



PRIROČNIK ZA UPORABO

mobilne aplikacije za izmero gozdnih sestojev MOTI

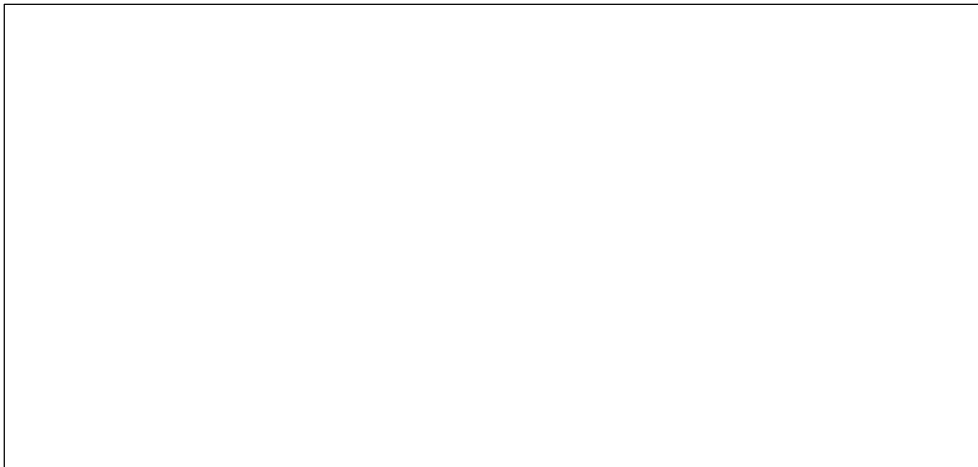


Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



Izdal in založil:

Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire – Biotehniška fakulteta



Avtorji: Andrej Ficko, Maruša Čotar

Tehnični urednik in oblikovanje:
Maruša Čotar

Fotografija na naslovnici:
Aleš Poljanec

Avtor slik:
Maruša Čotar

Izšlo v Ljubljani v juniju 2021.

Priročnik je nastal v okviru projekta Digitalizacija kmetijskih gospodarstev za načrtovanje gospodarjenja z gozdovi (DIGIGOZD), financiranega v okviru PRP 2014-2020, podukrepa 16.2 Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij Evropskega partnerstva za inovacije (EIP), odločba št. 1119/2020/11.

Publikacija je brezplačna.

MOTI je mobilna aplikacija za merjenje sestojev.

POSTOPEK KALIBRACIJE

S spletne strani <http://www.digigozd.si> naložimo aplikacijo MOTI na pametni telefon ali tablico. Preden začnemo z merjenjem, moramo aplikacijo MOTI kalibrirati, ker imajo tablice in telefoni različno velike zaslone in fotografske leče. S kalibracijo določimo, kako velik je v resnici objekt, ki ga vidimo na zaslonu. Skozi postopek kalibracije nas vodi vgrajen asistent, za kar potrebujemo 10-15 minut. Napravo je treba kalibrirati samo enkrat.

NAČINI MERITEV

Merimo lahko na štiri različne načine:

- na posameznem stojišču brez shranjevanja meritev,
- na posameznem stojišču (ploskvi) s shranjevanjem meritev,
- na več stojiščih v sestoji, kjer aplikacija izračuna povprečno vrednost za sestoj in zanesljivost ocene,
- kot sestojno inventuro, kjer merimo na vnaprej določeni vzorčni mreži, npr. na vsakih 100 metrov, pri čemer aplikacija sproti izračunava zanesljivost ocene in nas vodi do naslednje ploskve.



Izmerimo lahko:

- lesno zalogo,
- sestojno temeljnico,
- višino drevesa,
- drevesno sestavo,
- število dreves na hektar.

Lesno zalogo MOTI izračuna na podlagi Bitterlichove kotnoštevne metode.

Kazalo

1. Uvod	4
2. Prednosti aplikacije MOTI	4
3. Način izračuna lesne zaloge z MOTI	4
4. Namestitev aplikacije MOTI	5
5. Postopek kalibracije	5
5.1. Nastavitev usmeritve kamere	5
5.2. Nastavitev kota zaslonke kamere	6
6. Testiranje naprave	8
6.1. Preverjanje kalibracije kota zaslonke kamere	8
6.2. Preverjanje kalibracije usmeritve kamere	9
7. Načini meritev na terenu in nastavitve	10
8. Meritve in osnovni meniji aplikacije	10
8.1. Izmera temeljnice na hektar (G)	11
8.2. Izmera višine drevesa (h)	13
8.3. Izmera števila dreves na hektar (N)	15
8.4. Ocena lesne zaloge na hektar (LZ)	16
9. Izvedba gozdne inventure	17
10. Prenos podatkov na računalnik	19
11. Razlaga strokovnih gozdarskih pojmov	20
12. Viri	22

1. Uvod

MOTI je aplikacija za pametne telefone in tablice, s katero merimo različne sestojne znake. Razvili so jo na Visoki šoli za agronomske, gozdarske in agroživilske znanosti (HAFL) v Bernu v Švici, na slovenske rastiščne razmere pa priredili na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Omogoča hitro izvedbo gozdne inventure, ki ji je kos tako gozdar kot tudi lastnik gozda. Zgolj z nekaj kliki lahko z MOTI izmerimo sestojno temeljnico, višino dreves, število dreves na hektar ter ocenimo drevesno sestavo in lesno zalogo. Za delo na terenu potrebujemo le pametno napravo z naloženo aplikacijo in merilno palico znane višine/trasirko.

MOTI ni edina aplikacija za merjenje sestojnih znakov, ki je trenutno na voljo na spletu, je pa brezplačna in verjetno najbolj izpopolnjena ter uporabniku prijazna. Pred izidom je bila večkrat testirana in se stalno posodablja.

2. Prednosti aplikacije MOTI

V primerjavi s klasičnimi načini merjenja ima aplikacija številne prednosti. Pametne naprave ponujajo vse boljšo optiko, kontrastne zaslone z možnostjo povečevanja slike, kar je še posebej pomembno pri meritvah sestojne temeljnice, ko lahko s povečevanjem slike hitro ugotovimo, ali določeno drevo še presega izbrani vizurni kot ali ne. Povečevanje slike je zelo uporabno tudi v razmerah slabše vidljivosti, ko s približevanjem slike na telefonu ali tablici hitro preverimo, kaj se nahaja več deset metrov stran od nas in ali se morda za drevesom ne skriva še kakšno drugo drevo. Aplikacija ima vgrajen avtomatski popravek izračuna zaradi nagiba terena.

Meritve sestojne temeljnice z MOTI aplikacijo sicer niso bistveno hitrejše kot ročne meritve, prihranimo pa ogromno časa pri izračunu lesne zaloge in prenosu ter obdelavi podatkov, saj MOTI omogoča takojšnji izračun lesne zaloge na terenu.

Posebnost MOTI je tudi rastni model SiWaWa, ki s pomočjo podatkov o temeljnici, številu dreves ter zgornji sestojni višini napoveduje prihodnji razvoj gozda. Model je primeren le za enomerne pretežno čiste bukove, smrekove, jesenove, javorove, hrastove ali borove sestoje, kjer delež teh vrst znaša vsaj 85 %.

3. Način izračuna lesne zaloge z MOTI

Sestojna temeljnica (G) je ključni podatek za izračun lesne zaloge. Predstavlja vsoto ploščin (m²) prerezov vseh dreves na višini 1,3 m na površini en hektar. Če poznamo sestojno temeljnico, moramo vedeti le še, kako visoko je drevje (h) in kakšne oblike je (f). Lesno zalogo (LZ) izračunamo po enostavni formuli: $LZ = G * h * f$.

Najhitrejši način za izmero sestojne temeljnice je leta 1929 odkril avstrijski gozdar Walter Bitterlich. Ugotovil je, da število dreves, ki so debelejša, kot znaša izbrani vizurni kot posebne merilne ploščice, pomnožimo s posebnim faktorjem k (kotnoštevnim faktorjem k), ter tako pridemo do sestojne temeljnice (več o tem v poglavju 8.1).

4. Namestitev aplikacije MOTI

S spletne strani <http://www.digigozd.si/MOTI> prenesemo aplikacijo MOTI na pametno napravo (datoteka je velika 43,48 MB). V napravi poiščemo preneseno datoteko in s klikom nanjo zaženemo namestitev. Potrdimo, da želimo namestiti datoteko. Opozorilo: Če imamo na napravi že nameščeno starejšo različico MOTI, jo moramo predhodno odstraniti. Po končani namestitvi je potrebno v Nastavitvah, v meniju Aplikacije izbrati aplikacijo MOTI in v podmeniju Dovoljenja omogočiti delovanje kamere, lokacije in shrambe. Pred pričetkom meritev na terenu je potrebno MOTI kalibrirati.

5. Postopek kalibracije

Aplikacija deluje na večini pametnih naprav. Zaradi različno velikih zaslonov in fotografskih leč moramo naši pametni napravi »povedati«, kako velik je objekt, ki ga vidimo na zaslonu, v naravi. Celoten postopek kalibracije traja okrog 15 minut in se ga izvede samo enkrat. Skozi postopek kalibracije nas vodi vgrajen asistent.

Povezava z internetom ni pogoj za delovanje aplikacije (izjema je le prenos aplikacije in dostop do poglavja Pomoč).

Za kalibracijo potrebujemo: navpično nameščeno ogledalo (na steni), dva lista papirja formata A4, lepilni trak in tiskalnik. Postopek kalibracije je sestavljen iz dveh delov: iz nastavitve usmeritve kamere in nastavitve kota zaslonke kamere.

5.1. Nastavitev usmeritve kamere

Ko prvič kalibriramo napravo, nas ta vpraša, če jo želimo kalibrirati in potrdimo z »Da«. Vgrajen asistent nam predstavi nadaljnji postopek nastavitve usmerjenosti kamere. Nato pritisnemo gumb »Začni kalibracijo«. Zatem poiščemo leče kamere. Pazimo, da jih ne zamenjamo z bliskavico - flešem (Slika 1). Pri novejših napravah z več kamerami, najdemo glavno kamero tako, da s prstom prekrijemo posamezno kamero in ko postane zaslon zatemnjen, smo na pravi - glavni kameri.



Slika 1: Leča in bliskavica na pametnem telefonu

Postavimo se pred ogledalo, ki je nameščeno na steni. V središče odseva leče kamere (glavne kamere pri napravah z več kamerami) usmerimo zelen križec (Slika 2). Biti moramo dovolj blizu ogledala, vendar razdalja ni tako pomembna kot to, da je leča kamere jasno in

dobro vidna. Napravo držimo stabilno z obema rokama v vodoravnem položaju in pritisnemo gumb »Kalibriraj«.

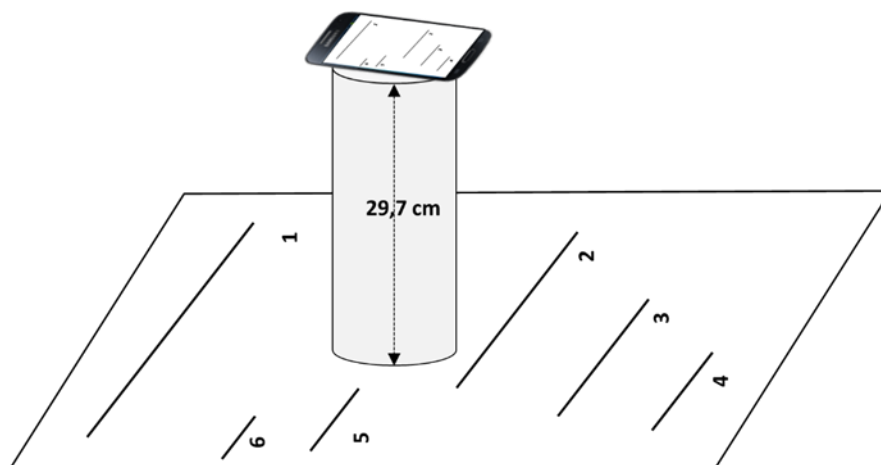


Slika 2: Zelen križec usmerimo točno v sredino odseva leče kamere

Nato zavrtimo pametno napravo v smeri urinega kazalca za 90 stopinj in ponovimo prejšnji korak. Ko smo izvedli kalibracijo v ležeči in pokončni postavitvi, pritisnemo gumb »Naprej«. Kalibrirane vrednosti morajo ustrezati vrednostim med -20° in 20° . S tem je usmeritev kamere končana (kalibrirana). Če smo se med postopkom kalibracije pomotoma premaknili ali se nam je zatresla roka, lahko celoten postopek ponovimo. Sliko lahko približamo ali oddaljimo s pritiskom na »zoom«, ki ga označujeta plus in minus na zaslonu (+/-).

5.2. Nastavitev kota zaslonke kamere

Kot zaslonke je potrebno nastaviti za štiri nivoje povečave (brez povečave, s prvim, drugim in tretjim nivojem povečave). Najprej na list papirja formata A4 natisnemo kalibracijski vzorec linij (pdf datoteko najdemo na spletni strani www.moti.ch ali na <http://www.digigozd.si/>). Pri tiskanju vzorca linij izberemo opcijo »dejanska« ali ekvivalentna velikost. Natisnjen vzorec linij položimo na belo horizontalno površino. Kot ozadje lahko uporabimo tudi bele liste papirja. Izberemo dobro osvetljeno sobo z enakomerno osvetlitvijo. Nato iz lista papirja formata A3 ali A4 in lepilnega traku oblikujemo 29,7 cm visok valj, ki ga postavimo navpično na list z vzorcem linij (Slika 3).



Slika 3: Izdelan valj položimo na list z vzorcem linij in nanj položimo napravo

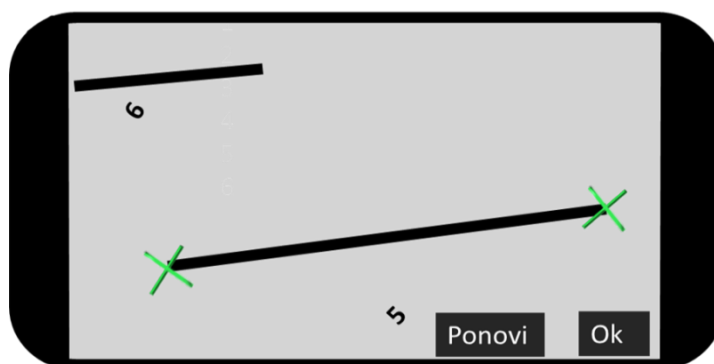
Zatem položimo napravo z zaslonom obrnjenim navzgor na izdelan valj in pritisnemo gumb »Začni kalibracijo«. Zelo pomembno je, da na zaslonu v celoti vidimo najdaljšo izmed vidnih linij. Če je potrebno, valj premikamo, dokler na zaslonu ne vidimo celotne najdaljše linije. Linija naj bo dolga med 1/2 in 3/4 zaslona. Ne skrbite, če so na zaslonu vidni deli krajših linij, ker programska oprema avtomatsko išče najdaljšo. Za boljšo meritev omejite število vidnih linij na vašem zaslonu.

Pazimo, da se naprava ne premika. Pritisnemo gumb »Kalibriraj«. Nato označimo številko linije, ki smo jo izbrali (Slika 4). Pojavita se dva zelena križca (Slika 5). Če se zelena križca natančno dotikata skrajnih točk linije, pritisnemo »OK«, če se ne, ponovimo postopek, tako, da se s kamero in valjem premikamo po listu z linijami, dokler se ne bosta zelena križca natančno prilegala eni liniji.

Če se vrnemo pri postopku kalibracije nazaj, nas naprava opozori, da bomo izgubili vse do sedaj zbrane podatke.



Slika 4: S klikom potrdimo, katero linijo smo izbrali



Slika 5: Zelena križca se morata natančno prilegati skrajnima točkama linije

Za vsak nivo povečave (to je še trikrat) ponovimo celoten postopek nastavitve kota zaslonke kamere. Po zadnjem, četrtem posnetem postopku tretjega nivoja povečave, je kalibracija končana in pritisnemo gumb »Dokončaj kalibracijo«. Kalibrirane vrednosti morajo ustrezati vrednostim med 0° in 180°. Na koncu dobimo še enkrat izpisane vse kalibracijske vrednosti (za usmeritev kamere v ležeči in pokončni postavitvi, za kot zaslonke brez povečave, s prvim, drugim in tretjim nivojem povečave), ki si jih je priporočljivo zapisati in shraniti, kajti kalibracijske vrednosti se lahko med posodabljanjem aplikacije izgubijo.

6. Testiranje naprave

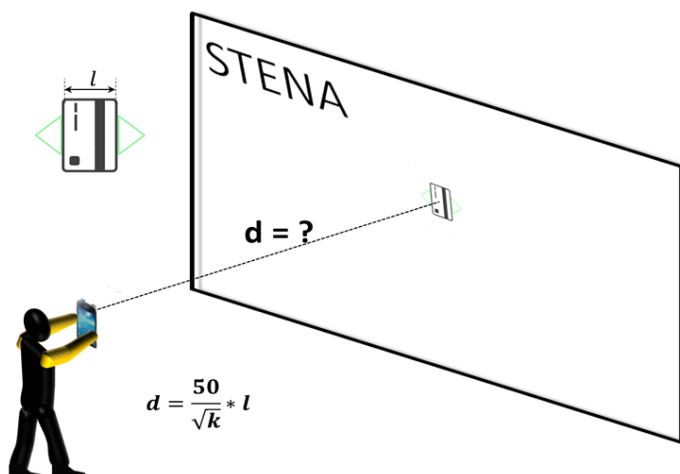
Ko smo napravo uspešno kalibrirali, lahko preizkusimo, kako natančni smo bili pri kalibriranju naprave. Preverimo lahko kalibracijo kota zaslonke in usmeritve kamere.

6.1. Preverjanje kalibracije kota zaslonke kamere

V praksi bi lahko zaradi slabo kalibriranega kota zaslonke prišlo do napak pri izmeri temeljnice in števila dreves.

Navpično na steno prilepimo kreditno kartico in začnemo meriti G (Slika 6). Kreditna kartica se mora natančno prilegati robovoma zelenih oznak na zaslonu (kot je prikazano na Sliki 6).

V nastavitvah izberemo kotnoštevne faktorje $k = 1$, $k = 2$ in $k = 4$ in nato izmerjeno vodoravno razdaljo od leče kamere do stene primerjamo z vrednostmi d (Preglednica 1), pri čemer je d izračunan po formuli $d = \frac{50}{\sqrt{k}} * l$. Na primer, pri kotnoštevem faktorju 1 mora razdalja znašati 2,70 metra, pri kotnoštevem faktorju 2, 1,91 metra in pri kotnoštevem faktorju 4 mora biti razdalja enaka 1,35 metra.

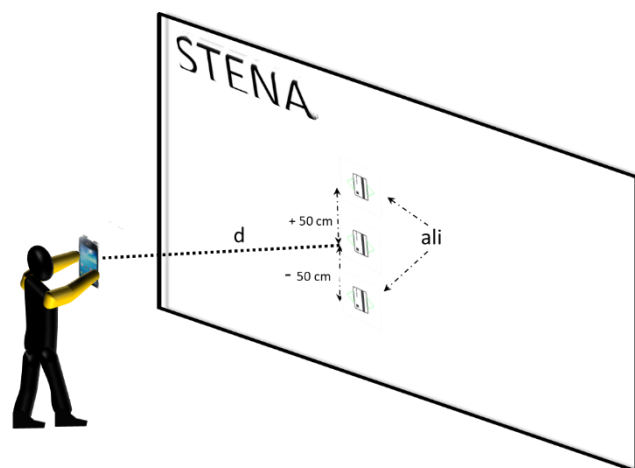


Slika 6: Preden se odpravimo na teren, preverimo, če smo dovolj natančno kalibrirali zaslonko

Preglednica 1: Razdalja od stene do leče naprave pri različnih kotnoštevni faktorjih in standardni širini kreditne kartice $l = 5,4$ cm

Kotnoštevni faktor (k)	Razdalja (d) v m
1	2,70
2	1,91
4	1,35

Da bi preverili popravek naklona (Slika 7), sta priporočljivi dve meritvi G. Pri prvi meritvi mora biti kreditna kartica nameščena v višini oči, pri drugi meritvi pa 50 cm višje ali nižje. Ustrezna vodoravna razdalja d mora biti v obeh primerih popolnoma enaka.

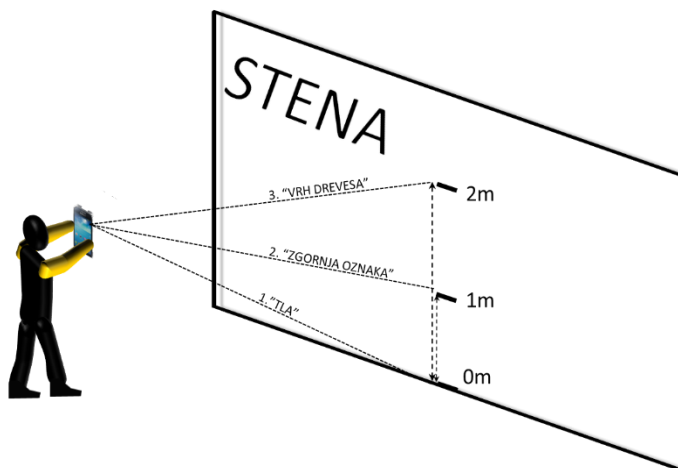


Slika 7: Preverimo, če je popravek naklona pravilen

6.2. Preverjanje kalibracije usmeritve kamere

Zaradi slabo kalibrirane usmeritve kamere bi lahko prišlo do napak pri merjenju višine. Kalibracijo usmeritve kamere preverimo tako, da na navpični steni (Slika 8) postavimo dve oznaki: prvo na 1 m nad tlemi in drugo na 2 m nad tlemi. Nato v MOTI shranimo naslednjo nastavitev: »Zgornja oznaka« = 1,0 m. Začnemo meriti h in viziramo v tri točke: tla (0 m), zgornjo oznako (1 m) in vrh drevesa (2 m). Pazimo, da bo središčna točka naprave ostala stabilna.

Vrednosti h in d , izmerjene z MOTI, bi morale nato ustrezati dejanskim vrednostim $h = 2$ m in $d =$ razdalja med lečo kamere in steno z dopustnima odstopanjema $\pm 0,1$ m.



Slika 8: Kalibracijo usmeritve kamere preverimo na prikazan način

Če smo pri testiranju ugotovili, da smo nenatančno kalibrirali napravo, lahko v meniju »Parametri« (Slika 9) izberemo gumb »Kalibracija« in s pritiskom na gumb »Nova kalibracija« ponovno izvedemo postopek kalibracije. V primeru, da smo izgubili že kalibrirane vrednosti (na primer zaradi posodabljanja aplikacije), jih lahko tukaj ponovno vnesemo v aplikacijo ali pa jih prilagodimo.

7. Načini meritev na terenu in nastavitve

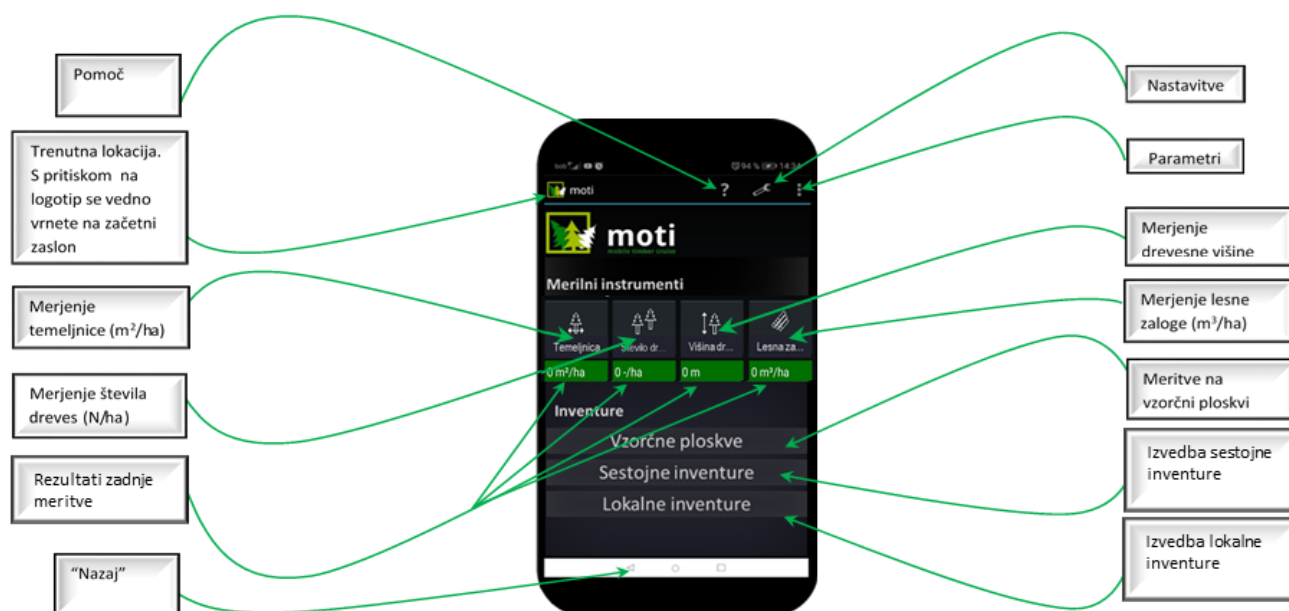
Sestojne znake lahko merimo na štiri različne načine:

- posamezna meritev G (temeljnice v m² na hektar), N (števila dreves na hektar), h (višine drevesa v m) in LZ (lesne zaloge v m³ na hektar) brez shranjevanja rezultatov meritev,
- združevanje več meritev in shranjevanje meritev, vključno z GPS koordinatami mesta merjenja (vzorčne ploskve),
- sestojna inventura s shranjevanjem meritev na vzorčnih ploskvah s sprotnim izračunom zanesljivosti ocene - vzorčno napako,
- lokalna inventura s shranjevanjem meritev na v naprej določeni vzorčni mreži ploskev (npr. drevesa merimo na vsakih 100 m) s sprotnim izračunom zanesljivosti ocene - vzorčno napako in usmerjanjem do naslednjega stojišča.

Za zahtevnejše uporabnike MOTI omogoča izvoz podatkov na podatkovni strežnik in simulacijo razvoja gozda z rastnim modelom SiWaWa. Z MOTI lahko tudi posnamemo GPS koordinate točk, kjer smo izvedli meritve, kar omogoča, da kasneje lokacije meritev prikažemo na kartah.

8. Meritve in osnovni meniji aplikacije

Naprava je po uspešni kalibraciji in testiranju kota zaslonke ter usmeritve kamere pripravljena za delo. Na zaslonu naprave vidimo spodaj opisane možnosti meritev (Slika 9).



Slika 9: Zaslon aplikacije MOTI z glavnimi meniji

8.1. Izmera temeljnice na hektar (G)

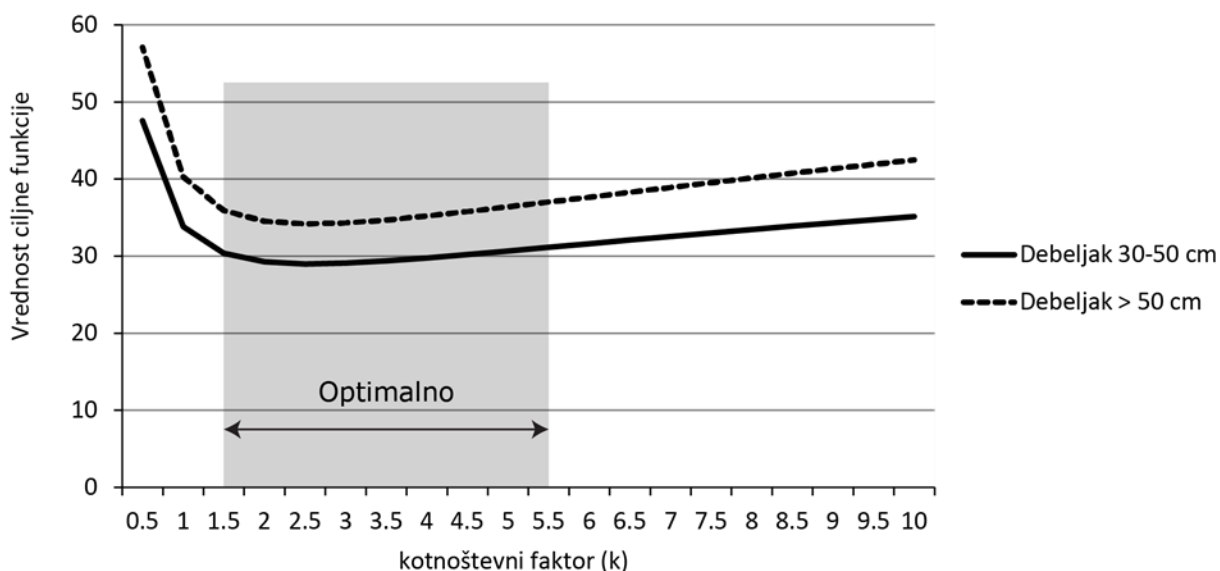
Pred pričetkom merjenja sestojne temeljnice na hektar (G) moramo v meniju »Nastavitve«, ki ga označuje viličasti ključ (na zaslonu desno zgoraj), določiti velikost kotnoštevnega faktorja (k).

Izbira kotnoštevnega faktorja

S kotnoštevni faktorjem uravnavamo število dreves, ki jih v povprečju zajamemo v vzorec. Manjši kot je kotnoštevni faktor, manjši je vizurni kot in obratno.

Pri manjšem kotnoštevni faktorju bomo v vzorec zajeli več dreves, zato bodo meritve trajale dlje. Večji kot je kotnoštevni faktor, večji je vizurni kot in manj dreves bomo zajeli v vzorec, zato bomo meritev opravili hitreje. Vendar pa se z večanjem kotnoštevnega faktorja zmanjšuje zanesljivost ocene sestojne temeljnice, saj pri kotnoštevni faktorju $k = 10$ dobimo na stojišču oceno sestojne temeljnice na hektar na 10 m^2 natančno, pri kotnoštevni faktorju $k = 1$ pa na 1 m^2 natančno. Vpliv kotnoštevnega faktorja na zanesljivost meritev je podoben, kadar ocenjujemo sestojno temeljnico na več stojiščih. Zanesljivost ocene sestojne temeljnice je pomembna, saj je vpliv sestojne temeljnice na lesno zalogo sestoja bistveno večji kot vpliv višine sestoja in oblike debel.

MOTI omogoča izbiro kotnoštevni faktorjev od 1 do vključno 10, lahko je tudi necelo število. Če pri izbiri upoštevamo tako porabo časa kot zanesljivost meritev, bodo za sestoje debelega drevja najbolj optimalni kotnoštevni faktorji med 1,5 in 5,5 (običajno uporabimo za debelejši sestoj $k = 4$), saj bomo tako porabili najmanj časa in storili najmanjšo napako (Slika 10, glej minimum funkcije). Za sestoje tanjšega drevja so najboljši kotnoštevni faktorji 1 do 2. Privzeta nastavitev je $k = 2$.



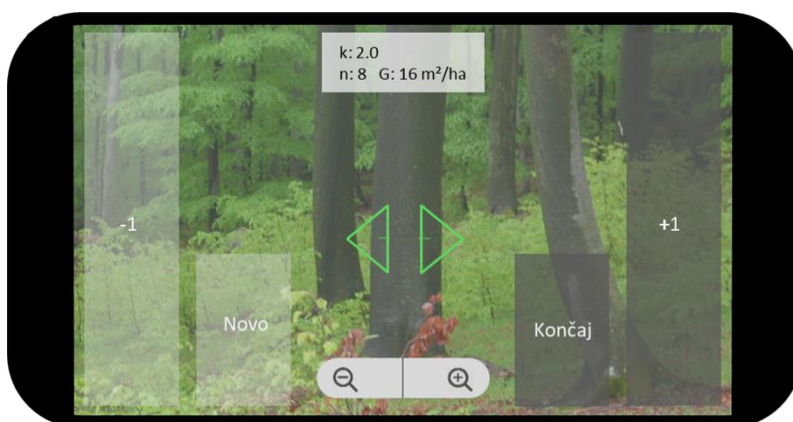
Slika 10: Optimalna velikost kotnoštevnega faktorja k za debeljake listavcev glede na porabo časa in zanesljivost ocene (prirejeno po Rosset in sod., 2013)

Izvedba meritev

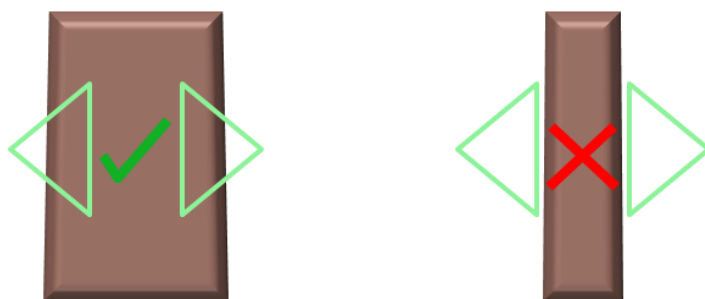
Izberemo stojišče, kjer želimo izvesti meritev. Napravo držimo navpično nad točko stojišča in jo usmerimo na deblo prvega drevesa na prsni višini 1,3 m (Slika 11), kot bi ga želeli fotografirati. Če je deblo, ki ga vidimo na zaslonu naprave, širše, kot znaša razdalja med zelenima puščicama, drevo dodamo v izbor s pritiskom na tipko +1, ki jo najdemo na zaslonu na desni strani. Če pa je deblo drevesa ožje, kot znaša razdalja med puščicama, drevesa ne dodamo v izbor (Sliki 12 in 13). Ko se zavrtno okrog stojišča za 360 stopinj in izmerimo vsa drevesa v vidnem polju, pritisnemo tipko »Končaj«.



Slika 11: Prikaz merjenja temeljnice



Slika 12: Drevo je izbrano, ker ima premer na prsni višini širši, kot so zelene oznake na zaslonu (pritisnemo +1)



Slika 13: Štejejo vsa drevesa, katerih premer na višini 1,3 m je širši kot so zelene oznake na zaslonu

Namig: Začnite z drevesom, ki je najbližje vašemu stojišču, da ne pozabite, kje ste začeli.

Namig: Točko stojišča lahko označite, npr. tako, da v tla zapičite vejo. Če ste v dvomu, ali drevo šteje ali ne, držite napravo točno nad točko in še enkrat preverite, ali drevo presega oznake na zaslonu.

Namig: Če ne vidite drevesa, ker ga zakriva drugo drevo ali kakšna ovira, se premikajte v stran, dokler drevesa ne boste videli. Razdalja do drevesa naj ostane enaka.

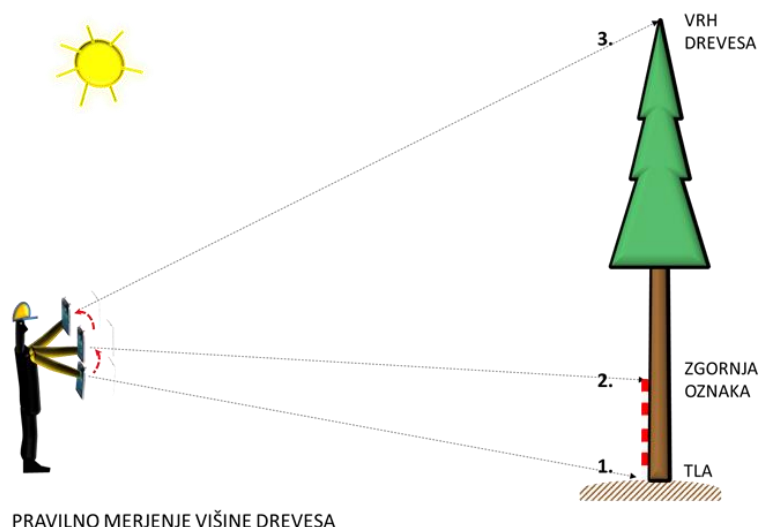
8.2. Izmera višine drevesa (h)

Pred pričetkom merjenja višine dreves (h) moramo v meniju »Nastavitve«, ki ga označuje viličasti ključ (na zaslonu desno zgoraj), določiti višino merilne palice/trasirke (»Zgornja oznaka«).

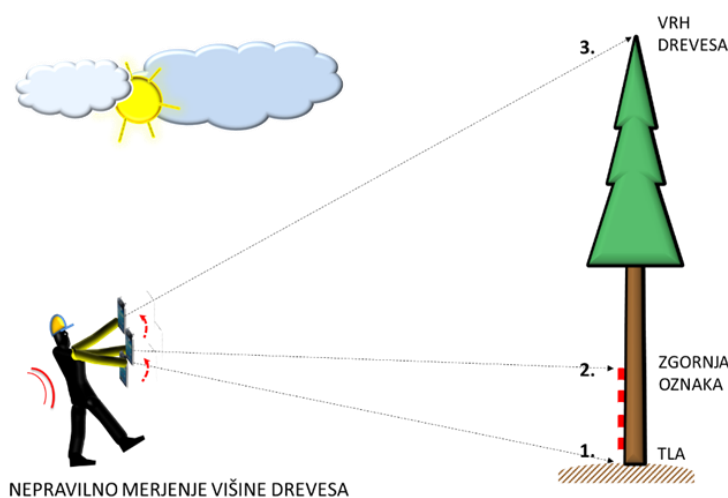
Ob drevo, ki mu želimo izmeriti višino, v navpični smeri pristonimo merilno palico ali trasirko, katere dolžino smo prej vnesli v napravo pod imenom »Zgornja oznaka« (npr. 2 m).

Namig: Višina oznake na merilni palici ali trasirki naj ustreza vsaj 1/10 višine drevesa.

Nato se oddaljimo od drevesa približno za razdaljo od polovice drevesne višine do drevesne višine (npr. 15-30 m). V prvem koraku viziramo v dno drevesa (Slika 14, puščica 1) in pritisnemo gumb »Tla«. V drugem koraku viziramo na vrh merilne palice oziroma na označeno višino na merilni palici/trasirki (Slika 14, puščica 2), katere vrednost smo predhodno vnesli po imenu »Zgornja oznaka na merilni palici/trasirki« v nastavitvah. Nato pritisnemo gumb »Zgornja oznaka«. V tretjem koraku viziramo še v vrh krošnje (Slika 14, puščica 3) in pritisnemo gumb »Vrh drevesa«. Na koncu pritisnemo gumb »Končaj«. Po zadnji posneti vizuri se višina drevesa izračuna samodejno.



Slika 14: Določitev višine drevesa poteka v treh korakih



Slika 15: Nepravilen položaj merjenja, ker smo nagnjeni nazaj

Pri merjenju pazimo, da napravo držimo v iztegnjeni roki (ramena, telefon ali tablica in točka, kamor merimo, morajo biti poravnani) ter hrbet izravnani. Pri merjenju se ne nagibamo nazaj (Slika 15). Razdalje do drevesa med merjenjem ne spreminjamo, razen v primeru, če ni mogoče vizirati v vrh drevesa, ne da bi se nagnili nazaj. V takem primeru se premaknemo na drugo lokacijo.

Namig: Če vrh drevesa ni viden, se premaknemo nekoliko stran na razdaljo, kjer so vidni panj, deblo in vrh krošnje.

Namig: Za boljše rezultate priporočamo izvesti vsaj tri ponovitve in kot višino drevesa upoštevati povprečje (ki je avtomatsko izračunano).

Pomembno: Ne merite višin po hribu navzdol.

Za določitev zgornje sestojne višine izmerite višino drugega najdebelejšega drevesa na ploskvi 300 m² (to je drugo najdebelejše drevo v razdalji približno 10 m od našega stojišča). Če zgornjo sestojno višino že poznate, lahko podatek ročno vnesete tako, da držite dolgo pritisnjen zelen pravokoten gumb pod gumbom za merjenje višin.

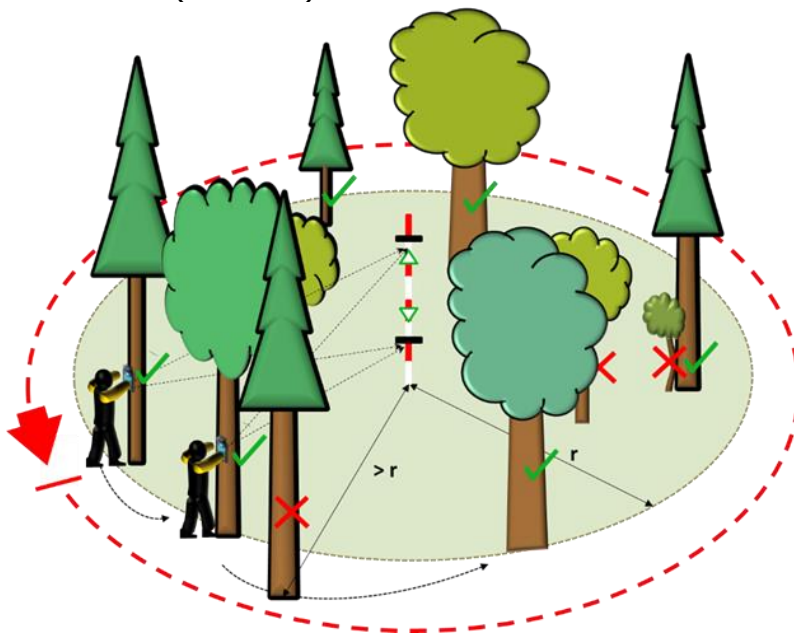
8.3. Izmera števila dreves na hektar (N)

Pred pričetkom merjenja števila dreves na hektar (N) moramo v meniju »Nastavitve«, ki ga označuje viličasti ključ (na zaslonu desno zgoraj), določiti »Velikost vzorčne ploskve« in višino »Zgornje oznake« in »Spodnje oznake« na merilni palici/trasirki.

Z MOTI preštejemo vsa drevesa znotraj krožne ploskve izbrane velikosti (na primer 300 m², $r = 9,77$ m).

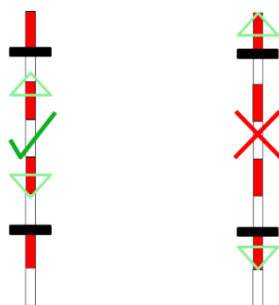
Meritve začnemo tako, da na točko, kjer želimo postaviti središče ploskve, zapičimo merilno palico/trasirko z dvema označbama (npr. označbi postavimo na 0.5 m »Spodnja oznaka na merilni palici/trasirki« in 2 m »Zgornja oznaka na merilni palici/trasirki«; bolj kot sta označbi narazen, boljše je), ki bosta služili za določitev razdalje med pametno napravo in središčem ploskve.

Gibamo se približno po obodu krožnice. Z viziranjem na merilno palico/trasirko ugotovimo, ali je drevo še na ploskvi ali ne (Slika 16).



Slika 16: Pri določitvi števila dreves začnemo z nam najbližjim drevesom (da ne pozabimo, kje smo začeli)

Drevo je znotraj ploskve in ga štejemo, če so zelene oznake na zaslonu znotraj označb (med zelenima trikotnikoma) na merilni palici/trasirki (Slika 17).



Slika 17: Prvo drevo je znotraj ploskve, drugo ni

Pomikamo se po krožnici za 360° in posnamemo vsa drevesa.

Če se robovi zelenih oznak na zaslonu prekrivajo z oznakami na merilni palici/trasirki, pomeni, da je drevo točno na robu ploskve. Razdalja od središča ploskve do drevesa je definirana kot razdalja med središčem ploskve in sredino debla.

8.4. Ocena lesne zaloge na hektar (LZ)

Lesna zaloga je volumen debeljadi, kamor štejemo volumen debla in vej, ki so debelejši od sedmih centimetrov.

MOTI izračuna lesno zalogo tako, da pomnoži sestojno temeljnico s srednjo oblikovno višino sestoja.

Srednja oblikovna višina sestoja je produkt med srednjim nepravim oblikovnim številom in srednjo višino sestoja. Srednje višine sestoja in oblikovnega števila ne merimo neposredno, ampak do njiju pridemo preko povezave z zgornjo višino. Oblikovno število je razmerje med volumnom drevesa in primerjalnim valjem.

Za izračun lesne zaloge moramo zato poleg sestojne temeljnice izmeriti še zgornjo sestojno višino. Preko zgornje sestojne višine aplikacija sama določi oblikovno višino na podlagi volumenskih funkcij za določeno drevesno vrsto. Zgornjo sestojno višino izmerimo tako, da izmerimo višino drugega najdebelejšega drevesa na ploskvi.

Preglednica 2: Oblikovne višine za smreko, jelko, macesen in bukev

	Zgornja višina v m						
	10	15	20	25	30	35	40
Smreka	4,8	6,1	8,6	10,9	12,7	14,4	15,9
Jelka	6,3	8,1	10,0	11,8	13,2	15,0	16,5
Macesen	5,4	7,3	9,3	10,7	12,6	14,8	16,6
Bukev	5,6	7,1	9,0	10,7	12,2	14,6	16,5

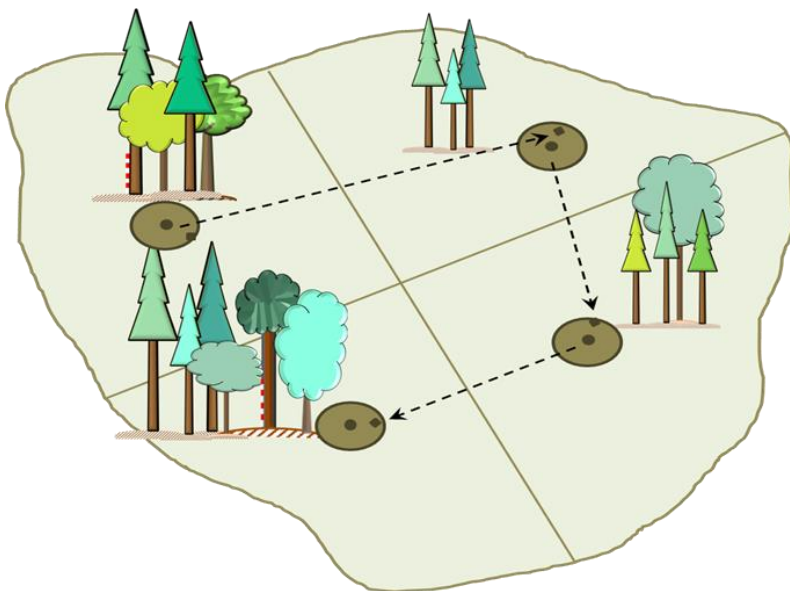
Oblikovne višine glede na zgornjo sestojno višino za glavne drevesne vrste.

Vir: Preračun iz podatkov stalnih vzorčnih ploskev (ZGS) o volumnu dreves po veljavnih tarifah in tarifnih razredih, temeljnicah dreves in zgornjih sestojnih višinah.

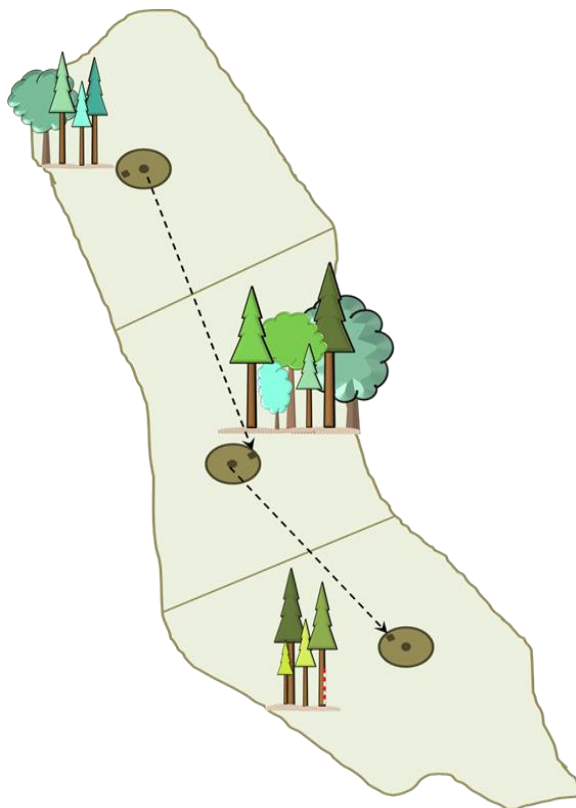
Pri izračunu lesne zaloge MOTI obravnava vse listavce kot bukev (*Fagus sylvatica*), bore kot macesen (*Larix decidua*) in druge iglavce kot smreko (*Picea abies*).

9. Izvedba gozdne inventure

Kadar izvajamo gozdno inventuro, meritve izvajamo na vzorčni mreži (Slika 18), v primeru, ko je sestoj ozke oblike pa v liniji (Slika 19).



Slika 18: Postavitev vzorčnih ploskev v sestoju na vzorčni mreži



Slika 19: Postavitev vzorčnih ploskev v sestoju ozke oblike

Kako daleč naprej od zadnjega stojišča se moramo postaviti za novo meritev, je odvisno od izbranega kotnoštevne faktorja in debeline drevja v sestoju.

Pri pregosto postavljenih stojiščih bomo večkrat merili isto drevje, pri preredko postavljenih stojiščih pa bomo dobili manj zanesljivo oceno.

Pri delu s kotnoštevni faktorjem $k = 2$ v odraslih sestojih moramo postavljati stojišča vsaj 15 do 20 m narazen, sicer se meritve prekrivajo (Preglednica 3). Bolj podobnih debelin so drevesa v sestoju, manj stojišč potrebujemo in bolj oddaljena so lahko med seboj.

Preglednica 3: Minimalna oddaljenost med stojišči pri gozdni inventuri glede na kotnoštevni faktor (k) in debelino drevja (po Rosset in sod., 2013). Na primer pri tanjših sestojih in $k = 2$ zadostuje, da so stojišča postavljena 10 m narazen.

Kotnoštevni faktor (k)	Prsni premer najdebelejšega drevesa v sestoju			
	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
$k = 1$	15 m	20 m	25 m	30 m
$k = 2$	10 m	15 m	20 m	25 m
$k = 4$	10 m	10 m	15 m	20 m

Upošteva se minimalna oddaljenost med stojišči in željeno zanesljivost ocene bomo za izmero lesne zaloge iglastega gozda potrebovali med 3 in 6 ploskev na hektar, za izmero lesne zaloge listnatega gozda pa nekoliko več in sicer med 3 in 8 ploskev na hektar (Preglednica 4).

Za izmero števila dreves na hektar je najboljšje uporabljati 300 m² velike ploskve, kar je tudi privzeta nastavitve v MOTI.

Preglednica 4: Priporočila za potrebno število ploskev na hektar glede na zahtevano točnost in debelino drevja (prirejeno po Rosset in sod., 2013)

Povprečni prsni premer najdebelejših dreves (d_{dom})	Standardna napaka (mera točnosti)	Iglasti sestoji (> 80% iglavcev)	Listnati sestoji (> 80% listavcev)
≤ 30 cm	< 10%	6 pri $k = 2$	-
	< 15%	3 pri $k = 2$	-
31 – 50 cm	< 10%	6 pri $k = 2$	7 pri $k = 2$
	< 15%	3 pri $k = 2$	3 pri $k = 2$
> 50 cm	< 10%	6 pri $k = 4$	8 pri $k = 2$
	< 15%	3 pri $k = 4$	5 pri $k = 4$

Na primer, če želimo v pretežno listnatem sestoju srednje debelega drevja (31 – 50 cm) dobiti oceno temeljnice na 10% natančno, bomo izvedli meritve na sedmih stojiščih in uporabili kotnoštevni faktor 2.

PRIPOROČILA ZA IZBIRO KOTNOŠTEVNEGA FAKTORJA

Pri lokalni inventuri in sestojni inventuri lahko kotnoštevni faktor na posamezni vzorčni ploskvi menjamo, a le v primeru, da pred meritvami pri poimenovanju inventure (ID inventure) izberemo »Inventura po meri«. Več o izbiri kotnoštevne faktorja najdete v poglavju 8.1.

VNOS ZGORNJE SESTOJNE VIŠINE BREZ MERJENJA

Če zgornjo sestojno višino poznamo, jo lahko ročno vnesemo v MOTI. To storimo tako, da nekaj trenutkov držimo zelen pravokotnik pod ikono za merjenje višine, nakar se nam odpre okno »Vnesite višino drevesa«.

IZMERA VIŠINE IN ŠTEVILA DREVES

Pri določitvi vrednosti za »Zgornja oznaka na merilni palici/trasirki (m nad tlemi)« in »Spodnja oznaka na merilni palici/trasirki (m nad tlemi)« moramo pri necelih vrednostih uporabiti decimalno piko (npr. 0.5 ali 1.5).

IZMERA TEMELJNICE BREZ LOČEVANJA DREVESNIH VRST

V nastavitvah, ki ga označuje viličasti ključ (na zaslonu desno zgoraj), z vklapljanjem in izklapljanjem vrstice »Drevesne vrste« določamo, ali bomo merili temeljnico ločeno po drevesnih vrstah.

NAVIGACIJA

Navigacijo vključimo tako, da v nastavitvah (viličasti ključ na zaslonu desno zgoraj), vključimo »Uporabi navigacijo«. Nato gremo na izbrano ploskev, kjer v zavihku NAVIGACIJA (nahaja se poleg zavihkov ZBIRANJE PODATKOV in REZULTATI) vnesemo »Ciljne koordinate«. Navigacija nam bo pokazala trenutne koordinate, razdaljo in smer, v katero se moramo gibati, da prispemo do ciljnih koordinat. Med gibanjem je priporočljivo osvežiti iskanje s pritiskom na zelen krogec s puščico. Ko prispemo na cilj v zavihku ZBIRANJE PODATKOV poimenujemo ploskev (»Ime«) in še enkrat odčitamo koordinate s pritiskom na zelen krogec s puščico.

Za pridobivanje natančnejše lokacije je priporočljivo imeti vključeno internetno povezavo. MOTI kaže natančnost sproti, običajno je med 2 in 6 m.

Pri vnašanju koordinat moramo biti pozorni, da imamo v nastavitvah, ki ga označuje viličasti ključ (na zaslonu desno zgoraj), v »Načinu prikaza« vključene WGS 84 koordinate, ter da jih vpisujemo z decimalno piko (npr. E: 15.30174 in N:46.13278).

POIMENOVANJE PLOSKEV/INVENTUR

Pri poimenovanju ploskev ali inventur ne uporabljamo nedovoljenih znakov, kot so šumniki in posebni znaki: č š ž # % & { } \ < > * ? / \$! ` ` ` : ; @. Namesto vezaja uporabljamo podčrtaj. Zaradi kasnejše obdelave pri poimenovanju ploskev in inventur sledimo pravilom relacijskih baz (npr. Sest1_1, Sest1_2, Sest1_3 označujejo tri ploskve v sestoji št. 1).

10. Prenos podatkov na računalnik

Prvi korak temelji na sledečem postopku.

V seznamu inventur ali vzorčnih ploskev izberemo podatke, ki jih želimo prenesti, tako da

obkljukamo izbrane inventure ali ploskve.



Pojavi se nam orodna

vrstica zgoraj, kjer z izbiro  začnemo prenos podatkov. Aplikacija nam ponudi dve možnosti »Ocene vrednosti« in »Vzorci«. »Ocena vrednosti« prenese le datoteko s podatki

o sestojih, »Vzorci« pa prenese dve datoteki in sicer datoteko s podatki o sestojih in datoteko s podatki po ploskvah. Prenesene datoteke se v telefonu običajno shranijo v mapo »Download«.

Za prenos podatkov s telefona na računalnik lahko uporabimo eno izmed spodnjih dveh možnosti:

- S klikom na shranjeno datoteko odpremo Excel preglednico in kliknemo na ekranu zgoraj skrajno desno $\vdots$, kjer izberemo možnost »Daj v skupno rabo in izvozi«. Nato izberemo možnost »Pošlji kopijo«. Izbiramo lahko med štirimi možnimi vrstami dokumenta: Excel (.xlsx), Dokument PDF (.pdf), .CSV (trenutni list) ali TSV (trenutni list). Za prenos podatkov lahko uporabimo možnosti kot so Bluetooth, E-pošta, Wi-Fi direct, Drive...
- Druga možnost pa je, da z daljšim pritiskom na datoteko izberemo datoteke, ki jih želimo prenesti. Zatem v meniju $\vdots$ izberemo »V skupno rabo«, kjer datoteko prenesemo preko Bluetootha, E-pošte, Wi-Fi-ja,.... Datoteka se prenese kot .CSV.

11. Razlaga strokovnih gozdarskih pojmov

Debeljad

Nadzemno zrasel (surovi) les z najmanjšim premerom z lubjem nad 7 cm brez panja, ki pri sečnji ostane v tleh.

Dominantni premer sestoja (d_{dom})

To je povprečni premer 100 najdebelejših dreves na hektar.

Enomerni gozd

Je gozd značilne zgradbe, kjer rastejo drevesa približno enake višine in premerov.

Gozdna inventura

Je popis gozdov, kjer pridobivamo podatke o površini, lesni zalogi, drevesni sestavi, vrstah sestojev in proizvodnih razmerah na določeni gozdni posesti.

Hektar (ha)

To je površinska enota s površino 10.000 m².

Kalibracija

Je postopek umerjanja naprave. Umerimo ponavadi napravo, da daje točne meritve (na primer tehtnica, da izmerjena teža ne odstopa od standardne).

Kotnoštevni faktor (k)

Je faktor, s katerim pomnožimo število dreves, ki presegajo izbrani vizurni kot, s čimer dobimo vrednost temeljnice na hektar. Večji kotnoštevni faktor pomeni večji vizurni kot.

Krožna vzorčna ploskev

To je ploskev v obliki kroga z določenim polmerom, kjer zbiramo podatke o sestoji.

Lesna zaloga (LZ)

Je volumen vseh debel in vej, debelejših od 7 centimetrov, na površini 1 hektar. Za izračun lesne zaloge s pametno napravo moramo izmeriti le sestojno temeljnico in zgornjo sestojno višino. Aplikacija je zasnovana tako, da iz zgornje sestojne višine sama določi oblikovno višino. Lesno zalogo navajamo v kubičnih metrih na hektar (m^3/ha).

Oblikovna višina (hf)

Oblikovna višina je produkt med oblikovnim številom (to je razmerje med volumnom drevesa in primerjalnim valjem) in srednjo sestojno višino.

Panjevec

Je oblika gozda, ki se ga obnavlja s poganjki iz panja ali iz korenin.

Prsni premer ($d_{1,3}$)

Premer drevesa na višini 1,3 m od tal.

Rastrska mreža

Je vzorčna mreža s poljubno izbrano razdaljo med stojišči.

Raznomerni gozd

Je gozd značilne zgradbe, kjer rastejo drevesa različnih višin in premerov.

Sestoj

Gozdni sestoj je del gozda, ki se po sestojnih znakih pomembno razlikuje od svoje okolice.

Site indeks (SI)

Imenujemo ga rastiščni indeks. Je ena izmed metod za ugotavljanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč.

Sklep krošenj

Je stik drevesnih krošenj. Lahko je npr. popolni (100%), ko so krošnje dreves sklenjene in se vejice med seboj dotikajo (v gošči), rahel, ko se krošnje komaj dotikajo (80%), vrzelast, ko so med krošnjami vrzeli npr. velikost povprečne krošnje (50%),...

Srednjedebelnik

Je oblika gozda, za katerega je značilno, da je sestavljen iz dveh slojev. Spodnji sloj zapolnjujejo drevesa, ki so vegetativnega nastanka (panjevske gospodarjenje), v zgornjem sloju pa so vrednejša drevesa, ki so semenskega nastanka. V Sloveniji srednjedebelnik ni pomembna oblika gozda.

Srednetemeljnični premer (d_g)

Je premer drevesa, katerega ploščina debla v prsni višini predstavlja povprečje vseh temeljnic na vzorčni ploskvi.

Temeljnica (G)

Sestojna temeljnica je ključni podatek za izračun lesne zaloge. Predstavlja vsoto vseh ploščin (m²) prerezov dreves na višini 1,3 m. Če poznamo sestojno temeljnico, moramo vedeti le še, kako visoko je drevje (h) in kakšne vzrasti je (f), da lahko izračunamo lesno zalogo. Enota, v kateri jo merimo, so kvadratni metri na hektar (m²/ha).

Trasirka

Merilna palica, običajno izmenjuje rdeče-belo pobarvana. Z njo na terenu zakoličimo linije.

Volumenske funkcije

To so funkcije, s katerimi ugotavljamo volumne dreves za vsako drevesno vrsto posebej.

Vzorčna napaka ocene parametra (e)

Predstavlja zanesljivost ocene parametra (na primer sestojne temeljnice) na podlagi meritev parametra na določenem vzorcu.

Vzorčna ploskev

To je ploskev, na kateri zbiramo podatke o sestoji.

Zgornja ali dominantna sestojna višina (h_{dom})

To je povprečje višin 100 najdebelejših dreves na hektar. Ocenimo jo lahko tako, da izmerimo drugo najdebelejše drevo na vzorčni ploskvi.

12. Viri

Lipoglavšek M. in sod., 2010. Lexicon silvestre. Prima, secunda, tertia et quarta pars, Gozdarski slovar, 1. – 4. Del. Terminološka komisija Zveze gozdarskih društev Slovenije, Ljubljana.

Rosset in sod., 2013. SiWaWa: Waldwachstumssimulationsmodell der neuen Generation. Das Waldwachstum für den Praktiker leicht gemacht. Schlussbericht. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikhofen, Švica.