

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Jurij TURK

**ANALIZA UČINKOVITOSTI APLIKACIJ ZA
PAMETNE TELEFONE PRI MERJENJU SESTOJNIH
PARAMETROV**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Jurij TURK

**ANALIZA UČINKOVITOSTI APLIKACIJ ZA PAMETNE
TELEFONE PRI MERJENJU SESTOJNIH PARAMETROV**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**ANALYSIS OF EFFECTIVENESS OF SMARTPHONE
APPLICATIONS FOR MEASUREMENT OF STAND PARAMETERS**

B. Sc. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Univerzi v Ljubljani. Opravljeno je bilo v Skupini za urejanje gozdov in biometrijo Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 6. 6. 2014 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Andreja Bončino, za recenzenta pa doc. dr. Aleša Kadunca.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Jurij Turk

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 53:589(043.2)=163.6
KG	MOTI/sestojni parametri/pametni telefoni/gozdni sestoji
KK	
AV	TURK, Jurij
SA	BONČINA, Andrej (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2015
IN	ANALIZA UČINKOVITOSTI APLIKACIJ ZA PAMETNE TELEFONE PRI MERJENJU SESTOJNIH PARAMETROV
TD	Diplomsko delo (visokošolski stokovni študij 1. stopnja)
OP	IX, 38 str., 12 pregl., 4 sl., 1 pril., 3 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

Aplikacija MOTI (*mobile timber cruise*) omogoča poenostavljeno hitro izmero sestojne temeljnice, drevesnih višin ter izpeljanih sestojnih znakov. Razvil jo je Prof. Dr. Christian Rosset (HAFL). Deluje na pametnih telefonih in tabličnih računalnikih, ki imajo operacijski sistem android. Z raziskavo smo primerjali vrednosti sestojne temeljnice in zgornje sestojne višine ter porabo časa za meritve med klasično kotnoštevno metodo in metodo MOTI. Z izmero dveh sestojev (raznomerni in enomerni) po obeh postopkih in beleženjem porabe časa smo pridobili podatke za analizo. Ugotovili smo, da se vrednosti izmerjenih sestojnih parametrov med obema postopkoma ne razlikujejo. Postopka se statistično značilno razlikujeta samo pri porabi časa za izmero temeljnice, saj MOTI zahteva nekaj več časa. Prednost MOTI je pri obdelavi podatkov, saj jih sprotno preračunava in shranjuje na telefon. Te podatke je nato možno prenesti na računalnik in s tem prihraniti čas za vnos podatkov ter se izogniti napakam pri vnosu. MOTI omogoča sprotne izračune vrednosti sestojnih parametrov na terenu, hkrati omogoča združevanje in analizo podatkov, ki so bili posneti na več lokacijah. Ocenjujemo, da so pogloblitve prednosti uporabe MOTI v primerjavi s klasičnimi postopki kotnoštevne metode sodobnejši pristop pri terenski izmeri osnovnih parametrov gozdnih sestojev na terenu ter digitalno shranjevanje in prenos podatkov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC FDC 53:589(043.2)=163.6
CX MOTI/stand parameters/smartphone/forest stands
CC
AU TURK, Jurij
AA BONČINA, Andrej (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and
Renewable Forest Resources
PY 2015
TI ANALYSIS OF EFFECTIVNESS OF SMARTPHONE APPLICATIONS
FOR MEASUREMENT OF STAND PARAMETERS
DT B. Sc. thesis (Professional Study Programmes)
NO IX, 38 p., 12 tab., 4 fig., 1 ann., 3 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

MOTI (mobile timber cruise) enables a simplified quick measure of basal area, tree heights and derivated stand features. It was developed by Prof. Dr. Christian Rosset (HAFL). It runs on smart phones and tablets with Android operational system. With the reasearch we compared values of stand basal area and upper stand height and time consumption for both MOTI and classical (anglecount) methods. By measuring the two stands (even aged and uneven aged) and time consumption we collected data for analysis. We have found that the values of the measured paramaters of stand do not differ between methods. The procedure is statistically significant different only in the use of time to measure basal area, as MOTI requires some more time. Advantage of MOTI methods is with data processing (it calculates them regularly and stores them on the phone). This data can then be trasferred to a computer and thereby save time with data entry and avoid input errors. MOTI allows real-time calculation of the value of stand parameters in the field, allowing for aggregation and analysis of data that we recorded at several locations. We believe that the main advantages of using MOTI in comparison with conventional procedures of angelcount method are the approach of on field measurements and digital storage and data transfer to a computer for further analysis.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	MOTI.....	3
2.2	Klasična kotnoštevna metoda	6
3	MATERIALI IN METODE DELA.....	9
3.1	Objekt raziskave	9
3.2	Pripravljalna dela.....	9
3.3	Izmera	11
4	REZULTATI	13
4.1	Primerjava vrednosti izmerjenih parametrov	13
4.2	Poraba časa	16
5	RAZPRAVA.....	21
6	Povzetek	24
7	VIRI.....	26
	ZAHVALA.....	1
	PRILOGE	2

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: t-test razlik med temeljnicama po obeh metodah	13
Preglednica 2: t-test razlik med temeljnicama po obeh metodah v enomernem sestoju	14
Preglednica 3: t-test razlik med temeljnicama po obeh metodah v raznomernem sestoju ..	14
Preglednica 4: t-test razlik med srednjima sestojnima višinama po obeh metodah v obeh sestojih	15
Preglednica 5: t-test razlik med srednjima sestojnima višinama po obeh metodah v enomernem sestoju	16
Preglednica 6: t-test razlik med srednjima sestojnima višinama po obeh metodah v raznomernem sestoju	16
Preglednica 7: t-test razlik v porabi časa za izmero sestojne temeljnice po obeh metodah v obeh sestojih	17
Preglednica 8: t-test razlik v porabi časa za izmero sestojne temeljnice po obeh metodah v enomernem sestoju	18
Preglednica 9: t-test razlik v porabi časa za izmero sestojne temeljnice po obeh metodah v raznomernem sestoju	18
Preglednica 10: t-test razlik v porabi časa za izmero višin po obeh metodah v obeh sestojih	18
Preglednica 11: t-test razlik v porabi časa za izmero višin po obeh metodah v enomernem sestoju	19
Preglednica 12: t-test razlik v porabi časa za izmero višin po obeh metodah v raznomernem sestoju	20

KAZALO SLIK

Slika 1: Sestojna temeljnica v enomernem in raznomernem sestoju, izmerjena s klasično metodo in z metodo MOTI	144
Slika 2: Srednja sestojna višina v enomernem in raznomernem sestoju, izmerjena s klasično metodo in z metodo.....	15
Slika 3: Čas, potreben za izmero temeljnice v enomernem in raznomernem sestoju z obema metodama.....	17
Slika 4: Čas, potreben za izmero višin v enomernem in raznomernem sestoju z obema metodama	19

KAZALO PRILOG

Priloga A: Obrazec za klasično metodo.....	29
--	----

1 UVOD

Tehnologija napreduje iz dneva v dan. Napredek tehnologije nam odpira nove možnosti za uvajanje sodobnejših metod in postopkov tudi v gozdarstvu. V zadnjih nekaj letih se je razvilo mnogo aplikacij za pametne telefone in tablične računalnike, ki so namenjene gozdarstvu, npr. (Forestry Apps, 2015):

- Baumhöhenmesser,
- Der Wald-Kiosk,
- Siwawa,
- iBitterlich,
- Plot Hound,
- Forest Metrix,
- MOTI.

Aplikacije imajo različne namene. Nekatere so usmerjene v premerbo parametrov gozda (hitre ocene višine dreves in temeljnice, simulacije rasti gozdnega sestoja, ocenjevanje premera, beleženje drevesnih vrst in s tem ocenjevanje mešanosti sestoja), druge pa vsebujejo splošne podatke določenega območja gozda, poročila o gozdu, podatke o dogajanju in podobno. Aplikacije razvijajo za vse operacijske sisteme (npr. Microsoft Windows Phone, Android, iOS).

Možnosti, ki jih nove tehnologije omogočajo, je smiselno raziskati in če so primerne, jih je smiselno uvajati v prakso. Nekatere aplikacije so že precej dobro razvite in nudijo veliko uporabno vrednost za gozdarstvo v prihodnosti. Ena izmed teh je MOTI.

Aplikacija MOTI (*mobile timber cruise*) je brezplačna, ustvarjena je bila v Švici in trenutno deluje na pametnih telefonih in tabličnih računalnikih, ki imajo operacijski sistem Android. Prav tako pa aplikacijo preizkušajo na operacijskih sistemih telefonov Nokia in Apple. Preizkušajo tudi prototip za uporabo s tehnologijo *Google Glass*. MOTI omogoča merjenje osnovnih sestojnih parametrov preko fotografske leče na napravi. Aplikacija omogoča poenostavljeno hitro izmero temeljnice in drevesnih višin ter izpeljanih znakov,

kot je npr. lesna zaloga. Podatke snemanj lahko shranjujemo na strežnik, od koder jih kasneje lahko prenesemo na osebni računalnik, kar omogoča nadaljnje obdelave.

Aplikacija omogoča sodobnejši pristop k hitri izmeri osnovnih parametrov gozdnih sestojev na terenu, predstavlja pa tudi sodobnejši pristop pri hrambi in prenosu podatkov, saj sta prenos in shranjevanje podatkov od meritve do analize v celoti digitalizirana.

To je uporabno tako za lastnike gozda, ki hočejo hitro ugotoviti lesno zalogo, kot tudi za zahtevnejše uporabnike, ki želijo podatke še podrobneje obdelovati.

Namen diplomskega dela je primerjati porabo časa pri meritvah temeljnice in drevesnih višin z aplikacijo za pametne telefone in s klasično kotnoštevno metodo. Hkrati želimo ugotoviti morebitne razlike v rezultatih meritev temeljnice in drevesnih višin z obema postopkoma.

Postavili smo štiri hipoteze:

1. Izmera temeljnice z metodo MOTI je hitrejša od izmere s klasično kotnoštevno metodo.
2. Izmera drevesnih višin z metodo MOTI je hitrejša od izmere s klasično kotnoštevno metodo.
3. Metoda MOTI daje v povprečju enake ocene temeljnice kot klasična kotnoštevna metoda.
4. Metoda MOTI daje v povprečju enake ocene drevesnih višin kot klasična kotnoštevna metoda.

2 PREGLED OBJAV

2.1 MOTI

MOTI je aplikacija za pametne telefone, oblikovana prijazno do uporabnika. Omogoča enostaven, hiter in zanesljiv način zajema in izračuna naslednjih dendrometričnih znakov:

- temeljnica na hektar (z ali brez upoštevanja različnih drevesnih vrst),
- število dreves na hektar,
- drevesna in sestojna višina,
- lesna zaloga na hektar (z ali brez upoštevanja različnih drevesnih vrst).

Omogoča izmero sestojnih znakov na stojiščih, meritve na ravni sestoja (računanje povprečja meritev na več lokacijah v sestoji) in inventurne meritve na vnaprej postavljeni mreži stojišč oziroma vzorčnih točk. Aplikacija omogoča inventuro s sprotnim izračunavanjem srednjih vrednosti izmerjenih ploskev, in združevanjem teh podatkov s ploskev v sestoji (MOTI, 2015).

Program MOTI je možno naložiti na telefon, ki ima vsaj Android 4.0. Naložimo ga s spletne strani *Google Play*. Možni jeziki so francoščina, nemščina, angleščina in italijanščina.

Ko program naložimo na telefon, sledi kalibracija, skozi katero nas vodi MOTI. Najprej v ogledalu pomerimo v svoj objektiv (1x vertikalno, 1x horizontalno), nato na papir formata A3 položimo zvitek papirja formata A4 (pokonci) in nanj položimo telefon, tako da je zaslon zgoraj. Nato na papirju s svinčnikom označimo štiri točke, ki jih program kaže na ekranu. To naredimo na vseh štirih ravneh povečave. Potem izmerimo razdalje med točkami na papirju na vseh štirih ravneh povečave in vrednosti vnesemo v telefon (MOTI, 2015).

Natančnost kalibracije preverimo z objektom znanih dimenzij. Primerna je katerakoli kartica standardnih dimenzij (zdravstvena, osebna izkaznica, vozniško dovoljenje, kreditna kartica ...). Za preverjanje natančnosti kalibracije kartico postavimo pokončno. Brez

povečave prično meriti temeljnico. Viziramo kartico, tako da jo poravnamo točno med zelena trikotnika, ki ju vidimo na ekranu telefona. Ko je kartica točno med zelenima trikotnikoma, pomerimo razdaljo od telefona do kartice. V kolikor je ta razdalja (pri kotnoštevem faktorju 2) 1,91 m, je bila kalibracija uspešna. Za kotnoštevni faktor 1 mora biti razdalja od telefona do kartice 2,70 m, za faktor 4 pa 1,35 m.

Natančnost kalibracije za višino pa preverimo takole: na zidu natančno označimo dve točki (eno na višini 1 m, drugo na višini 2 m), nato v programu MOTI shranimo nastavitve: *upper mark* = 1,0 m. Prično z meritvijo višine in pomerimo v tri točke: tla, *upper mark* (1 m) in *tree top* (2 m). Moramo biti pozorni, da točka, okoli katere sučemo telefon, ostane stabilna. Podatki, ki jih prikaže MOTI, morajo ustrezati realnim vrednostim z odstopanji $\pm 0,1$ m. Za večjo natančnost bi točka, okoli katere sučemo telefon, morala biti točno na sredini objektivna kamere (MOTI, 2015).

S tem je kalibracija zaključena in pojavi se začetni meni, ki vsebuje:

- *basal area*,
- *stem number*,
- *tree height*,
- *timber stock*.

Nižje v meniju pa:

- *sample plots*,
- *stand inventories*,
- *local inventories*.

Ta začetni meni ponuja možnost posamičnih meritev brez shranjevanja podatkov. Lahko pa se odločimo za združevanje več meritev in njihovo shranjevanje vključno z GPS koordinatami posameznih ploskev. Aplikacija omogoča tudi inventuro sestoja z vzorčnimi ploskvami s sprotnim izračunavanjem srednjih vrednosti izmerjenih znakov in njihovo zanesljivostjo (MOTI, 2015).

Na spletni strani programa MOTI so poleg osnovnih informacij dostopna tudi kratka navodila za uporabo:

Določitev sestojne temeljnice na hektar (G)

Vsa drevesa, ki so na višini 130 cm nad tlemi širša od zelenih označb, upoštevamo v meritvi (MOTI, 2015). Preverimo vsa drevesa v okolici točke, tako da pametni telefon vrtimo za 360 stopinj. Pozorni moramo biti, da ga vrtimo okrog njegove osi. Če se merilec vrti tako, da je središče on in ne telefon, meritev ni pravilna! V primeru, da smo na pobočju, je telefon sam avtomatsko upošteval naklon (MOTI, 2015). Meritve začnemo z najbližjim drevesom, tako si lažje zapomnimo, kje smo začeli. Če drevesa ne vidimo, ker je skrito za drugim drevesom ali oviro, se premaknemo levo ali desno do točke, kjer je deblo vidno. Razdalja do drevesa mora ostati enaka.

Vrednost faktorja k

Faktor k določa širino vizurnega kota α . Običajno izberemo nižji faktor (npr. 1 ali 2) za sestoje z drevjem manjših premerov in višji faktor za sestoje z debelejšim drevjem.

Izmera drevesnih višin

Drevesno višino izmerimo v treh korakih. Najprej pomerimo v tla ob drevesu, nato v vrh merilne letve in na koncu v vrh drevesa. Vrh merilne letve služi kot referenca za izračun drevesne višine. Merilno letev prislonimo na drevo. V telefon vnesemo višino merilne letve. Nato pomerimo v tri točke (tla, vrh letve in vrh drevesa). Roke moramo imeti iztegnjene (rame, pametni telefon in točka, v katero merimo (tla, vrh letve in vrh drevesa), morajo biti poravnani), hrbet mora ostati vzravnani skozi ves postopek. Če ni možno pomeriti v vrh drevesa, ne da bi usločili hrbet, moramo stojišče merjenja drevesne višine prestaviti dlje od merjenega drevesa.

Za natančnejše rezultate trikrat ponovimo meritev drevesne višine, telefon nam ob vsaki dodatni meritvi višine drevesa izračuna povprečje vseh meritev za končni rezultat. Če je meritev popolnoma zgrešena (npr. višina drevesa 100 m), nam telefon omogoča izločitev te meritve. Merjenje navzdol po pobočju ni priporočljivo. Če je mogoče, naj bo merilna letev visoka vsaj desetino drevesne višine (MOTI, 2015).

Za določitev zgornje višine sestoja pomerimo višino drugega najdebelejšega drevesa na ploskvi z radijem 9,77 m. Če je zgornja višina že znana, jo lahko vnesemo ročno z daljšim pritiskom na zeleni kvadrateg pod gumbom za merjenje višine.

MOTI je nastal z željo ustvariti aplikacijo za merjenje osnovnih parametrov gozda s pametnimi telefoni. V glavnem naj bi služil kot pripomoček pri gozdnih inventurah za pripravo gozdnogospodarskih načrtov. Vodja projekta je dr. Christian Rosset. V ekipi sodelujejo še Ulrich Fiedler, Clotilde Gollut in Roland Brand. S projektom so začeli 1. 12. 2012 in ga še vedno dopolnjujejo in razvijajo. Več informacij je dostopnih na: <https://projektdatenbank.bfh.ch/search/pdbwebviewdetail.aspx?lang=de&projectid=2744e69a-1f1e-4095-a2bf-7b9e9c1c74f2&instId=3898707e-4722-4b93-9c06-c0a2784a7ab1>).

Projekt MOTI so financirali Swiss Forest and Wood Research Fund, kantoni Fribourg, Grisons, Lucerne, Ticino, Vaud, Valais in Zürich ter School of Agricultural, Forest and Food Sciences HAFL. Dostopen je v štirih jezikih; prevode v tuje jezike so do sedaj pripravili: Roland Brand (nemščina), Clotilde Gollut (francoščina), Mark Günter (angleščina), Viola Sala (italijanščina).

2.2 Klasična kotnoštevna metoda

Avstrijski gozdar Walter Bitterlich je želel razviti metodo vzorčenja, ki bi bila hitra, natančna in preprosta. Zamislil si je vzorčno metodo, pri kateri je verjetnost izbora dreves z večjim premerom večja. S to metodo je v vzorec zajeto bolj uravnoteženo število dreves po vseh debelinskih razredih. Metoda je zaradi preprostosti in natančnosti hitro postala uspešna. Zanj se uporablja tudi izraz Bitterlichova metoda (Hočevar, 1993).

Metoda je bila objavljena in predstavljena leta 1984. Je objektivna metoda delne izmere in temelji na izbiri dreves na vzorčnih ploskvah spremenljivih velikosti. Ploskve se spreminjajo glede na premer drevesa. Drevesa zajemamo s pomočjo bitterlichove ploščice; večji kot je premer drevesa, večja je možnost, da bo drevo zajeto v vzorec. Meritve potekajo okularno, kar je s stališča preprostosti in hitrosti prednost, po drugi strani pa je tudi slabost, saj lahko pride do napak, kot so (Hočevar, 1993):

- nenatančno upoštevanje mejnih dreves (potrebno je preveriti razdaljo drevesa od točke in prsni premer drevesa),
- debla merjenih dreves so lahko zakrita za drugim drevjem in jih lahko spregledamo,
- drevje lahko napačno viziramo (višje ali nižje kot 130 cm od tal),
- bitterlichova ploščica je lahko nezanesljiva (raztezanje vrvice, ploščica napačnih dimenzij),
- neupoštevanje nagiba terena,
- merjenje izven točnega središča ploskve,
- neupoštevanje gozdnega roba (potrebno zrcaljenje),
- subjektivna izbira vzorčnih ploskev,
- nenatančno upoštevanje oddaljenih dreves.

Temeljnico sestoja na vzorčni ploskvi ugotovimo zelo enostavno. S pomočjo bitterlichove ploščice viziramo drevo; če je drevo širše od ploščice, ga upoštevamo, če pa ni, ga izpustimo, če je enako, potem je treba preveriti izbor takšnega drevesa v vzorec, in sicer glede na njegov premer in razdaljo od središča ploskve. V praksi se prvo mejno drevo upošteva, naslednjega pa izpusti (Hočevar, 1993).

Če želimo ugotoviti lesno zalogo na ploskvi, je treba izmeriti še višine dreves. Za zanesljivo oceno temeljnice sestoja je potrebno imeti 10 do 25 meritev, kar je odvisno od homogenosti sestoja. Bolj kot je sestoj homogen, manj meritev potrebujemo; bolj kot je heterogen, več meritev potrebujemo.

Izvedba meritev po Bitterlichovi metodi

Premerba se izvaja podobno kot vse delne premerbe. Ko ocenimo potrebno število stojišč, njihove lokacije prenesemo na karto. Nato jih s pomočjo GPS-a ali karte lociramo tudi na terenu (Hočevar, 1993).

Lokacije vnesemo v GPS in jih potem poiščemo na terenu. S tem se izognemo subjektivni izbiri točk meritev. Ko najdemo središče vzorčne ploskve, viziramo okoliško drevje in zajemamo drevesa, ki so širša od vizurnega kota. Za vsako izbrano drevo zabeležimo drevesno vrsto. Pri merjenju je bistveno, da instrument za izbiro dreves držimo točno nad središčem ploskve in da viziramo drevje v prsni višini. Pridobljene podatke vpisujemo v snemalni list. Ko je snemanje zaključeno, izmerimo višino drugega najdebelejšega drevesa na ploskvi (Hočevar, 1993).

Faktor k (vizurni kot) določimo tako, da v povprečju zajamemo v vzorec na stojišču približno 15 do 25 dreves. Bolje je imeti večje število manjših vzorcev kot manjše število večjih. Če uporabljamo prenizek faktor k , potem imamo velike mejne razdalje, kar povečuje možnost napak, povečuje se tudi možnost drugih napak. V takem primeru je potrebnih več kontrolnih meritev, povečuje se tudi število zakritih dreves, česar si ne želimo.

Bitterlichova metoda ima v primerjavi z metodo stalnih vzorčnih ploskev nekatere prednosti (Hočevar, 1993):

- za enako natančnost ocene temeljnice in lesne zaloge je potrebno na stalnih vzorčnih ploskvah premeriti več dreves kot pri Bitterlichovi metodi. Te razlike so opazne predvsem v heterogenih sestojih,
- za Bitterlichovo metodo ni treba izmeriti površine ploskve, kar pomeni prihranek časa,
- sestojno temeljnico ugotovimo s preprostim štetjem dreves, ki jih nato pomnožimo s faktorjem k ,
- če ne merimo premerov dreves, lahko meritve opravi ena oseba.

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 Objekt raziskave

Izmerili smo dva sestoja v katastrski občini Podbrezje, v gozdnogospodarskem območju Kranj, v gozdnogospodarski enoti Preddvor. Nadmorska višina objekta raziskave je okoli 470 m. Teren je položen in raven. Prevladujejo smrekovi enomerni sestoji, deloma nasadi. Sestoja smo izbrali zaradi podobne drevesne sestave ter podobnih rastiščnih in terenskih razmer ter tako izločili možnost popačenih meritev zaradi naklona terena, različnih vrst ali rastišča. Sestoja sta merila okoli 1,5 ha.

Prvi sestoj je bil enomeren smrekov mlajši debeljak, prisotna je bila tudi jelka, a smo jo obravnavali kot smreko, saj bi sicer lahko imeli popačene časovne meritve zaradi determinacije drevesnih vrst. Drugi sestoj je bil raznomen in mešan, prevladoval pa je rdeči bor.

3.2 Pripravljalna dela

Merilna oprema in vzorčna mreža

Za meritve smo potrebovali štoparico, padomer, merilni trak (50 m), premerko, merilno lato, obrazce za Bitterlichovo metodo, GPS (s koordinatami stojišč), bitterlichovo ploščico, točno 2 m dolgo palico.

Vzorčno mrežo smo določili glede na velikost posameznega sestoja in število potrebnih stojišč za zanesljivo oceno. Število potrebnih stojišč je bilo vsaj 20 na sestoj, zato smo naredili mrežo 30 stojišč zaradi morebitnih neprimernih stojišč. Razdalja med točkami je bila okoli 14 m. Mrežo smo s pomočjo programa TOPO (*topographic mapping software*) vnesli v GPS. Točke v enomernem sestoju smo označili kot eno1, eno2 ..., točke v raznomenem pa kot raz1, raz2 ... Če so nam poznani osnovni sestojni podatki (struktura sestoja, dominantni premer, delež iglavcev, stopnja zastrtosti), potem MOTI predlaga število vzorčnih ploskev, ki zadošča zelenemu relativnemu odklonu zaupanja.

Merjenje sestojne temeljnice

Telefon smo vrteli okoli njegove osi (s pomočjo palice). Če je bilo drevo zakrito, smo se pomaknili levo ali desno do mesta, kjer je bilo vidno.

Merjenje drevesnih višin

Za meritve smo potrebovali palico (2 m), ki smo jo prislonili ob merjeno drevo (2. najdebelejše drevo v polmeru 9,77 m od središča ploskve). Poiskali smo stojišče, kjer sta bila vrh drevesa in palica dobro vidna. Pomerili smo najprej v tla ob drevesu, potem v vrh palice in nato še v vrh drevesa. Med meritvijo smo ostali vzravnan. Višino izbranega drevesa smo za večjo natančnost meritve praviloma merili trikrat, saj MOTI izračuna povprečje teh meritev, kar prispeva k večji zanesljivosti meritev.

Določitev volumna dreves in lesne zaloge sestojev

Volumen drevesnih vrst smo izračunali z množenjem njihove temeljnice in oblikovne višine. MOTI uporablja švicarske tablice; zalogo listavcev obračuna po tablicah za bukev, bor po tablicah za macesen, ostale iglavce (razen jelke in macesna) pa kot smreko. Za podatke zbrane po klasični metodi smo uporabili švicarske tablice, saj nas zanima predvsem primerjava med metodama. Oblikovne višine, ki jih uporablja MOTI so v 5 m velikih razredih. Izračunali smo povprečje razredov, brez uteži in jih uporabili za izračun klasične metode.

Snemalni list

Pripravili smo snemalni list (Priloga 1), na katerega smo beležili:

- zaporedne številke ploskev,
- število dreves po drevesnih vrstah,
- čas za meritev temeljnice,
- čas za iskanje drugega najdebelejšega drevesa na ploskvi,
- kot α in β (α – od tal do prsne višine, β – od prsne višine do vrha drevesa),

- čas za meritev drevesne višine.

3.3 Izmera

Ob prihodu v sestoj smo vključili GPS in vnesli ukaz za iskanje lokacije zelene ploskve. Ko smo prispeli na stojišče, smo ga najprej zakoličili. S te točke smo izmerili temeljnico z obema metodama (klasična metoda, metoda MOTI). Zaporedje obeh metod smo na vsaki novi ploskvi zamenjali, da smo se izognili sistematični napaki. Pri meritvi porabe časa s klasično metodo smo štoparico vklopili ob postavitvi ploščice ob palico, ustavili pa, ko smo zapisali vse podatke (razen podatka o porabi časa) v obrazec. Pri meritvi porabe časa z metodo MOTI smo čas začeli meriti, ko smo telefon postavili ob palico, ustavili pa, ko smo pritisnili gumb »*finish*«. Pri obeh metodah smo najprej določili drevo, ki je bilo najbližje zakoličenemu središču ploskve, in od njega v obratni smeri urinega kazalca merili drevesa, da smo vedeli, kdaj smo zaključili krog.

Pri klasični metodi je bilo včasih treba že med meritvijo dreves na ploskvi vpisati izmerjena drevesa, zato je bila potrebna pozornost, katero drevo je bilo nazadnje izmerjeno. Pri meritvah z metodo MOTI pa je bilo potrebno pri mejnih drevesih pogosto uporabljati povečavo zaslona ter ob tem imeti mirno roko; v primeru slabe vidljivosti je bilo pogosto potrebno pogledati mimo zaslona.

Po izmeri temeljnice smo poiskali drugo najdebelejše drevo na ploskvi s polmerom 9,77 m. Porabo časa smo začeli meriti ob začetku iskanja tega drevesa in zaključili, ko smo se vrnili nazaj do stojišča. Ob stojišču smo imeli nahrbtnik z metrom in premerko. Čas iskanja drevesa smo prišteli k porabi časa za obe metodi.

Potem smo izbrano drevo izmerili. Če smo temeljnico najprej izmerili z metodo MOTI, smo tudi višino izbranega drevesa najprej izmerili z metodo MOTI in obratno. Pri klasični metodi smo štoparico zagnali, preden smo iz nahrbtnika vzeli pripomočke (meter in palico za pritrditev metra). Šli smo do drevesa, kjer smo si ogledali, v kateri smeri je najboljše stojišče za izmero drevesa. Ko smo to ugotovili, smo pritrdili meter in odšli v izbrano smer in pri razdalji 20 m od drevesa preverili ustreznost stojišča. Ustreznost je bila odvisna od

višine drevesa, vidljivosti vrha in vznožja drevesa. Na primernih stojiščih smo pričeli z meritvijo, na neprimernih smo razdaljo povečali. V nekaterih primerih je bilo stojišče potrebno izbrati v drugi smeri od drevesa, saj se je prvotno izkazalo za neprimerno. Po končani meritvi smo podatke vpisali v obrazec. Meter in pripomočke smo zložili v nahrbtnik, potem smo ustavili štoparico.

Pri metodi MOTI smo štoparico zagnali, preden smo vzeli dvometrsko palico. Šli smo do izbranega drevesa, kjer smo ocenili smer najboljšega stojišča za izmero drevesa. Ko smo jo ugotovili, smo palico zapičili ob drevo in odšli v izbrano smer. Ko smo prišli do stojišča, kjer so se jasno videli vrh drevesa, tla ob drevesu in vrh dvometrske palice, smo pričeli z meritvijo. Po končani meritvi smo se vrnili po dvometrsko palico in jo odnesli do nahrbtnika. Takrat smo ustavili štoparico. Smer, ki smo jo izbrali pri prvi meritvi, smo izbrali tudi pri drugi. Razdalja od drevesa je bila v večini primerov približno enaka.

Postopki merjenja so bili v obeh sestojih – enomernem in raznomernem – enaki. Po zaključku terenskih meritev smo začeli s kabinetnim delom. Najprej smo podatke zapisali v digitalni obliki (excel). Nato smo na terenu zbrane podatke iz programa MOTI prenesli na splet in jih kasneje s spletne strani prenesli direktno v excelovo datoteko. Iz podatkov, ki smo jih dobili za klasično metodo izmere drevesnih višin, smo višino dreves morali še izračunati. Najprej smo kot α (od prsne višine do tal) in kot β (od prsne višine do vrha drevesa) pretvorili v radiane. Nato smo jih pomnožili z razdaljo od drevesa in sešteli.

Ko smo izdelali podatkovno zbirko, smo s pomočjo vrtilnih tabel analizirali zbrane podatke. Posebej za obe metodi smo analizirali porabo časa za izmero temeljnice in drevesnih višin. Iz primerjave porabe časa smo izločili čas iskanja drugega najdebelejšega drevesa na ploskvi, saj je bil enak.

4 REZULTATI

4.1 Primerjava vrednosti izmerjenih parametrov

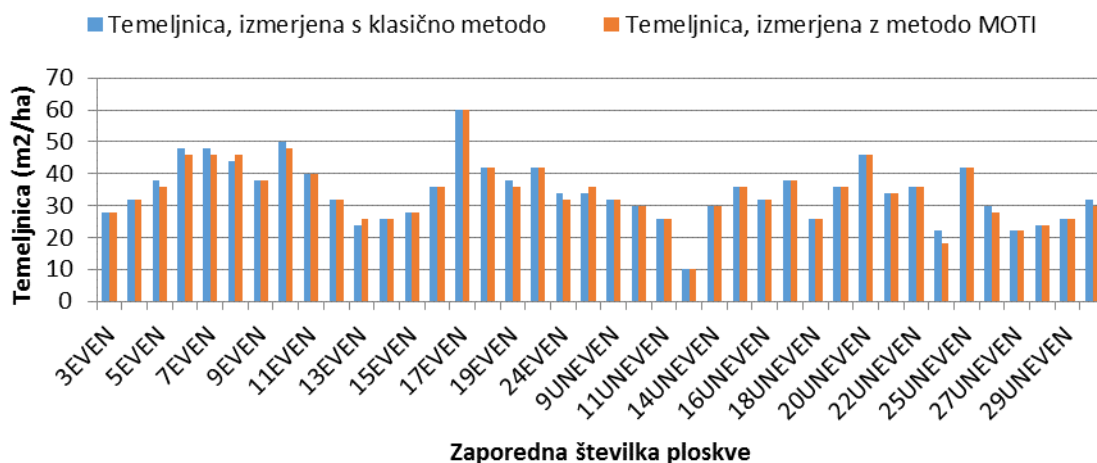
Sestojna temeljnica

Vsi t-testi v diplomski nalogi so bili izvedeni po metodi parov. Povprečna temeljnica v obeh sestojih je bila po Bitterlichovi metodi 34,3 m²/ha, po metodi MOTI pa 34,0 m²/ha. Povprečna razlika med temeljnicama po Bitterlichovi metodi in po metodi MOTI je 0,3 m²/ha, ki pri tveganju 0,05 ni značilna (preglednica 1).

Preglednica 1: t-test razlik med temeljnicama po obeh metodah

Metoda	Povprečje (m ² /ha)	Standardni odklon (m ² /ha)	N	Razlika med povprečjema (m ² /ha)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	34,30	9,24	40	0,35	1,8623	39	0,0701
MOTI	33,95	9,21	40				

Temeljnica enomernega sestoja znaša po klasičnem načinu izmere 38,1 m²/ha, po metodi MOTI pa 37,8 m²/ha. Povprečna razlika med metodama v enomernem sestoju je torej 0,3 m²/ha in ni statistično značilna (preglednica 2). V raznomernem sestoju je po klasični metodi temeljnica 30,5 m²/ha, po metodi MOTI pa 30,1 m²/ha. Povprečna razlika med metodama je 0,4 m²/ha in ni statistično značilna (preglednica 3). Temeljnice, izmerjene s klasično in MOTI, se praktično ne razlikujejo (slika 1).



Slika 1: Sestojna temeljnica v enomernem in raznomernem sestoju, izmerjena s klasično metodo in z metodo MOTI

Preglednica 2: t-test razlik med temeljnicama po obeh metodah v enomernem sestoju

Metoda	Povprečje (m²/ha)	Standardni odklon (m²/ha)	N	Razlika med povprečjema (m²/ha)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	38,10	9,03	20	0,30	1,0000	19	0,3299
MOTI	37,80	8,66	20				

Preglednica 3: t-test razlik med temeljnicama po obeh metodah v raznomernem sestoju

Metoda	Povprečje (m²/ha)	Standardni odklon (m²/ha)	N	Razlika med povprečjema (m²/ha)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	30,50	7,97	20	0,40	1,7097	19	0,1036
MOTI	30,10	8,25	20				

Drevesne višine

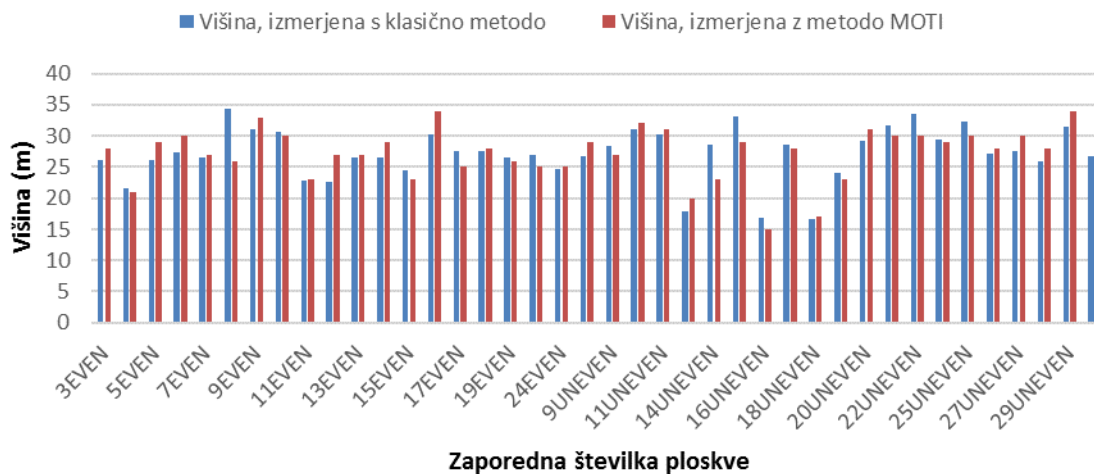
Povprečna višina sestoja je bila po klasični metodi 27,2 m, po metodi MOTI pa 27,3 m. V povprečju je višina po metodi MOTI za 0,1 m višja, vendar ta razlika ni statistično značilna (preglednica 4).

Preglednica 4: t-test razlik med srednjima sestojnima višinama po obeh metodah v obeh sestojih

Metoda	Povprečje (m)	Standardni odklon (m)	N	Razlika med povprečjema (m)	t	Stopinje prostosti	P
Klasična	27,18	4,15	40	-0,15	-0,3459	39	0,7313
MOTI	27,33	4,26	40				

Povprečna višina dreves v enomernem sestoju je po klasični metodi 26,9 m, po metodi MOTI pa 27,3 m. Povprečna razlika med metodama je torej 0,4 m, kar je zanemarljivo (preglednica 5).

V raznomernem sestoju je povprečna višina po metodi s padomerom 27,5 m, po metodi MOTI pa 27,4 m. Povprečna razlika med metodama je 0,1 m, kar je zanemarljivo (preglednica 6). Izmerjene višine s klasično metodo in MOTI metodo se na nekaterih stojiščih razlikujejo (slika 2); razlike med metodama so večje kot pri izmeri temeljnic.



Slika 2: Srednja sestojna višina v enomernem in raznomernem sestoju, izmerjena s klasično metodo in z metodo

Preglednica 5: t-test razlik med srednjima sestojnima višinama po obeh metodah v enomernem sestoju

Metoda	Povprečje (m)	Standardni odklon (m)	N	Razlika med povprečjema (m)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	26,86	3,02	20	-0,40	-0,6362	19	0,5322
MOTI	27,25	3,23	20				

Preglednica 6: t-test razlik med srednjima sestojnima višinama po obeh metodah v raznomernem sestoju

Metoda	Povprečje (m)	Standardni odklon (m)	N	Razlika med povprečjema (m)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	27,50	5,10	20	0,10	0,1588	19	0,8755
MOTI	27,40	5,19	20				

Skupno smo v obeh sestojih na 40 stojiščih izmerili 40 drevesnih višin, in sicer drevesno višino drugega najdebelejšega drevesa v radiju 9,77 m. Pri izmeri temeljnice smo po Bitterlichovi metodi zajeli 686 dreves, po metodi MOTI pa 679.

4.2 Poraba časa

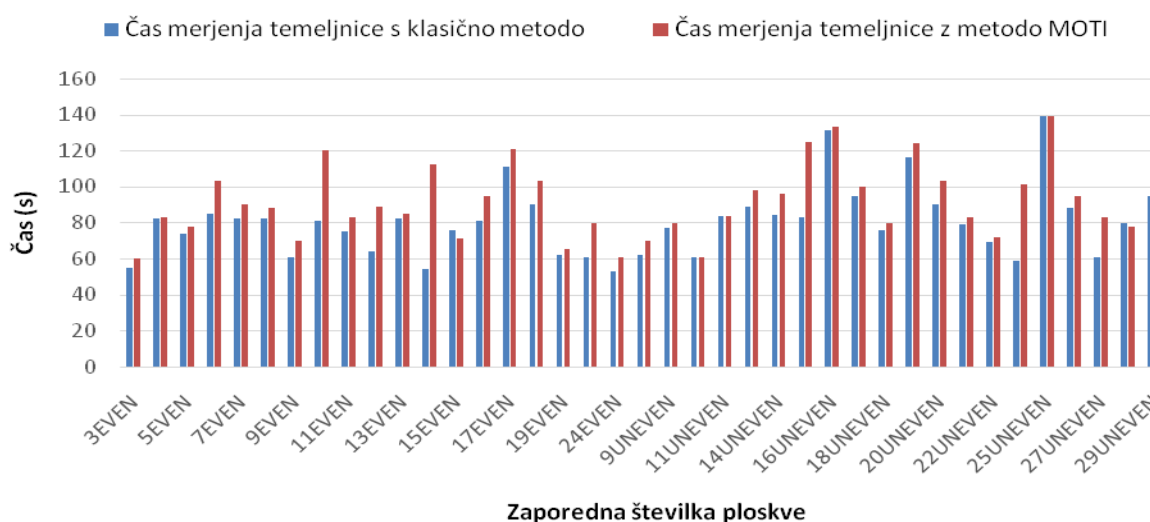
Izmere sestojne temeljnice

Povprečen čas merjenja temeljnice na stojišču po Bitterlichovi metodi v obeh sestojih je bil 81 s, po metodi MOTI pa 92 s. Razlike so statistično značilne. Pri merjenju časa izmere temeljnice je bila metoda MOTI počasnejša za 11 s na ploskev (preglednica 7). Menimo, da sta vzrok manjša preglednost sestoja prek zaslona in povečevanje slike pri mejnih drevesih.

Preglednica 7: t-test razlik v porabi časa za izmero sestojne temeljnice po obeh metodah v obeh sestojih

Metoda	Povprečje (s)	Standardni odklon (s)	N	Razlika med povprečjema (s)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	81,04	19,81	40	-11,38	-5,3495	39	0,0000
MOTI	92,41	21,06	40				

Časovne razlike med klasično in MOTI metodo so tolikšne, da je razlika statistično značilna. Metoda MOTI potrebuje več časa. (slika 3).



Slika 3: Čas, potreben za izmero temeljnice v enomernem in raznomernem sestoju z obema metodama

V enomernem sestoju je po Bitterlichovi metodi povprečen čas merjenja temeljnice 74 s, po metodi MOTI pa 86 s. Razlike so statistično značilne. V povprečju je torej klasična metoda hitrejša za 12 s (preglednica 8).

V raznomernem sestoju je po Bitterlichovi metodi povprečen čas merjenja temeljnice 88 s, po metodi MOTI pa 98 s. Razlike so statistično značilne. V povprečju je torej klasična metoda hitrejša za 10 s (preglednica 9).

Preglednica 8: t-test razlik v porabi časa za izmero sestojne temeljnice po obeh metodah v enomernem sestoju

Metoda	Povprečje (s)	Standardni odklon (s)	N	Razlika med povprečjema (s)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	73,65	14,56	20	-12,70	-3,9682	19	0,0008
MOTI	86,35	18,27	20				

Preglednica 9: t-test razlik v porabi časa za izmero sestojne temeljnice po obeh metodah v raznomernem sestoju

Metoda	Povprečje (s)	Standardni odklon (s)	N	Razlika med povprečjema (s)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	88,43	21,87	20	-10,05	-3,5238	19	0,0023
MOTI	98,48	22,34	20				

Drevesne višine

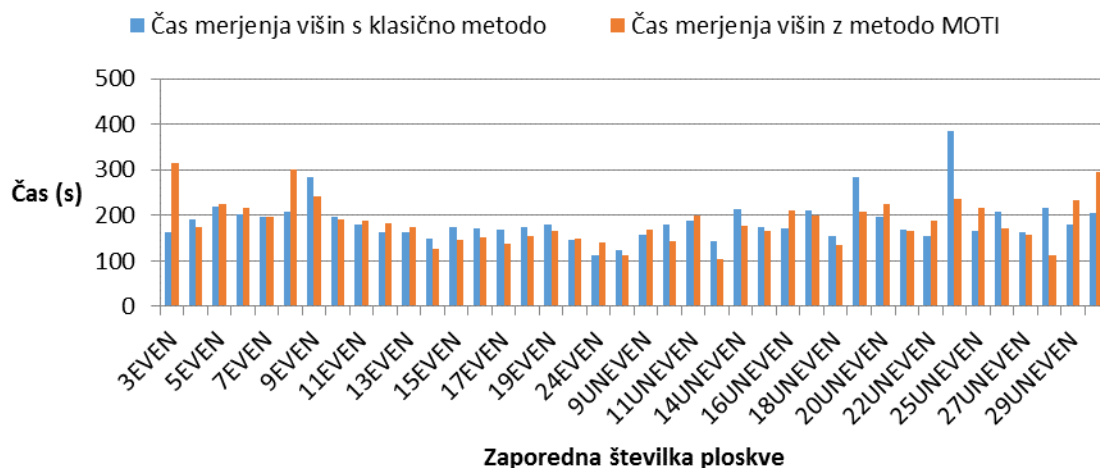
Povprečen čas merjenja višin v obeh sestojih po klasični metodi je bil 3 min 7 s, po metodi MOTI pa 3 min 5 s. V povprečju je bila pri merjenju višin v obeh sestojih metoda MOTI hitrejša za 2 s na ploskev, vendar ta razlika ni značilno različna (preglednica 10).

Preglednica 10: t-test razlik v porabi časa za izmero višin po obeh metodah v obeh sestojih

Metoda	Povprečje (s)	Standardni odklon (s)	N	Razlika med povprečjema (s)	t	Stopinje prostosti	p
Klasična	187,00	46,68	40	1,98	0,2467	39	0,8064
MOTI	185,02	48,88	40				

V enomernem sestoju je po klasični metodi povprečen čas merjenja višin 2 min in 58 s, po metodi MOTI pa 3 min 4 s. Povprečna razlika med metodama je torej 6 s; klasična metoda je neznatno hitrejša (preglednica 11). V raznomernem sestoju je po klasični metodi povprečen čas merjenja višin 3 min 16 s, po metodi MOTI pa 3 min 6 s. Povprečna razlika med metodama je 10 s; metoda MOTI je bila nekoliko hitrejša (preglednica 12). Obe omenjeni razliki v porabi časa statistično nista značilni.

Časovne razlike med klasično in MOTI metodo so minimalne, razen odstopanj na nekaterih ploskvah, ki pa jih pripisujemo ponovnemu iskanju stojišča pri eni ali drugi metodi (slika 4).



Slika 4: Čas, potreben za izmero višin v enomernem in raznomernem sestoju z obema metodama

Preglednica 11: t-test razlik v porabi časa za izmero višin po obeh metodah v enomernem sestoju

Metoda	Povprečje (s)	Standardni odklon (s)	N	Razlika med povprečjema (s)		Stopinje prostosti	P
				t	t		
Klasična	178,00	36,48	20	-6,35	-0,6395	19	0,5301
MOTI	184,35	53,44	20				

Preglednica 12: t-test razlik v porabi časa za izmero višin po obeh metodah v raznomernem sestoju

Metoda	Povprečje (s)	Standardni odklon (s)	N	Razlika med povprečjema (s)	t	Stopinje prostosti	P
Klasična	196,00	54,51	20	10,30	0,8217	19	0,4214
MOTI	185,70	45,24	20				

5 RAZPRAVA

Metodi (klasična in MOTI) se razlikujeta v zahtevani opremi; za metodo MOTI poleg pametnega telefona potrebujemo le merilno letev točne dolžine; po naših izkušnjah naj bo dolga vsaj 2 m. Še bolje bi bilo da bi imeli teleskopsko palico, ki se iztegne na vsaj 3 m. To bi še dodatno izboljšalo rezultate. Za Bitterlichovo metodo pa potrebujemo ploščico, snemalni list, padomer in merilni trak (vsaj 30 metrov).

Vrednosti sestojne temeljnice po metodi MOTI in klasični metodi se ne razlikujeta. Meritve z metodo MOTI so malce bolj okorne le zato, ker je pregled sestoja preko ekrana telefona bolj omejen in manj pregleden. Če nismo pozorni, lahko izgubimo pregled in z meritvijo moramo začeti znova. Vpliv ožjega pregleda sestoja je glede na izkušnje pri meritvah mnogo bolj očiten na ploskvah, kjer so bila drevesa na meji zajemanja v meritve. Pri teh je bilo potrebno uporabljati povečavo, kar pa hitro postane problem, saj lahko izgubimo pregled. Na ploskvah, kjer mejnih dreves ni bilo, se ti problemi niso pojavljali. Pri ocenjevanju vpliva različnih uporabnikov na meritve bi negativno lahko vplivali utrujenost pri osredotočanju na ekran in iskanju dreves ter fizična utrujenost pri meritvah brez monopoda, saj je držanje telefona v ravnini oči lahko pri izvajanju inventur precej utrujajoče. V tem primeru priporočamo uporabo monopoda z vgrajenim držalom, ki olajša meritve.

Pri meritvah višin smo z metodo MOTI ugotovili praktično enake vrednosti kot s klasično metodo. Poleg tega je tudi uporabniku prijaznejša metoda. Poleg telefona potrebujemo samo 2 m dolgo letev. To omogoča lažje premikanje po sestoji, pa tudi sama izvedba meritve je preprostejša, saj ni potrebno poznati razdalje do drevesa. Potrebno je samo stojišče, ki omogoča pogled v dno in vrh letve ter v vrh drevesa. Ne potrebujemo snemalnega lista in metra. Ob večkratnih meritvah se razvijanje in navijanje metra izkaže za moteče.

Problem pri metodi MOTI je zagotoviti zadostno razdaljo od drevesa in hkrati ostati dovolj blizu, da pogled preko telefonskega ekrana ostane dovolj oster za natančno meritev. Ocenjujemo, da to ni večji problem, potrebna pa je mirna roka.

Čas merjenja temeljnice je bil statistično različen. Pri metodi MOTI je v povprečju zaostajala za klasično metodo. Menimo, da sta vzrok manjša preglednost sestoja prek ekrana in povečevanje slik pri mejnih drevesih. Prav tako je moteče jutranje merjenje, ko je sonce še nizko, saj se je ob meritvah kontrast ekrana močno spreminjal. Menimo, da je tudi to vplivalo na čas merjenja temeljnice. Pri klasični metodi sonce ni predstavljalo problema.

Čas merjenja višin po obeh metodah se ni statistično razlikoval. V nadaljnji obdelavi podatkov se MOTI izkaže kot izredno uporaben pripomoček. V tem pogledu MOTI pokaže svojo koristnost in zelo širok spekter uporabe na več ravneh (od posamezne meritve do združevanja meritev na ravni sestoja in uporabe teh podatkov za statistične namene).

Kot glavne prednosti metode MOTI izpostavljamo:

- avtomatski izračun podatkov na mestu meritve tako za eno točko/meritev kot tudi za mrežo točk (npr. sestoj, večje območje),
- podatke lahko prenesemo na strežnik ter zatem s strežnika na osebni računalnik v obliki pdf ali excel datoteke, kar omogoča preprosto nadaljnjo obdelavo podatkov,
- v primeru zajema koordinat stojišč meritev poleg meritev lahko podatkovno bazo v celoti ustvarimo na terenu.

Poglavitne slabosti pa so:

- lesna zaloga je zaenkrat izračunana z oblikovnimi števili, ki so veljavna za Švico,
- več kot je dreves s premerom okrog točke izločitve, več časa potrebujemo za meritev z metodo MOTI (v primerjavi z Bitterlichovo metodo),
- sonce močno vpliva na čas merjenja z metodo MOTI, saj se spreminja kontrast slike in je težko preko ekrana razločiti sestoj oz. posamezna drevesa,
- za merjenje višin z metodo MOTI potrebujemo tudi pripomočke (2 m dolgo palico). Za natančno izmero višine drevesa potrebujemo točno mero, sicer je meritev nezanesljiva.

Če bi ga uporabljali intenzivneje in izvajali osnovne meritve sestojev pri redni gozdni inventuri, pa bi bilo smotrno program še natančneje preučiti. Med raziskovanjem smo

ugotovili, da bi bilo dobro podrobneje preučiti še mnogo različnih dejavnikov, ki bi lahko vplivali na rezultate meritev, kot so:

- model telefona (npr. kako na natančnost meritev vplivata model telefona in ločljivost vgrajene fotografske leče ter na katerih modelih telefonov aplikacija ne deluje zanesljivo),
- razvojne faze gozda (meritve v drogovnjakih, debeljakih ipd.),
- različna gostota sestojev (npr. kako gostota povečuje verjetnost za prekrivanje dreves in težave pri prepoznavanju dreves ob fokusiranju naprave),
- naklon terena,
- človeški faktor (natančnost merilca in njegova utrujenost pri rokovanju).

MOTI dobro izkorišča prednosti tehnologije pametnih telefonov. Njegove prednosti lahko izkoriščajo vsi, ki so osnovno veščji pametnih telefonov in imajo osnovno gozdarsko znanje. Menimo, da je uporaben za meritve na posameznih stojiščih in za izmero večjih sestojev. Primeren je za lastnike gozdov in tudi za zahtevnejše uporabnike, ki želijo pridobiti več podatkov kot samo hitro izmero lesne zaloge (npr. revirni gozdarji).

6 POVZETEK

V diplomski nalogi smo želeli ugotoviti možnost uporabe aplikacij za pametne telefone pri merjenju sestojnih parametrov. Osredotočili smo se na aplikacijo MOTI, ki omogoča merjenje osnovnih sestojnih parametrov (temeljnice, drevesna višina, lesna zaloga) in združevanje posameznih meritev v sestoje. Prav tako omogoča prenos podatkov na računalnik in s tem njihovo nadaljnjo obdelavo.

Aplikacijo smo primerjali s klasično metodo. Primerjali smo morebitne razlike v rezultatih meritev temeljnice in drevesnih višin in porabo časa pri meritvah temeljnice in drevesnih višin. Sklepali smo, da je metoda MOTI hitrejša in da v povprečju daje enake ocene temeljnice in drevesnih višin kot klasična metoda.

Program MOTI je dostopen na telefonih in tablicah, ki imajo operacijski sistem Android (verzija 4.0 ali novejša). Možni jeziki so štirje (francoščina, nemščina, angleščina in italijanščina). Program je lahek za uporabo, poleg telefona za izmero temeljnice in drevesnih višin potrebujemo še merilno lato znane višine. Podrobnejša navodila so dostopna na spletu.

Izmerili smo dva sestoja (enomerni in raznomerni) v katastrski občini Podbrezje. Teren je bil položen in raven. V vsakem sestoju smo z obema metodama opravili 20 meritev na prej določenih stojiščih, hkrati smo beležili tudi čas.

Pri merjenju sestojne temeljnice ni bilo statističnih razlik med metodama. Prav tako ne pri merjenju višin in porabi časa za izmero višin. Razlika je bila samo pri porabi časa za izmero sestojne temeljnice, kjer je bil povprečen čas metode MOTI v obeh sestojih 92 s, klasične metode pa 81 s.

Pri kabinetnem delu se je metoda MOTI izkazala za uporabnejšo, saj so bili podatki dostopni preko serverja in smo tabelo s podatki lahko prenesli neposredno v excel, medtem ko smo podatke zbrane po klasični metodi morali vnesti.

Pri zbiranju podatkov na terenu porabimo z obema metodama enako časa. Prednost metode MOTI je, da ko meritve vnesemo v telefon, nam že v sestoji poda podatke, kot so povprečna lesna zaloga, povprečna višina, povprečna sestojna temeljnica, medtem ko moramo pri klasični metodi podatke obdelati še v kabinetu. To je poglobljena prednost MOTI pred klasično metodo.

7 VIRI

Forestry apps. 2015.

<https://play.google.com/store/search?q=forestry&c=apps> (junij 2015)

Hočevar M. 1993. Dendrometrija – gozdna inventura: 274 str.

MOTI. 2015. Description and information about MOTI

<http://www.moti.ch/drupal/?q=en/node/31> (junij 2015)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Andreju Bončini in Andreju Ficku za nasvete in podporo pri izdelavi diplomske naloge.

Najlepša hvala recenzentu doc. dr. Alešu Kadunco za hitro recenzijo.

Hvala Anji, za izposojlo telefona in podporo pri terenskih meritvah.

Zahvaljujem se tudi vsem ostalim, ki so prispevali svoj delež pri nastanku te diplomske naloge.

