega leta (npr.: širina branike). Ker je njegova veličina razmeroma močno odvisna od vremenskih razmer v posameznih letih, merimo običajno prirastek daljšega obdobja (praviloma 10 let), tega delimo s številom let opazovalnega obdobja in tako določimo povprečni letni tekoči prirastek. Izkušnje kažejo, da že pri 10 letnem opazovalnem obdobju prihaja do razmeroma dobre izravnave vplivov različnih letnih vremenskih razmer. Kadar v praksi govorimo o tekočem prirastku (izjema so

znanstvene raziskave) ponavadi navajamo poprečni letni prirastek za določeno obdobje. Zaradi možnosti razmeroma velikih napak, ki kaj hitro dosežejo vrednost vzorčne napake, je zelo pomembno, da je dolžina rastrega obdobja točno določena. Ta predpogoj pri določanju z vrtanjem zlahka, pri določanju preko razlike premerov pa - zaradi pogostega snemanja med vegetacijsko dobo - le težko izpolnimo.

- **Povprečni (letni) starostni prirastek** se nanaša na časovno obdobje, ki je enako starosti sestoja, oziroma drevesa. Govorimo o poprečnem starostnem prirastku, ki ga izračunamo tako, da kumulirano veličino dendrometrijskega znaka (npr.: volumen) za vsa leta do poseka delimo s starostjo.

Pri ugotavljanju prirastka moramo ločiti med prirastkom posameznega drevesa in prirastkom sestoja. Sestojni prirastek ni enostavno seštevek prirastkov posameznih dreves, temveč nanj vplivajo tudi faktorji kot so: gostota sestoja, vrast, posek in naravna mortaliteta, konkurenca, prenos prirastka z izločenih dreves na izbrance, itd. Tako je povsem mogoče, da prirastek posameznih dreves narašča, medtem ko sestojni prirastek pada. Sestojni prirastek izražamo v vrednostih na ha, zato je zelo pomembna neoporečna določitev ravnega prostora. Ta zahteva je tem pomembnejša, čim manjša je površina, za katero površinski sestojni prirastek določamo. Ta zadnja zahteva je izredno pomembna pri delu na vzorčnih ploskvah (natančno določanje mejnih dreves), ki so razmeroma majhne.

Pojem sestojnega prirastka ne smemo zamenjati s pojmom **sprememba lesne zaloge**, ki pomeni le, da se je lesna zaloga v nekem obdobju povečala ali zmanjšala, nič pa o tem zaradi česa. Sprememba lesne zaloge je odvisna tako od prirastka, kot od vrasti, poseka in naravnega odmiranja (mortalitete).

Glede na referenčno dobo nadalje ločimo:

- pretekli prirastek, ki se nanaša na minulo obdobje;
- sedanji prirastek;
- pričakovani bodoči prirastek.

Razmeroma točno lahko ocenimo le pretekli prirastek.

Pri gozdni inventuri (popisu) ugotavljamo prirastek načeloma vzorčno na stoječem drevju v času mirovanja vegetacije (jesen, zima, pomlad). V praksi pa snemanja na stalnih vzorčnih ploskvah potekajo kljub temu, predvsem poleti.

Prirastek kot izraz fizioloških in ekoloških pogojev

Za interpretacijo prirastnih podatkov je pomembno poznavanje faktorjev, ki na prirastek vplivajo. Rast drevesa sledi namreč določenim zakonom rasti in je rezultat interakcijskega delovanja endogenih (fizioloških) faktorjev, ki določajo vrstno tipični odziv in tipični starostni trend rasti in eksogenih (okoljskih) dejavnikov. Prirastek drevesa, oziroma sestoja, je zato rezultanta sočasnega delovanja vseh teh faktorjev.

Osnovne značilnosti poteka rasti posameznega drevesa, in s tem tudi sestojev, določajo endogeni, notranji dejavniki, od katerih sta najpomembnejša genotip (drevesna vrsta, provenienca) in starost (starost se odraža v uravnavanju fiziološke aktivnosti celic v odvisnosti od časa). Oba faktorja delujeta neposredno in interakcijsko in imata za posledico vrstno tipične starostne krivulje rasti in prirastka.

Zunanji (ekološki) dejavniki, ki vplivajo na rast, so stalni ali variabilni.

Stalni vplivi okolja, ki so značilni za določeno rastišče, se v teku življenjske dobe drevesa ne spreminjajo. Najpomembnejši so klima (to danes ne velja v celoti zaradi efekta tople grede), tla, relief in do neke mere tudi mikroklimatske razmere, ki jih določa sestojna zgradba. Običajno govorimo o vplivu rastišča in sestoja. Vsoto ekoloških faktorjev za določeno drevesno vrsto (provenienco) in gojitveno strategijo dobro izraža rastiščni indeks (SI), to je zgornja sestojna višina (h_{zg}) pri starosti 50 ali 100 let.

Variabilni dejavniki okolja se pojavljajo slučajnostno ali pa sledijo določenim cikličnim zakonitostim. V skupino variabilnih ekoloških dejavnikov spadajo nihanja v rasti drevja, ki jih povzročajo:

- vreme;
- poškodbe, onesnaženje, bolezni;
- gozdnogojitveni in drugi posegi (sprememba v konkurenci, mikroklimi, melioracije), ki spreminjajo rastne pogoje;
- drugi slučajnostni vplivi.

Ker pri načrtovanju sprejemamo odločitve na podlagi analize preteklega prirastka (napoved za naprej) je pogosto pomembno, da v analizah izločimo slučajnostni del prirastka od temeljnega trenda rasti. Obratno je tudi pomembno, da pri primerjalnih študijah določenih dejavnikov (npr.: vpliv določenih gojitvenih ukrepov) razčlenimo prirastek na komponento, ki jo določa temeljni trend (padeč prirastka s starostjo) in na del, ki je posledica faktorja, ki ga proučujemo.

Pri interpretaciji rastnih zakonitosti razvoja sestojev je potrebno imeti zgoraj omenjene zakonitosti stalno v vidu. Najboljše rezultate dosegamo, če nam s primerno metodologijo uspe vzpostaviti konkretne parne povezave med prirastkom, ekološkimi in sestojnimi razmerami na določenem mestu.

Poznavanje intenzitete rasti in velikosti prirastka na določenem mestu v sestoju je, kot je uvodoma že omenjeno, pomembna podlaga za oceno zakonitosti razvoja sestojev v odvisnosti od okoljskih vplivov (rastišče, klima, vreme, antropogeni vplivi), sestojne zgradbe in gozdnogojitvenih ukrepov. Na teh osnovah je možna razmeroma zanesljiva ocena vpliva ukrepov v preteklem obdobju in usmerjanje bodočega razvoja sestojev.

5.2. Prirastek drevesa

Večino elementov za oceno sestojnega prirastka je mogoče ugotoviti le z izmero posameznih dreves (izjema npr.: temeljnica). Prirastek sestojev računamo nato iz podatkov za posamezna drevesa, pri čemer smatramo posamezno drevo kot vzorec (izbrano drevo za vrtanje) ali element vzorca (drevo na vzorčni ploskvi).

Za razvoj primerne metodologije v sklopu naše raziskave sta pomembna predvsem dva postopka, ki zaslužita podrobnejšo obravnavo. To sta:

1. Izmera debelinskega prirastka;
2. Neposredno ugotavljanje volumenskega prirastka.

Debelinski prirastek

Debelinski prirastek drevesa izvira iz nalaganja vedno novih plaščev lesa (branik) okoli debla. Le majhen del prirastka predstavlja prirastek lubja. Debelinski prirastek je na raznih mestih debla različen, včasih mestoma tudi manjka (izpad prirastka). Variabilnost debelinskega prirastka vzdolž debla in na različnih mestih v isti višini od tal je razmeroma velika in se kaže navzven v različni debelini in obliki (ovalnost debla). Iz praktičnih razlogov in upoštevanje, da se debelino drevesa meri v višini 1,30 m od tal, se za debelinski prirastek drevesa šteje prirastek premera v tej višini.

Na stoječem drevesu določamo debelinski prirastek praviloma v času mirovanja vegetacije (jesen, zima, pomlad) na dva osnovna načina:

1. z vrtanjem;
2. s periodičnim merjenjem premerov.

Prirastek premera izražamo kot tekoči debelinski prirastek ali v obliki prehodnih dob. Metoda prehodnih dob daje zaradi zelo različnih rastnih obdobij pri drevju s časovno različno intenziteto rasti (vpliv kalamitet, onesnaženje), neprimerljive podatke. Zaradi tega metoda močno izgublja na pomenu in je ne bomo podrobneje predstavljali.

Pri praktični gozdni inventuri ugotavljamo torej le debelinski prirastek in to samo na eni višini debla in v eni smeri za obdobje 10-let. Gre torej za vzorčno metodo ugotavljanje, pri čemer zaradi manjkajočih ponovitev napake vzorčenja ni mogoče oceniti.

Vrtanje prirastka

Slovenski gozdarji metodo določanja debelinskega prirastka z vrtanjem dobro poznajo, saj je bila doslej to osnovna metoda ugotavljanja debelinskega prirastka. Gre za vzorčno metodo, ki ima vrsto pomanjkljivosti (destruktivna, škode zaradi gnitja lesa ob vrtinah, draga oprema, zamudno in drago delo, ni uporabna za nekatere drevesne vrste, praviloma nizko število

snemanj za posamezne stratume, itd.), zato jo nadomeščamo z meritvami na stalnih vzorčnih ploskvah, ki pri ponovni izmeri dajejo večje število podatkov brez dodatnih snemanj.

Periodična kontrolna izmera premera

Bistvo metode je, da merimo periodično, običajno vsakih 10 let, debelino drevja na vedno istih mestih (prsni premer).

$$i_D = D_2 - D_1$$

Pri čemer je:

- i_D : debelinski prirastek drevesa v cm;
- D_1 : začetni premer drevesa (prva izmera) v cm;
- D_2 : novi premer drevesa (druga izmera) v cm.

V sklopu sodobnega popisa gozdov je zgornji postopek realiziran kot bistvena sestavina kontrolne vzorčne metode, pri kateri je s posebno metodo prostorskega sledenja vsako posamezno drevo prostorsko natančno locirano (kombinacija sistema geodetskih in polarnih koordinat), kar zagotavlja zanesljivo parno primerjavo premerov in s tem tudi neposreden izračun prirastka za vsako posamezno drevo.

Tako ugotovljeni debelinski prirastek vsebuje poleg prirastka lesa tudi prirastek skorje, kar je potrebno pri primerjavah prirastkov, dobljenih z vrtnji, upoštevati (približno +5% pri prirastku lesne zaloge).

Natančnost ugotavljanja debelinskega prirastka s periodično izmero premerov je zelo odvisna od korektnosti periodične izmere premerov na vedno istem mestu (upoštevanje višine in smeri izmere na drevesu) in od uporabe kakovostnih, dobro umerjenih premerk. Pri korektnem delu in izmeri premerov na cm natančno napaka prirastka ne presega 0,5 do 1,0 cm (SE, standardna napaka). V primerjavi z običajno majhnimi prirastnimi vrednostmi (i_D) je ta napaka še razmeroma velika. Zaradi tega obdobja med posameznimi meritvami na smejo biti krajša od 10 let.

Debelinski prirastek praktično ugotovimo z neposredno izmero premerov ali posredno z izmero obsega dreves na prsni višini. V Sloveniji zaenkrat uporabljamo prvoimenovani postopek, čeprav je neposredna izmera premerov s premerko, posebno pri drevju nepravilnih oblik (ovalni presek debla) obremenjena s precejšno napako. Določanje premera preko izmere obsega je natančnejše (ova nost na rezultat izmere ne vpliva, določanje premera je na 0,3 cm natančno, tako da zaokroževanje navzdol ni pomembno), vendar se zaradi nekoliko večje porabe časa metoda uporablja le v raziskovalne namene (slovenski popis zdravstvenega stanja gozdov).

Obe metodi določanja premera ne dajeta enakih rezultatov (metoda obsegov daje za približno 2 – 3% večje ocene premere), zato ni mogoče meriti enkrat z eno, drugič pa z drugo metodo (pri spremembi metode je potrebno ugotoviti korekcijski faktor).

Volumenski prirastek

Volumenski prirastek drevesa izvira iz naraščanja njegovih mer, tj. debeline oziroma temeljnice, višine in vzrasti (oblike) drevesa. Predstavlja ga povečanje volumna drevesa, nastalo v določeni dobi:

$$i_v = v_2 - v_1$$

Pri čemer je:

- i_v : volumenski prirastek drevesa v m^3 ;
- v_1 : začetni volumen drevesa (prva izmera) v m^3 ;
- v_2 : novi volumen drevesa (druga izmera) v m^3 .

Prirastek volumna drevesa ni odvisen le od intenzitete, s katero naraščajo njegove mere, temveč tudi od že doseženih mer (v_1); ali z drugimi besedami, ob enakem debelinskem oziroma temeljničnem in višinskem prirastku, volumen močnejše raste pri debelem in visokem kot pri manjšemu drevesu.

Velja namreč:

$$i_v = v_2 - v_1 = g_2 h_2 f_2 - g_1 h_1 f_1 = (g_1 + i_g) (h_1 + i_h) (f_1 + i_f) - g_1 h_1 f_1$$

Iz obrazca je razvidno, da je zanesljivost ugotavljanja volumenskega prirastka drevesa odvisna od natančnosti ugotavljanja lesnega volumna drevesa v obeh obdobjih, to pomeni od natančnosti ugotavljanja osnovnih mer in prirastka premera (temeljnice), višinskega ter oblikovnega prirastka. Najboljša rešitev razmeroma zahtevne naloge je uporaba večparametrijskih volumenskih funkcij (to zahteva drage dodatne meritve višine in dodatnih premerov drevja in izdelane funkcijske modele) za vsako obdobje. V Sloveniji problem poenostavljeno rešujemo z uporabo prilagojenih enoparametrijskih tarif.

V naši raziskavi izhajamo iz podmene, da metoda tarif daje zadovoljive rezultate, zato je podrobneje ne bomo proučevali!

Za praktično oceno volumenskega prirastka drevesa obstaja več možnosti. Za nas sta pomembni dve:

1. Volumenski prirastek drevesa ugotovimo neposredno iz razlik v volumnu drevesa na začetku in koncu razdobja:

$$i_v = v_2 - v_1$$

Vrednosti v_2 in v_1 ugotavljamo z analizo debla po sekcijah ali pri gozdnih inventurah s pomočjo tarif ali še boljše z volumenskimi funkcijami.

2. Volumenski prirastek računamo na podlagi podatkov o debelinskem prirastku in debelini dreves. Če so nam namreč znane primerne tarife in debelinski prirastki dreves po debelinskih stopnjah (1cm, 5 cm stopnje), lahko prirastek volumna dreves po debelinskih stopnjah ugotovimo z diferenčno metodo tako, da ugotovimo prirastek volumna pri zdebelitvi drevesa za 1 cm ter na tej osnovi dalje za pravi, izmerjeni debelinski prirastek (v cm).

Do podatkov o volumenskem prirastku po premerih dreves pridemo z odvodom obrazcev za francoske tarife, ki jih običajno uporabljamo v Sloveniji. Za Schaefferjeve tarife, ki veljajo za enomerne sestoje, lahko tako razvijemo tale obrazec:

$$v = \frac{v_{45}}{1800} D(D - 5) = K_E (D^2 - 5D), \text{ pri čemer je } K_E = \frac{v_{45}}{1800}$$

iz česar sledi za 1. odvod volumenske funkcije izraz:

$$\frac{\Delta v}{\Delta D} = K_E (2D - 5) \approx \frac{i_v}{i_d}$$

Za dejanski debelinski prirastek drevesa pa dobimo dalje naslednji obrazec za oceno volumenskega prirastka drevesa v m³:

$$i_v m^3 = K_E (2D - 5) i_D$$

Odstotni prirastek izračunamo:

$$i_v \% = 100 \cdot \frac{i_v}{v} = 100 \cdot \frac{K_E (2D - 5) i_D}{K_E (D^2 - 5D)}$$

iz česar sledi:

$$i_v \% = 100 \cdot \frac{(2D - 5)}{(D^2 - 5D)} \cdot i_D$$

Za izračun volumenskega prirastka potrebujemo torej poleg podatkov o tarifah, še premer (D) ob koncu obdobja in debelinski prirastek v cm. Za oceno odstotnega prirastka potrebujemo samo prsni premer in debelinski prirastek, volumenski prirastek pa lahko izračunamo, če poznamo tudi volumen drevesa.

Podobno razvijemo za Alganove (prebiralni gozdovi) in vmesne tarife.

Alganove tarife: $i_v m^3 = K_A (2D - 5) i_D$

Vmesne tarife: $i_v m^3 = K_v (2D - 10) i_D$

$$i_v \% = \frac{i_v}{V} = \frac{(2D-10)}{V}$$

5.3. Prirastek sestojev

Rast sestojev je rezultat rasti posameznih dreves in sprememb v zgradbi. Zgradba sestoja se od leta do leta stalno spreminja zaradi priraščanja, vraščanja, naravnega propadanja in poseka. Število dreves in gostota sestoja s starostjo stalno padata, kljub temu se ob pravilnem gospodarjenju praviloma temeljnica in lesna zaloga stalno povečujeta. Zaradi tega prirastka nekega sestoja ni mogoče ugotoviti kot enostavno vsoto prirastkov posameznih dreves. Isto velja za krivulje rasti in prirastka, ki so sicer zelo podobne poteku pri posameznem drevesu, sama oblika (kulminacija, maksimum) pa je dodatno odvisna še od strukture sestoja. Tako običajno sestojne krivulje kulminirajo prej kot pri posameznem drevesu.

Za ugotavljanje prirastka lesne zaloge sestoja veljajo podobni teoretični obrazci kot za ugotavljanje volumenskega prirastka posameznega drevesa, s to razliko, da so vrednosti za posamezno drevo zamenjane z ustreznimi sestojnimi vrednostmi:

$$I_V \approx I_G \cdot H \cdot F + G \cdot I_H \cdot F + G \cdot H \cdot I_F = I_G \cdot HF + G \cdot I_{HF}$$

ali poenostavljeno:

$$I_V\% = I_G\% + I_H\% + I_F\% = I_G\% + I_{HF}\%.$$

Kot se vidi iz teh obrazcev, prirastek lesne zaloge sestoja ni odvisen zgolj od jakosti priraščanja temeljnice, višine in oblikovnega števila dreves, temveč tudi od že danih vrednosti oziroma od že dane lesne zaloge sestoja.

Ti obrazci pa za praktično ugotavljanje prirastka lesne zaloge niso primerni, ker je prirastek vseh teh elementov praktično zelo težko ugotoviti. Zaradi tega ugotavljamo prirastek lesne zaloge v praksi na druge načine. Ugotavljamo ga z meritvijo, s cenitvijo po tablicah donosov, s klasično kontrolno metodo in s kontrolno izmero na trajnih vzorčnih ploskvah. Od prave izbire ustrezne metode sta v veliki meri odvisna zanesljivost podatkov in ekonomičnost dela.

V okviru naše raziskave sta zanimivi predvsem 2 metodi:

1. Ugotavljanje prirastka na podlagi poznavanja tarif in prirastnih nizov;
2. Ugotavljanje prirastka z volumensko diferenčno metodo pri kontrolni metodi.

Ugotavljanje prirastka na podlagi meritve debelinskega prirastka in poznavanja tarif

Če izhajamo iz podmene, da so nam tarife znane (potrebujemo jih v vsakem primeru že za ugotavljanje lesne zaloge), potem je meritev debelinskega prirastka najzahtevnejši in najdražji del ugotavljanja prirastka lesa. Razvoj je vodil od vrtnja pa do ugotavljanja s periodičnimi meritvami prsnega premera. Danes vrtnje uporabljamo le še izjemoma, kadar prirastka ni mogoče dovolj zanesljivo ugotoviti na drug cenejši ali manj škodljiv način (primer prve premerbe). Tako lahko danes v Sloveniji podatke o debelinskem prirastku v večini primerov dobimo že za vsako izmerjeno drevo brez dodatnih stroškov, kot razliko premerov na stalnih vzorčnih ploskvah.

Prek podatkov o debelinskem prirastku pridemo do podatkov o prirastku lesne zaloge na osnovi števila dreves po debelinskih stopnjah ali na temelju lesne zaloge po debelinskih stopnjah. Iz praktičnih vidikov imajo prednost metode, pri katerih se prirastek lesa ugotavlja po lesni zalogi, ker razen tega podatka zanje niso potrebni nobeni drugi dodatni podatki (npr.: število dreves in njihova frekvenčna porazdelitev) in jih je zato mogoče uporabiti tudi takrat, ko nam je znana le lesna zaloga, ne pa tudi število dreves, kot je to primer pri ocenjevanju lesne zaloge po kotnoštevni metodi.

Osnovni podatki, ki jih pri meritvah prirastka uporabljamo in s pomočjo katerih ugotovimo prirastek lesne zaloge sestojaja, so torej praviloma debelinski prirastki in lesna zaloga po debelinskih stopnjah. Obstajajo pa različne metode, kako je mogoče na podlagi teh podatkov prirastek lesne zaloge sestojaja praktično tudi izračunati.

Metoda volumenskih prirastnih tarif

Ob predpostavki, da volumen dreves v sestoji narašča s premerom dreves v tej meri, kot to izhaja iz Schaefferjevih, Alganovih ali vmesnih tarif, lahko s pomočjo 1.odvoda teh tarif, izpeljemo obrazce za volumenski prirastek. Tako dobimo:

Schefferjeve tarife:

$$i_v = \frac{v_{45}}{1800} (2D - 5) i_D = K D_E \cdot i_D$$

$$\text{pri čemer je: } K D_E = v_{45}/1800 \cdot (2D-5)$$

analogno izračunamo za:
Alganove tarife,

$$i_v = \frac{v_{45}}{1400} (2D - 15) i_D = K D_P \cdot i_D$$

Vmesne tarife

$$i_V = \frac{V_{45}}{1600} (2D - 10) i_D = KD_V \cdot i_D$$

Prirastek lesne zaloge lahko ugotovimo na zelo enostaven način, če za vse tarifne razrede in debelinske stopnje izračunamo vrednosti KD_E , KD_A in KD_V . Te vrednosti predstavljajo v bistvu prirastek volumna drevesa ob zdebelitvi za 1 cm. Če jih pomnožimo z izmerjenim letnim debelinskim prirastkom, izraženim v centimetrih, določimo pravi letni volumenski prirastek drevesa določene debeline. Prirastek lesne zaloge drevja določene debelinske stopnje izračunamo po obrazcu:

Za enodobne gozdove računamo npr.:

$$i_V \text{ m}^3 = \sum_1^k N_k \cdot KD_E \cdot i_{Dk}$$

V ta namen so bile izdelane tablice (Hočevar 1996), ki prikazujejo že izračunane vrednosti za vse tri vrste prirejenih tarif, za vse tarifne razrede in vse debelinske stopnje. Pri uporabi teh tablic je potrebno ugotoviti vrsto tarif in tarifni razred, po katerih je bila ugotovljena lesna zaloga, in s tem vrsto in razred teh tablic, pomnožiti vrednosti iz tega razreda z ugotovljenimi debelinskimi prirastki debelinske stopnje k (i_{Dk}), tako izračunane poprečne volumenske prirastke dreves po debelinskih stopnjah pa pomnožiti s številom dreves v stopnjah (N_k). Sestojni prirastek $i_V \text{ m}^3$ dobimo, če vsoto volumenskih prirastkov dreves delimo z njihovo rastno površino v ha.

Metoda je zelo enostavna tudi za računalniško obdelavo, ki jo danes največ uporabljamo. Povsem korektne rezultate daje tedaj, ko lesno zalogo ugotavljamo po prirejenih tarifah. Tablice za enodobne sestojе dajejo nekoliko premajhne rezultate, ker upoštevajo le tisti del prirastka lesne zaloge, ki izvira iz priraščanja dreves v debelino (okoli 80%).

Metoda upošteva prirastek vraslih dreves, ne pa tudi posekanih in odmrlih.

Metoda tarifno-diferenčnih odstotkov

Pri ugotavljanju lesnih zalog s stalnimi tarifami, lahko tarifne razlike (diference), preračunamo v prirastne odstotke in prirastek lesne zaloge ugotavljamo s temi odstotki. Postopek je znan kot metoda tarifno-diferenčnih odstotkov.

Metoda tarifno-diferenčnih odstotkov temelji na prirastnih odstotkih, izračunanih iz obrazcev za francoske in vmesne tarife. Dc teh obrazcev pridemo, če prirastek volumna drevesa premera D, izražen z odvodom obrazcev za te tarife, postavimo v razmerje do volumna drevesa istega premera, izraženega z obrazcem za te tarife. Tako se tarifno-diferenčni odstotek $i_v\%$ za razne vrste tarif izračunajo na tale način:

Schaefferjeve tarife:	$i_v\% = 100$	$\frac{K_E \cdot (2D-5) i_D}{K_E \cdot D(D-5)} =$	100	$\frac{2D-5}{D(D-5)} i_D,$
Analogno velja za:				
Alganove tarife:	$i_v\% = 100$	$\frac{K_A \cdot (2D-15) i_D}{K_A \cdot (D-5)(D-10)} =$	100	$\frac{2D-15}{(D-5)(D-10)} i_D,$
Vmesne tarife:	$i_v\% = 100$	$\frac{K_V \cdot (2D-10) i_D}{K_V \cdot (D-2,5)(D-7,5)} =$	100	$\frac{2D-10}{(D-2,5)(D-7,5)} i_D,$

Pri čemer je: $K_E = \sqrt{45/1800}$, $K_A = \sqrt{45/1400}$, $K_V = \sqrt{45/1600}$

Prirastek lesne zaloge i_v za določeno drevesno vrsto in debelinsko stopnjo k izračunamo kot zmnožek lesne zaloge stopnje V_k in odstotka prirastka $i_v\%_k$ po obrazcu:

$$i_v \text{ m}^3 = \sum_1^k V_k \cdot i_v\%_k$$

Kot vidimo, je odstotek volumenskega prirastka izračunan kot razmerje med tekočim volumenskim prirastkom preteklega obdobja in doseženim volumnom drevesa v trenutku izmere, absolutni volumenski prirastek $i_v \text{ m}^3$ pa kot produkt tako ugotovljenega odstotka prirastka z lesno zalogo ob koncu obdobja. Metoda upošteva prirastek vraslih dreves (volumen vraslih dreves upoštevan v V_k) ne pa posekanih in odmrlih.

Po teh obrazcih so bili za omenjene vrste tarif in za debelinske stopnje, ki prihajajo v poštev, izračunani tarifnodiferenčni odstotki, ki veljajo za vse tarifne razrede):

	debelinska stopnja													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Schaefferjeve tarife	21,4	13,7	10,1	8,0	6,7	5,8	5,0	4,4	4,0	3,6	3,3	3,1	2,9	2,7
Alganove tarife	53,2	17,8	13,7	10,1	8,0	6,7	5,8	5,0	4,4	4,0	3,6	3,3	3,1	2,9
Vmesne tarife	30,0	16,7	11,7	9,0	7,3	6,2	5,4	4,7	4,2	3,8	3,5	3,2	2,9	2,7

Iz preglednice lahko ugotovimo poučno dejstvo, da pri istem debelinskem prirastku (1 cm) odstotki s premeri naglo padajo, kar kaže na veliko odvisnost volumenskega prirastka od že dosežene mere (debeline, volumna. To dejstvo je potrebno pri vseh nadaljnjih preračunavanjih skrbno upoštevati.

Tako izračunane vrednosti predstavljajo odstotke, za katere bi se volumen srednjega drevesa in s tem lesna zaloga neke debelinske stopnje povečala, če bi se drevje zdebilo letno za 1 cm. Odstotek, za katerega volumen srednjega drevesa oziroma lesna zaloga neke debelinske stopnje letno dejansko naraste, pa izračunamo tako, da ta tarifno-diferenčni odstotek pomnožimo s številom centimetrov, za katere se drevje v tej stopnji letno dejansko zdebili, tj. z letnim debelinskim prirastkom, izraženim v centimetrih. S tem odstotkom pomnožena lesna zaloga debelinske stopnje predstavlja letni prirastek lesne zaloge stopnje.

Po Schaefferjevih tarifah izračunani tarifno-diferenčni odstotki upoštevajo le prirastek lesa, ki izvira iz priraščanja drevja v debelino. Metoda daje zato v mladih sestojih z intenzivno višinsko rastjo nekoliko prenizke vrednosti, je pa primerna v starejših enodobnih sestojih, kjer daje prave vrednosti. Po strmih Alganovih tarifah izračunani tarifno-diferenčni odstotki upoštevajo tudi prirastek, ki izvira iz priraščanja dreves v višino, prirastki so večji in so uporabni zlasti pri sestojih, kjer njihov volumen z debelino dreves naglo narašča, tj. zlasti pri prebiralnih sestojih. Za sestojne vmesnih oblik pa ustrezajo iz vmesnih tarif izračunani tarifno-diferenčni odstotki.

Tudi izračun po tej metodi danes poteka računalniško, pri čemer so tabele podane v obliki algoritmov.

Kontrolna metoda

Klasična kontrolna metoda temelji na kontroli gospodarjenja na stalnih kontrolnih površinah (oddelkih, odsekih) s **polno premerbo** in je primerna za urejanje gospodarjenja zlasti v prebiralnih in raznodobnih gozdovih. Metoda je enostavna in ne zahteva za ugotavljanje prirastka lesne zaloge nobenih posebnih meritev. V praksi pa nastopajo težave pri evidentiranju poseka in v manjši meri pri prepoznavanju vraslih dreves. Vrasla drevesa je potrebno pri ponovni meritvi nedvoumno prepoznati na podlagi oznak na drevju z zadiračem.

Upoštevati je treba, da nam daje kontrolna metoda podatek o poprečnem prirastku sestojja v preteklem razdobju, ki ni strukturiran po debelinskih stopnjah. Strukturo je sicer mogoče oceniti z različnimi metodami, ki pa niso popolnoma zanesljive (Hočevar 1996, s. 162). S kontrolno metodo dobimo vpogled v vrednost preteklega prirastka, ki pa se lahko od trenutnega in posebno bodočega prirastka precej razlikuje.

Temelje ugotavljanja prirastka lesne zaloge so že v preteklem stoletju postavili snovalci kontrolne metode (Gurnaud 1878, Biolley 1921, glej Koehl 1994), ki za izračun prirastka sestojne lesne zaloge v preteklem obdobju z vrastjo predlagajo obrazec:

$$i_v \text{ m}^3/\text{ha} = V_2 + V_p - V_1$$

Pri čemer je:

- V_2 : lesna zaloga ob koncu obdobja (druga izmera);
- V_1 : lesna zaloga na začetku obdobja (prva izmera);
- V_p : lesni volumen poseka vključno s sušicami (V_m).

Metoda daje oceno prirastka za celotno preteklo obdobje. Pri tem je celotni volumen vrasti upošteván kot prirastek preteklega obdobja. Tekoči letni prirastek dobimo, če zgornjo oceno delimo z dolžino obdobja v letih. Če sestojje snemamo med vegetacijsko dobo, je ugotavljanje dolžine obdobja nenatančno in ocena tekočega letnega prirastka je lahko popačena.

Če pri izračunu prirastka upoštevamo posek in sušice ($V_p + V_m$), vrast V_{vr} pa ne, dobimo obrazec:

$$i_v = (V_2 - V_{vr}) + (V_p + V_m) - V_1$$

Rast sestojev in sestojni prirastek lahko prikažemo na različne načine, glede na to ali prirastek vključuje tudi vrast, mortaliteto ali posek.

Bruto prirastek z vrastjo $I_{iz} = V_2 + (V_p + V_m) - V_1$

Bruto prirastek začetne lesne zaloge: $I_{iz} = (V_2 - V_{vr}) + (V_p + V_m) - V_1$

Neto prirastek začetne lesne zaloge z vrastjo $I_{iz} = V_2 + V_p - V_1$
(ne upošteva V_m)

Neto prirastek začetne lesne zaloge $I_{iz} = (V_2 - V_{vr}) + V_p - V_1$
(ne upošteva V_{vr} in V_m)

Sprememba lesne zaloge $D_{iz} = V_2 + V_p$
(razlika v lesni zalogi v določenem obdobju)

Vrast predstavlja drevje (število dreves, lesni volumen), ki se pri meritvi pojavi na novo, ker je to drevje preraslo meritveni prag. Z vraščanjem novih dreves se lesna zaloga veča. Količinsko najvišja je vrast v mladih sestojih, kjer lahko znaša tudi do 50% lesne zaloge. V starih enodobnih sestojih vrasti skorajda ni. Pri upoštevanju prirastka lesne zaloge je potrebno imeti v vidu, da je le del lesnega volumna vrasti nastal v zadnjem obdobju. Celotni lesni volumen vrasti torej ni rezultat rasti v zadnjem obdobju.

Število ali volumen dreves, ki propadejo med dvema meritvama zaradi naravnih vzrokov predstavlja mortaliteto sestoja. Posek je podoben pojem, ki pa se nanaša na drevje, ki ga odstranimo iz gozda v teku izkoriščanja gozdov. Zaradi obeh se lesna zaloga manjša in to več ali manj v vseh življenjskih obdobjih sestoja. Prirastek posekanih in odmrlih dreves od zadnje meritve do poseka lahko le grobo ocenimo, ker običajno ne poznamo točno trenutka poseka. Prirastek posekanih dreves običajno ne upoštevamo, kar ima lahko v posameznih primerih za posledico tudi pomembno podcenjevanje. Tuje izkušnje kažejo, da je izredno težko pravilno oceniti število let od zadnjega poseka, če je preteklo več kot 3 leta.

6. ZNAČILNOSTI SLOVENSKE KONTROLNE VZORČNE METODE

6.1. Splošno

Vzorčna kontrolna metoda pomeni prenos klasične zamisli kontrole z oddelka na vzorčno ploskev. Prehod iz celote na delne površine sicer pomeni omejitev na izbrane ploskve, ki predstavljajo le del celotne gozdne površine, kar je povezano z vzorčno napako, na drugi strani pa tudi možnost za še intenzivnejše spremljanje rasti vsakega drevesa posebej v odvisnosti od rastišča, gozdnogospodarskih ukrepov in vplivov okolja. Neposredno je tako mogoče ugotavljati tudi površinske kazalce: lv (m^3/ha), V (m^3/ha), posek, vrast, mortaliteto in drugo, kar je sicer mogoče le na znanstvenih raziskovalnih ploskvah. Za razliko od klasične kontrolne metode ne poznamo le srednje vrednosti, povprečja za oddelke in odseke, temveč tudi natančne, prostorsko opredeljene dendrometrične in strukturne kazalce posameznih dreves in gozdnih sestojev na vzorčnih mestih.

Kontrolna vzorčna metoda, kot jo uporabljamo danes v Sloveniji, temelji na razvoju vzorčnega snemanja na stalnih ploskvah, kot je bila razvita v začetku 60-let v Švici (Schmid-Haas 1964). Sama ideja je še starejša in se je rodila v ZDA. Metoda, ki jo je Schmidt-Haas prilagodil razmeram v srednjeevropskem gozdu, se je v Švici hitro širila in že leta 1966 je bil izmerjen npr. celotni kanton Vaud v zahodni Švici, kjer sem imel priliko sodelovati tudi sam (M. Hočevar) kot mlad praktikant. Deset let kasneje je dr. J. Grilc vpeljal metodo tudi v Sloveniji, na GG Bled. Tako je bila že l. 1972 z originalno švicarsko metodo izmerjena Jelovica, nekaj let kasneje pa tudi Pokljuka. Kljub manjkajoči podpori širše gozdarske strokovne javnosti, se je metoda na Bledu obdržala, našla pa je le redke posnemovalce (npr.: GG Slovenj Gradec). Tako stanje je trajalo vse do druge polovice 80-let, ko smo na BF, Oddelek za gozdarstvo, začeli z intenzivnimi raziskavami in razvojem kontrolne vzorčne metode, kot se je odslej imenovala (Hočevar 1990b). Z vrsto seminarjev, neposrednim sodelovanjem z nekaterimi GG in pilotnimi projekti v obliki diplomskih del smo metodo predstavili širši strokovni javnosti, ki je vse bolj pogrešala metodo (bil je čas umiranja gozdov), ki bi, poleg drugih kazalcev, zagotavljala tudi zanesljivo spremljanje sprememb v gozdu. Pravilnik o gozdnogospodarskem načrtovanju (MKGP 1998) je kasneje le še potrdil pot, ki jo je praksa že izbrala.

V evropskem merilu je bil razvoj podoben, čeprav z zakasnitvijo. Danes kontrolno vzorčno metodo uporabljajo pri nacionalnih inventurah (Švica, Švedska, Avstrija, Nemčija, ZDA, v pripravi je mednarodni projekt na Kosovu) in pri rednem urejanju (Švica, v Nemčiji Bavarska, Baden-Wurtemberg, Niedersachsen, nekatera gozdna gospodarstva v Avstriji, Italiji in drugod).

Kontrolna vzorčna metoda združuje obe osnovni funkciji gozdne inventure:

- Ugotavljanje stanja: višina in struktura lesne zaloge, njena prostorska razporeditev po sestojnih tipih; zdravstveno stanje in kakovost drevja, kakovost in uspešnost pomlajevanja, itd;

- Spremljanje razvoja in sprememb gozdnih sestojev: prirastek, posek, trendi zdravstvenega in kakovostnega razvoja sestojev, preverjanje trajnosti, itd.

Za razumevanje slovenske kontrolne vzorčne metode so pomembne te značilnosti:

- Vzorčna snemanja (popis, meritve) se opravljajo na vzorčnih ploskvah, razporejenih na sistematični vzorčni mreži, praviloma 250 x 250 m (osnova: vzorčna mreža na karti);
- Središče vsake vzorčne ploskve je trajno zakoličeno in prostorsko opredeljeno z Gauss-Kruegerjevimi (GK) koordinatami. Lokacija vsakega posameznega drevesa je nedvoumno opredeljena s polarnimi koordinatami (azimut, razdalja v dm) s središčem ploskve kot izhodišče;
- Vzorci so koncentrične krožne ploskve z velikostjo notranjega kroga 2 ara in zunanega kroga 5 arov;
- V malem krogu ($r = 7,98$ m) se meri vse drevje enako ali debelejše od 10 cm, v zunanjem krogu (merski prag = 30 cm), razdalja od centra 7,981 do 12,61 m pa se meri drevje enako ali debelejše od 30 cm. Na nagnjenem terenu so radiji ustrezno korigirani (tabele);
- Snemanje na vzorčni ploskvi obsega:
 - Opis lokacije, opis rastišča, opis sestoja, drugo po potrebi;
 - Izmero dreves: azimut, razdalja, drevesna vrsta, premer, drugi podatki po potrebi.

6.2. Postopek snemanja na stalnih vzorčnih ploskvah

Osnova kontrolne vzorčne metode je snemanje podatkov na stalnih vzorčnih ploskvah, ki so sistematično, pravilno razporejene po inventurnem območju. Enkrat določena vzorčna mreža in snemalna tehnika sta stalni in ju le izjemoma spreminjamo. Obračunske (kontrolne) enote so praviloma stratumi, v katerih združujemo posamezne oddelke, odseke ali podobne sestoje. Tudi stratumi so izločeni dolgoročno in jih spreminjamo pri reviziji (ponovni inventuri) le, če to zahteva razvoj sestojev.

Prva premerba

Lega permanentnih vzorcev je v gozdu točno določena (X, Y GK koordinate) in primerno označena (skrita kovinska cev, posebne oznake v vzorcu ali njihovi bližini). Mesto vzorčne ploskve na terenu mora biti opredeljeno tako, da revirno osebje ne more prepoznati in ugotoviti lege vzorčnih ploskev. To je pomembna zahteva, ki je porok, da ostaja gozdnogospodarskega ukrepanja na vzorčnih in preostalih površinah enako.

Opisani način prostorskega lociranja vzorčnih dreves zagotavlja, da merimo in periodično snemamo v istih vzorčnih ploskvah ista vzorčna drevesa (vezani vzorci).

Postopek snemanja pri prvi premerbi obsega:

- lociranje vzorcev na 2-5 m natančno; oznaka središča ploskve s skrito kovinsko cevjo;
- opis sestoja in rastišča;
- izmera dreves.

Debelinski prirastek po potrebi ugotavljamo z vrtanjem.

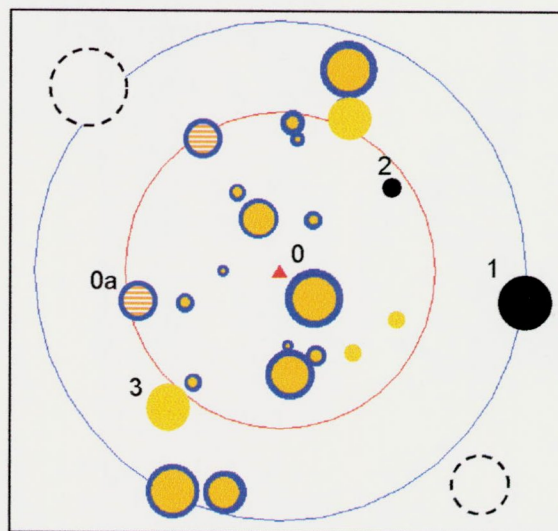
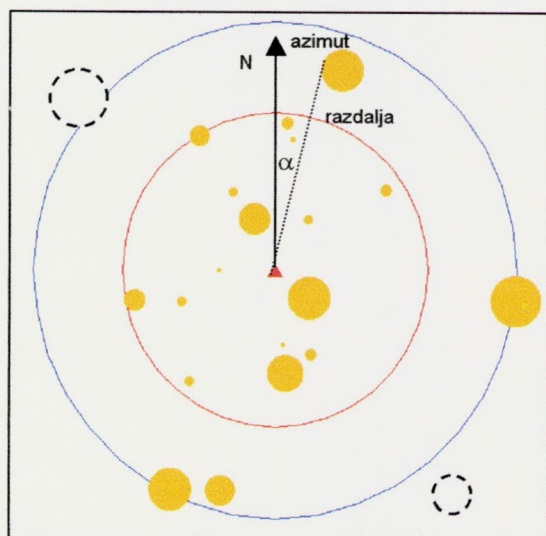
Ponovna premerba

Pri iskanju lege vzorcev za ponovno izmero postopamo kot pri prvem snemanju. Če se pomikamo od vzorca do vzorca v istem vrstnem redu kot pri prvem snemanju (s pomočjo stare karte z vrisanimi smermi pomikov), lahko določimo središče vzorčne ploskve na nekaj m natančno. Središče ploskve nato točno določimo na osnovi poznanega azimuta in razdalje nekaj tipičnih dreves v ploskvi. Pri tem si pomagamo s skritimi oznakami (zabeležene na starem snemalnem listu) in oznako središča ploskve z v tla zabito kovinsko cevjo. Za ponovna snemanja uporabljamo snemalne liste, na katerih so vnešeni stari podatki. To nam omogoča kontrolo starih podatkov in odkrivanje morebitnih neskladij. Praviloma preverjamo in popravljamo vse napake prvega snemanja (napačna drevesna vrsta, napačen stari premer, itd) neposredno na terenu (oznaka popravkov s posebno kodo). Snemamo iste podatke kot pri prvem snemanju, s tem da nekatere le kontroliramo (azimut, razdalja do drevesa). Delo pa je hitrejše, ker so azimuti in razdalje večine dreves znani. V posebnem polju (KODA) označujemo vse spremembe (posek, sušice, vrast) in ugotovljene nepravilnosti stare izmere. Drevje, ki v ploskvi preraste merilni prag, izmerimo kot pri prvem snemanju (azimut, razdalja) in ga dopišemo na dnu obrazca.

Slika 1: Stanje in spremembe na permanentno zakoličeni vzorčni ploskvi

a) prva premerba

b) ponovna premerba



Slika prikazuje realno stanje na ploskvi v enoti Črni vrh pri (a) prvi izmeri v letu 1990 (1) in 10 let kasneje (b) pri drugi izmeri v letu 2000 (2). Leta 1990 je bilo v ploskvi posneto 19 dreves. Eno drevo je bilo ugotovljeno na razdalji 12,69 cm (mejna razdalja $R=12.61\text{cm}$ in ni bilo upoštevano (v primeru mejnih dreves je potrebno ugotoviti razdaljo na cm natančno). Pri ponovni premerbi je bilo ugotovljeno, da sta dve drevesi izpadli, vrasla pa so 4 drevesa.

Pri ponovnem snemanju so za obračun podatkov pomembne naslednje, značilne situacije:

- drevice je prisotno pri 1. in 2. izmeri (koda=0);
- drevo je bilo posekano (koda=1);
- naravno odmrlo drevice, mortaliteta (koda=2);
- vraslo drevice (koda=3, podatke zapišemo na koncu snemalnega lista).

Postopek obračuna podatkov (testni primer)

Pri obračunu podatkov (prirastka) moramo ločeno obravnavati drevje, ki je bilo prisotno pri obeh premerbah, izpadlo in vraslo drevje. Poseben postopek obračuna prirastka smo razvili tudi za drevesa, ki so bila pri prvi premerbi posneta v 2 arski ploskvi (npr. v testnem primeru drevesa z azimutom 258 in 330) in so prerasla v kategorijo debelega drevja ($d > 30$ cm, 5-arska ploskev).

Za obračun so bili podatki s terenskega snemalnega lista prenešeni v digitalno podatkovno datoteko (npr. dbf format). Oblikovali smo ločeni datoteki za popis ploskve (plx.xx.dbf) in podatke dreves (drxx.xx.dbf, preglednica1). Za celotni obračun je bilo potrebno v posebnih datotekah dodati še podatke o tarifah (odsxx.xx.dbf: za posamezne odseke in skupine drevesnih vrst) in datoteko debelinskih prirastkov (idxx.xx.dbf: za posamezne stratume in skupine drevesnih vrst).

Preglednica 1: Datoteka dreves drxx.xx.dbf s podatki 1. in 2. premerbe.

Podatki so sortirani po azimutu; vraslo drevje je dodano na dnu tabele (glej tudi sliko 1).

ODD	PL	AZM	RZD	DV	D1	SOC1	Hm	Hd	STAR	KODA	D2	SOC2
		°	dm		cm		dm	dm	let		cm	
127	2	5	75	41	19	3	0	0	0	0	25	3
127	2	8	67	41	12	3	0	0	0	0	15	3
127	2	19	107	11	48	1	0	0	0	0	56	1
127	2	34	31	41	15	2	260	0	90	0	19	3
127	2	55	81	41	19	2	0	0	0	2	0	0
127	2	97	127	11	57	1	0	0	0	1	0	0
127	2	129	23	11	49	1	0	340	100	0	57	2
127	2	156	47	41	18	3	0	0	0	0	21	3
127	2	173	38	11	11	3	0	0	0	0	12	3
127	2	174	53	21	43	2	0	0	0	0	49	2
127	2	194	116	11	37	2	0	0	0	0	43	2
127	2	206	125	11	49	2	0	0	0	0	53	2
127	2	218	72	11	16	3	0	0	0	0	18	3
127	2	251	51	21	16	3	0	0	0	0	19	3
127	2	258	75	11	28	2	0	0	0	0	37	2
127	2	270	29	41	11	3	0	0	0	0	12	3
127	2	330	79	41	27	2	0	0	0	0	31	2
127	2	331	45	41	15	3	0	0	0	0	17	3
127	2	337	28	21	33	2	0	0	0	0	40	
127	2	24	87	21	0	0	0	0	0	3	34	1
127	2	112	65	41	0	0	0	0	0	3	13	3
127	2	138	56	41	0	0	0	0	0	3	12	3
127	2	220	88	11	0	0	0	0	0	3	36	2

Iz datoteke je mogoče razbrati, da je bilo v ploskvi pri prvi premerbi 19 dreves, od katerih je do druge premerbe ostalo še 17, 2 drevesi pa sta izpadli (1 drevo posekano, 1 drevo je odmrlo). Vrasla so 4 nova drevesa (2 drevesi preko 10 cm, 2 pa preko 30cm prag) tako, da je bilo ob koncu obdobja 23 dreves. Poleg običajnih podatkov: oddelek (ODD), ploskev (PL), azimut, (AZM), razdalja (RZD), drevesna vrsta (DV), premer 1990 (D1) in premer 2000 (D2), socialno stanje drevesa (SOC1, SOC2), obsega datoteka za izbrana drevesa tudi podatke o srednji sestojni višini (Hm), dominantni višini (Hd) in starosti (STAR). V polju KODA je zabeležen status drevesa.

Prvi korak pri obračunu podatkov obsega izračun lesnih volumnov, volumenskega in debelinskega prirastka. Za izračun lesnega volumna so bile uporabljene tarife iz seznama tarif za oddelek 127 (datoteka odsxxx.dbf, vmesne tarife: sm=V30, je=V28, bu=V26). Za vrasla drevesa je bil s pomočjo prirastnih nizov (datoteka ldxxx.dbf) ocenjen premer za leto 1990). Rezultati so predstavljeni v preglednici 2.

Preglednica 2: Izračun volumnov posameznih dreves (Volxxx.dbf)

ODD	SEST_TIP	DV	AZM	RZD	D1	D2	V1	V2	IV	IV2AR*	IV5AR*	Ivpres**	D2-D1	KODA
			°	dm	cm	cm	m ³	m ³	m ³ /10 let	m ³ /10 let	m ³ /10 let	%	mm/10let	
127	724	41	5	75	19	25	0.2124	0.4408	0.228	0.0	0.0	69.92	60	0
127	724	41	8	67	12	15	0.0479	0.1049	0.057	0.0	0.0	74.73	30	0
127	724	11	19	107	48	56	2.0627	2.9045	0.842	0.0	0.0	33.89	80	0
127	724	21	24	87	30	34	0	0.9344	0.242	0.0	0.0	29.72	40	3
127	724	41	34	31	15	19	0.1049	0.2124	0.107	0.0	0.0	67.72	40	0
127	724	41	55	81	19	0	0.2124	0	0.0	0.0	0.0	0	0	2
127	724	11	97	127	57	0	3.0198	0	0.0	0.0	0.0	0	0	1
127	724	41	112	65	10	13	0	0.0646	0.045	0.0	0.0	105.92	30	3
127	724	11	129	23	49	57	2.1601	3.0198	0.860	0.0	0.0	33.19	80	0
127	724	41	138	56	10	12	0	0.0479	0.028	0.0	0.0	82.60	20	3
127	724	41	156	47	18	2	0.1822	0.2796	0.097	0.0	0.0	42.18	30	0
127	724	11	173	38	11	12	0.0333	0.0479	0.015	0.0	0.0	35.86	10	0
127	724	21	174	53	43	49	1.6094	2.1601	0.551	0.0	0.0	29.22	60	0
127	724	11	194	116	37	43	1.1392	1.6094	0.470	0.0	0.0	34.21	60	0
127	724	11	206	125	49	53	2.1601	2.5720	0.412	0.0	0.0	17.41	40	0
127	724	11	218	72	16	18	0.1284	0.1822	0.54	0.0	0.0	34.59	20	0
127	724	11	220	88	30	36	0	1.0687	0.376	0.0	0.0	42.71	60	3
127	724	21	251	51	16	19	0.1284	0.2124	0.084	0.0	0.0	49.26	30	0
127	724	11	258	75	28	37	0.5852	1.1392	0.554	0.107	0.447	64.26	90	0
127	724	41	270	29	11	12	0.0333	0.0479	0.015	0.0	0.0	35.86	10	0
127	724	41	330	79	27	3	0.5348	0.7497	0.215	0.158	0.057	33.46	40	0
127	724	41	331	45	16	17	0.1284	0.1542	0.026	0.0	0.0	18.22	10	0
127	724	21	337	28	38	40	1.2120	1.3642	0.152	0.0	0.0	11.82	20	0

- *deleži prirastka dreves, ki so prerasla iz 2-arske ploskve v 5-arsko.
- ** odstotek volumenskega prirastka po Presslerju v %/10 let, pri vraslem drevju upoštevan ocenjeni V1.

Za boljše razumevanje modela izračuna sestojnih vrednosti (izračun na rastno površino v m³/ha in Iv m³/ha), ki smo jih posneli na koncentrični krožni ploskvi, si zamislimo, da snemanje opravljamo v 2 korakih. Prvi korak predstavlja snemanje debelega drevja (merski prag: 30 cm) na celotni 5 arski krožni ploskvi s polmerom 12,61 cm, drugi korak pa snemanje tankega drevja na 2 arski ploskvi (merski prag: 10 cm, R=7,98 cm). Ploskvi se koncentrično prekrivata. Na 5 arski ploskvi dobimo dobro oceno, npr. lesne zaloge, za debelo drevje, vendar je ta ocena zaradi neupoštevanja tankega drevja pod 30 cm premera, močno pod pravo vrednostjo. Manjkajočo oceno lesne zaloge tanjšega drevja, od 10 do 29,9 cm, zato dobimo z izmero na 2 arski ploskvi. Vsota obeh ocen predstavlja lesno zalogo drevja od 10 cm prsnega premera dalje. Izračun ha vrednosti poteka pri predstavljeni metodi praktično tako, da vrednosti drevja (npr. volumen drevesa v_i) z debelino 30 in več množimo s faktorjem 20 (faktor preračunavanja, F_{ha}=1_{ha}/0,05ha=20), tankega drevja pod 29,9 cm pa s 50 (F_{ha}= 1_{ha}/0,02ha=50).

Izračun lesne zaloge

Lesno zalogo vzorčne ploskve izračunamo z naslednjim obrazcem:

$$V_j \text{ m}^3/\text{ha} = \sum_{i=1}^i v_i * F_{ha}$$

Pri čemer je:

- i: število dreves v ploskvi;
- v_i: volumen drevesa i v m³;
- V_j: lesna zaloga ploskve j
- F_{ha} faktor preračunavanja na ha; (vrednost faktorja je odvisna od površine vzorčne ploskve)
- n število ploskev v enoti.

Lesna zaloga vzorčne ploskve je osnovni podatek (variabla) za izračun lesne zaloge enote in za posamezne stratume (LZ m³/ha).

$$LZ \text{ m}^3/\text{ha} = 1/n * \sum_{j=1}^n V_j$$

Vrednost variable V_j je izhodiščni podatek tudi za oceno potrebnih statističnih kazalcev (vzorčna napaka, varianca, itd) in je zapisan v posebni datoteki vzorčnih vrednosti (VZxxx.dbf).

Rezultati izračuna so za našo ploskev predstavljeni v preglednici 3.

Preglednica 3: Pregled bistvenih kazalcev popisnih ploskev (vztest.dbf, izsek iz originalne tabele, upoštevana sta prirastek vraslih dreves zadnjega obdobja in preraščanje)

ODD	PL	X_VERT	Y_HORIZ	STRAT_RAST	SEST_TIP	DELIG	DELLI	Gha2	Vha2	IVha	IV%Pres	POSEK	SUISICE	VRAST	Vha1
						%	%	m ²	m ³ /ha	m ³ /ha /leto	%	m ³ /ha /10 let	m ³ /ha /10 let	m ³ /ha /10 let	m ³ /ha
127	2	429750	83500	1	724	81	19	43.8	440.2	13.92	3.5	60.4	10.6	45.7	350.2

7. UGOTAVLJANJE PRIRASTKA PRI KONTROLNI VZORČNI METODI NA KONCENTRIČNIH VZORČNIH PLOSKVAH

7.1. Splošno

Učinkovitost stalnih vzorčnih ploskev se v primerjavi z enkratnimi vzorci kaže v bistveno natančnejšemu ocenjevanju sprememb, ki so nastale med obema premerbama, Metoda temelji na statističnem modelu ugotavljanja razlik na vezanih (parnih) vzorcih in je tem bolj učinkovita, čim tesnejše so korelacijske povezave med vrednostmi prve in druge izmere. Nasprotno pa je natančnost ocenjevanja stanja (npr. ocena lesne zaloge) enaka kot pri metodi enkratnih ploskev.

Točnost ocene volumenskega prirastka je odvisna predvsem od točnosti vhodnih podatkov. Bistveno je pravilno ugotavljanje volumna dreves pri periodičnih premerbah, pri čemer nastajajo težave predvsem pri zanesljivem ugotavljanju sprememb v višini in obliki (vzrasti) dreves. Uporaba enoparametričnih stalnih tarif je umestna v prebiralnem gozdu. Zaradi pomika tarif s starostjo pri istem premeru, je pri enodobnih gozdovih njihova uporaba problematična. Posebno v mlajših enodobnih gozdovih vodi uporaba stalnih tarif do pomembnega podcenjevanja prirastka (do 20%). Boljše rezultate dobimo z uporabo večparametričnih volumenskih funkcij. V mlajših enodobnih sestojih s staranjem sestojev sicer spreminjamo tarife, vendar izračun prirastka, ki sloni na parnih primerjavah volumnov dreves na začetku in koncu obdobja, načeloma opravljamo z istim nizom.

Pomemben vir napak pri ocenjevanju volumenskega prirastka so nenatančno izmerjeni premeri in s tem napačen izračun volumna dreves. Ta vir napak lahko do neke mere obvladamo z natančnim upoštevanjem pravil (izmera premera pri obeh premerbah na natančno istem mestu na drevesu, uporaba umerjenih premerk) in dosledno kontrolo starih in novih podatkov pri ponovni izmeri že na terenu. Premer drevja merimo na cm natančno z zaokroževanjem navzdol. Pomembna prednost kontrolne vzorčne metode je v tem, da dobimo oceno prirastka za vsako drevo v ploskvi brez vrtnja! To dovoljuje zelo diferencirano analizo prirastka lesne zaloge (v m^3/ha) za posamezne rastiščne kategorije in sestojne zasnove (kakovost, zdravstveno stanje), kar je sicer mogoče le še z raziskavami na prirastoslovnih ploskvah.

Ker volumenski prirastek i_v , oziroma i_D , ugotavljamo računsko, odpadejo tudi vsi problemi, ki jih povzroča vrtnje prirastka (gniloba, težave pri vrtnju trdnih drevesnih vrst, problemi z nabavo svedrov, majhno število podatkov za nekatere drevesne vrste). Pri določanju npr. desetletnega prirastka izpad letnic ne povzroča težav, saj dolžino rastne periode ne ugotavljamo s štetjem letnic. To je pomembno npr. za spremljavo umiranja gozdov, kjer je izpad letnic pri poškodovanih drevesih pogost pojav (npr.: do 20% pri jelki). Vrtnje prirastka bi tu vodilo do precenjevanja, kar bi lahko imelo za oceno škodljivosti fenomena umiranja gozdov nezaželene posledice (npr.: pri izpadu 2 letnic v 10 letih smo z vrtnjem 10-letnega prirastka ugotovili pravzaprav i_D , ki je nastal v 12 letih in ne v desetih!).

Izračun prirastka lesne zaloge pri kontrolni vzorčni metodi poteka po osnovnih načelih, ki smo jih že obravnavali: z metodo prirastnih nizov ali z volumensko-diferenčno metodo.

7.2. Metode prirastnih nizov

Tarifno-diferenčna metoda z regresijsko izravnavo debelinskega prirastka I_D (metoda 1a)

Iz razlike premerov za vsako posamezno drevo ugotovimo debelinski prirastek zadnjega obdobja, z regresijsko analizo po izbranih stratumih in po drevesnih vrstah pa določimo parametre povezave I_D s prsnim premerom (D_2). Običajno zadostuje linearna izravnava. Pri izravnavi uporabljamo posamezne vrednosti ali redkeje srednje vrednosti debelinskih stopenj. Nato dalje z metodo tarifno-diferenčnih odstotkov izračunamo sestojni prirastek po drevesnih vrstah in debelinskih stopnjah (glej tudi poglavje: Metoda tarifno-diferenčnih odstotkov).

Prirastek lesne zaloge izračunamo po obrazcu:

$$Iv \text{ m}^3/\text{ha} = \sum v_2 * F_{ha} * Iv\%$$

Metoda volumenskih prirastnih nizov (ZGS metoda 1b)

Zavod za gozdove (ZGS) uporablja nekoliko spremenjeno metodo, ki ne temelji na izravnavi debelinskega prirastka I_D , temveč volumenskih odstotkov $Iv\%$ po debelinskih stopnjah. Pri tem računa $Iv\%$ kot razmerje med volumenskih prirastkom preteklega obdobja in volumnom na začetku obdobja kot sledi:

$$Iv\% = (v_2 - v_1) / v_1 * 100$$

Izračun prirastka lesne zaloge poteka po stratumih (gospodarski razred, razvojna faza) za posamezne debelinske stopnje in po skupinah drevesnih vrst z izravnanimi odstotnimi volumenskimi prirastki. Izravnava s primernim regresijskim modelom ne poteka z individualnimi vrednostmi, temveč s predhodno izračunanimi srednjimi po debelinskih stopnjah izravnanimi vrednostmi (ZGS uporablja mediane in računa brez ponderiranja).

S tako izravnanimi odstotnimi volumenskimi prirastki se prirastek lesne zaloge izračuna po obrazcu:

$$Iv \text{ m}^3/\text{ha} = \sum v_2 * F_{ha} * Iv\%$$

Metoda daje oceno bodočega prirastka.

Postopek je pri obeh variantah razmeroma enostaven in zahteva poleg ocene $Iv\%$ le poznavanje lesne zaloge. Bistvena razlika med obema metodama je v načinu regresijske izravnave in v izračunu $Iv\%$.

7.3. Volumensko diferenčna metoda

Enostavno in brez predhodnih izravnjav je zasnovana volumensko diferenčna metoda. Za izračun ne potrebujemo ne števila dreves ne lesnih zalog. Na osnovi premerov in poznanih tarif izračunamo volumen vsakega drevesa in nato neposredno in brez izravnave volumenski prirastek drevesa, vzorca in stratuma.

Volumen drevesa ugotovimo za 1. in 2. premerbo s pomočjo tarif (volumenskih funkcij) kot funkcijo premerov D1 in D2 kot sledi:

$$\begin{aligned}v1i &= f(D1i); \\v2i &= f(D2i).\end{aligned}$$

Za vsako drevo v vzorcu izračunamo prirastek i_v po obrazcu:

$$I_{vi} \text{ m}^3 = (v2 - v1),$$

Nadaljnji postopek izračuna temelji na neposredni uporabi absolutnih volumenskih prirastkov $Iv \text{ m}^3$ za vsako posamezno ploskev.

Oceno volumenskega prirastka vraslih dreves dobimo tako, da za vsako vraslo drevo najprej s pomočjo regresijske povezave $D1=f(D2)$ ali preko poznane prirastnega niza (arhivske vrednosti) ocenimo stari premer D1 in računamo dalje kot za vsa ostala drevesa. Vsota Iv posameznih dreves na ploskvi predstavlja neto pretekli prirastek lesne zaloge s prirastkom vraslih dreves v zadnjem obdobju. Na podlagi poznavanja volumenskih prirastkov drevja izračunamo sestojni (hektarski) prirastek lesne zaloge ploskve neposredno po obrazcu:

$$Iv \text{ m}^3/\text{ha} = \sum_{i=1}^n Ivi * Fha$$

Pri čemer je:

- i: število dreves v ploskvi;
- Ivi : volumenski prirastek drevesa i v m^3 ;
- Fha faktor preračunavanja na ha; vrednost faktorja je odvisna od površine vzorčne Ploskve;
- n število ploskev v enoti.

Metoda daje prostorsko opredeljeno oceno preteklega prirastka za vsako posamezno popisno ploskev ($Iv \text{ m}^3/\text{ha}$ za lokacijo x, y). Upoštevani so samo prirastki dreves določene ploskve, ki vsebuje prirastek drevja prisotnega pri obeh popisih in prirastek vraslih dreves zadnjega obdobja. Ker se upoštevajo vsi dejansko izmerjeni prirastki na ploskvi, rezultati niso odvisni od modelov predhodne izravnave (glej metodi 1a in 1b). Tako izračunane vrednosti so uporabne za nadaljnje statistične analize (npr: izračun srednjih vrednosti in vzorčne napake) in dovoljujejo kasnejšo prcsto oblikovanje stratumov. Ploskovne vrednosti je mogoče neposredno vnesti v prostorske informacijske sisteme (GIS).

Vse predstavljene metode dajejo strukturirano oceno sestojnega prirastka po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah. Izračun variance, standardne napake in vzorčne napake za vse omenjene parametre ($V \text{ m}^3/\text{ha}$, $lv \text{ m}^3/\text{ha}$, $Vp \text{ m}^3/\text{ha}$) poteka po klasičnih statističnih metodah.

Na stalnih vzorcih je mogoče poleg prirastka lesne zaloge neposredno zanesljivo ugotoviti vrst, posek in mortaliteto (preglednici 2 in 3). Ker so ti podatki zelo heterogeni (visok koeficient variacije) pa je ta ocena obremenjena s precejšno napako.

Pri izračunu ploskovnega (sestojnega) prirastka na ha se odpirajo nekatere dileme, ki so specifične za metodo koncentričnih vzorčnih ploskev. Zaradi razvoja čim bolj racionalne metode, je bila popisna ploskev razdeljena namreč na 2 in 5 arsko ploskev, od katerih ima vsaka drug merski prag. V notranji, 2 arski ploskvi, prerašča drevje 10 cm prag, na 5 arski ploskvi pa 30 cm. Hektarske vrednosti dobimo za vsako posamezno drevo z množenjem volumnov z ustreznim Ha-faktorjem ($Fha=50$, oziroma 20).

Za korekten izračun prirastka so pomembni naslednji primeri:

1. Izračun lesne zaloge vraslih dreves (V_{2vr}) se računa kot za vsa ostala drevesa, ki so bila prisotna že pri 1. izmeri. Hektarske vrednosti dobimo tako, da volumne dreves, odvisno od njihovega prsnega premera (pod 29,9 cm ali nad 30 cm) množimo z ustreznimi Fha vrednostmi (50, oziroma 20).

2. Zahtevnejši je izračun prirastka vraslih dreves. Problem se pojavlja pri izračunu z volumensko diferenčno metodo, ne pa pri metodah prirastnih nizov (metodi 1a in 1b), kjer potrebujemo za izračun sestojnega prirastka le lesno zalogo pri drugi izmeri (po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah) in $lv\%$ prirastke posameznih dreves, ki so bili v vzorcu prisotni pri obeh izmerah. Kot že omenjeno problem pri volumensko diferenčni metodi rešujemo tako, da za vsako vraslo drevo najprej s pomočjo regresijske povezave $D1=f(D2)$ ali preko poznane prirastne nize ocenimo stari premer $D1$ in na tej podlagi izračunamo začetni volumen drevesa V_{1i} . Metoda izračuna je popolnoma enaka za drevje na 2 arski in 5 arski ploskvi s tem, da se upoštevajo ustrezne Fha vrednosti (50 oziroma 20).

3. Poseben problem predstavljajo drevesa (v nadaljevanju: prerasla drevesa), ki so bila pri prvem popisu izmerjena v 2 arski ploskvi in so bila tanjša od 30 cm, pri drugem popisu pa so prerasla 30 cm premera. Tem preraslim drevesom se je namreč spremenil Fha faktor s 50 na 20. Volumenski sestojni prirastek teh dreves pri volumensko-diferenčni metodi računamo zato ločeno za rast do 30 cm in od 30 cm dalje (glej preglednico 2, polji lv_{2ar} in lv_{5ar}), pri izračunu ha-vrednosti uporabljamo Fha faktorje 50, za del do 30 cm, oziroma 20, za del nad 30 cm premera (Fuchs, 1993). Omenjena metoda daje nekoliko višje hektarske prirastke kot izračun s faktorjem 20, ki velja sicer za obračun drevja nad 30 cm in nižje kot v primeru, če bi drevo obravnavali kot drevo 2 arske ploskve ($Fha=50$). Obe inačici prve metode (1a in 1b) tega popravka ne upoštevata in računata celotni ha prirastek preraslih dreves s Fha faktorjem 20.

Čeprav je prirastek izločenega drevja (posek, mortaliteta) na posameznih primerih lahko precejšen (npr. močan posek, na koncu obdobja), ga pri nobeni metodi ne upoštevamo. S takim izračunom pravi pretekli prirastek nekoliko podcenjujemo. Tam kjer prirastek izločenih dreves le upoštevajo (Akca et al 1996), čas poseka ne ugotavljajo na terenu, temveč enostavno predpostavljajo, da se je to zgodilo v sredini preteklega obdobja).

Kako zelo je ocena prirastka odvisna od uporabljenega modela, kaže izračun za testni primer (preglednica 4), ki smo ga že podrobneje predstavili v preglednicah 1 in 2.

Preglednica 4: Primerjava različnih metod izračuna prirastka lesne zaloge. (Podlaga so podatki v preglednicah 1 in 2)

DV	D1	D2	Fha2	Fha5	V1ha	V2ha	lv _{m3ha} _ID	lv%V1 stpV2ha median	IVHa_ z lv_vr	lvna brez lv_vr	KODA
	cm	cm			m ³ /ha	m ³ /ha	1a	1b	2*	2**	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
41	19	25	50	50	10.62	22.04	7.37	13.76	11.4	11.4	0
41	12	15	50	50	2.395	5.245	2.40	3.70	2.85	2.85	0
11	48	56	20	20	41.254	58.09	15.28	21.66	16.84	16.84	0
21	30	34	20	20	0	18.688	5.56	10.30	4.84	0	3
41	15	19	50	50	5.245	10.62	4.10	7.15	5.35	5.35	0
41	19	0	50	50	10.62	0	0.00	0.00	0	0	2
11	57	0	20	20	60.396	0	0.00	0.00	0	0	1
41	10	13	50	50	0	3.23	1.69	2.33	2.25	0	3
11	49	57	20	20	43.202	60.396	15.83	22.03	17.2	17.2	0
41	10	12	50	50	0	2.395	1.37	1.75	1.4	0	3
41	18	21	50	50	9.11	13.98	5.09	9.18	4.85	4.85	0
11	11	12	50	50	1.665	2.395	1.37	1.75	0.75	0.75	0
21	43	49	20	20	32.188	43.202	11.67	18.56	11.02	11.02	0
11	37	43	20	20	22.784	32.188	8.96	15.40	9.4	9.4	0
11	49	53	20	20	43.202	51.44	13.67	20.43	8.24	8.24	0
11	16	18	50	50	6.42	9.11	3.64	6.20	2.7	2.7	0
11	30	36	20	20	0	21.374	6.25	11.44	7.52	0	3
21	16	19	50	50	6.42	10.62	4.10	7.15	4.2	4.2	0
11	28	37	50	20	29.26	22.784	6.61	12.01	14.29	11.08	0
41	11	12	50	50	1.665	2.395	1.37	1.75	0.75	0.75	0
41	27	31	50	20	26.74	14.994	4.60	8.63	9.04	4.3	0
41	16	17	50	50	6.42	7.71	3.21	5.31	1.3	1.3	0
21	38	40	20	20	24.24	27.284	7.74	13.71	3.04	3.04	0
Pl. ha na leto	26.	27			350.20	440.18	13.20	21.20	13.92	11.53	

- 2* volumensko diferenčna metoda (upoštevani prirastek vraslih dreves v zadnjem obdobju, upoštevana korektura vraslih dreves)
- 2** volumensko diferenčna metoda, neto prirastek brez vrasti (brez korekture vraslih dreves).

Za naš testni primer dobimo z različnimi metodami različne vrednosti sestojnega prirastka. Razlika v oceni za posamezno ploskev, ki sega od 11,53 m³/ha na leto (neto pretekli prirastek) pa vse do 21,20 m³/ha na leto (bodoči prirastek s prirastkom vrasti), je vsekakor izdatna.

Za podatke testnega primera dobimo oceno lv po modelu klasične kontrolne metode:

$$\begin{aligned}lv \text{ m}^3/\text{ha za 10 let} &= V_2 \text{ m}^3/\text{ha} + (V_p + V_m) \text{ m}^3/\text{ha} - V_1 \text{ m}^3/\text{ha} \\lv \text{ m}^3/\text{ha za 10 let} &= 440,2 + (60,4 + 10,6) - 350,2 = 161,0 \\lv \text{ m}^3/\text{ha/leto} &= 16,1 \text{ m}^3/\text{ha}\end{aligned}$$

Ocena, ki jo dobimo predstavlja pretekli bruto prirastek lesne zaloge, ki vključuje lesno zalogo letno vraslih dreves. Ker je lesna zaloga dreves, ki preraščajo 30 cm prag, razmeroma velika (glej preglednice 1,2 in 4) in je rezultat rasti dolgega, nekaj desetletnega obdobja, daje metoda razmeroma visoko oceno.

Izmerjeni neto sestojni prirastek preteklega obdobja drevja, ki je bilo prisotno pri obeh izmerah, znaša:

$$lv \text{ m}^3/\text{ha} = 11,53 \text{ m}^3/\text{ha na leto (stolpec 11)}.$$

Isto vrednost kot pri kontrolni metodi, dobimo, če izmerjenemu neto prirastku dodamo oceno vrasti in računamo po obrazcu:

$$lv \text{ m}^3/\text{ha} = lv + V_{\text{vrast}} = 11,53 + 45,7/10 = 16,1 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

7.4. Primerjava metod

Če si podrobneje ogledamo ocene, ki jih dobimo z metodami 1a, 1b in 2 (podroben izračun je predstavljen v prilogi 1) dobimo:

Tarifno-diferenčna metoda z regresijsko izravnavo debelinskega prirastka I_D (metoda 1a)

Prirastek lesne zaloge se izračuna kot vsota prirastkov posameznih dreves: Izračun poteka po obrazcu kot sledi (preglednica 4, stolpec 8):

$$\begin{aligned}lv \text{ m}^3/\text{ha}_{I_D} \text{ m}^3/\text{ha} &= \sum v_2 * F_{ha} * lv_{\% \text{dejanski}} \\lv \text{ m}^3/\text{ha}_{I_D} \text{ m}^3/\text{ha} &= \sum v_2 * F_{ha} * (1 / (-0,0285 + 0,0051 * D_2)) * (5,0962 + 1,1057 * D_2) \\lv \text{ m}^3/\text{ha}_{I_D} \text{ m}^3/\text{ha} &= 13,20 \text{ m}^3/\text{ha na leto}\end{aligned}$$

Dobimo oceno prirastka, ki vključuje vrast, ni pa izvedena korekcija zaradi preraščanja.

Metoda volumenskih prirastnih nizov (ZGS metoda 1b):

Prirastek lesne zaloge računamo na podlagi izmerjenih in nato izravnanih volumenskih odstotnih prirastkov kot sledi (preglednica 4, stolpec 9)

$$lv\% = (V_2 - V_1) / V_1 * 100 =$$

$$lv \text{ m}^3/\text{ha} = \sum lv\% * V_2 * F_{\text{ha}}$$

$$lv\% V_1 \text{ stop } V_2 \text{ ha m}^3/\text{ha} = \sum (((\varepsilon, 27098 - 0,0811169 * D_2) * V_2 * F_{\text{ha}}) / 10)$$

$$lv\% V_1 \text{ stop } V_2 \text{ ha m}^3/\text{ha} = 21,20 \text{ m}^3/\text{ha na leto}$$

Ocena upošteva vrast, daje pa zelo visoko oceno bodočega prirastka. V veliki meri je razlog v modelu izračuna, kriva pa je tudi razmeroma slaba izravnava. Z izračunom z upoštevanjem posameznih dreves brez izravnave po stopnjah, dobimo namreč le 17,94 m³/ha.

Volumensko diferenčna metoda (metoda 2):

Pravilno, dejansko oceno preteklega prirastka dobimo le z izračunom preko vrednosti posameznih dreves brez izravnave.

Če upoštevamo le drevje, prisotno pri obeh premerbah, dobimo neto prirastek lesne zaloge (preglednica 4, stolpec 11). Za našo ploskev znaša $lv \text{ ha} = 11,53 \text{ m}^3/\text{ha}$. To je dejansko izmerjeni neto pretekli prirastek.

Nekoliko višjo oceno izmerjenega preteklega prirastka dobimo, če poleg prirastka drevja prisotnega pri obeh izmerah, upoštevamo tudi del vrasti, ki je nastal v preteklem obdobju. Delež prirastka vraslega drevja znaša +1,60 m³/ha na leto. Če upoštevamo še popravek zaradi preraščanja (korektura za preraščanje: +0,79 m³/ha), dobimo novo oceno preteklega izmerjenega prirastka, ki znaša (preglednica 4, stolpec 10):

$$lv \text{ m}^3/\text{ha} = 13,92 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Če upoštevamo tudi prirastek poseka, ki v našem primeru znaša 1,4 m³/ha na leto (predpostavljamo posek v sredini obdobja), se ocena prirastka lesne zaloge poveča na 14,32 m³/ha na leto.

Na podlagi opravljene ocene preteklega prirastka lahko ocenimo tudi bodoči prirastek

$$lv \text{ m}^3/\text{ha} = lv / ((V_2 + V_1) / 2) * V_2 \text{ m}^3/\text{ha} =$$

$$14,32 / (350,2 + 440,2) * 440,2 = 15,95 \text{ m}^3/\text{ha na leto.}$$

Ker izhajamo iz izračuna odstotka prirastka kot razmerje $lv / ((V_2 + V_1) / 2)$ je ocena nižja kot, če bi računali po modelu metode 1B brez izravnave (17,94 m³/ha).

Popolni izračun dendrometričnih kazalcev za testno ploskev je podan v preglednici 5.

Preglednica 5: Preglednica podatkov po vzorčnih ploskvah

1. TABELA VREDNOSTI VZORCEV

TEST - izračun prirastka pri KVM

PERM.KONCENTRICNI VZORCI P=0,02/0,05 ha

LOKACIJA				RASTIŠČE			POŠKOD			STRAT		OPIS SESTOJA						SRED.VRED				VREDNOSTI ZA HA					
GE	ODD	OS	PL	L	GRE	GZ	NMV	NAG	IG	L	Σ	TIP	ML	Z	NG	STR	IG%	L%	Dg	SDI	NHA	GHA	V-IG	V-L	ΣV	V2/V1	
12	127	11	2	1	33090	16140	1040	14	77	79	78	1	724	132	0	0	100	81	19	32	1096	820	43	357.6	82.8	440.2	115.8

IV-IG				RASTIŠČNI INDEX				TAB.OCENA		ZARAST				posek sušice v rast				
IV-IG	IV-L	ΣIV	IV%	Dc	Hd	SIsm	SIje	Sibu	G	V	IV	G/GT	posek	sušice	v rast	VI-IG	VI-L	ΣVI
10.00	3.92	13.92	3.4	57	34	21.5	13.21	17.55	38.3	547.0	12.1	1.15	60.4	10.6	45.7	321.2	58.8	350.2

Ugotovimo lahko, da so razlike v oceni prirastka lesne zaloge za posamezno ploskev, odvisno od uporabljene metode lahko zelo velike (razpon: 11,53 – 21,20 m³/ha). Jasno moramo zato ločiti med preteklim, izmerjenim in ocenjenim bodočim prirastkom, razlike so lahko do 50%. Nadalje je pomembno, kako in v kolikšni meri upoštevamo volumen in prirastek vraslih dreves. Na vrednost ocene pri metodah prirastnih nizov lahko močno vpliva tudi model izravnave.

Menimo, da je edino korektno, da standardno podajamo oceno izmerjenega preteklega prirastka (prirastek dreves prisotnih pri obeh izmerah) in le tisti del prirastka vraslih dreves, ki je nastal v zadnjem obdobju in da je potrebno izvesti korekturo za drevje, ki prerašča iz 2 arske v 5 arsko ploskev. Čeprav je prirastek izločenih dreves lahko precejšen, zaradi težav pri določanju časa poseka, tega dela prirastka ne bomo upoštevali. Končna ocena je tako nekaj nižja, verjetnost, da je prirastek precenjen pa bistveno manjša.

Za potrebe načrtovanja je potrebno izdelati oceno bodočega prirastka, računski model pa mora ustrezati prirastoslovnim spoznanjem. Iz 100-letnih proučevanj na prirastoslovnih ploskvah namreč vemo, da tekoči volumenski prirastek v mladostni fazi naglo narašča, razmeroma zgodaj kulminira in nato počasi in stalno pada. Nasprotno lesna zaloga sestojev s starostjo pri pravilnem gospodarjenju stalno narašča.

Predstavljeno metodologijo smo uporabili pri izračunu za enoto Črni vrh, ki jo predstavljamo v nadaljevanju študije.

8. OCENA PRIRASTKA LESNE ZALOGGE GE ČRNI VRH

8.1. Kratka predstavitev objekta in organizacije snemanja

Gozdnogospodarska enota Črni vrh obsega 5 585.08 ha izključno večnamenskih gozdov. Je prva enota GO Tolmin, ki je bila posneta s kontrolno vzorčno metodo, že leta 1990. Skupno je bilo posneto 423 ploskev. V visokogorskem bukovju (610 ha) je bila opravljena le izmera na redki vzorčni mreži 1000 x 1000 m, ki je bila dopolnjena s strokovno oceno lesne zaloge s kotnoštevno metodo.

Bistvene značilnosti popisa:

- vzorčna mreža 250 x 250 m (stratum 1 in 3), 250 x 500 m v stratumu 2; ostali gozdovi: 1000x1000 m
- koncentrične vzorčne ploskve: 2/5 arov;
- čas snemanja: 1990: julij, avgust, september (datumi na snemalnih listih);
1999 : poleti, točen datum ni znan;
- dolžina kontrolnega obdobja: 10 let
(podatek je nezanesljiv, bolj verjetno 9.5 let)
- število ploskev, upoštevanih v ekspertizi: 415 (6763 dreves);
- ugotavljanje prirastka: 1990 vrtanje 2 dreves/ploskev;
1999: brez posebnih meritev.

Za terenski popis je bilo skupno porabljeno 1487 ur, kar ustreza delovnemu učinku 4,7 ploskev na dan, ali pri mreži 250 x 250 m, 29,37 ha/dan

Podrobnosti popisa so razvidne iz snemalnih listov v prilogi 3.

8.2. Rezultati izračuna ZGS

Ugotovitve ZGS so podane le za rezultate izmere s kontrolno vzorčno metodo.

Lesna zaloga:

N= 422 ploskev, LZha= 273 m³/ha, E%= 4,7%

Prirastek lesne zaloge:

lv ha = 6,43 m³/ha, E%= ni znan

Izračun je potekal kot sledi:

- 1) $lv\% = (V2 - V1) / V1$;
- 2) Izračun srednjih vrednosti odstotnih prirastkov lv% (mediane) po debelinskih stopnjah (5 cm) za posamezne skupine drevesnih vrst in stratume;
- 3) Regresijska izravnava srednjih vrednosti (median) po debelinskih stopnjah;
- 4) Izračun prirastka lesne zaloge po obrazcu:
 $lvha = V2 * lv\%$.

8.3. Primerjava različnih metod izračuna prirastka lesne zaloge (rezultati ekspertize GIS)

Glavni kazalci vzorčnih ploskev 2000

Za vsako posamezno ploskev so bili najprej izračunani glavni dendrometrični kazalci in shranjeni v posebni datoteki. Tako pripravljena datoteka je bila podlaga za izračun srednjih vrednosti in pomembnih statističnih kazalcev za celo enoto in posamezne stratume.

Preglednica 6: Srednje vrednosti dendrometričnih kazalcev in statistični parametri za GE Črni vrh

	DG sred.premjer cm 1	VARIT sred.vol.drevo m ³ 2	NHASS št. Drees/ha 3	GhASS tem.m ² /ha 4	IBASS tem.vol.drevo m ³ /ha 5
Count	415	415	415	415	415
Average	28.6482	0.57641	610.602	27.1667	4.68117
Median	29.0	0.46	550.0	27.0	4.0
Standard deviation	8.56217	0.42232	342.618	11.5264	1.86116
Standard error	0.4203	0.0207309	17.4154	1.82044	0.29344
Minimum	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0
Maximum	51.0	2.72	2350.0	27.0	11.0
Coeff. of variation	29.8873	73.2674	56.1114	41.4316	40.4316
Sum	11889.0	239.21	25369.1	11263.1	1943.1

	Vha2 Lesna zaloga 2000 m ³ /ha 6	IVhadif Ivm ³ /ha-vol.dif. 7	IVhazgs Ivm ³ /ha ZGS-deb.stopnj. 8	IVhazgs_drevo Ivm ³ /ha Iv /VI 9	IVha_ID Ivm ³ /ha 10
Count	415	415	415	415	415
Average	274.092	5.19759	4.46916	6.14506	1.19117
Median	285.4	5.0	6.6	3.5416	0.0
Standard deviation	132.029	2.18653	2.71698	3.80533	2.14019
Standard error	6.48105	0.107333	0.133371	0.186796	0.105056
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	703.6	14.6	13.9	34.0366	11.0
Coeff. of variation	48.1696	42.0681	41.9999	61.9159	42.4356
Sum	113748.0	2157.0	2684.7	2550.58	2043.1

	POSEK m ³ /ha 101 13	SUISICE m ³ /ha 101 14	VRAST m ³ /ha 101 15	Vha1 Lesna zaloga 1990 m ³ /ha 16	IVPST Iv Prirastka 17
Count	415	415	415	415	415
Average	29.3087	2.95735	1.06434	1.42604	0.00000
Median	0.0	0.0	3.4	1.0	0.0
Standard deviation	53.8107	9.05414	15.4506	124.527	1.0
Standard error	2.64147	0.44445	0.758439	6.11477	0.00000
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	445.1	86.0	94.7	610.8	1.0
Coeff. of variation	183.6	306.157	144.023	86.921	0.0
Sum	12163.1	1227.3	4433.6	103098.0	0.0

Razlaga:

- IVhadif: volumensko diferenčna metoda (metoda 2). Oceno neto prirastka (prirastek dreves izmerjenih v 2 obdobjih) in prirastek vraslih dreves v zadnjem obdobju. Korektura ocene prirastka je bila izvedena za dreve, ki prerašča iz 2 arskih v 5 arske ploskve, kot je bilo opisano. Prirastek posekanih in odmrlih dreves ni upoštevan.
- IVhazgs: metoda volumenskih prirastnih nizov (izravnava in izračun po 1 cm debelinskih stopnjah)
- IVhazgs_drevo: metoda volumenskih prirastnih nizov (brez izravnave, obračun preko vrednosti posameznih dreves)
- IVha_ID: tarifno diferenčna metoda z regresijsko izravnavo debelinskega prirastka (cela enota skupaj)

Vidimo, da je naša ocena lesne zaloge (V2) popolnoma v skladu z oceno ZGS. V 10 letih je bilo posekano 29,31 m³/ha, odmrlo pa je 2,96 m³/ha lesne mase. Skupna izguba znaša torej 32,27 m³/ha ali 3,23 m³/ha na leto. V tem času je znašala vrast 10,68 m³/ha ali 1,07 m³/ha na leto.

Ovisno od izbrane metode, se ocena prirastka lesne zaloge giblje od 5,20 do 6,47 m³/ha na leto.

Na osnovi predstavljenih sumarnih kazalcev je že mogoče oceniti nestrukturirani prirastek lesne zaloge v preteklem obdobju po obrazcih klasične kontrolne metode.

Za GE Črni vrh dobimo:

Vha2 : 274,09 m³/ha

Vha2 : 248,43 m³/ha

Posek z mortaliteto v 10 letih: 29,31 +2,96 v m³/ha=32,27 m³/ha

$lv \text{ m}^3/\text{ha za 10 let } t = Vha2 \text{ m}^3/\text{ha} + (Vp+Vm) \text{ m}^3/\text{ha za 10 let} - Vha1 \text{ m}^3/\text{ha}$

$lv \text{ m}^3/\text{ha za 10 let} = 274,09 + (29,31 + 2,96) - 248,43 = 57,93 \text{ m}^3/\text{ha}/10 \text{ let}$

$lv \text{ m}^3/\text{ha leto} = 5,79 \text{ m}^3/\text{ha na leto}$

(ocena preteklega prirastka z vrstjo)

Neto prirastek lesne zaloge dobimo: $(57,932 - 10,68)/10 \text{ let} = 4,725 \text{ m}^3/\text{ha na leto}$

Izmerjena vrednost prirastka lesne zaloge z volumensko diferenčno metodo je 5,16 m³/ha in se od navedene vrednosti razlikuje točno za vrednost prirastka vraslih dreves lv_{vr} in korekture za preraščanje (glej prilogo 2: Posebne analize prirastka).

Ocena prirastka za enoto in izbrane stratume

Izračun na podlagi vrednosti posameznih dreves in ploskev daje zelo podobne vrednosti. Prikazan je prirastek po stratumih kot so bili oblikovani za enoto Črni vrh s strani ZGS. Prikazali bomo izračune za različne zvrsti prirastka.

Volumensko diferenčna metoda (metoda2)

Metoda temelji na izračunu volumenskega prirastka za vsako posamezno drevo. Tako izračunane vrednosti so (brez izravnave) osnova za izračun prirastka lesne zaloge ploskve, oziroma enote. Ocene vsebujejo prirastek vraslih dreves preteklega obdobja in korekturo za preraščanje.

Ocena neto prirastka z vrstjo

Preglednica 7: Ocena prirastka lesne zaloge po stratumih in za enoto Črni vrh

Dependent variable: IVhadif

Factor: STRAT_RAST

Number of observations: 415

Number of levels: 4

ANOVA Table for IVhadif by STRAT_RAST

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	9,60358	3	3,20119	0,67	0,5721
Within groups	1969,69	411	4,79244		
Total (Corr.)	1979,3	414			

Summary Statistics for IVhadif

STRAT_RAST	Count	Average	Standard error	Coeff. of variation
1	258	5,27984	0,126676	38,5374%
2	30	4,98	0,580792	63,8781%
3	116	5,02241	0,209258	44,8743%
4	11	5,70909	0,505327	29,3563%
Total	415	5,19759	0,107333	42,0681%

Table of Means for IVhadif by STRAT_RAST
with 95,0 percent LSD intervals

STRAT_RAST	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
1	258	5,27984	0,136291	5,0904	5,46929
2	30	4,98	0,399685	4,42444	5,53556
3	116	5,02241	0,203259	4,73988	5,30494
4	11	5,70909	0,660058	4,79161	6,62657
Total	415	5,19759			

Prirastek lesne zaloge v preteklem obdobju je znašal 5,20 m³/ha z mejami zaupanja ± 0,21 m³/ha. Koeficient variacije KV=42% je nekaj nižji kot pri oceni lesne zaloge (KV%=48), kar pomeni, da je ocena prirastka bolj točna kot ocena lesne zaloge.

Razlike vrednosti prirastka med stratumi niso signifikantne, čeprav bi jih, če bi obstajale, z volumensko diferenčno metodo morali prepoznati. Ocenjujemo, da je prirastek posekanega in odmrlega drevja v istem obdobju znašal približno 0,32 m³/ha, kar ni zanemarljivo.

Metoda volumenskih prirastnih nizov (ZGS)

Metoda temelji na izravnavi odstotnih prirastkov (mediane) po debelinskih stopnjah (regresijska analiza), pri čemer so odstotni prirastki izračunani glede na osnovo Vha1, kar daje bistveno višje ocene kot Presslerjev obrazec. Metoda daje bodoči pričakovani prirastek z vrstjo.

Po stratumih dobimo sledeče ocene.

Preglednica 8: Ocena prirastka lesne zaloge po stratumih in za enoto Črni vrh (metoda ZGS)

Dependent variable: IVhazgs
 Factor: STRAT_RAST
 Number of observations: 415
 Number of levels: 4

ANOVA Table for IVhazgs by STRAT_RAST

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	20,5306	3	6,84354	0,93	0,4278
Within groups	3035,61	411	7,38592		
Total (Corr.)	3056,15	414			

Summary Statistics for IVhazgs

STRAT_RAST	Count	Average	Standard error	Coeff. of variation
1	258	6,6314	0,155925	37,7678%
2	30	6,37667	0,631522	54,2445%
3	116	6,12845	0,273255	48,0227%
4	11	6,50909	0,855406	43,5661%
Total	415	6,46916	0,133371	41,999%

Table of Means for IVhazgs by STRAT_RAST
 with 95,0 percent LSD intervals

STRAT_RAST	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
1	258	6,6314	0,169197	6,39621	6,86658
2	30	6,37667	0,496183	5,66697	7,06636
3	116	6,12845	0,252333	5,77771	6,47919
4	11	6,50909	0,819419	5,3701	7,64808
Total	415	6,46916			

Table of Means for IVhazgs by STRAT_RAST
 with 95,0 percent LSD intervals

STRAT_RAST	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
1	258	6,6314	0,169197	6,39621	6,86658
2	30	6,37667	0,496183	5,66697	7,06636
3	116	6,12845	0,252333	5,77771	6,47919
4	11	6,50909	0,819419	5,3701	7,64808
Total	415	6,46916			

Zopet ugotavljamo, da razlik med stratumi ni. Ker izravnava ni bila narejena po stratumih, so malenkostne razlike po stratumih le odsev različnih lesnih zalog. Dobimo približno isto oceno, kot jo za GE Črni vrh navaja tudi ZGS.

Če izravnave po debelinskih stopnjah ne naredimo in računamo z dejanskimi odstotnimi prirastki ($lv\%i = (V2i-V1i)/V1i \cdot 100$) za posamezna drevesa (preglednica 6, stolpec 9), dobimo kot oceno prirastka lesne zaloge vrednost $lv=6,14 \text{ m}^3/\text{ha}$, kar je precej nižje kot pri originalni metodi z izravnavo. Rezultat je torej tudi v tem primeru precej odvisen od modela izravnave in frekvenčne razporeditve po debelinskih stopnjah.

Tarifno-diferenčna metoda (I_D prirastni nizi)

Za primerjavo navajamo tudi za GE Črni vrh rezultate ocene s tarifno-diferenčno metodo. Metoda temelji na ugotavljanju debelinskega prirastka z razliko premerov in tarifno-diferenčnih odstotkih. Debelinski prirastki so bili pred izračunom volumenskega prirastka izravnani po 1 cm debelinskih stopnjah upoštevana so le drevesa, prisotna pri obeh izmerah, označena s kodo 0). Ker nas zanimajo predvsem ocene na ravni GE, je bila izravnava narejena za posamezne skupine drevesnih vrst toda ne po stratumih.

Preglednica 9: Ocena prirastka lesne zaloge po stratumih in za enoto Črni vrh (I_D prirastni nizi)

Dependent variable: IVha_Id
 Factor: STRAT_RAST
 Number of observations: 415
 Number of levels: 4

ANOVA Table for IVha_Id by STRAT_RAST

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	17,0101	3	5,67003	1,24	0,2948
Within groups	1879,29	411	4,57248		
Total (Corr.)	1896,3	414			

Summary Statistics for IVha_Id

STRAT_RAST	Count	Average	Standard error	Coeff. of variation
1	258	5,17597	0,120911	37,5217%
2	30	5,03333	0,519202	56,4991%
3	116	4,72586	0,214843	48,9632%
4	11	5,30909	0,73651	46,0102%
Total	415	5,04337	0,105058	42,4358%

Table of Means for IVha_Id by STRAT_RAST
 with 95,0 percent LSD intervals

STRAT_RAST	Count	Mean	Std. error (pooled s.e.)	Lower limit	Upper limit
1	258	5,17597	0,133127	4,99092	5,36102
2	30	5,03333	0,390405	4,49087	5,576
3	116	4,72586	0,198539	4,44989	5,00183
4	11	5,30909	0,644732	4,41291	6,20527
Total	415	5,04337			

Vidimo, da dobimo približno iste vrednosti kot z volumensko diferenčno metodo. Ker ni upoštevano preraščanje, je ocena nekoliko nižja. Tudi v tem primeru so razlike med stratumi nesignifikantne.

Ocena uporabljenih metod izračuna prirastka

Ocene prirastka lesne zaloge predstavljenih metod se precej razlikujejo. Poglejmo si povezave in primerjavo ocen prirastka lesne zaloge posameznih popisnih ploskev z volumensko-diferenčno metodo in metodo volumenskih prirastnih nizov.

Preglednica 10: Primerjava ocen prirastka lesne zaloge posameznih popisnih ploskev z volumensko-diferenčno metodo in metodo volumenskih prirastnih nizov

Regression Analysis - Square root-Y model: $Y = (a + b \cdot X)^2$

Dependent variable: IVhadif
Independent variable: IVhazgs

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	1,29002	0,0470904	27,3945	0,0000
Slope	0,143106	0,00671255	21,3192	0,0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	62,5877	1	62,5877	454,51	0,0000
Residual	56,872	413	0,137705		
Total (Corr.)	119,46	414			

Correlation Coefficient = 0,723825
R-squared = 52,3923 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 52,277 percent
Standard Error of Est. = 0,371086
Mean absolute error = 0,274997
Durbin-Watson statistic = 1,62627 (P=0,0001)
Lag 1 residual autocorrelation = 0,185933

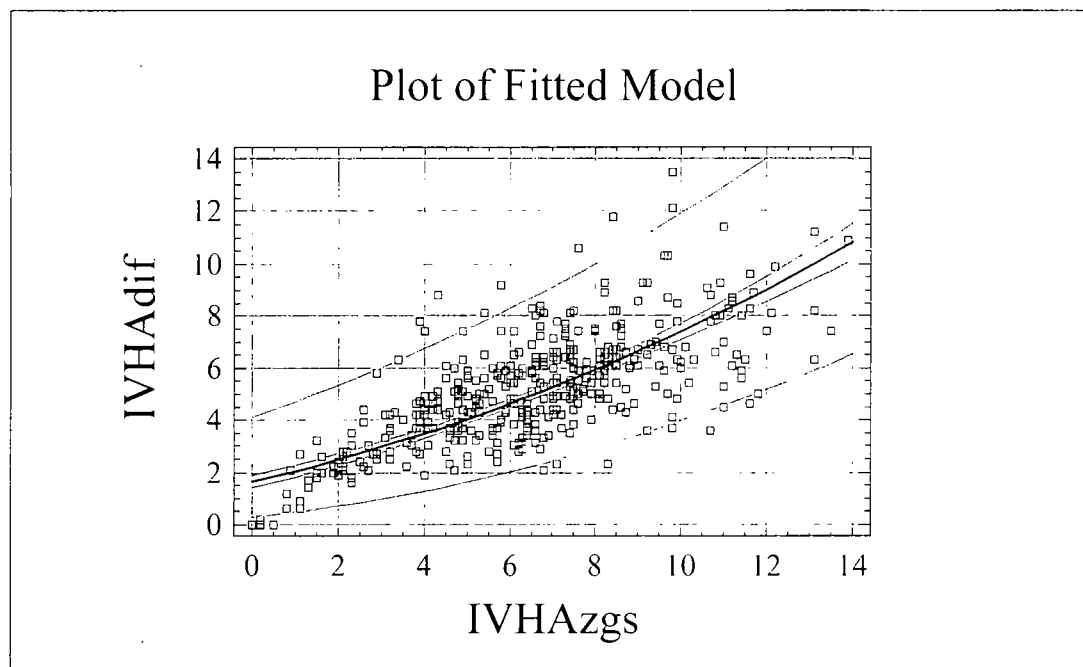
The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a square root-Y model to describe the relationship between IVhadif and IVhazgs. The equation of the fitted model is

$$IVhadif = (1,29002 + 0,143106 \cdot IVhazgs)^2$$

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Square root-Y	0,7238	52,39%
Square root-X	0,7125	50,76%
Linear	0,7044	49,61%



Slika 2: IVHADif v odvisnosti od IVHAzgs

Predicted Values		95,00% Prediction Limits		95,00% Confidence Limits	
X	Predicted Y	Lower	Upper	Lower	Upper
IVHAzgs m3/ha	IVHADif m3/ha				
1,0	2,05384	0,48893	4,69E95	1,82943	2,29124
2,0	2,4845	0,711527	5,3312	2,27177	2,70675
3,0	2,95612	0,975295	6,0079	2,75965	3,15534
4,0	3,46869	1,28003	6,72E24	3,29071	3,65136
5,0	4,02222	1,62552	7,48E45	3,86055	4,1872
6,0	4,61671	2,01156	8,28E71	4,46187	4,77419
7,0	5,25216	2,43795	9,13E24	5,08626	5,42073
8,0	5,92857	2,90448	10,0202	5,73005	6,13046
10,0	7,40426	3,95715	11,9225	7,08793	7,72749
12,0	9,04378	5,16798	13,997	8,56146	9,53932

Ugotovimo lahko, da je povezava razmeroma ohlapna. V povprečju daje metoda volumenskih odstotnih prirastnih nizov precej višje ocene kot volumensko-diferenčna metoda, vendar to ne velja za celotni debelinski razpon; močno povišane ocene opazamo v ploskvah z močnim priraščanjem (z večjo razliko V_2-V_1). Precejšen pomen pri tem ima razmerje med V_{ha1} in V_{ha2} , kar pomeni, da se situacija odvisno od rasti in zgradbe sestojca stalno spreminja. Za interpretacijo rezultatov pa je pomembno tudi dejstvo, da se obe oceni za posamezno ploskev lahko bistveno razlikujeta. Vzrok temu so v precejšnji meri tudi predhodne izravnave pri metodi volumenskih prirastnih nizov.

Realno oceno preteklega prirastka lesne zaloge daje nesporno volumensko diferenčna metoda. Če nas zanima ocena bodočega prirastka pa predlagamo, da izhajamo iz Presslerjevega odstotnega prirastka ki odraža priraščanje glede na povprečno lesno zalogo preteklega obdobja $(V1+V2i)/2$ in lesne zaloge pri drugi premerbi $V2i$. V našem primeru dobimo za GE Črni vrh naslednje ocene:

Izračun odstotka prirastka za posamezno drevo:

$$lv\%i_Pressler = (v2i-v1i)/((v1i+v2i)/2)*100 = lvi/((v1i+v2i)/2)*100$$

Izračun prirastka lesne zaloge za ploskev ali enoto:

$$lvha\ m^3/ha = Vha2*lvPres/100$$

Rezultati izračuna so prikazani v preglednici 11.

Preglednica 11: Ocena bodočega prirastka lesne zaloge po stratumih in za enoto Črni vrh

Dependent variable: Vha2*(IVPSS/100) IVPSS= Iv%Press= (V2I-V1I)/((V1I+V2I)/2)*100
 Factor: STRAT_RAST
 Number of observations: 415
 Number of levels: 4
 ANOVA Table for Vha2*(IVPSS/100) by STRAT_RAST

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	13,5395	3	4,51317	0,57	0,6324
Within groups	3231,83	411	7,86334		
Total (Corr.)	3245,37	414			

Summary Statistics for Vha2*(IVPSS/100)

STRAT_RAST	Count	Average	Standard error	Coeff. of variation
1	258	5,67621	0,160172	45,325%
2	30	5,58061	0,805509	79,0586%
3	116	5,47746	0,258689	50,866%
4	11	6,59501	0,817644	41,1193%
Total	415	5,6381	0,137438	49,6592%

Table of Means for Vha2*(IVPSS/100) by STRAT_RAST with 95,0 percent LSD intervals

STRAT_RAST	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
1	258	5,67621	0,17458	5,43354	5,91887
2	30	5,58061	0,511968	4,86897	6,29225
3	116	5,47746	0,26036	5,11556	5,83936
4	11	6,59501	0,84548*	5,41978	7,77024
Total	415	5,6381			

Približno isto oceno dobimo tudi, če računamo $IVha = IVhadif/((Vha2+Vha1/2)*Vha2 = 5,44\ m^3/ha$, vendar ta ocena zaradi odvisnosti rezultatov od frekvenčne porazdelitve po posameznih ploskvah ni povsem korektna.

9. RAZPRAVA IN PREDLOG METODE IZRAČUNA SESTOJNEGA PRIRASTKA

9.1. Prednosti in pomanjkljivosti uporabljenih metod

Skupne lastnosti predstavljenih metod so:

- Po drevesnih vrstah in debelinskih stopnjah dobimo neposredno strukturirano oceno prirastka lesne zaloge;
- Dobimo oceno prirastka lesne zaloge drevja, prisotnega pri obeh izmerah in prirastek vraslih dreves zadnjega obdobja.
- Prirastek je pri vseh navedenih metodah nekoliko podcenjen zaradi neupoštevanja prirastka izpadlih dreves (napaka: -5 do 10%) in nekoliko precenjen (v primerjavi z vrtanjem), ker je upoštevan tudi prirastek lubja (napaka + 5 – 10 %).
- Natančnost ocene prirastka je bistveno odvisna od pravilne določitve dolžine obdobja, kar je v primeru snemanj med vegetacijsko dobo razmeroma težko (poznati bi morali dnevni potek prirastka med vegetacijsko dobo v letih obeh premerb). V primeru premerbe GE Črni vrh je bila dolžina obdobja nekje med 9,5 in 10 let, kar pomeni, da so ocene za do 5% prenizke.

Obstajajo pa tudi pomembne razlike:

Metode prirastnih nizov:

Obe metodi prirastnih nizov sta razmeroma enostaveni in v gozdarski operativi že v uporabi. Za obe je značilno, da za izračun izločita le zanesljive, uporabne podatke, ki jih grupirata po skupinah drevesnih vrst in po stratumih, včasih tudi po razvojnih fazah. Vsaka tako oblikovana skupina individualnih podatkov se z regresijsko analizo še homogenizira tako, da dobimo niz podatkov (I_D ali $I_V\%$ srednje vrednosti) po 5-cm debelinskih stopnjah (orig. ZGS pristop). Glavna hiba postopka je v tem, da konkretne podatke za posamezne vzorčne ploskve nadomešča z izravnanimi povprečnimi vrednostmi in s tem onemogoči učinkovito, podrobneje prostorsko razčlenjeno proučevanje odvisnosti rasti od rastišča, zgradbe sestoja in gozdnogospodarskega ukrepanja, ki predstavljajo bistveni element kontrolne metode. Prirastne razlike med ploskvami sicer navidezno ostajajo, so pa za vsako konkretno analizo neuporabne, ker so pravzaprav le slika razlik v lesni zalogi. Neugodno je tudi, da so rezultati analize pogosto obremenjeni s sistematičnimi napakami zaradi neustrezno izbranih regresijskih modelov. S tem je velika prednost volumensko diferenčne metode kot instrumenta za opazovanje razvoja gozdnega sestoja v mikrookolju izničena.

Ker je stratifikacija opravljena na samem začetku obračuna prirastka, je metoda pri nadaljnji obdelavi podatkov izredno nefleksibilna. Vsaka nova stratifikacija zahteva ponovitev celotnega obračuna.

Zaradi grupiranja podatkov se prirastne vrednosti za posamezne drevesne vrste izgubijo v povprečjih za večje skupine, kar onemogoča analize za posamezne redkeje

zastopane drevesne vrste (npr. prirastek kostanja, prirastek drevja določene stopnje poškodovanosti).

Ocena bodočega prirastka po metodologiji volumenskih prirastnih nizov (metoda 1b) je zelo vprašljiva, ker predpostavlja, da prirastek lesne zaloge z njo tudi narašča. Prirastoslovne raziskave tega ne potrjujejo. Uporaba vrednosti median za izravnavo brez upoštevanja števila drevja v posameznih debelinskih stopnjah zlahka vodi do pristranskih ocen.

Ocena vzorčne napake prirastka lesne zaloge je otežkočena (metoda 1a: izračun vzorčne napake po načelih prenosa napak), oziroma nemogoča (metoda 1b).

Metode prirastnih nizov so zaradi potrebe po predhodni stratifikaciji in regresijski analizi tudi zelo zahtevne in bistveno povečujejo obseg dela. To vodi do zamud pri obračunu podatkov.

2). Volumensko diferenčna metoda

Metoda ohranja polno informacijsko vsebino originalnih podatkov in zagotavlja popolno fleksibilnost vse do končne analize. Poleg tega daje metoda prostorsko opredeljeno oceno prirastka za vsako posamezno popisno ploskev (vsak podatek ima X,Y koordinate), kar dovoljuje neposredno uporabo v GIS. Ker se upoštevajo le prirastne vrednosti dreves na ploskvi, rezultati niso odvisni od modelov predhodne izravnave (glej metodo 1). Tako izračunane vrednosti so brez zadržkov uporabne za nadaljnje statistične analize (npr: izračun vzorčne napake) in dovoljujejo prosto oblikovanje stratumov.

Metoda je glede obračunavanja zelo nezahtevna in jo je mogoče v veliki meri avtomatizirati. Pred izračunom ni potrebno opraviti stratifikacije in zamudnih regresijskih analiz.

9.2. Predlog metode

Iz analize prednosti in pomanjkljivosti predstavljenih metod jasno sledi, da je za uporabo najprimernejša in najenostavnejša **metoda volumenskih diferenc**, ki hkrati zagotavlja tudi najkakovostnejše ocene. To velja tako za informacijsko vsebino kot za zahtevo po prostorski opredeljenosti. Metoda daje nepopačene vrednosti prirastka in dovoljuje oceno vzorčne napake. Potek metode je definiran v prilogi 1.

Za oceno prirastka lesne zaloge predlagamo izračun 2 ločenih kazalcev:

1) Izračun dejanskega preteklega prirastka, ki vsebuje neto prirastek (prirastek dreves prisotnih pri obeh premerbah) in prirastek vraslih dreves zadnjega obdobja. Zaradi metodoloških težav ugotavljanja se prirastek posekanih in odmrlih dreves ne upošteva.

2) Za oceno vrednosti bodočega prirastka predlagamo obrazec:

$$I_{vm}^3/ha = (IVha/(V_2+V_1)/2)*V_2 = I_{v_pres}*V_2$$

Pri čemer je: $IVha = (V_2 - V_1)$

10. LITERATURA

Akca, A., Bleisch, T., Terwey, F. in Rumler, R., 1996: Zur Planung und Kontrolle in einem Beispielbetrieb fuer naturnahe Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen mit Hilfe von permanenten Probeflaechen. Allg. Forst- u. Jgd-Ztg. 167, 1-2

Fuchs, Alfred, 1993: Wiederholungsaufnahme und Auswertung einer permanenten Betriebsinventur im Bayerischen Forstamt Ebrach. Forstliche Forschungsberichte Muenchen, št. 131, 1993, 157 s.

Hočevar M., s soavtorji, 1988: Gozdna inventura. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 60 s.

Hočevar, M., Hladnik, D., 1989: Izboljšanje učinkovitosti in informacijske vsebine gozdne inventure s stratificiranim vzorčenjem. Zbornik gozdarstva in lesarstva, št 34, 1989, s. 5-20.

Hočevar, M., 1990a: Zasnova gozdne inventure kot del gozdarskega informacijskega sistema. V: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo, 9 s., Ljubljana BF-VTOZD za gozdarstvo 1990.

Hočevar, M., 1990b: Kontrolna vzorčna metoda. V: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo, 9 s., Ljubljana BF-VTOZD za gozdarstvo 1990.

Hočevar, M., 1990c: Anforderungen an die Forstinventur als Bestandteil des forstlichen Informationssystems. Oestr. Forstztg. 101, 4: 75-76.

Hočevar, M., 1990d: Ueberwachung gefaehrderter Waelder mittels Kontrollstichproben und Fernerkundung. Proceedings: Research in forest inventory, monitoring, growth and yield, s.: 86-94. Publication FWS-3-90, School of Forestry and Wildlife Resources, Univ. Blacksburg, Virginia.

Hočevar, M., 1990e: Poškodovanost in rast smrekovega gorskega gozda na poključko - jeloviški planoti. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 36, 1990, s. 27-68.

Hočevar, M., s soavtorji, 1990a: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 49 s.

Hočevar, M., s sodelavci, 1990a: Kontrolna vzorčna metoda - Navodila za pripravo in snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah. V: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo, 29 s., Ljubljana BF-VTOZD za gozdarstvo 1990.

Hočevar, M., 1996: Dendrometrija – gozdna inventura. Ljubljana, BF-Oddelek za gozdarstvo, 274 s., študijsko gradivo

Koehl, M. 1994: Statistisches Design fuer das zweite schweizerische Landesforstinventar: Ein Folgeinventurkonzept unter Verwendung von Luftbildern und terrestrischen aufnahmen. Mitt. Eidg. Forsch. anst. Wald, Schnee Landsch. V69/4, 141 s.

MKGP, 1998. Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. UL RS 5/98 Schmid-Haas, P., 1964: Stichprobenerhebung. Begrueundung zu den Aufnahmeinstruktionen. EAFV, Birmensdorf, 8 s.

11. PRILOGE

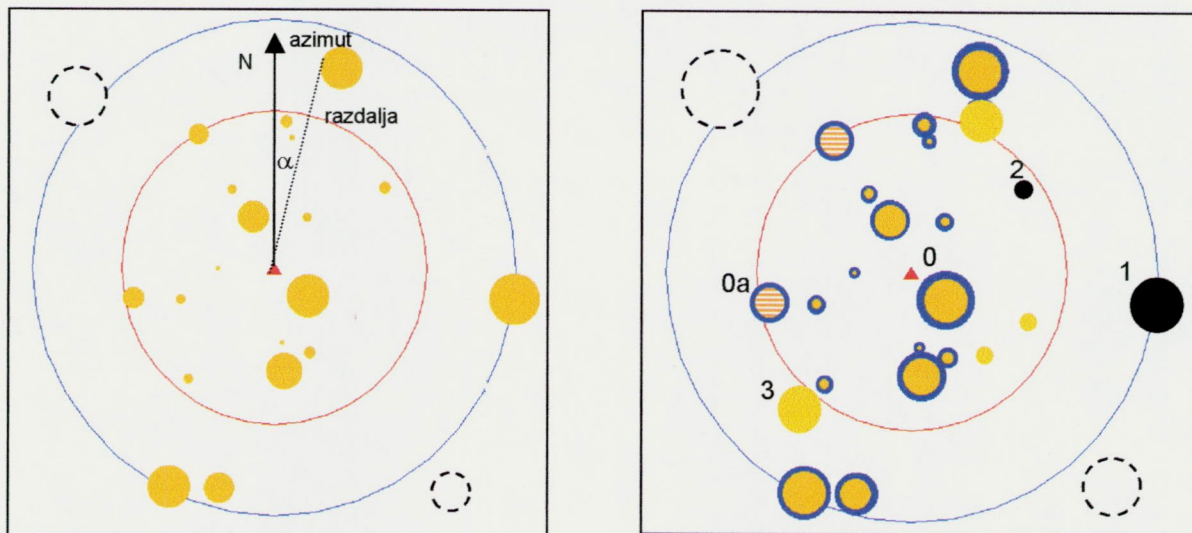
11.1. Priloga: TEST

11.2. Priloga: Primerjava metod Črni vrh

11.3. Snemalni list in šifrant Črni vrh

Priloga 1

IZRAČUN DENDROMETRIJSKIH KAZALCEV NA TESTNI VZORČNI PLOSKVI – ENA PLOSKEV KONTROLNE VZORČNE METODE



Slika 1: Situacija dreves pri 1. in 2. premerbi. Drevo v levem zgornjem kotu ni bilo upoštevano, ker razdalja od centra ploskve do stržena drevesa presega mejno vrednost.

Splošni obrazec za izračun prirastka lesne zaloge m³/ha:

Izračun prirastka lesne zaloge ploskve :

$$I_v \text{ m}^3/\text{ha} = \sum_1^i I_{vi} * F_{ha}$$

Pri čemer je:

- i: število dreves v ploskvi;
- I_{vi}: volumenski prirastek drevesa i v m³;
- F_{ha} faktor preračunavanja na ha; vrednost faktorja je odvisna od površine vzorčne ploskve;
- n število ploskev v enoti.

Prirastek lesne zaloge vzorčne ploskve je osnovni podatek (variabla) za nadaljnje izračune prirastnih vrednosti po stratumih in raznih obračunskih enotah ter za oceno statističnih kazalcev (vzorčna napaka, varianca, itd).

Preglednica 1: Datoteka dreves drxxx.dbf s podatki 1. in 2. premerbe. Podatki so sortirani po azimutu; vraslo drevje je dodano na dnu tabele (glej tudi sliko1).

ODD	PL	AZM	RZD	DV	D1	SOC1	Hm	Hd	STAR	KODA	D2	SOC2
		°	dm		cm		dm	dm	let		cm	
127	2	5	75	41	19	3	0	0	0	0	25	3
127	2	8	67	41	12	3	0	0	0	0	15	3
127	2	19	107	11	48	1	0	0	0	0	56	1
127	2	34	31	41	15	2	260	0	90	0	19	3
127	2	55	81	41	19	2	0	0	0	2	0	0
127	2	97	127	11	57	1	0	0	0	1	0	0
127	2	129	23	11	49	1	0	340	100	0	57	2
127	2	156	47	41	18	3	0	0	0	0	21	3
127	2	173	38	11	11	3	0	0	0	0	12	3
127	2	174	53	21	43	2	0	0	0	0	49	2
127	2	194	116	11	37	2	0	0	0	0	43	2
127	2	206	125	11	49	2	0	0	0	0	53	2
127	2	218	72	11	16	3	0	0	0	0	18	3
127	2	251	51	21	16	3	0	0	0	0	19	3
127	2	258	75	11	28	2	0	0	0	0	37	2
127	2	270	29	41	11	3	0	0	0	0	12	3
127	2	330	79	41	27	2	0	0	0	0	31	2
127	2	331	45	41	16	3	0	0	0	0	17	3
127	2	337	28	21	38	2	0	0	0	0	40	
127	2	24	87	21	0	0	0	0	0	3	34	1
127	2	112	65	41	0	0	0	0	0	3	13	3
127	2	138	56	41	0	0	0	0	0	3	12	3
127	2	220	88	11	0	0	0	0	0	3	36	2

V ploskvi sta 2 drevesi izpadli, 4 drevesa so vrasla (2 drevesi prag 10 cm, 2 drevesi prag 30 cm).

Preglednica 2: Izračun volumnov posameznih dreves (Volxxx.dbf)

ODD	SEST_TIP	DV	AZM	RZD	D1	D2	V1	V2	IV	IV2AR	IV5AR	Ivpres	D2-D1	KODA
			°	dm	cm	cm	m ³	m ³	m ³ /10 let	m ³ /10 let	m ³ /10 let	%	mm/10let	
127	724	41	5	75	19	25	0.2124	0.4408	0.228	0.0	0.0	69.92	60	0
127	724	41	8	67	12	15	0.0479	0.1049	0.057	0.0	0.0	74.73	30	0
127	724	11	19	107	48	56	2.0627	2.9045	0.842	0.0	0.0	33.89	80	0
127	724	21	24	87	30	34	0	0.9344	0.242	0.0	0.0	29.72	40	3
127	724	41	34	31	15	19	0.1049	0.2124	0.107	0.0	0.0	67.72	40	0
127	724	41	55	81	19	0	0.2124	0	0.0	0.0	0.0	0	0	2
127	724	11	97	127	57	0	3.0198	0	0.0	0.0	0.0	0	0	1
127	724	41	112	65	10	13	0	0.0646	0.045	0.0	0.0	105.92	30	3
127	724	11	129	23	49	57	2.1601	3.0198	0.860	0.0	0.0	33.19	80	0
127	724	41	138	56	10	12	0	0.0479	0.028	0.0	0.0	82.60	20	3
127	724	41	156	47	18	21	0.1822	0.2796	0.097	0.0	0.0	42.18	30	0
*127	724	11	173	38	11	12	0.0333	0.0479	0.015	0.0	0.0	35.86	10	0
127	724	21	174	53	43	49	1.6094	2.1601	0.551	0.0	0.0	29.22	60	0
127	724	11	194	116	37	43	1.1392	1.6094	0.470	0.0	0.0	34.21	60	0
127	724	11	206	125	49	53	2.1601	2.5720	0.412	0.0	0.0	17.41	40	0
127	724	11	218	72	16	18	0.1284	0.1822	0.54	0.0	0.0	34.59	20	0
127	724	11	220	88	30	36	0	1.0687	0.376	0.0	0.0	42.71	60	3
127	724	21	251	51	16	19	0.1284	0.2124	0.084	0.0	0.0	49.26	30	0
127	724	11	258	75	28	37	0.5852	1.1392	0.554	0.107	0.447	64.26	90	0
127	724	41	270	29	11	12	0.0333	0.0479	0.015	0.0	0.0	35.86	10	0
127	724	41	330	79	27	31	0.5348	0.7497	0.215	0.158	0.057	33.46	40	0
127	724	41	331	45	16	17	0.1284	0.1542	0.026	0.0	0.0	18.22	10	0
127	724	21	337	28	38	40	1.2120	1.3642	0.152	0.0	0.0	11.82	20	0

- *deleži prirastka dreves, ki so prerasla iz 2-arske ploskve v 5-arsko;
- ** odstotek volumenskega prirastka po Presslerju v %/10 let, pri vraslem drevju upoštevan.

Za vrasla drevesa je bil stari premer D_1 ocenjen s pomočjo funkcije $D_1 = a + b \cdot D_2$ (parametri v datoteki `ldxxx.dbf`). Istočasno je bil postavljen pogoj, da premer D_1 ne more biti večji od 10 (2-arska ploskev), oziroma 30 cm (5-arska ploskev).

METODA PRIRASTNIH NIZOV

Tarifno-diferenčna metoda z regresijsko izravnavo debelinskega prirastka I_D

Izračun prirastka lesne zaloge Iv_{I_D} s tarifno-diferenčno metodo in metodo I_D prirastnih nizov

- 1) izračun $I_D = D_2 - D_1$;
- 2) Regresijska izravnavo: $I_D = a + b \cdot D_2$;
- 3) Določitev algoritma za izračun $Iv\%$ tarife pri $I_D = 1\text{cm}$;
- 4) Izračun dejanskih $Iv\%$;
- 5) Izračun $Iv_{I_D} \text{ m}^3/\text{ha}$: $Iv \text{ m}^3/\text{ha} = V_2 \cdot F_{\text{ha}} \cdot Iv\% \text{ dejanski}$.

Izračun I_D z metodo razlik premerov

$I_D = D_2 - D_1$ v cm za 10 let, upoštevano samo drevje s kodo=0
Izračun: glej preglednico 2

Regresijska izravnavo: $D_2 - D_1 = I_D = a + b \cdot D_2$

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: $D_2 - D_1$
Independent variable: D_2
Selection variable: Koda=0

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	5.09621	8.08203	0.63056	0.5385
Slope	1.10567	0.235034	4.70428	0.0003

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	5007.3	1	5007.3	22.13	0.0003
Residual	3167.7	14	226.264		
Total (Corr.)	8175.0	15			

Correlation Coefficient = 0.782632
R-squared = 61.2513 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 58.4836 percent
Standard Error of Est. = 15.0421
Mean absolute error = 11.0799
Durbin-Watson statistic = 0.880918 (P=0.0064)
Lag 1 residual autocorrelation = 0.30651
Number of excluded rows: 4

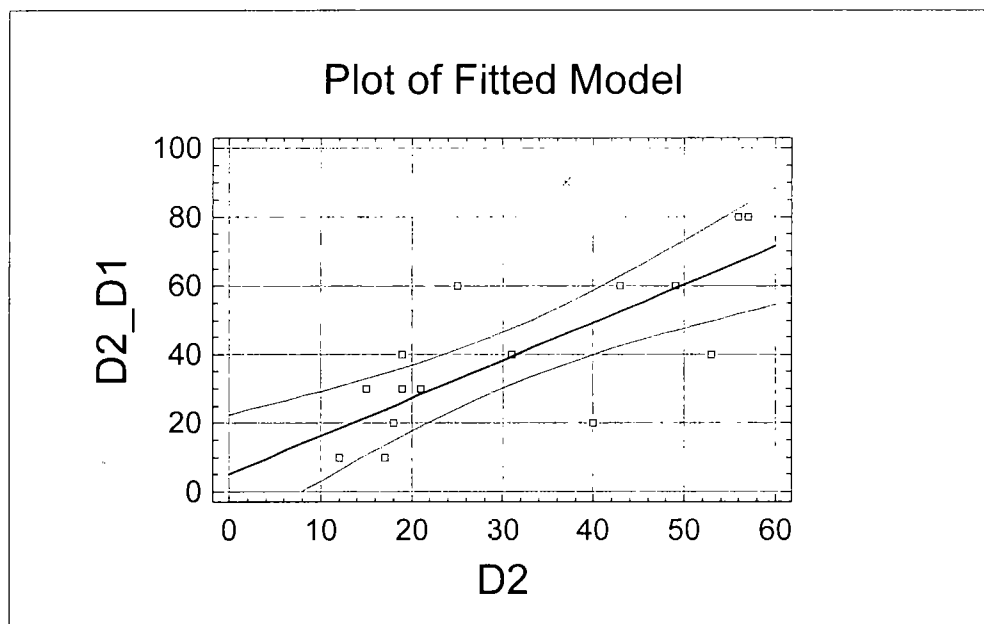
The StatAdvisor

The equation of the fitted model is
 $D_2 - D_1 = 5.09621 + 1.10567 \cdot D_2$

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
S-curve	-0.8031	64.50%
Logarithmic-X	0.7857	61.74%
Square root-X	0.7856	61.72%
Linear	0.7826	61.25%
Double reciprocal	0.7774	60.43%
Multiplicative	0.7748	60.03%
Reciprocal-X	-0.7703	59.33%
Square root-Y	0.7663	58.73%
Exponential	0.7333	53.78%
Reciprocal-Y	-0.6407	41.05%

$D2_D1 = 5.09621 + 1.10567 \cdot D2$
 R-squared (adjusted for d.f.) = 58.4836 percent



Slika 2: Regresijska izravnava debelinskega prirastka po 1cm debelinskih stopnjah (upoštevane vsa drevesa s kodo = 0)

Določitev algoritma za izračun Iv% tarife pri $I_D = 1\text{cm}$ (vmesne tarife)

Običajni obrazec za izračun Iv% pri debelinskemu prirastku 1cm:

$$Iv\% = 100 \frac{K_V (2d - 10)}{K_V (d-2,5) (d-7,5)} = 100 \frac{2d - 10}{(d-2,5) (d-7,5)}$$

smo nadomestili z regresijsko določenim algoritmom, ki smo ga uporabljali pri nadaljnjih izračunih.

Ugotavljanje algoritma za izračun tarifnega odstotnega prirastka - vmesne tarife

Regresijska izravnava tabeliranih vrednosti odstotnih prirastkov

Regression Analysis - Reciprocal-Y model: $Y = 1/(a + b \cdot X)$

Dependent variable: Iv% tarifa

Independent variable: D2

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	-0.0285341	0.0000571457	-499.322	0.0000
Slope	0.00505934	0.00000142634	3547.08	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	4.26625	1	4.2662512581788.59		0.0000
Residual	0.000298731	881	3.39082E-7		
Total (Corr.)	4.26655	882			

Correlation Coefficient = 0.999965

R-squared = 99.993 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99.993 percent

Standard Error of Est. = 0.000582307

Mean absolute error = 0.000404131

The equation of the fitted model is

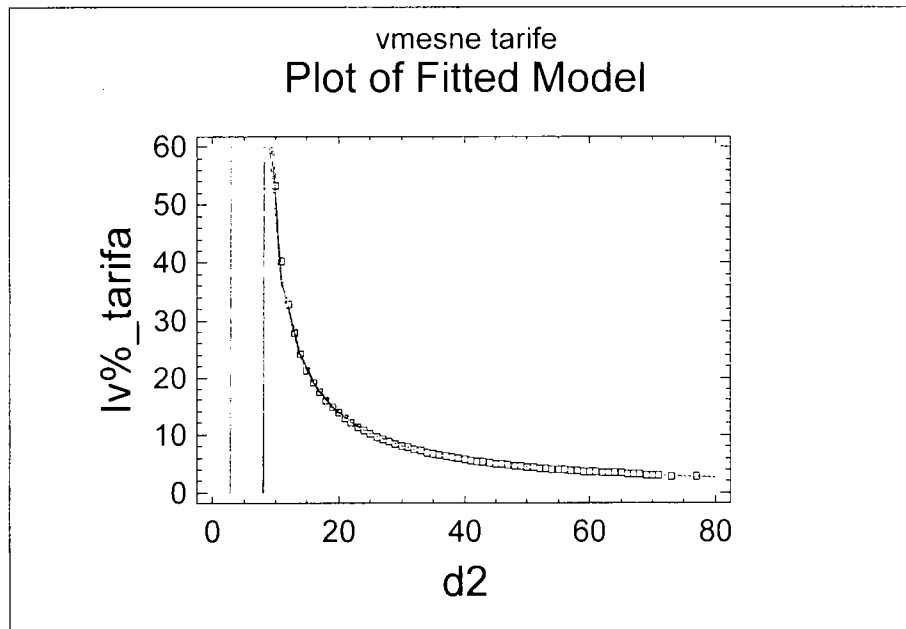
$$Iv\%_{tarifa} = 1/(-0.0285341 + 0.00505934 \cdot D2)$$

Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	1.0000	99.99%
Multiplicative	-0.9948	98.96%
S-curve	0.9890	97.81%
Reciprocal-X	0.9685	93.81%
Exponential	-0.9434	89.00%
Logarithmic-X	-0.8906	79.31%
Double reciprocal	-0.8882	78.90%
Square root-Y	-0.8700	75.69%
Square root-X	-0.8353	69.77%
Linear	-0.7738	59.88%

Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
D2 cm	Iv%				
12.5	28.8121	27.8927	29.7943	28.7458	28.8788
17.5	16.6655	16.3539	16.9892	16.6466	16.6844
22.5	11.7232	11.5682	11.8824	11.7153	11.7311
27.5	9.04178	8.94935	9.13615	9.03788	9.04569
32.5	7.35866	7.29733	7.42102	7.35644	7.36088
37.5	6.20382	6.16013	6.24808	6.20234	6.2053
42.5	5.36228	5.32965	5.39532	5.36111	5.36346
47.5	4.72178	4.69645	4.74739	4.72073	4.72284
52.5	4.21797	4.19773	4.23839	4.21696	4.21897
57.5	3.8113	3.79475	3.82798	3.81032	3.81228



Slika 3: lv% v odvisnosti od D2

Izračun dejanskega odstotka volumenskega prirastka lv%

Za vsako drevo se dejanski lv % izračuna po obrazcu:

$$lv\%_{\text{dejanski}} = (1 / (-0.0285341 + 0.00505934 * D2)) * (5.09621 + 1.10567 * D2)$$

Izračunane vrednosti so podane kot lv%_I_D v preglednici 3.

Izračun prirastka lesne zaloge lv m³/ha

Izračun poteka po obrazcu:

$$lv_{m^3/ha_I_D} \text{ m}^3/ha = V2 * Fha * lv\%_{\text{dejanski}}$$

Rezultati izračuna so za posamezna drevesa prikazani v preglednici 3, za ploskev pa so vrednosti kot sledi:

```
Analysis Summary
Data variable: Ivm3haID
23 values ranging from 0.0 to 15.8329
```

```
Summary Statistics for Ivm3haID
Count = 23
Average = 5.73394
Median = 4.60108
Variance = 21.7198
Standard deviation = 4.66045
Standard error = 0.97177
Minimum = 0.0
Maximum = 15.8329
Range = 15.8329
Std. skewness = 1.82065
Std. kurtosis = 0.0587717
Coeff. of variation = 81.2783%
Sum = 131.881/10 let
```

Sestojni prirastek, ocenjen na vzorčni ploskvi s tarifno diferenčno metodo, znaša 13,2 m³/ha. Ocena upošteva vrst, ne pa preraščanja .

Metoda volumenskih prirastnih nizov (ZGS metoda)

Potek izračuna:

- 1) Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves za obdobje: $lv=v2-v1$;
- 2) Izračun odstotka prirastka: $lv\%V1=(v2-v1)/v1*100$;
- 3) Izračun srednjih vrednosti $lv\%V1$ po debelinskih stopnjah (mediane. 1cm stopnje);
- 4) Regresijska izravnava srednjih vrednosti $lv\%median$ po debelinskih stopnjah (neponderirano) in za posamezne skupine drevesnih vrst: $lv\%V1reg_V2ha$;
- 5) Izračun letnega prirastka lesne zaloge lv .

Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves za obdobje

Glej preglednico 2. Izračun je enak kot pri metodi 2 ($lv=v2-v1$).

Izračun odstotka prirastka

Odstotek prirastka se računa z ozirom na začetni lesni volumen drevesa ($lv\%v1=(v2-v1)/v1*100$). Tako izračunane odstotne vrednosti so zmeraj večje kot po Presslerjevem obrazcu.

Izračun srednjih vrednosti $lv\%V1$ (mediane) po debelinskih stopnjah (1cm stopnje)

Analysis Summary: One-Way
Dependent variable: $lv\%V1$
Factor: D2
Selection variable: krona=C,
Number of Observations: 17
Number of levels: 15

4. 11. 2002 10:58:33 AM

Summary Statistics for $lv\%V1$

D2	Count	Average	Minimum	Maximum	Sum
12	1	4.38	4.38	4.38	4.38
15	1	11.9	11.9	11.9	11.9
17	1	2.01	2.01	2.01	2.01
18	1	4.19	4.19	4.19	4.19
19	2	6.545	6.54	10.25	12.7
21	1	5.35	5.35	5.35	5.35
25	1	10.7	10.7	10.7	10.7
31	1	1.02	1.02	1.02	1.02
37	1	3.42	3.42	3.42	3.42
40	1	1.91	1.91	1.91	1.91
43	1	4.13	4.13	4.13	4.13
49	1	3.42	3.42	3.42	3.42
53	1	1.91	1.91	1.91	1.91
56	1	4.08	4.08	4.08	4.08
57	1	3.98	3.98	3.98	3.98
Total	17	5.41294	4.19	10.7	86.6156

D2	Minimum	Maximum	Coeff. of variation	Sum
12	4.38	4.38	0.0	4.38
15	11.9	11.9	0.0	11.9
17	2.01	2.01	0.0	2.01
18	4.19	4.19	0.0	4.19
19	6.54	10.25	31.1491	12.7
21	5.35	5.35	0.0	5.35
25	10.7	10.7	0.0	10.7
31	1.02	1.02	0.0	1.02
37	3.42	3.42	0.0	3.42
40	1.91	1.91	0.0	1.91
43	4.13	4.13	0.0	4.13
49	3.42	3.42	0.0	3.42
53	1.91	1.91	0.0	1.91
56	4.08	4.08	0.0	4.08
57	3.98	3.98	0.0	3.98

Analiza ima le demonstrativni karakter, ker je število dreves zelo majhno.

Regresijska izravnava srednjih vrednosti (Iv%median)

Izračun je narejen po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (neponderirano).
Dobimo nove izravnane Iv%, to je Iv%regV1

Izravnava : IV%_mediane izračunane po D2stop >>>> izračun reg izravnave:

Regression Analysis - Linear model: Y = a + b*X

Dependent variable: Iv%median

Independent variable: D2stop

Selection variable: koda=0

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	8.27098	2.31843	3.56749	0.0073
Slope	-0.0811169	0.0582676	-1.39214	0.2014

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	19.8425	1	19.8425	1.94	0.2014
Residual	81.9063	8	10.2383		
Total (Corr.)	101.749	9			

Correlation Coefficient = -0.441604

R-squared = 19.5014 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 9.43912 percent

Standard Error of Est. = 3.19973

Mean absolute error = 2.27812

Durbin-Watson statistic = 2.86897 (P=0.0229)

Lag 1 residual autocorrelation = -0.437122

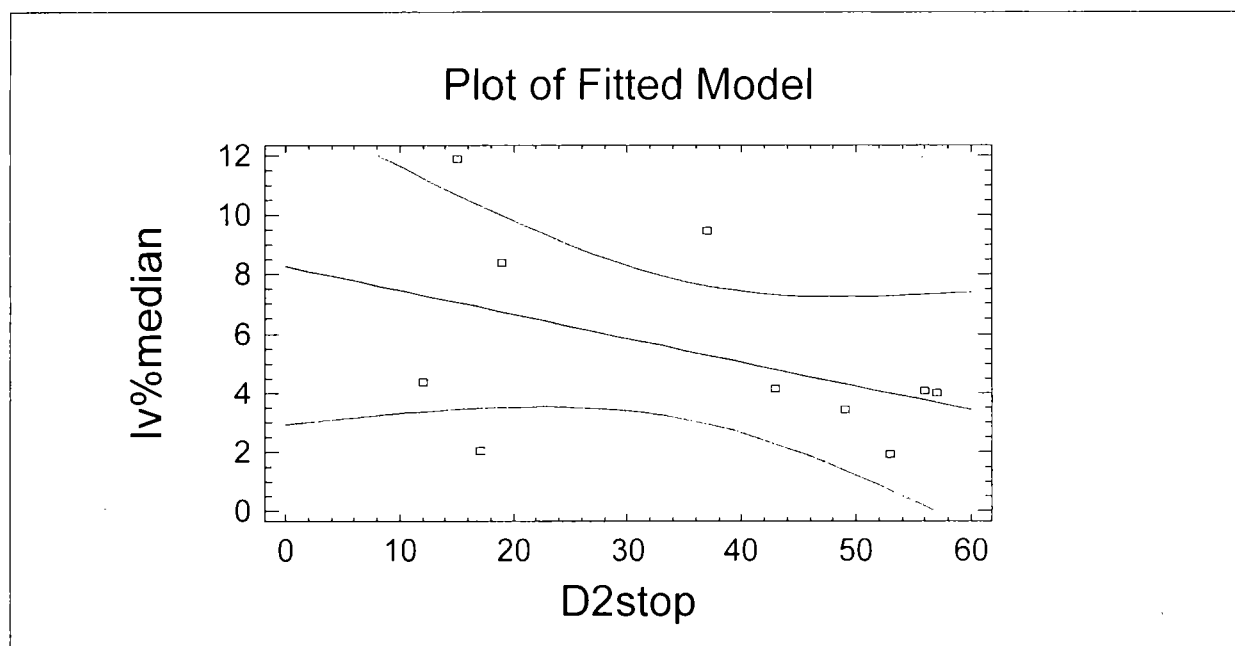
Zaradi nizkega števila dreves je prikazani izračun le demonstrativen (vse drevesne vrste skupaj).

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between Iv%median and D2stop. The equation of the fitted model is

$$Iv\%median = 8.27098 - 0.0811169 * D2stop$$

Linear	-0.4416	19.50%
Square root-X	-0.4196	17.60%
Square root-Y	-0.4137	17.12%
Logarithmic-X	-0.3933	15.47%
Exponential	-0.3722	13.85%
Reciprocal-X	0.3315	10.99%
Multiplicative	-0.3297	10.87%
S-curve	0.2806	7.87%
Reciprocal-Y	0.2616	6.84%
Double reciprocal	-0.2050	4.20%



Slika 4: Iv%median v odvisnosti od D2stop

Izračun prirastka lesne zaloge $Iv\%V1reg_V2ha\ m^3/ha$

Prirastek lesne zaloge se izračuna kot vsota prirastkov posameznih dreves.

$$Iv\ m^3/ha = \sum Iv\% * V2 * Fha$$

$$Iv\%V1stopV2ha\ m^3/ha = \sum ((8.27098 - 0811169 * D2) * V2 * Fha) / 10$$

Rezultati izračuna za posamezna drevesa so prikazani v preglednici 3, za ploskev pa so vrednosti podani v stolpcu 3 spodnje preglednice:

Summary Statistics

	Ivm3_Iv%V1xV2ha 1	Iv%V1stopV2ha 3
Count	23	23
Average	7.7987	9.3127
Median	6.03	8.63108
Standard deviation	8.49663	6.98386
Standard error	1.77167	1.45624
Minimum	0.0	0.0
Maximum	24.04	22.0283
Coeff. of variation	108.949%	74.9929%
Sum 10 let	179.37	214.192

Za primerjavo je v stolpcu 2 prikazan rezultat izračuna brez izravnave po debelinskih stopnjah. Vidimo, da so razlike v oceni prirastka, na ravni posamezne stalne vzorčne ploskve precejšnje. Ker gre samo za eno ploskev ima primer le demonstrativni karakter.

VOLUMENSKO DIFERENČNA METODA

Potek izračuna:

1. Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves za obdobje: $lv=V2-V1$,
2. Izračun sestojnega prirastka lesne zaloge lv

Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves

Volumenski prirastek dreves prisotnih pri obeh premerbah je bil izračunan po obrazcu:

$$lv=v2 - v1$$

Korekcija zaradi preraščanja: Pri drevesih, ki so prerasla z 2-arske ploskve v 5-arsko ploskev je bil izveden ločen obračun prirastka za rast do debeline 29.9cm ($Fha=50$) in za rast nad 30 cm ($Fha=20$). Prirastek preraslega drevesa je bil izračunan kot seštevek obeh vrednosti.

Izračun volumenskega prirastka vraslih dreves je potekal v 3 korakih:

1. Izračun $D1$ po obrazcu: $D1=a +b*D2$
pogoj: $D1$ ni večji od merskega praga!

Parametri funkcije so zapisani v datoteki $ldxxx.dbf$ in so bili določeni s predhodno analizo po drevesnih vrstah in stratumih, možna pa je tudi uporaba starih prirastnih nizov.

2. Izračun volumna vraslega drevesa s pomočjo tarif:
 $v1=f(D1)$ in $v2=f(D2)$.
3. Izračun volumenskega prirastka drevesa:
 $lv=v2-v1$

Izračun sestojnega prirastka lesne zaloge lv

Sestojni prirastek lesne zaloge je izračunan kot vsota na ha preračunanih volumenskih prirastkov posameznih dreves.

V preglednici 3 so predstavljene vrednosti prirastka za posamezna drevesa za dve varianti metode 2. Prva metoda (osnovna metoda: $IVHa_vrast$) upošteva prirastek dreves prisotnih pri obeh premerbah, prirastek vraslih dreves za zadnje obdobje in korekcijo prirastka za prerasla drevesa. Druga varianta upošteva samo prirastek dreves prisotnih pri obeh premerbah (neto prirastek, $lvha$ brez lv_vr , brez korekcije za preraščanje).

Statistični kazalci za oba izračuna so predstavljeni v spodnji preglednici.

Summary Statistics

	IVHa_vrast	Ivha brez Iv _{vr}
Count	23	23
Average	6.05348	5.01174
Median	4.84	3.04
Standard deviation	5.28478	5.42675
Standard error	1.10195	1.13156
Minimum	0.0	0.0
Maximum	17.2	17.2
Coeff. of variation	87.3016%	108.281%
Sum 10 let	139.23	115.27
Prirastek m³/ha/leto	13,92	11,53

Metoda daje oceno preteklega prirastka vključno s prirastkom vraslih dreves v zadnjem obdobju.

Ocena bodočega prirastka lesne zaloge

Ocena bodočega prirastka lesne zaloge je bistveno odvisna od referenčne lesne zaloge na osnovi katere računamo odstotni volumenski prirastek (vha1 ali vha2).

Če v obrazec za izračun bodočega prirastka lesne zaloge:

$$Iv \text{ m}^3/\text{ha} = Iv\% * Vha2/100$$

vstavimo Iv%, ugotovljen po Presslerju $((V2-V1)/(V2+V1)/2)*100$ dobimo: 13,92 m³/ha/leto, če pa vstavimo Iv% ugotovljen z obrazcem $((V2-V1)/V1)*100$ pa 17,94 m³/ha/leto. Razlika je vsekakor izdatna.

Preglednica 3: Primerjava različnih metod izračuna prirastka lesne zaloge (Podlaga so podatki v preglednicah 1 in 2)

Izračun Iv2GS m3/ha izravnane mediane po deb. stopnjah na osnovo V2 in na ha
 $Iv\ m3/ha = (8.27098 - 0.0811169 * D2) * V2 * Pha2 / 10$
 Izsek iz file:voltestk_ha_k_reg_sf3D1

DV	D1	D2	Fha1	Fha2	V1ha	V2ha	Ivha_z Iv_vr	Ivha brez Iv_vr	Iv_IV% pres_V2ha	Iv_IV%es_V2V1ha	Ivm3_Iv% V1x_V2ha	Iv%V1 stpv2ha median	Ivm3 ha_Ib	KODA
	cm	cm			m3/ha	m3/ha	M3/ha	m3/ha	m3/ha	m3/ha	m3/ha	m3/ha	m3/ha	
J	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41	19	25	50	50	10.62	22.04	11.4	11.4	15.41	11.42	23.70	13.76	7.37	0
41	12	15	50	50	2.395	5.245	2.85	2.85	3.91	2.85	6.24	3.70	2.40	0
11	48	56	20	20	41.254	58.09	16.84	16.84	19.69	16.84	23.71	21.66	15.28	0
21	30	34	20	20	0	18.688	4.84	0	0.00	0.00	0.00	10.30	5.56	3
41	15	19	50	50	5.245	10.62	5.35	5.35	7.20	5.38	10.88	7.15	4.10	0
41	19	0	50	50	10.62	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
11	57	0	20	20	60.396	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
41	10	13	50	50	0	3.23	2.25	0	0.00	0.00	0.00	2.33	1.69	3
11	49	57	20	20	43.202	60.396	17.2	17.2	20.05	17.19	24.04	22.03	15.83	0
41	10	12	50	50	0	2.395	1.4	0	0.00	0.00	0.00	1.75	1.37	3
41	18	21	50	50	9.11	13.98	4.85	4.85	5.90	4.87	7.47	9.18	5.09	0
11	11	12	50	50	1.665	2.395	0.75	0.75	0.86	0.73	1.05	1.75	1.37	0
21	43	49	20	20	32.188	43.202	11.02	11.02	12.62	11.01	14.78	18.56	11.67	0
11	37	43	20	20	22.784	32.188	9.4	9.4	11.01	9.40	13.29	15.40	8.96	0
11	49	53	20	20	43.202	51.44	8.24	8.24	8.96	8.24	9.81	20.43	13.67	0
11	16	18	50	50	6.42	9.11	2.7	2.7	3.16	2.69	3.82	6.20	3.64	0
11	30	36	20	20	0	21.374	7.52	0	0.00	0.00	0.00	11.44	6.25	3
21	16	19	50	50	6.42	10.62	4.2	4.2	5.24	4.20	5.95	7.15	4.10	0
11	28	37	50	20	29.26	22.784	14.29	11.08	14.64	11.08	21.57	12.01	6.61	0
41	11	12	50	50	1.66	2.395	0.75	0.75	0.66	0.73	1.05	1.75	1.37	0
41	27	31	50	20	26.74	14.994	9.04	4.3	5.02	4.30	6.03	8.63	4.60	0
41	16	17	50	50	6.42	7.71	1.3	1.3	1.41	1.29	1.55	5.31	3.21	0
11	38	40	20	20	24.2	27.284	3.04	3.04	3.22	3.04	3.43	13.71	7.74	0
11. ha / 10 let	26.				350.0	440.18	139.2	115.7	139.2	115.3	139.4	212.0	132.0	

Preglednica 4: Primerjava različnih metod izračuna prirastka

Test 8.8.2002 Summary Statistics

V1ha	D1	D2	D2-D1	1 reg
m3/ha	cm	cm	mm/10 let	mm/leto
Count	23	23	23	23
Average	26.4783	26.913	30.8696	3.48565
Median	19.0	21.0	30.0	2.83
Standard deviation	14.8167	17.0478	28.9063	1.86401
Standard error	3.08949	3.55472	6.02738	0.392843
Minimum	10.0	0.0	0.0	0.51
Maximum	57.0	57.0	90.0	6.81
Coeff. of variation	55.9579%	63.3441%	93.6401%	54.0504%
Sum	609.0	619.0	710.0	80.17

Ivha	V2ha	Iv%pres	Iv%_I _D	Iv%_V1
m3/ha/leto	m3/ha	%-Pressler	% I _D	% I _D
Count	23	23	23	23
Average	19.1383	2.98288	3.38696	4.00087
Median	13.98	3.346	3.1	4.04
Standard deviation	18.5193	2.41952	1.49158	1.87888
Standard error	3.86153	0.504505	0.311017	0.787099
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	60.396	7.4607	5.7	11.9
Coeff. of variation	96.7657%	81.1136%	44.0391%	91.952%
Sum	440.18	68.6062	77.9	92.02

440.18 m3/ha**11.53 m3/ha/leto**

	Ivm3ha_I _D	Ivm3_Iv%V1xV2ha	Iv%V1reg_V2ha	Iv%V1stopV2ha
	m3/ha	m3/ha	m3/ha	m3/ha
Count	23	23	23	23
Average	5.73391	7.7987	7.1687	9.31304
Median	4.6	6.03	6.24	8.63
Standard deviation	4.6593	8.49663	6.7189	6.98402
Standard error	0.971531	1.77167	1.40099	1.45527
Minimum	0.0	0.0	0.0	0.0
Maximum	15.83	24.04	19.69	22.03
Coeff. of variation	81.2586%	108.949%	93.7255%	74.9916%
Sum	131.88	179.37	164.88	214.0
Ivm3/ha/leto	13.19 m3/ha/leto	17.94 m3/ha/leto	16.49 m3/ha/leto	21.42 m3/ha/leto

Iv%pres: odstotek prirastka po Presslerju,**Iv%_I_D:** Odstotek prirastka;tarifno-diferenčna metoda z regresijsko izravnavo debelinskega prirastka I_D,**Iv%_V1:** Odstotek prirastka; Metoda izravnanih volumensko odstotnih prirastkov (ZGS),**Ivha:** volumensko diferenčna metoda,**Iv m³ha_I_D:** tarifno-diferenčna metoda z regresijsko izravnavo debelinskega prirastka I_D,**Ivm³_Iv%V1xV2ha:** Metoda volumensko odstotnih prirastkov-brez izravnave,**Iv%V1reg_V2ha:** Metoda izravnanih volumensko odstotnih prirastkov - upoštevane vse vrednosti,**Iv%V1stopV2ha:** Metoda izravnanih volumensko odstotnih prirastkov (ZGS);izravnava median po n1cm debelinskih stopnjah.

PILOTNA RAZISKAVA ČRNI VRH

Volumensko diferenčna metoda

Potek izračuna:

- 1) Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves za obdobje 1990 do 2000:
 $lv=v2-v1$;
- 2) Izračun sestojnega prirastka lesne zaloge lv m³/ha.

1. Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves za obdobje: $lv=v2-v1$
Volumenski prirastek vraslih dreves je ocenjen na podlagi izračuna: $D1=D2-I_D$, pri čemer je bil prirastni niz določen za posamezne skupine drevesnih vrst z regresijsko analizo po modelu:

$$I_D = a+bD2$$

Parametri a in b za posamezne drevesne vrste so shranjeni v datoteki ldtol20.dbf

2. Izračun sestojnega prirastka lesne zaloge lv za posamezne ploskve in enote (oznaka: IVHASS)

Summary

415 values ranging from 0.0 to 14.6

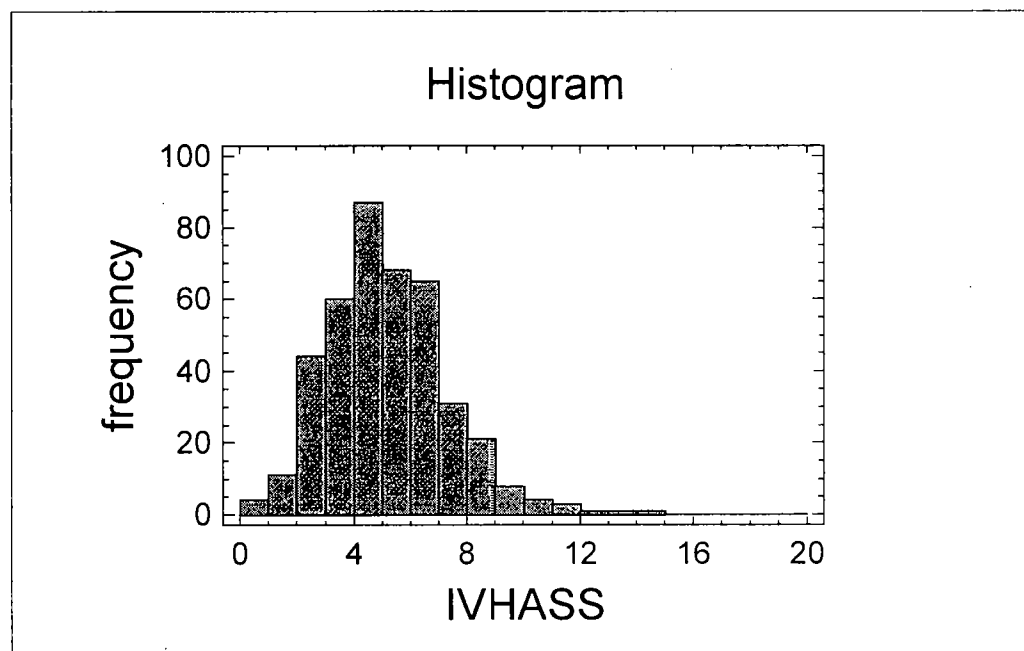
Summary Statistics for IVHASS

Count = 415
Average = 5.16578
Median = 5.0
Mode = 4.4
Geometric mean =
Variance = 4.77858
Standard deviation = 2.186
Standard error = 0.107306
Minimum = 0.0
Maximum = 14.6
Range = 14.6
Lower quartile = 3.7
Upper quartile = 6.4
Interquartile range = 2.7
Skewness = 0.529529
Std. skewness = 4.40391
Kurtosis = 1.23605
Std. kurtosis = 5.13988
Coeff. of variation = 42.3169%
Sum = 2143.8

Frequency Tabulation for IVHASS

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at or below		0.0		6	0.0145	6	0.0145
1	0.0	1.0	0.5	4	0.0096	10	0.0241
2	1.0	2.0	1.5	11	0.0265	21	0.0506
3	2.0	3.0	2.5	44	0.1060	65	0.1566
4	3.0	4.0	3.5	60	0.1446	125	0.3012
5	4.0	5.0	4.5	87	0.2096	212	0.5108
6	5.0	6.0	5.5	68	0.1639	280	0.6747
7	6.0	7.0	6.5	65	0.1566	345	0.8313
8	7.0	8.0	7.5	31	0.0747	376	0.9060
9	8.0	9.0	8.5	21	0.0506	397	0.9566
10	9.0	10.0	9.5	8	0.0193	405	0.9759
11	10.0	11.0	10.5	4	0.0096	409	0.9855
12	11.0	12.0	11.5	3	0.0072	412	0.9928
13	12.0	13.0	12.5	1	0.0024	413	0.9952
14	13.0	14.0	13.5	1	0.0024	414	0.9976
15	14.0	15.0	14.5	1	0.0024	415	1.0000
16	15.0	16.0	15.5	0	0.0000	415	1.0000
17	16.0	17.0	16.5	0	0.0000	415	1.0000
18	17.0	18.0	17.5	0	0.0000	415	1.0000
19	18.0	19.0	18.5	0	0.0000	415	1.0000
20	19.0	20.0	19.5	0	0.0000	415	1.0000
above	20.0			0	0.0000	415	1.0000

Mean = 5.16578 Standard deviation = 2.186



Slika 1: Frekvenčna porazdelitev IVHASS

Confidence Intervals for IVHASS

95.0% confidence interval for mean: 5.16578 +/- 0.210934 [4.95485, 5.37672]
 95.0% confidence interval for standard deviation: [2.0467, 2.3458]

Metoda volumenskih prirastnih nizov z izravnavo po debelinskih stopnjah

Potek izračuna:

- 1) Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves za obdobje 1990 do 2000:
 $lv=v2-v1$,
- 2) Izračun odstotka prirastka: $lv\%V1=(v2-v1)/v1*100$,
- 3) Izračun srednjih vrednosti $lv\%V1$ po debelinskih stopnjah (mediane, 1cm stopnje),
- 4) Regresijska izravnava srednjih vrednosti $lv\%median$ po debelinskih stopnjah (neponderirano) in za posamezne skupine drevesnih vrst: $lv\%V1reg_V2ha$,
- 5) Izračun letnega prirastka lesne zaloge lv .

1. Izračun volumenskih prirastkov posameznih dreves za obdobje 1990-2000:

Analiza zajema le drevje, ki je bilo prisotno pri obeh premerbah in je tudi glede kakovosti meritev neoporečno (koda=0).

Volumenski prirastek za vsako posamezno drevo je izračunan po obrazcu:

$$lv=v2-v1$$

Prirastek vraslih, posekanih in odmrlih dreves ni upoštevan.

Podatki so shranjeni v datoteki VOLtol.dbf

2. Izračun odstotnega prirastka

$$lv\%V1=(v2-v1)/v1 \quad \text{izražen kot količnik za 10 let (ne v odstotkih!)}$$

Odstotek prirastka je izračunan z ozirom na začetni lesni volumen drevesa. Tako izračunane odstotne vrednosti so zmeraj večje kot po Presslerjevem obrazcu.

3. Izračun srednjih vrednosti $lv\%V1$ (mediane) po debelinskih stopnjah (1cm stopnje)

ONE WAY analiza: izračun $lv\%V1$ po 1cm-deb. stopnjah

```

Analysis Summary
Dependent variable: lv%V1
Factor: D2
Selection variable: KODA=0
Number of observations: 5165
      (poenostavljen izračun:vse drevesne vrste skupaj, brez upoštevanja členitve po
      razvojnih fazah in stratumih)
Number of levels: 69 (št. debelinskih stopenj)
      (število 1 cm debelinskih stopenj)

```

ANOVA Table for lv%V1 by D2

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	256.663	68	3.77445	15.92	0.0000
Within groups	1215.69	5096	0.238558		
Total (Corr.)	1472.36	5164			

Summary Statistics for Iv%VI

D2	Count	Median	Standard deviation	Standard error	Minimum
10	61	0.0502513	0.0143014	0.0018311	0.0
11	156	0.6532266	0.321284	0.0257233	0.0
12	218	0.45045	0.562392	0.03809	0.0
13	235	0.358574	0.733206	0.0478291	0.0
14	212	0.73963	0.945251	0.0643291	0.0
15	211	0.615385	0.908975	0.0623795	0.0
16	166	0.537634	0.926845	0.0641691	0.0
17	168	0.467112	0.510291	0.0453695	0.0
18	172	0.420581	0.734707	0.0581004	0.0
19	157	0.376135	0.647564	0.0513612	0.0
20	147	0.345774	0.811471	0.066929	0.0
21	158	0.315443	0.491555	0.0391081	0.0
22	115	0.293998	0.389633	0.0363338	0.0
23	99	0.272328	0.34436	0.0343695	0.0
24	101	0.254977	0.547471	0.0544754	0.0
25	108	0.239312	0.389234	0.0374541	0.0
26	106	0.226643	0.67484	0.0655463	0.0
27	107	0.213552	0.260789	0.0252114	0.0
28	81	0.203453	0.249551	0.0277278	0.0
29	83	0.192555	0.170124	0.0166736	0.0
30	83	0.18404	0.229785	0.0252222	0.0
31	92	0.175624	0.205335	0.0214128	0.0
32	125	0.167538	0.172647	0.015442	0.0
33	120	0.161758	0.249552	0.0227898	0.0
34	146	0.155512	0.149828	0.0123597	0.0
35	126	0.149432	0.250562	0.0223219	0.0
36	124	0.227429	0.122838	0.0118312	0.0
37	116	0.218836	0.208045	0.0190375	0.0
38	117	0.211659	0.143397	0.0132562	0.0
39	115	0.203736	0.108675	0.010114	0.0
40	99	0.197537	0.111383	0.0112045	0.0
41	96	0.156557	0.160619	0.0163331	0.0
42	92	0.184938	0.112027	0.0114798	0.0
43	89	0.179532	0.149663	0.0158847	0.0
44	74	0.174252	0.124446	0.0144666	0.0
45	77	0.169732	0.165299	0.0189376	0.0
46	57	0.164658	0.102246	0.0135427	0.0596518
47	61	0.160415	0.112195	0.0143631	0.0
48	56	0.15637	0.0864644	0.0115543	0.0
49	47	0.152388	0.140188	0.0204385	0.0
50	42	0.148486	0.087407	0.0129472	0.0
51	52	0.144898	0.113374	0.0117381	0.0
52	35	0.195238	0.17617	0.0237781	0.0
53	21	0.138171	0.146704	0.0320133	0.0433107
54	31	0.186231	0.0865877	0.015548	0.0402798
55	32	0.18208	0.0906523	0.0160217	0.0
56	17	0.178014	0.0909401	0.0220562	0.0698152
57	19	0.174082	0.0745238	0.0170969	0.0395877
58	16	0.12404	0.0699768	0.0174942	0.0349543
59	15	0.121447	0.097477	0.0251695	0.0
60	17	0.16327	0.114875	0.0278613	0.0375104
61	17	0.116661	0.0844763	0.0204985	0.0
62	14	0.157103	0.0786665	0.0210245	0.0
63	12	0.133109	0.151428	0.0437136	0.0728475
64	10	0.150928	0.0819675	0.0259204	0.0714869
65	8	0.148257	0.0658113	0.0232678	0.0702389
66	4	0.187997	0.145043	0.0725215	0.106417
67	5	0.142872	0.0438183	0.0195961	0.0679123
68	7	0.102757	0.0537331	0.0202092	0.108711
69	2	0.239563	0.0305203	0.0215811	0.216002
70	3	0.135555	0.000024675	0.0000142461	0.135551
71	3	0.133353	0.0575372	0.0337191	0.0997171
72	2	0.207727	0.0560219	0.0396139	0.171111
73	1	0.12905	0.0	0.0	0.12905
76	2	0.1804	0.127471	0.0601381	0.127471
77	2	0.208761	0.0260983	0.0184343	0.198379
79	1	0.296468	0.0	0.0	0.296468
81	1	0.145948	0.0	0.0	0.145948
94	1	0.237949	0.0	0.0	0.237949
Total	5165	0.227429	0.533366	0.00740892	0.0

D2	Maximum	Coeff. of variation	Sum
10	0.0555556	31.0817%	2.80675
11	0.681818	78.264%	64.04
12	1.41104	85.2573%	143.802
13	2.26337	95.1317%	191.131
14	3.22222	106.548%	188.077
15	4.27778	118.203%	160.891
16	5.47739	121.214%	117.174
17	6.63363	98.6937%	71.1418
18	4.4837	122.733%	111.485
19	5.38043	126.882%	60.2414
20	6.8535e	100.00%	71.1418
21	3.32817	110.413%	74.1841
22	2.01724	96.3763%	48.4916
23	2.39275	88.1243%	58.7411
24	5.13932	160.183%	74.1841
25	3.20305	110.38%	38.0942
26	6.53251	172.073%	41.8713
27	1.93741	89.2456%	31.267
28	1.09442	60.2268%	25.1956
29	0.793542	74.6988%	18.9829
30	1.18959	80.884%	11.369
31	1.10768	96.2101%	14.8117
32	1.03692	81.9688%	26.3142
33	2.11373	105.461%	28.3956
34	0.920852	69.9123%	31.2887
35	2.16188	103.558%	30.4861
36	0.543578	60.3196%	25.251
37	1.86873	88.1304%	26.9887
38	0.899969	67.0999%	25.002
39	0.590853	60.5649%	20.6351
40	0.567425	60.633%	18.2027
41	1.08432	85.886%	17.9534
42	0.52479	59.3125%	17.3766
43	0.722518	76.2109%	17.4779
44	0.695104	66.6529%	13.8164
45	1.20519	78.4951%	16.2151
46	0.456656	57.5751%	10.1223
47	0.529164	65.2673%	10.486
48	0.352397	49.2552%	9.83045
49	0.782178	70.6658%	9.72418
50	0.461134	53.5814%	6.11324
51	0.546177	64.1567%	4.11397
52	0.915836	71.1418%	14.3591
53	0.59836	69.8383%	4.40499
54	0.36161	41.1146%	1.7171
55	0.353179	52.4225%	5.23232
56	0.408203	47.1352%	1.18771
57	0.336521	45.2981%	3.12586
58	0.328415	47.8691%	2.34275
59	0.320793	68.6783%	2.12999
60	0.564512	72.0446%	2.71064
61	0.307021	64.4428%	1.12348
62	0.300208	49.8963%	2.10721
63	0.5245	74.7605%	1.43062
64	0.339129	51.5696%	1.58945
65	0.282113	42.1388%	1.14636
66	0.431744	63.4655%	3.914154
67	0.1838	34.1435%	0.411174
68	0.222045	41.0014%	0.987363
69	0.261164	12.7389%	1.474111
70	0.135636	0.0181359%	0.436811
71	0.210301	39.1071%	0.441381
72	0.24734	26.969%	0.415453
73	0.12909	0.0%	0.12909
76	0.270535	70.6602%	0.360799
77	0.227215	12.5015%	0.417521
79	0.296468	0.0%	0.296468
81	0.145948	0.0%	0.145948
94	0.237949	0.0%	0.237949
Total	6.53251	137.234%	2009.61

4. Regresijska izravnava srednjih vrednosti Iv% (median) po debelinskih stopnjah (neponderirano)

Regression Analysis - Reciprocal-X model: $Y = a + b/X$

Dependent variable: Iv%median
Independent variable: D2_stop

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	0.0874134	0.0203739	4.2892	0.0001
Slope	4.53554	0.557131	8.14089	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0.575352	1	0.575352	66.27	0.0000
Residual	0.581653	67	0.00868139		
Total (Corr.)	1.15701	68			

Correlation Coefficient = 0.705179
R-squared = 49.7277 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 48.9774 percent
Standard Error of Est. = 0.093174
Mean absolute error = 0.0516508
Durbin-Watson statistic = 1.2865 (P=0.0007)
Lag 1 residual autocorrelation = 0.140726

The equation of the fitted model is

$$Iv\%median = 0.0874134 + 4.53554/D2_stop$$

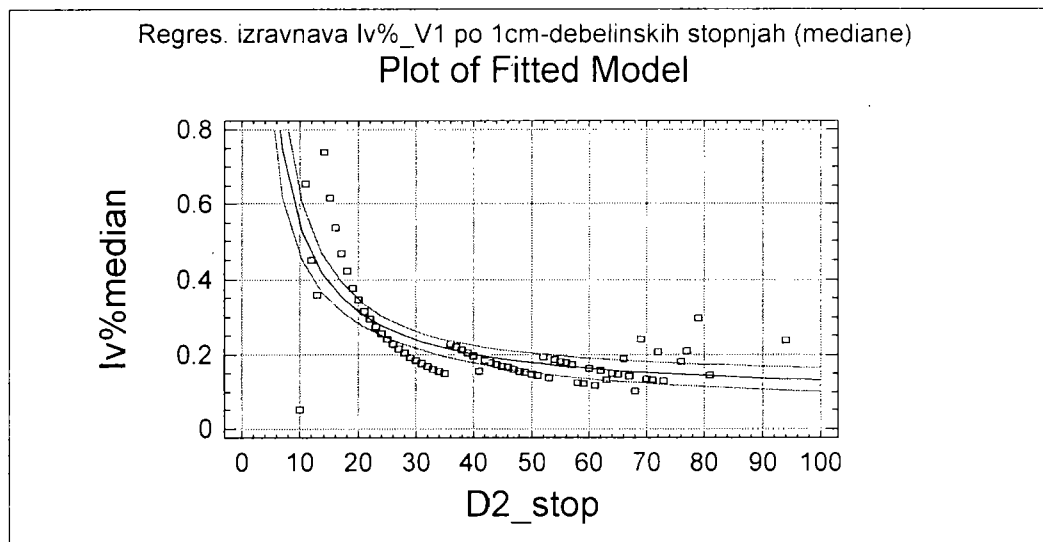
Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Reciprocal-X	0.7052	49.73%
Logarithmic-X	-0.6773	45.87%
Log probit	-0.6439	41.46%
Square root-X	-0.6299	39.67%
Multiplicative	-0.5955	35.46%
S-curve	0.5725	32.78%
Linear	-0.5705	32.54%

Predicted Values

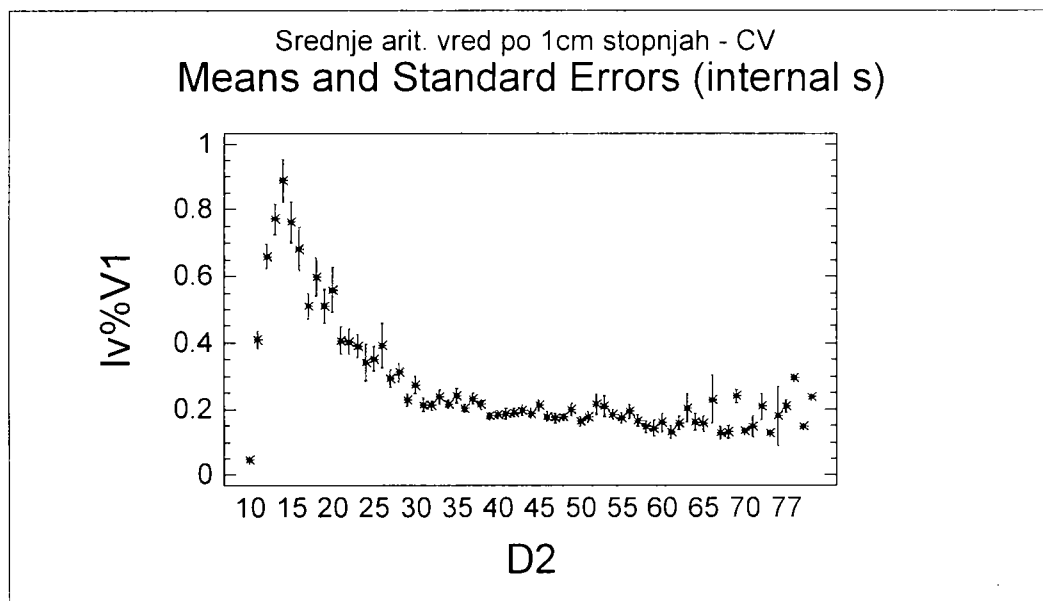
X D2	Predicted Y Iv%*	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
10.0	0.540968	0.338348	0.743587	0.460547	0.621388
20.0	0.314191	0.125626	0.502756	0.283053	0.345328
30.0	0.238598	0.0512532	0.425943	0.215995	0.261201
40.0	0.200802	0.0133814	0.388223	0.177581	0.224023
50.0	0.178124	-0.0095614	0.36581	0.152852	0.203396
60.0	0.163006	-0.0249478	0.350959	0.135815	0.190196
70.0	0.152207	-0.0359826	0.340396	0.123431	0.180982
80.0	0.144108	-0.0442829	0.332498	0.114045	0.17417
90.0	0.137808	-0.050753	0.32637	0.106694	0.168923
100.0	0.132769	-0.055938	0.321476	0.100784	0.164754

* odstotek prirastka v 0.1 enotah; np= 0.54 je 5.4%/leto



Slika 2: Iv%mediana v odvisnosti od D2_stop

Za primerjavo predstavljamo tudi model izračuna z izravnavo preko srednjih vrednosti Iv% po debelinskih stopnjah:



Slika 3: Odstotek priraščanja dreves (osnova V1) v odvisnosti od D2

Pripomba: Odstotki za D2=10 cm do D=13 cm so iz neznanega vzroka (vprašanje kakovosti meritev) popačeni.

Regressijska analiza: aritmetične srednje vrednosti Iv% po deb. stopnjah
 Regression Analysis - Reciprocal-X model: $Y = a + b/X$

Dependent variable: IV%average
 Independent variable: D2_stop

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	0.0816309	0.0261966	3.11609	0.0027
Slope	6.23134	0.716145	8.70122	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1.08602	1	1.08602	75.71	0.0000
Residual	0.961063	67	0.0143442		
Total (Corr.)	2.04708	68			

Correlation Coefficient = 0.728368
 R-squared = 53.0521 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 52.3513 percent
 Standard Error of Est. = 0.119767
 Mean absolute error = 0.0668714
 Durbin-Watson statistic = 0.542016 (P=0.0000)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0.498994

The equation of the fitted model is

$$IV\%average = 0.0816309 + 6.23134/D2_stop$$

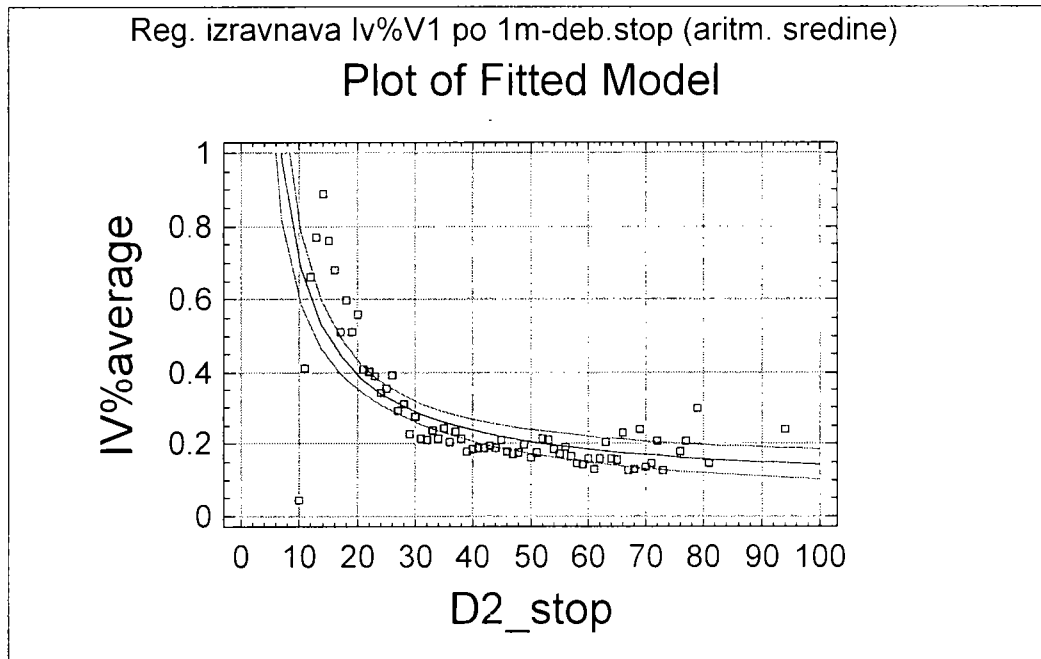
Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Logarithmic-X	-0.7402	54.80%
Reciprocal-X	0.7284	53.05%
Square root-X	-0.7069	49.97%
Log probit	-0.7053	49.75%
Square root-Y	-0.6579	43.29%
Linear	-0.6568	43.14%

Predicted Values

X D2	Predicted Y Iv%*	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
10.0	0.704765	0.444314	0.965215	0.601391	0.808139
20.0	0.393198	0.150813	0.635582	0.353174	0.433222
30.0	0.289342	0.0485259	0.530158	0.260286	0.316397
40.0	0.237414	-0.0034991	0.478328	0.207565	0.267263
50.0	0.206258	-0.0349965	0.447512	0.173773	0.238743
60.0	0.185486	-0.0561121	0.427085	0.150536	0.220437
70.0	0.17065	-0.0712517	0.412552	0.133662	0.207638
80.0	0.159523	-0.0826377	0.401683	0.12088	0.196166
90.0	0.150868	-0.0915118	0.393248	0.110873	0.190863
100.0	0.143944	-0.0986226	0.386511	0.10283	0.185058

* odstotek prirastka/10; npr 0.70 je 7.4%/leto



Slika 4: IV%average v odvisnosti od D2_stop

Vidimo, da se ocene Iv% po debelinskih stopnjah razlikujejo, pri čemer so mediane dosledno nižje kot aritmetične srednje vrednosti. Vzrok je razporeditev vrednosti, ki znotraj debelinske stopnje ne sledi normalni razporeditvi. Razmere in sorazmerja se spreminjajo v odvisnosti od dejanske frekvenčne razporeditve.

5. Izračun letnega prirastka lesne zaloge Iv (osnova mediane po debelinskih stopnjah)

Izračun prirastka lesne zaloge vsake posamezne vzorčne ploskve je potekal po obrazcu:

$$Iv \text{ m}^3/\text{ha} = (0.0874134 + 4.53554/(D2+0.00001))^*v2/100$$

Rezultati izračuna so shranjeni v datoteki vztol20.dbf

Posebne analize prirastka

Izračun IVHASS brez upoštevanja vrasti in prirastka

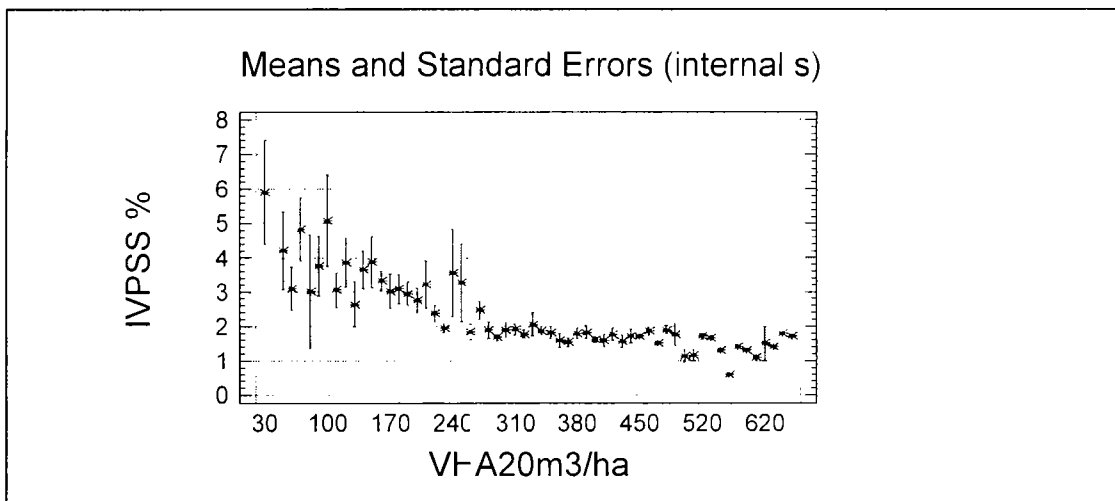
Summary Statistics

	IVHA brez Iv_vrast in preraščanja	IV%pres
Count	415	415
Average	4.72361	2.08771
Median	4.7	1.8
Standard deviation	2.02801	1.24744
Standard error	0.0995511	0.0612344
Minimum	0.0	0.0
Maximum	11.4	8.8
Coeff. of variation	42.9334%	59.7515%
Sum	1960.3	866.4

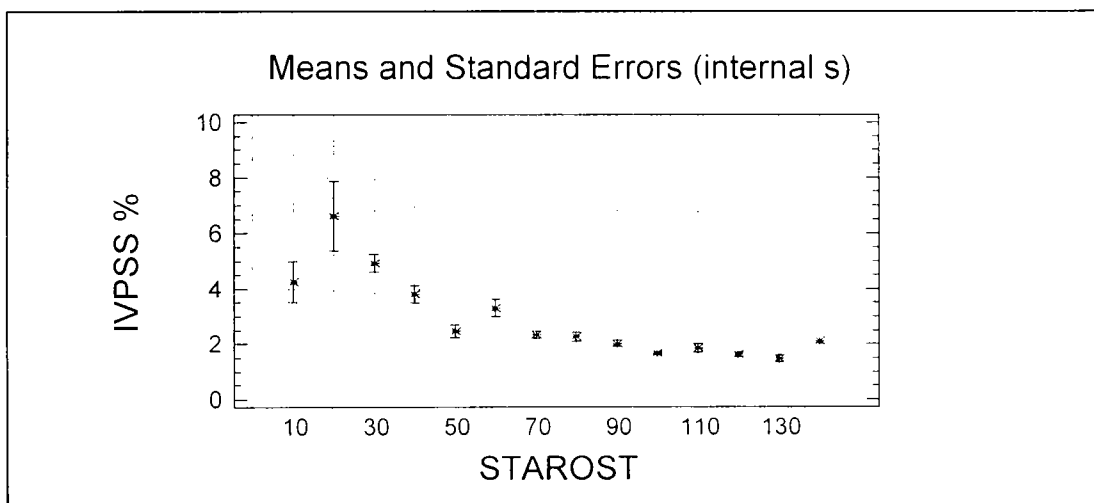
Analiza odstotka prirastka lesne zaloge (po Presslerju: IVPSS) v odvisnosti od starosti in lesne zaloge ob koncu obdobja (VHA20)

Table of Means for IVPSS by STAROST with Standard error intervals

STAROST	Count	Mean	Stnd. error (individual)	Lower limit	Upper limit
10	18	4.25	0.749259	3.50074	4.99926
20	10	6.61	1.24065	5.36935	7.85065
30	17	4.92353	0.326808	4.59672	5.25034
40	12	3.80833	0.32391	3.48442	4.13224
50	14	2.45	0.223053	2.22695	2.67305
60	20	3.3	0.303402	2.9966	3.6034
70	49	2.33061	0.131779	2.19883	2.46239
80	62	2.27903	0.162967	2.11607	2.442
90	51	2.02157	0.110411	1.91116	2.13198
100	67	1.67463	0.0583717	1.61626	1.733
110	34	1.85294	0.168311	1.68463	2.02125
120	39	1.61795	0.087619	1.53033	1.70557
130	13	1.46923	0.132232	1.337	1.60146
140	1	2.1			
Total	407	2.43342	odstotek Iv		



Slika 5: IVPSS% v odvisnosti od VHA2m³/ha



Slika 6: IVPSS% v odvisnosti od STAROST

Vpliv različne gostote vzorčne mreže na oceno lesne zaloge in prirastka na ravni GE Črni vrh

Že pri prvi premerbi je bila enota GE Črni vrh razdeljena na 3 območja različne intenzitete vzorčenja:

Gostota vzorčne mreže:

Vzorčna mreža	Stratum	Resolucija ha	Št. ploskev n	Skupna površina ha
250 x 250 m	1 in 3	6.25	256	1.600,00
250 x 500 m	2	12.50	147	1.837,50
1000 x 1000 m	ostali gozdovi	100.00	12	1.200,00
			415	4.637,50

Resolucija: površina, ki jo reprezentira 1 vzorčna ploskev

Skupna površina= resolucija_ha x n

Po gozdnogospodarskem načrtu znaša površina gozdov 5.585,08 ha, kar je več kot dobimo z oceno preko števila ploskev in z upoštevanjem resolucije (4.637,50 ha). Vzroka odstopanja nismo podrobneje proučevali, ker ni predmet naloge.

Primerjava ocen lesne zaloge z upoštevanjem in brez upoštevanja različne gostote vzorčnih ploskev –

STRATIFICIRANI IZRAČUN LESNE ZALOGHE - ČRNI VRH 2000

Analysis Summary

Data variables:

RESOL

VHA20*RESOL

There are 415 complete cases for use in the calculations.

Summary Statistics

	RESOL	VHA20*RESOL	VHA20
Count	415	415	415
Average	11.1747	2914.37	274.092
Median	6.25	2102.5	285.4
Standard deviation	15.6306	4270.05	132.029
Standard error	0.767274	209.608	6.48105
Minimum	6.25	0.0	0.0
Maximum	100.0	40600.0	703.6
Coeff. of variation	139.874%	146.517%	48.1696%
Sum	4637.5	1.20946E6	113748.0

Izračun LZ z upoštevanje različne resolucije:

Skupna površina posneta s KVM v resoluciji 6,25 do 100,00

Pha= 4.637,50 ha

Skupna lesna zaloga VHA20*RESOL

LZ skup. =1.209.460 m³

LZ m³/ha= 1 209 460 m³/4.637.50 ha = 260,80 m³/ha.

Ponderirano: LZ m³/ha = 260,80 m³/ha

Neponderirano LZ m³/ha = 274,092 m³/ha

Razlika med obema ocenama je signifikantna. Prava povprečna lesna zaloga GE Črni vrh je **260,80** m³/ha. Do razlik v ocenah prihaja, ker obstajajo signifikantne razlike v lesni zalogi med posameznimi inventurnimi območji kot to potrjuje naslednja analiza:

Analysis Summary

Dependent variable: vha20

Factor: resol

Number of observations: 415

Number of levels: 3

Summary Statistics for vha20

resol	Count	Average	Median	Mode	Standard deviation
6.25	256	290.953	302.95		11.32
12.5	147	247.423	238.6	0.0	30.8268
100	12	241.083	240.7		10.1187
Total	415	274.092	285.4	0.0	152.029
resol	Standard error	Minimum	Maximum	Coeff. of variation	
6.25	7.97388	4.3	703.6	43.2497%	74471.9
12.5	11.32	0.0	682.8	55.4709%	16371.2
100	30.8268	94.2	406.0	44.3947%	2991.8
Total	6.48105	0.0	703.6	48.1696%	11744.1

ANOVA Table for vha20 by resol

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	190402.0	2	95201.1	5.58	0.0041
Within groups	7.02631E6	412	17054.1		
Total (Corr.)	7.21671E6	414			

Razlike so visoko značilne.

Table of Means for vha20 by resol with Standard error intervals

resol	Count	Mean	Std. error (individual)	Lower limit	Upper limit
6.25	256	290.953	7.97388	282.979	298.927
12.5	147	247.423	11.32	236.103	258.743
100	12	241.083	30.8268	210.257	271.91
Total	415	274.092			

Lesna zaloga gozdov posnetih z mrežo 250 x 250 m je bistveno višja kot v preostalem gozdu. Statistično dokazana je gornja trditev le za primerjavo površin z resolucijo 6,25 in 12,50, za mrežo z resolucijo 100,00 ha tega zaradi visoke vzorčne napake ni bilo mogoče dokazati.

Multiple Range Tests for vha20 by resol

Method: 95.0 percent LSD

resol	Count	Mean	Homogeneous Groups
100	12	241.083	XX
12.5	147	247.423	X
6.25	256	290.953	X

Izračun prirastka GE Črni vrh:

Analysis Summary

Data variables:

RESOL

IVHADif*RESOL

There are 415 complete cases for use in the calculations.

Summary Statistics

	RESOL	IVHADif*RESOL	IVHADif
Count	415	415	415
Average	11.1747	59.1807	5.19759
Median	6.25	38.125	5.0
Mode	6.25		3.7
Geometric mean	8.65621		
Variance	244.314	9133.68	4.78091
Standard deviation	15.6306	95.5703	2.18653
Standard error	0.767274	4.69136	0.107333
Minimum	6.25	0.0	0.0
Maximum	100.0	880.0	14.6
Range	93.75	880.0	14.6
Lower quartile	6.25	26.25	3.7
Upper quartile	12.5	58.125	6.4
Interquartile range	6.25	31.875	2.7
Skewness	5.32601	5.7128	0.512178
Std. skewness	44.2945	47.5114	4.25961
Kurtosis	27.6551	35.7955	1.21701
Std. kurtosis	114.999	148.849	5.06072
Coeff. of variation	139.874%	161.489%	42.0681%
Sum	4637.5	24560.0	2157.0

Ponderiran prirastek lesne zaloge:

Skupna površina posneta s KVM v resoluciji 6,25 do 100,00

Pha= 4.637,50 ha

Skupni prirastek IVHADif*RESOL

Iv sum = 24.560,0 m³/letoIv m³/ha= 24.560.0 m³/ha/leto/4.637,5 ha= 5,296 m³/haPonderirano: Iv m³/ha = 5,29 m³/ha /letoNeponderirano: Iv m³/ha = 5,19 m³/ha /leto

Med obema ocenama obstaja malenkostna razlika, ki pa ni signifikantna. To dokazuje naslednja variančna analiza.

Analysis Summary

Dependent variable: IVHADif

Factor: resol

Number of observations: 415

Summary Statistics for IVHADif

resol	Count	Average	Median	Stdev	Sum
6.25	256	5.24766	5.0	3.7	1.02071
12.5	147	5.06871	5.1	6.1	2.44175
100	12	5.70833	5.3		1.54796
Total	415	5.19759	5.0	3.7	1.16422

resol	Standard error	Minimum	Maximum	Coeff. of variation	Sum
6.25	0.128169	0.2	13.5	39.0786%	1042.4
12.5	0.20164	0.0	14.6	46.2333%	141.1
100	0.461299	3.3	8.8	27.2436%	14.1
Total	0.107333	0.0	14.6	42.0681%	2197.9

ANOVA Table for IVHADif by resol
Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	6.21378	2	3.10689	0.65	0.5232
Within groups	1973.08	412	4.78904		
Total (Corr.)	1979.3	414			

Razlike v prirastku lesne zaloge niso značilne.

Table of Means for IVHADif by resol
with Standard error intervals

resol	Count	Mean	Std. error (individual)	Lower limit	Upper limit
6.25	256	5.24766	0.128169	5.11949	5.37583
12.5	147	5.06871	0.20164	4.86707	5.27035
100	12	5.70833	0.461299	5.24703	6.16963
Total	415	5.19759			

Razlike sicer niso statistično značilne, vendar je zanimiva ugotovitev, da imajo gozdovi na mreži 1000 x 1000 m (bukovi gozdovi) sicer nizko lesno zalogo, vendar najvišji prirastek.

NAVODILA K ŠIFRANTU ZA STALNE VZORČNE PLOSKVE

A Identifikacija ploskve

GE in številka ploskve - šifra gospodarske enote in zaporedna številka ploskve znotraj gospodarske enote

Odsek : šifra sestavljena iz šifre oddelka (3 mesta) in oznake odseka (1 mesto). Na voljo je eno rezervno mesto.

Koordinate: koordinati ploskve po Gauss-Kruegerjevem sistemu, vpisani brez vodilnih petic

Resolucija: površina, ki jo predstavlja vzorčna ploskev - v ha.

R1 - radij zunanega kroga ploskve **R2** - radij notranjega kroga ploskve (vpišemo konvirane vrednosti, v metrih na 10 cm natančno)

B Skica

Redukcija dolžin v metrih (po 50 metrov): zapiše se razlika med konvirano in izmerjeno dolžino (praviloma 50 m)

Azimet: v stopinjah ($^{\circ}$). (Ne pozabite upoštevati magnetne deklinacije)

Razdalja: od prejšnje točke oz. markantnega objekta (npr.), v metrih.

Rob gozda: razdalja do roba gozda v metrih (z enim decimalnim mestom)

C Opis ploskve

Združba: šifra gozdne združbe po šifrantu

Ekspozicija: 1-S, 2-SV, 3-V, 4-JV, 5-J, 6-JZ, 7-Z, 8-SZ, 0 - vse lege in brez naklona (ravno)

NMV: nadmorska višina v metrih

Položaj v pokrajini (PVP): 1 - ravnina, 2 - vznožje, 3 - pobočje, 4 - greben

Nagib: nagib terena v stopinjah ($^{\circ}$)

Razvolna faza

1 - mladove - obsega mlade razvojne stopnje sestoja (ki niso pod zastorom starejšega drevja) do vključno letvenjaka, pri čemer je zgornja meja za letvenjak pod 10 cm srednjega premera dreves v vladajočem in sovladajočem položaju

2 - drogovnjak - sestoj s srednjim premerom drevja v vladajočem in sovladajočem položaju od 10 do pod 30 cm, pomladek pa ne sme preseči 35% pokrovnosti.

3 - debeljak - sestoj s srednjim premerom drevja v vladajočem in sovladajočem položaju 30 cm in več, pomladek pa ne sme preseči 35% pokrovnosti

4 - sestoj v obnavljanju - presvetljen sestoj v razvojni stopnji debeljaka, izjemoma tudi drogovnjaka, pri katerem pomladek presega 35% pokrovnosti oziroma pri katerem naravna obnova ni vprašljiva

5 - dvoslojni sestoj - sestoj z dvema slojema, pri čemer je spodnji v razvojni stopnji drogovnjaka

6 - posamično do šopasto raznomerni sestoj - sestoj, v katerem se na skoraj celotni površini posamično ali šopasto vrašča pomladek in srednje staro drevje

7 - skupinsko do gnezdasto raznomerni sestoj - sestoj, kjer se razvojne stopnje izmenjujejo v velikosti skupin in gnezd

8 - panjevec - sestoj panjevskega porekla, ki ni prerasel faze drogovnjaka

9 - grmičav gozd - sestoji na rastiščih z zelo majhno proizvodno zmogljivostjo v pogledu količine in kakovosti lesa

10 - pionirski gozd z grmišči - sestoji mlajših sukcesijskih stadijev

11 - tipični prebiralni sestoj

D Izmera dreves

Azimet: azimet od središča ploskve do levega roba drevesa (v stopinjah)

Razdalja: od središča ploskve do središča drevesa v prsni višini (v dm)

Drevesna vrsta: šifra drevesnih vrst po šifrantu

Premer: premer drevesa v prsni višini (v cm)

Višina: višina drevesa (v m)

Kakovost: določa se pri drevesih s prsnim premerom nad 30 cm

1 - odlična, če je v prvem segmentu drevesa les kakovosti F, L ali ŽI, v drugem segmentu pa les kakovosti vsaj ŽII;

2 - prav dobra, če je v prvem in drugem segmentu drevesa les kakovosti ŽII (oziroma je ob boljši kakovosti prvega segmenta lahko slabši drugi segment);

3 - dobra, če je v prvem segmentu drevesa les kakovosti ŽII, v drugem segmentu pa les kakovosti ŽIII ali P;

4 - zadovoljiva, če je v prvem in drugem segmentu drevesa les kakovosti ŽIII ali P (oziroma je ob boljši kakovosti prvega segmenta lahko slabši drugi segment);

5 - slaba, če je v prvem segmentu drevesa les kakovosti ŽIII, P ali slabši, v drugem segmentu pa industrijski les ali les za kurjavo.

Poškodovanost

1 - Deblo in korenčnik - za hujšo poškodbo se šteje, če je lubje odstranjeno na več kot treh (3) dm²

2 - Veje - za hujšo poškodbo se šteje, če v krošnji odlomljen vrh ali veja po debelini presega petino premera dreves v prsni višini

3 - Osutost - za hujšo poškodbo se šteje, če je osute več kot 60% krošnje

4 - Sušica - les je še uporaben

Odmrta drevesa

V posebno preglednico se vpiše število stoječih sušic z neuporabnim lesom in ležečih trlih dreves znotraj ploskve, ločeno na iglavce in listavce ter po razširjenih debelinskih razredih. Ležeča drevesa upoštevamo samo, če so rasla na ploskvi. Ležeča drevesa z uporabnim lesom ne evidentiramo.

E Šifrant drevesnih vrst

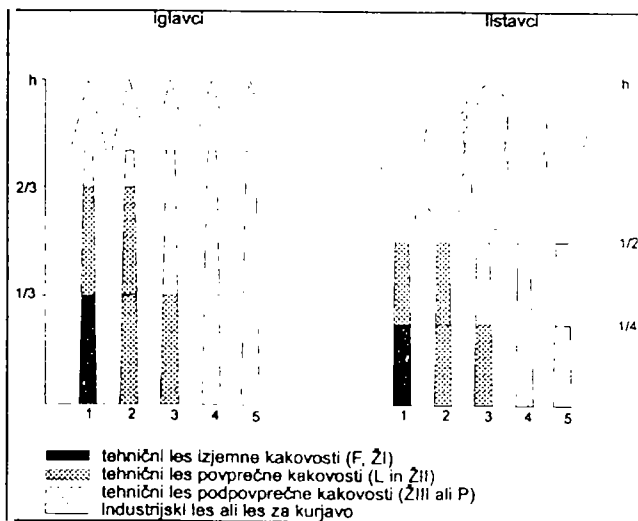
11	smreka (SM)	39	ostali iglavci (O.IGL)	56	robinija (RO)	71	beli gaber (B.GA)	81	trepetlika (TR)
21	jelka (JE)	41	bukev (BU)	57	oreh (OR)	72	češnja (ČE)	82	topol (TO)
22	tisa (TI)	47	lesnika (LE)	61	gorski javor (G.JA)	73	makien (MK)	83	črna jelša (Č.JE)
29	rušje (RU)	48	hruška (HU)	62	ostrolistni javor (O.JA)	74	brek (BK)	84	siva jelša (S.JE)
31	rdeči bor (R.BO)	49	sliva (SL)	63	topokrpi javor (T.JA)	75	mokovec (MO)	85	breza (BZ)
32	črni bor (Č.BO)	51	graden (GR)	64	veliki jesen (V.JS)	76	črni gaber (Č.GA)	86	vrba (VR)
33	zeleni bor (Z.BO)	52	dob (DO)	65	ostrolistni jesen (O.JS)	77	mali jesen (M.JS)	87	jerebika (JB)
34	macesen (MA)	53	rdeči hrast (R.HR)	66	gorski brest (G.BR)	78	puhasti hrast (P.HR)	88	nagnoj (NA)
36	duglazija (DU)	54	močvirski hrast (M.HR)	67	pojski brest (P.BR)	79	cer (CE)	80	dr. m. list. (O.ML)
37	ostali boji (O.BO)	55	kostanj (KO)	68	lipa in lipovec (LI)	70	dr. trdi listavci (O.TL)		

Socialni položaj

1 - nadvladajoča in vladajoča drevesa

2 - sovladajoča drevesa

3 - podstojna in obvladana drevesa



GOZDARSKA KNJIZNICA

GIS K E
484



22002000181

COBISS ©

GIS BR - GOZD