

# PRIMJENJIVOST MOBILNE APLIKACIJE "MOTI" I "MEASURE HEIGHT" U IZMJERI ŠUMA

---

**Babić, Matija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:359904>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu

Odjel lovstva i zaštite prirode

Stručni Studij lovstvo i zaštita prirode

Matija Babić

**PRIMJENJIVOST MOBILNE APLIKACIJE "MOTI" I  
"MEASURE HEIGHT" U IZMJERI ŠUMA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences

Applied Science in Game Keeping and Environmental  
Protection

Professional undergraduate Applied Science in Game Keeping and  
Environmental Protection

Matija Babić

**APPLICABILITY OF MOBILE APPLICATION "MOTI"  
AND "MEASURE HEIGHT" IN FOREST  
MEASUREMENT**

Final paper

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel lovstva i zaštite prirode

Stručni Studij lovstvo i zaštita prirode

Matija Babić

**PRIMJENJIVOST MOBILNE APLIKACIJE "MOTI" I  
"MEASURE HEIGHT" U IZMJERI ŠUMA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Ožura Marko, dipl.ing.

Karlovac, 2020.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. IZMJERA VISINE STABALA .....	3
2.1. Instrumenti pri mjerenju visine stabla.....	4
2.1.1 Vertex .....	4
3. MOBILNE APLIKACIJE.....	6
3.1. Moti aplikacija (izmjera visine).....	6
3.2. Measure Height aplikacija (izmjera visine).....	7
4. IZMJERA U SASTOJINI „MOTI“ APLIKACIJOM.....	8
4.1. Kalibriranje .....	10
4.2. Izmjera visina.....	10
4.3. Rezultati.....	12
5. IZMJERA U SASTOJINI „MEASURE HEIGHT“ APLIKACIJOM .....	16
5.1. Izmjera visina i analiza .....	16
6. ZAKLJUČAK .....	18
7. LITERATURA.....	19
8. PRILOZI .....	20

## 1. UVOD

Razvojem i unapređivanjem mobilne tehnologije pristupa se sakupljanju, obradi i interpretaciji raznih terenskih podataka u svim zanimanjima, uključujući šumarstvo.

Sve veći broj aplikacija na tržištu se pojavljuju koje su posebno razvijene za šumarstvo.

Aplikacije predstavljene u ovom radu, izabrane su na temelju postavljenih kriterija pretraživanjem Googlea Play i App Store digitalne usluge. Nakon opisa svrhe i načina rada odabranih aplikacija, njihova su glavna obilježja predstavljena s naglaskom na pozitivne i negativne strane svake pojedinačne prijave. Većina dostupnih aplikacija na tržištu vezanih uz šumarstvo pretežito je namijenjena za (neprofesionalnu) primjenu na razini osobnoga informiranja, izobrazbe i sl. Na primjer, aplikacije za prepoznavanje biljnih vrsta, ptica, kukaca i sl., kao što su PlantNet, Leafsnap, Mushrooms, BirdID, Entomologas i dr. (Kanižaj 2019). Međutim, osim njih pojavljuje se i određeni broj aplikacija koje su ponajprije razvijene isključivo za primjenu u šumarstvu (Sokolar 2016, Kanižaj 2019).

Međutim, šumarstvo kao niskotehnološki sektor tradicionalno karakterizira niska razina inovacija, a dosadašnja su istraživanja potvrdila relativno nepovoljno stanje inovacija te nisku inovacijsku kulturu u hrvatskom šumarstvu. S obzirom na to da su inovacije neosporno važna i aktualna tema modernoga poslovanja, njihova primjena i razvoj neizostavno su nužni i u šumarskom sektoru. Tema je ovoga rada stoga vezana uz prikaz odabranih mobilnih aplikacija kao inovativnih pomagala u šumarstvu koja možda mogu zamijeniti specijalizirane šumarske instrumente visoke cijene (zbog male serije). Prednost je ovakvih aplikacija što pametne telefone posjeduje sve više ljudi te su aplikacije lako dostupne (često

U ovome radu opisane su „Moti“ i „Measure Height“ aplikacije za pametne telefone pri izmjeri visine stabala. Isto tako, prikazati će se mobilne aplikacije koje je moguće primijeniti u šumarstvu. Cilj je rada procijeniti u kojoj mjeri mobilne aplikacije doista

možu biti korisna inovacija u šumarstvu. Prikazom odabranih aplikacija pružit će se spoznaja o tome je li u šumarstvu moguća profesionalna primjena mobilnih aplikacija.

## 2. IZMJERA VISINE STABALA

Za kvantitativan opis stabla i sastojine, visina stabla je od najbitnije važnosti. Osim totalne visine, koja je neophodna u praktičnom šumarstvu, vode se i druge visine stabla, npr: smjerišna visina, visina do prve žive grane, visina baze krošnje, visina najšireg dijela krošnje i sl., ponajprije za uporabu u znanstvene svrhe. Zbog toga su šumari tijekom godina, izumili značajne instrumente za mjerenje visine stabala.

U hrvatskom šumarstvu koriste se analogni visinomjeri pri izmjeri visine, koji visinu i udaljenost do objekta izmjere određuju na trigonometrijskom načelu postojećeg odnosa između stranica i trigonometrijskih funkcija kutova pravokutnog trokuta. Najčešće su u uporabi Blume-Leiss, Bitterlichov zrcalni relaskop s običnom ili s CP skalom, rjeđe visinomjeri Haga i Suunto.

U novije vrijeme pojavili su se digitalni visinomjeri koji također visinu određuju na trigonometrijskom načelu, ali udaljenost mjere na temelju vremena koje je potrebno ultrazvučnom valu ili zraci svjetlosti (laserskoj zraci) za prelazak određene udaljenosti u prostoru.

Digitalni visinomjeri automatski reduciraju kose udaljenosti u horizontalne te su izrazito pogodni za rad na nagnutom terenu. Osim za izmjeru visina mogu poslužiti kao daljinomjeri, padomjeri, optičke promjerke za izmjeru nedohvatnih promjera.



## 2.1. Instrumenti pri mjerenju visine stabla

### 2.1.1 Vertex

Vertex III je instrument za mjerenje visina, udaljenosti, vertikalnih kutova, nagiba i trenutačne temperature.

Iako ga je pri izmjeri visina moguće koristiti i bez transpondera (alternativni način određivanja udaljenosti), instrument potpunu funkcionalnost postiže u kombinaciji s njim, pri čemu je transponder, odnosno njegov dio koji prima i odašilje ultrazvuk pod kutom od  $60^\circ$  (transponder  $60^\circ$ ) okrenut prema instrumentu. Vertex III ima mogućnost mjerenja 6 različitih visina po objektu izmjere bez ponavljanja procedure određivanja udaljenosti. Instrument je s obzirom na mogućnost određivanja horizontalne udaljenosti (kombinacijom očitavanja kuta i udaljenosti), uz korištenje monopodijalnog štapa, transpondera s adapterom pogodan za izmjeru (udaljenosti stabla od središta plohe) na krugovima zadanog radijusa, pri čemu se transponder nalazi u središtu kruga.

Za mjerenja udaljenosti instrument koristi ultrazvučne valove. Softver instrumenta na osnovi kutova vizure na transponder, vizure na vrh stabla i udaljenosti do transpondera izračunava visinu stabla. Važno je instrument kalibrirati prije uporabe, zapravo što češće ako se temperatura, to jest tlak zraka tijekom izmjere mijenja. Prije podešavanja, instrument je potrebno temperirati (izložiti ga uvjetima okoline). Podesi se tako da se instrument postavi u mod za podešavanje, a transpondera na udaljenost od 10 m od Vertexa.



Slika 1. Vertex uređaj i transponder



Slika 2. Vertex uređaj

Izvor: slikao autor

### 3. MOBILNE APLIKACIJE

Razvojem mobilnih uređaja, mobilne aplikacije postaju sve važniji dio tržišta softvera pri čemu se uočavaju i aplikacije koje su razvijene za šumarstvo ili se osim u drugim područjima također mogu koristiti i za obavljanje nekih šumarskih poslova. Mobilne aplikacije su dostupne na svim pametnim mobilnim telefonima i njihova namjena varira, od korištenja osnovnih funkcionalnosti poput slanja poruka, poziva, kupovine preko interneta, igranja igrica, ali i do profesionalnih primjena i rješavanja specifičnih zadataka u različitim poslovima. U šumarstvu su mobilne aplikacije novija tehnološka inovacija. S razvojem i napretkom mobilne tehnologije promijenila su se gledišta u prikupljanju, obradi i interpretaciji različitih terenskih podataka u svim strukama, pa tako i u šumarskoj struci. Zainteresiranost prema upotrebi mobilnih aplikacija u šumarstvu je sve veći broj moguće primjenjivih aplikacija nasuprot dosad korištenih instrumenata, uređaja i softvera, koji su specijalizirani samo za jednu operaciju prikupljanja i obrade podataka. Mjerenja u ovome radu vršena su s autorovog mobilnog uređaja Samsung Galaxy A6 na kojeg su s Trgovine Play skinute spomenute aplikacije.

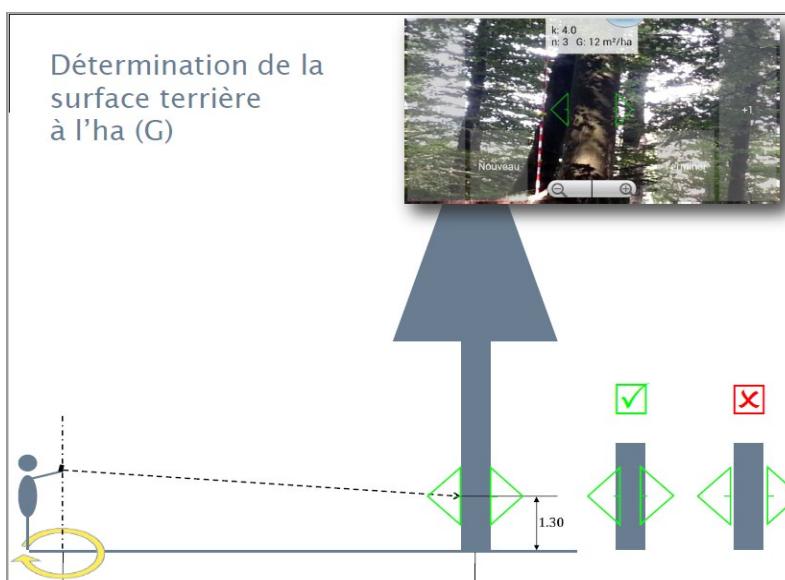
#### 3.1. Moti aplikacija (izmjera visine)

Moti aplikacija služi za izmjeru visine stabla, izmjeru broja stabala po hektaru, temeljnice po hektaru, obujma po hektaru, udaljenosti od točke interesa. Besplatna je, korisnici su je ocijenili ocjenom 4,4 od 5, više od 10,000 skidanja. MotiWZP koristi osnovne elemente tehnologije senzora pametnih telefona za svoju funkcionalnost:

- Kamere
- Senzore za orijentaciju

Fiksna žarišna duljina objektiva kamere omogućuje izračunavanje bilo kojeg kuta gledanja između bilo koje dvije točke slike. Na taj se način može utvrditi fiksni kut potreban za

ispitivanje broja uglova i postaviti preko slike kamere u obliku prikladno širokog vizira - poput gorke ploče. Aplikacija uzima u obzir automatsku korekciju nagiba. Koristeći senzore za orijentaciju, koji mjere orijentaciju zemljinog magnetskog polja (magnetometar) i ubrzanje zahvaljujući gravitaciji (akcelerometar), pametni telefon može u bilo kojem trenutku pozvati svoju trenutnu prostornu orijentaciju. Na taj se način može odrediti smjer nagiba. Softver koristi nagib za trajno ispravljanje širine vida. Vizir postaje manji što dalje gledate prema gore.



Slika 3. Određivanje bazalnog područja

### 3.2. Measure Height aplikacija (izmjera visine)

Unošenjem podataka o udaljenosti između tla i visine na kojoj se mobilni telefon pri izmjeri nalazi, ona otprilike odgovara visini očiju mjeritelja. Aplikacija nudi izmjeru s unosom udaljenosti, za koju je potrebno odrediti udaljenost mjernom vrpcom radi dobivanja što točnijeg podatka izmjere i opciju u kojoj aplikacija sama određuje udaljenost na temelju čega poslije određuje visinu stabla. Vizura se vrši preko kamere, te se na zaslonu pojavljuje slika s križem koji je fiksiran na sredini ekrana, a pomicanjem mobilnog uređaja usmjeravamo ga na vrh stabla.

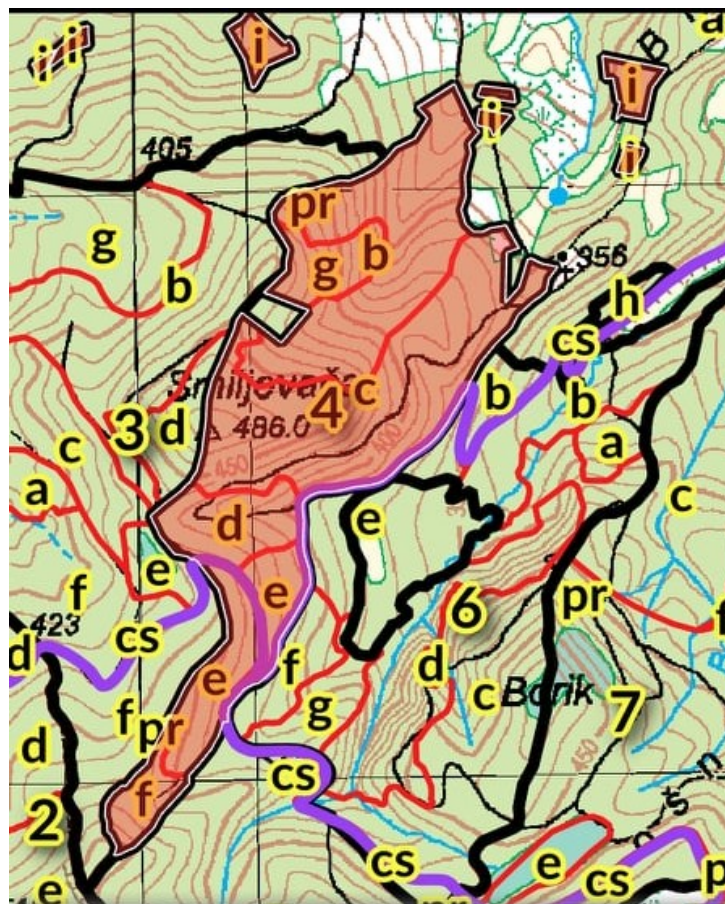


Slika 4. Zaslون pri korištenju Measure Height aplikacije

#### 4. IZMJERA U SASTOJINI „MOTI“ APLIKACIJOM

Izmjera visina stabala u sastojinskim uvjetima obavljena je 4. odjelu unutar gospodarske jedinice Sjeverna Babja gora koja se nalazi na području Uprave šuma Podružnice Požega, Šumarija Požega.

Gospodarska jedinica Sjeverna Babja gora je ukupne površine 4551,67 Ha od kojih je obrasla površina 4457,45 Ha te ukupne drvene zalihe 901840 m<sup>3</sup>

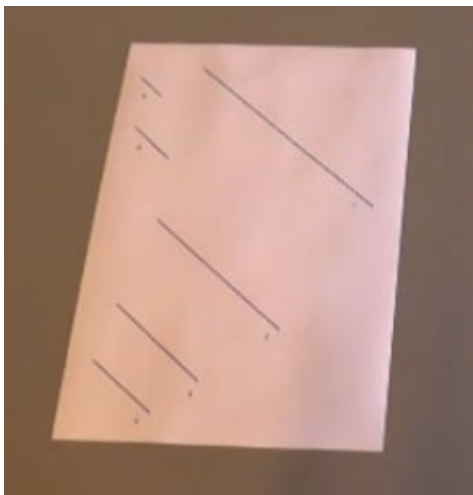


Slika 5. Tematska karta uređajnog razreda

Visine su mjerene na stablima hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i stablima obične bukve (*Fagus sylvatica*). Putem „Moti“ aplikacije i „Measure Height“ aplikacijom, a visine dobivene Vertex uređajem uzete su kao relevantne, te je se od njih izračunalo odstupanje dobiveno mjerenjem mobilnim aplikacijama.

#### 4.1. Kalibriranje

Materijali koji su bili potrebni pri izradi kalibracije su: dva papira A4 formata, ljepljiva traka, vertikalno postavljeno zrcalo, olovka i ravnalo. Kalibracija je bila potrebna kako bi se prilikom zumiranja podesilo povećanje na ekranu mobilnog uređaja i s tim smanjenje izračunate udaljenosti. Taj dio kalibracije vršio se na papiru s linijama točno određene udaljenosti, te je trebalo vizirati točno na rubove tih linija. Bilo je potrebno kalibrirati i samu leću mobilnog uređaja usmjeravanjem križića na ekranu prema ogledalu u objektiv telefona.

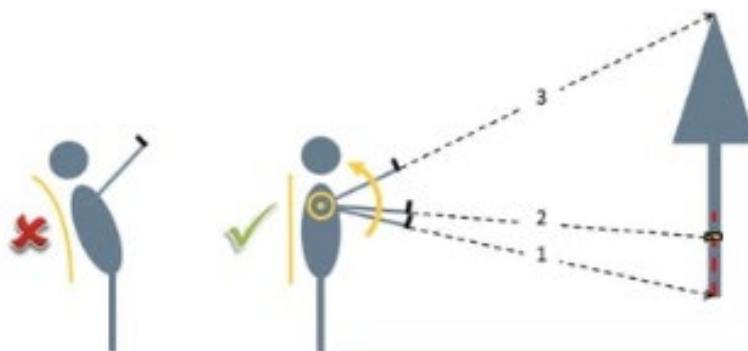


Slika 6. Crtež kalibracije

#### 4.2. Izmjera visina

Visine su ukupno mjerene na 26 stabala obične bukve (*Fagus sylvatica*) i 26 stabala hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*). Visina se mjerila aplikacijom „Moti“.

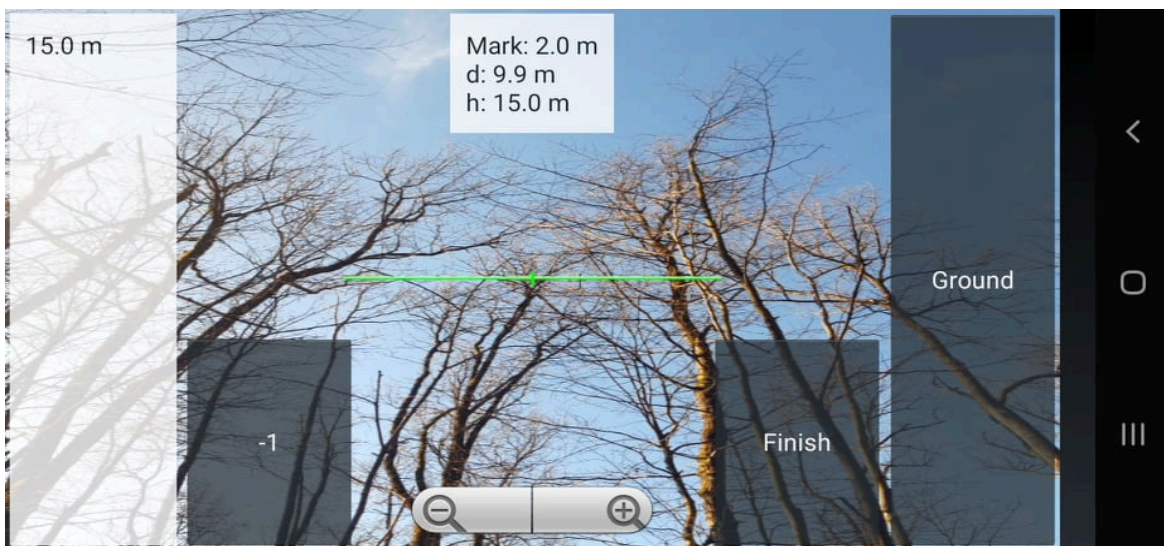
Određivanje visine stabla vršilo se u tri faze. Prva vizura išla je na podnožje stabla, zatim na ravni stup i na vrh stabla. Oznaka je bila učvršćena iznad tla, zatim usmjerena prema tri cilja (tlo, oznaka i vrh stabla). Aplikacija bi trebala izračunati kolika je udaljenost do stabla i kolika je visina mjerenog stabla. Izmjere visina Vertexom uzimaju se kao referentne.



Slika 7. Prikaz principa mjerenja "Moti" aplikacijom

Princip rada prikazan je na slici 4. Prva vizura išla je na podnožje stabla odnosno na donju markicu letve, zatim druga vizura na gornju markicu na letvi odnosno na 2,0 m, a treća vizura na vrh stabla, viziranje se vršilo pomoću kričave zelene ravne linije prikazane na zaslonu mobilnog uređaja kao pomoć prilikom određivanja vrha stabla.

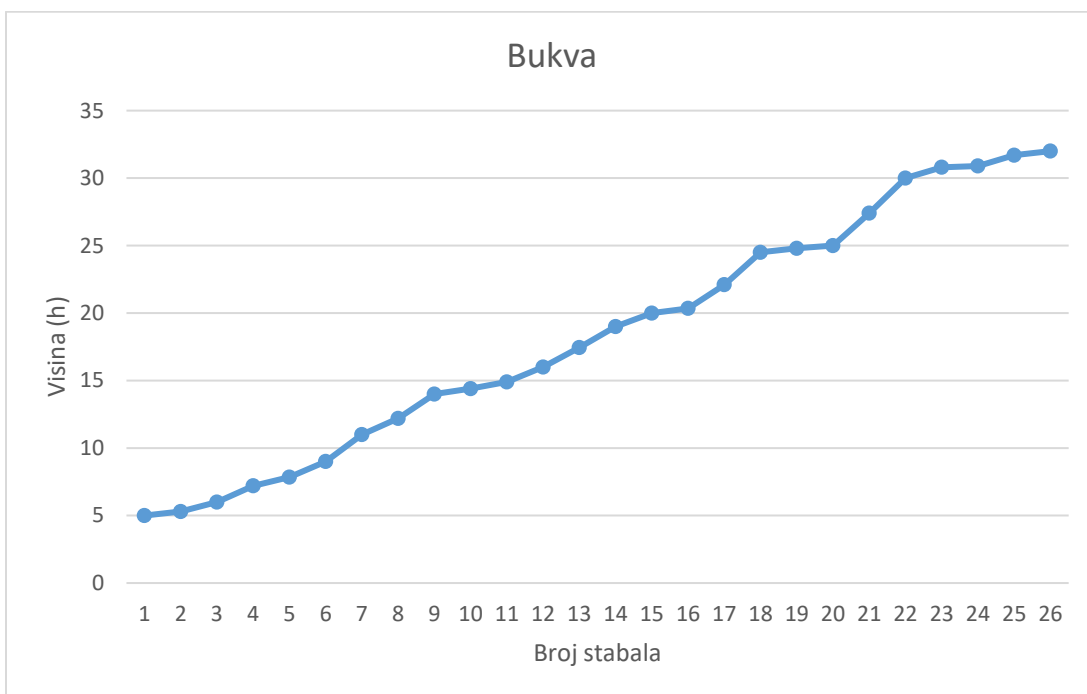




Slika 8. Prikaz mjerenja visine aplikacijom "Moti"

### 4.3. Rezultati

Napravljen je grafički prikaz u kojem su uvršteni podaci s brojem stabala i visinu stabala, za svaku vrstu posebno.



Slika 9. Grafički prikaz visina stabala mjerena aplikacijom "Moti" za bukvu

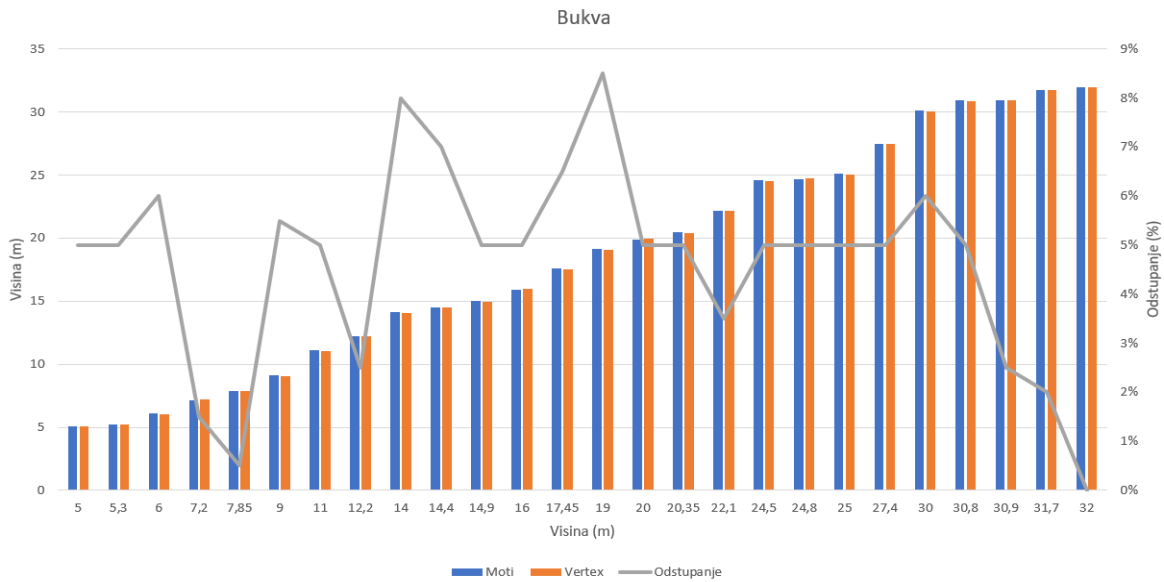
Izvor: izrada autora



Slika 10. Grafički prikaz visina mjerena aplikacijom "Moti" za hrast kitnjak

Izvor: izrada autora

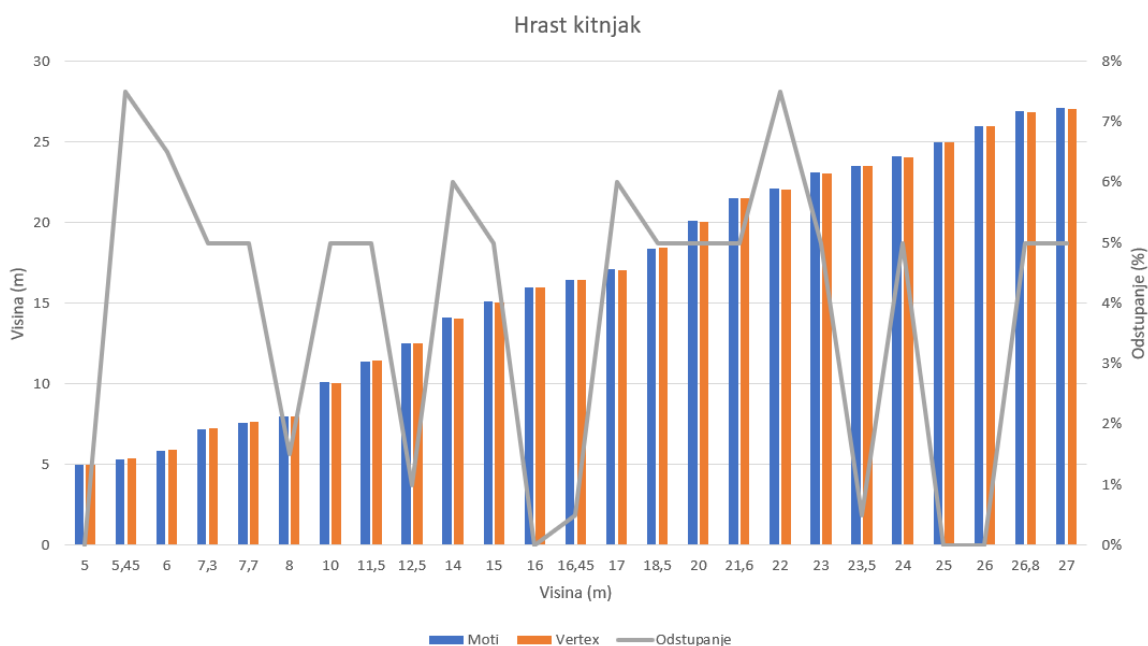
Nakon izmjerenih visina stabala aplikacijom „Moti“ i uređajem Vertex, svi podaci uneseni su u Microsoft Excel, te je izračunata aritmetička sredina kako bi se prikazala odstupanja odnosno točnost u mjerenju.



Slika 11. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za bukvu

Izvor: izrada autora

Očitavajući graf vidi se, da odstupanje u visini od 19 m iznosi 9%, te je tu odstupanje najveće. Zatim ga prati odstupanje u visini od 14 m koje iznosi 8%. Samim porastom izmjerenih visina primjećujemo pad u količini odstupanja što možemo pripisati većoj udaljenosti od stabla i jasnijem viziranju vrha stabla.



Slika 12. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za hrast kitnjak

Izvor: izrada autora

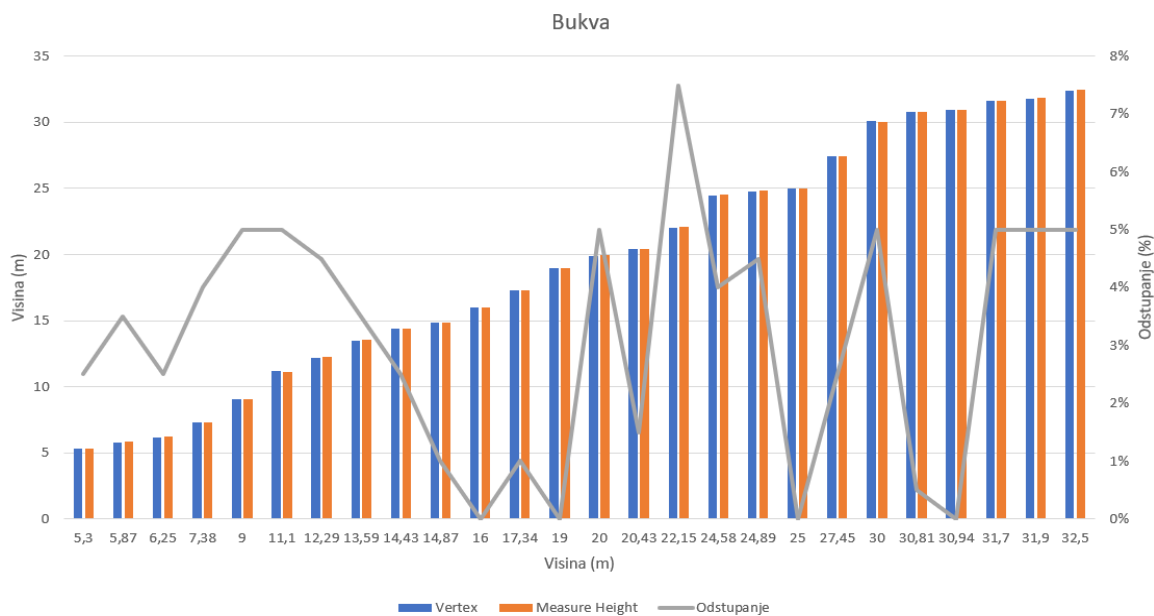
U grafu je vidljivo da je odstupanje u visini od 5,45 m, a iznosi blizu 8%, dok pri visini 14 m odstupanje iznosi 6%.

I u jednom i u drugom grafičkom prikazu, vidljivo je da porastom izmjerenih visina dobivenih mobilnom aplikacijom se smanjuje odstupanje od visina dobivenih uređajem Vertex. To djelomično možemo objasniti i time da postotci manje variraju ukoliko je greška u mjerenju recimo 50cm na stablu visine 26m u odnosu na stablo visine 6m.

## 5. IZMJERA U SASTOJINI „MEASURE HEIGHT“ APLIKACIJOM

Drugo mjerenje učinjeno je „Measure Height“ aplikacijom. U sljedećim prilozima prikazana je razlika u odnosu na u ovom slučaju relevantni uređaj Vertex, te izračunata aritmetička sredina kako bi se prikazalo što točnije odstupanje.

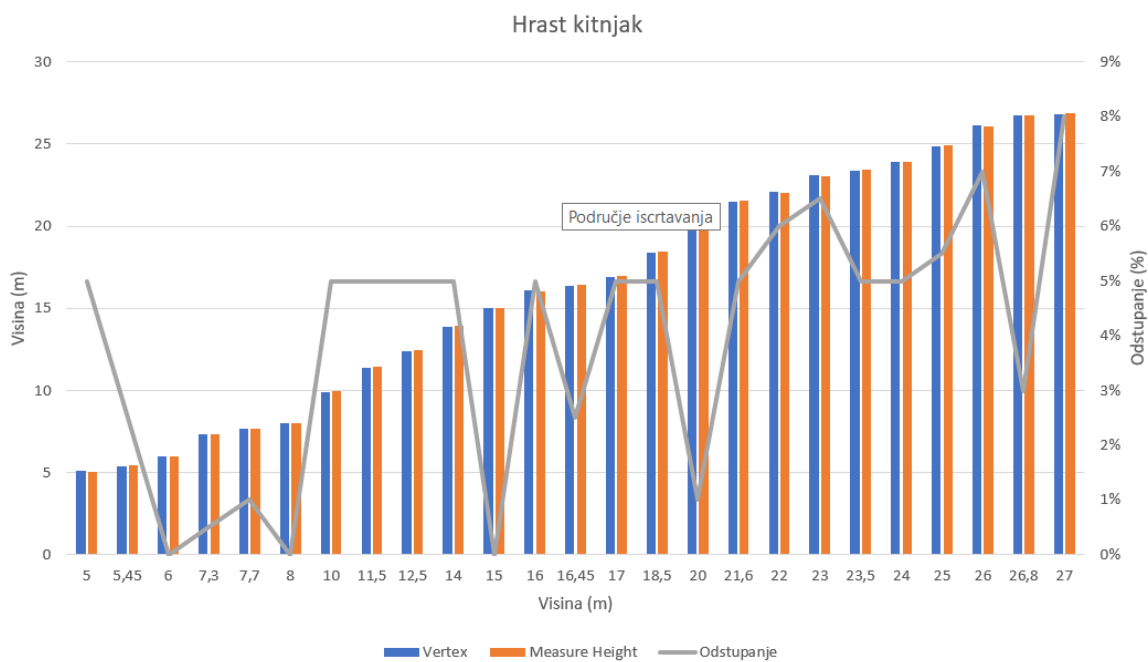
### 5.1. Izmjerna visina i analiza



Slika 13. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za bukve

Izvor: izrada autora

Iz grafa se vidi najveće odstupanje od 7% u visini od 22,15 m. Kod aplikacije „Measure Height“ primjećujemo da je odstupanje od uređaja Vertex izraženo pri gotovo svim visinama, od najnižih do najviših.



Slika 14. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za hrast kitnjak

Izvor: izrada autora

Iz grafa se vidi najveće odstupanje od 8% u visini 27 m.

Na grafičkim prikazima, za bukvu i hrast kitnjak, prikazano je odstupanje u % dobiveno mjerenjem „Measure Height“ aplikacijom u odnosu na visine dobivene relevantnim uređajem Vertex.

## 6. ZAKLJUČAK

Pri mjerenju „Moti“ aplikacijom odstupanja, u nekim slučajevima, su bila veća od 100%, što se može prevesti da je krivo izmjereno, te takvi dobiveni podatci su odmah odbačeni i nisu uzeti u daljnje razmatranje i statističku obradu jer bi rezultati bili još više raspršeni i nepregledniji. Dok pri mjerenju „Measure Height“ odstupanja nisu prevelika kao u slučaju s „Moti“ aplikacijom. Iako je i kod te aplikacije bilo dobivenih rezultata koji nisu uzeti u razmatranje u ovom radu. U radu su prikazani samo podatci za koje se logično moglo zaključiti da približno odgovaraju stvarnoj visini stabla, tj. onoj dobivenoj uređajem Vertex. Vertex uređaj je daleko kvalitetniji i precizniji od bilo koje mobilne aplikacije, ali je primjena mobilnih aplikacija u šumarstvu neophodna zbog smanjenja velikih troškova upotrijebljene opreme i zbog veće produktivnosti. Ako ćemo uzeti neku zamišljenu i tolerantnu pogrešku od +/- 10% onda bi mogli reći da su ove dvije mobilne aplikacije djelomično primjenjive u svrhu mjerenja visina stabala u šumarstvu, ali nikako da su primjenjive u znanstvene i istraživačke svrhe gdje se traži daleko veća preciznost i pouzdanost podataka. Da bi dobili prilično točne i pouzdane podatke treba odvojiti neko vrijeme i proučiti kako aplikacija funkcionira, uigrati pokrete ruku, kalibrirati aplikaciju i sl. budući da aplikacija u idealnim uvjetima mjeri pouzdano može se zaključiti da za dosta pogrešaka pri mjerenju je kriv ljudski faktor. Aplikacije su primjenjive za privatne šumoposjednike i šumare amatere koji okvirno žele znati visinu stabala da bi uz dodatno mjerenje prsnih promjera mogli približno odrediti količinu drvne mase na datoj površini.

## 7. LITERATURA

1. Lepoglavec K. i sur., 2019.: Mobilne aplikacije – korisna inovacija u šumarstvu? Nova meh. Šumar., Zagreb
2. Lukić, N. i sur., 2005: Istraživanje primjenjivosti ultrazvučnog visinomjera/daljinomjera „Vertex III“ u odnosu na najčešće korištene visinomjere u šumarstvu Hrvatske. Šumarski list broj 9-10 CXXIX (2005), str. 481-488
3. <http://www.moti.ch/drupal/?q=en/node/31>
4. <https://play.google.com/store/apps/details?id=ee.deskis.android.height>
5. <https://www.sumari.hr/sumlist/gootxt.asp?id=194703&s=15&s2=23>
6. Pranjić, A. i N. Lukić, 1997: Izmjera šuma. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb
7. Narodne novine, 2015: Pravilnik o uređivanju šuma
8. <http://www.haglof.se/index.php/en/products/instruments/height/341-vertex-iv>
9. <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/34-sume/sume1/64-rjecnik>



## 8. PRILOZI

### POPIS SLIKA

Slika 1. Vertex uređaj i transpoder .....	5
Slika 2. Vertex uređaj .....	5
Slika 3. Određivanje bazalnog područja.....	7
Slika 4. Zaslona pri korištenju Measure Height aplikacije .....	8
Slika 5. Tematska karta uređajnog razreda.....	9
Slika 6. Crtež kalibracije .....	10
Slika 7. Prikaz principa mjerenja "Moti" aplikacijom.....	11
Slika 8. Prikaz mjerenja visine aplikacijom "Moti" .....	12
Slika 9. Grafički prikaz visina stabala mjerena aplikacijom "Moti" za bukvu.....	12
Slika 10. Grafički prikaz visina mjerena aplikacijom "Moti" za hrast kitnjak.....	13
Slika 11. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za bukvu.....	14
Slika 12. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za hrast kitnjak.....	15
Slika 13. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za bukvu.....	16
Slika 14. Grafički prikaz odstupanja mjerenja za hrast kitnjak.....	17