

Mõõtmisjuhend harvesteri mõõtmisel

(Täiendatud juhendmaterjal, avaldatud 28.02.2016)

1. Definitsioon

Harvesteri mõõtmiseks nimetatakse harvesteriga valmistatava ümarpuidu mahu määramist harvesteri mõõteseadmetega metsaraie käigus. Mõõtmisele peavad eelnema toimingud, millega garanteeritakse, et järgnev mõõtmine toimub eelnevalt kokkulepitud mõõtmis- ja kvaliteeditingimustele vastavalt.

2. Mõõtmiseadme omadused

Harvesteri mõõtmiseadme peab võimaldama:

- mõõta valmistatava ümarpuidu pikkust ja läbimõõtu,
- arvutada ümarpuidu mahtu sektsioonide kaupa ja registreerida tulemusi,
- kuvada ümarpuidu pikkust ja läbimõõtu ekraanil,
- esitada tulemusi paberil (ja elektrooniliselt),
- registreerida ja väljastada reguleerimisandmeid,
- kontrollida üksikuid mõõtmisväärtusi.

3. Mõõtmiseadmele esitatavad nõuded

3.1. Tehniline usaldusväarsus

Mõõtmiseadme peab usaldusväärset töötama kõigis metsaraie tingimustes.

3.2. Kontrollitavus ja reguleerimine

Mõõtmiseadme mõõtmistehnilised omadused peavad olema kontrollitavad ja muudetavad. Viimase raieala mõõtmise ajal kasutatud pikkuse ja läbimõõdu reguleerimisandmeid ning -aegu peab olema võimalik väljastada (nii elektrooniliselt kui ka paberil).

3.3. Mõõtmisandmete esitamine

Mõõtmisandmete esitamiseks peab mõõtmiseadme registreerima järgmised andmed:

- tüvede hulk puuliikide kaupa,
- raiealalt raiutud puidu maht puuliikide ja puidusortide kaupa,
- toodetud ümarpuidu nottide arv puidusortide kaupa.

Mõõtmistulemusi peab saama vajaduse korral välja trükkida (ka raiealal). Väljatrükkimine ei tohi põhjustada häireid poolelioleva raieala mõõtmises. Mõõtmisseade peab võimaldama eraldi väljatrükki kontrollmõõtmisel üle mõõdetava puidukoguse kohta selliselt, et mõõtmistulemused oleks esitatud nii notthaaval kui ka kokkuvõttena vähemalt saja viimase mõõdetud notini, täpsusega vähemalt 0,001 m³.

3.4. Mõõtmistulemuste säilitamine

Mõõdetava puidukoguse mõõtmistulemused tuleb säilitada mõõtmis- või lisaseadme mälus vähemalt niikaua, kuni kogu puidukogus on mõõdetud. Samas tuleb kindlalt veenduda, et kõik puidukoguse mõõtmise vahetulemused on lõpptulemuse arvestamisel arvesse võetud.

4. Mõõtmismeetodid

Mõõdetava puidukoguse kogumaht saadakse kõigi raiutud tüvedest lõigatud nottide mõõtmisandmete summana. Iga noti kogumahu saamiseks liidetakse selle noti mõõtmisel saadud kuni 30 sentimeetri pikkuste notisektsioonide mahud, milles iga üksiku sektsiooni maht arvutatakse silindri või tüvikoonuse mahu valemi järgi. Mõõtmisel registreeritakse notisektsioonide läbimõõdud koore pealt 1 millimeetrini tasanduvalt ümardades ja nottide pikkused 1 sentimeetrini tasanduvalt ümardades.

5. Põhimõõtmine

5.1. Uuel raiealal raietööd alustades peab harvesterioperaator veenduma, et eelmise raieala mõõtmisfailid on suletud ja uue raieala identifitseerimisandmed ning puidu mõõtmis- ja kvaliteedinõuded on mõõteseadmisse sisestatud.

5.2. Harvesterioperaator peab kontrollima ja vajadusel reguleerima mõõtmisseadet uuel raiealal tööd alustades ning olukordades, kus mõõtmisseadme tööd mõjutavad tingimused (õhutemperatuur, tüvede töötlemisel eralduv koore hulk, puistu omadused jne) on muutunud. Harvesterioperaatori tehtud mõõtmisseadme kontrollimis- ja reguleerimistoimingud peavad olema seadme mälus selgelt eristatavalt ja kergelt leitavalt registreeritud.

5.3. Kui mõõtmise ajal ilmneb mõõtmisseadme töös mõõtmistulemust mõjutavaid häireid, tuleb mõõtmise koheselt peatada. Enne häire ilmnamist saadud mõõtmistulemus säilitatakse ja mõõtmise peatamiseni raiutud puit tähistatakse maastikul selgelt eristatavalt. Kui harvesteri mõõtmisseadme häire tõttu tuleb mõõtmine lõpetada, mõõdetakse järgnevalt raiutav puit mõne muu puidu mõõtmise meetodiga, mille on heaks kiitnud Eestis puidumõõtmist korraldav koostöökogu Puidumõõtmise ümarlaud. Heakskiidetud mõõtmismeetodid on avaldatud võrgulehel <http://puidumootmine.emu.ee>.

5.4. Harvesterioperaator vastutab nottide õigetes puidusortidesse registreerimise eest.

5.5. Raietöö lõppedes peab harvesterioperaator viivitamatult teavitama telefoni teel mõõtmisest huvitatud lepingu osapooli ning saatma neile e-posti teel mõõtmistulemuste failid harvesteri mõõtmisseadmest.

6. Kontrollmõõtmine põhimõõtmise tulemuse kontrolliks

6.1. Üldine

Puidukoguse põhimõõtmise tulemusi kontrollitakse süstemaatiliselt kontrollmõõtmistega, sest harvesteri mõõtmisseade võib töö käigus kõrvale kalduda eelnevalt reguleeritud seadistusest. Kõrvalekaldumise põhjusteks on näiteks liikuvate osade kulumine, paindumine ja mõrade teke, samuti tüvedelt eralduva koore koguse muutus vastavalt aja jooksul muutuva õhutemperatuurile jne.

Kontrollmõõtmise toimingut käigus hinnatakse põhimõõtmise tulemuste täpsust võrreldes kontrollmõõtmise mõõtmistulemustega ning samuti toodetud ümarpuidu vastavust kokkulepitud kvaliteedinõuetele.

6.2. Kontrolltoimingu sooritamine

Kontrollmõõtmiseks tuleb harvesteri mõõteseadmel valida kontrollmõõtmise režiim. Seejärel tuleb puid langetada, laasida ja järgata tavapäraselt. Erinevalt tavatööst tuleb järjest lõigatavad notid panna lõikamise järjekorras üksteise kõrvale ritta, jättes nottide vahele kuni poole meetrised vahed, et järgnevalt mahuks nende diameetreid metsaklupiga mõõtma. Kontrollmõõtmiseks piisab tavaliselt 20-st notist, kuid see number võib erineda sõltuvalt sellest, kuidas soovib harvesteri mõõtmistarkvara. Kontrollmõõtmiseks ei ole soovitatav valida puid vahetult raieala servast mis külgneb lageda alaga, sest servas kasvavatel puudel võib olla mõnevõrra erinev tüvekuju võrreldes raieala keskmisega tänu üldjuhul parematele kasvutingimustele.

Järgnevalt tuleb kontrollmõõtmiseks lõigatud nottide mõõtmisandmed laadida harvesteri arvutist elektroonilisse metsakluppi. Metsaklupis olev tarkvara näitab, millises järjekorras ja kummast otsast alustades tuleb järjest mõõta kõik kontrollmõõtmiseks lõigatud notid.

6.2.1. Kõikide nottide mahu määramisel järgitakse harvesteri tootja juhendit. Kontrollmõõtmisel võib mahu määramisel kasutada maksimaalselt 1 meetri pikkusi notiseksioone. Metsaklupiga mõõdetakse nottide läbimõõdud koore pealt ja registreeritakse 1 millimeetri täpsusega 1-meetrise vahekauguste tagant. Mõõtmiskohad on 0,5 m, 1,5 m, jne ning viimase, (alla 1,0 m pikkuse) sektsiooni keskelt. Ühel mõõtmiskohal tehakse alati kaks diameetri mõõtmist, mis on üksteisega võimalikult risti suunas. Kahe ristisuunas mõõtmise eesmärgiks on saada igal mõõtmiskohal võimalikult keskmine diameeter, mis välistaks puutüve ristlõike lopergusest kujust ainult ühe mõõtmisega saadavat viga. Noti pikkus registreeritakse 1 cm täpsusega. Noti maht arvutatakse silindri mahu valemi abil saadud notiseksioonide mahtude summana.

6.2.2. Kontrollmõõtmist teostab harvesterioperaator, töö tellija, tööandja või nende poolt volitatud isik(ud). Kontrollmõõtmise juures võivad olla ka teised mõõtmistulemusest huvitatud osapooled või nende esindajad.

6.2.3. Kontrolltoimingute tegemine on kohustuslik nende harvesteride puhul, mille mõõtmistulemusi kasutatakse puiduga sooritatavates tehingutes ja töötasu määramisel. Arvuliselt vähemalt viiel protsendil raiealadest tehakse kontrollmõõtmise. Kontrollmõõtmise on vajalik ka kõigil üle 3000-tihumeetrise puidumahuga raiealadel. Kontrollitavad raiealad valitakse juhuslikult (näiteks loositakse).

Kontrolltoiming tuleb teha ka siis, kui müüja, ostja, tööandja, või nende esindajad seda nõuavad. Kontrolltoimingust teavitatakse eelnevalt mõõtmisest huvitatud osapooli, välja arvatud harvesterioperaatorit. Kontrolltoimingu tulemused peavad olema kõigile osapooltele kättesaadavad.

6.2.4. Kontrollmõõtmiseks tuleb raiutavast puidukogusest võtta üle mõõtmiseks vajalik hulk proovinotte. Kuigi harvesteri mõõtmisüsteem pakub automaatselt ise välja vajaliku arvu kontrollmõõtmisele minevaid notte ning juhendab harvesterioperaatorit protseduuri läbiviimisel, on siinkohal ära näidatud arvutuskäik. Arvutuskäiku saab kasutada vajadusel harvesteri mõõtmisüsteemi väliselt, näiteks tabelarvutusena järgnevalt.

Üle mõõdetava puidukoguse lõplik suurus võidakse arvutada kontrolltoimingu käigus. Sellisel juhul arvutatakse üle mõõdetavate nottide vajalik hulk statistilise täpsuse saavutamiseks (95% tõenäosusega), kasutades valemit

$$N_{\text{vajalik}} = 3,84 S^2 / D^2, \text{ kus}$$

S – nottide kaupa arvatud suhtelise mõõtmiserinevuse standardhälve;

D – soovitud täpsus protsentides;

3,84 – matemaatilises statistikas kasutatav normaaljaotuse kahepoolne 95% täiendkvantiili väärtus, mis on antud valemis ruutu võetud ($1,96^2$).

Standardhälve arvutatakse, kasutades järgnevat valemit

$$S = \sqrt{(\sum (x_1 - x_2)^2 / N - 1)}, \text{ kus}$$

x_1 – põhimõõtmisel notile arvatud maht (samuti vajadusel pikkus või diameeter);

x_2 – kontrollmõõtmisel notile arvatud maht (samuti vajadusel pikkus või diameeter);

$(x_1 - x_2)$ – põhi- ja kontrollmõõtmisel arvatud mahtude (mõõtude) erinevus ühe ja sama noti kohta;

N – kontrolltoimingu käigus põhimõõtmise ja kontrollmõõtmisega üle mõõdetud nottide arv.

Soovitud täpsuse all mõeldakse võimalikku nottide valikut põhjustatud viga (kõrvalekallet). Soovitud täpsuseks peab olema pikkuse ja läbimõõdu mõõtmisel $\pm 1,5\%$ ja mahu määramisel $\pm 1\%$. Eeltoodud valemit kasutades saadakse vajalike nottide arvud kontrollkoguses, mis on välja toodud järgnevas tabelis.

Standardhälve S (%-des)	Vajalik üle mõõdetav nottide arv mahu kontrollimisel (standardhälbe põhjal arvatud, kasutatud on soovitud täpsust D 1%)	Vajalik üle mõõdetav nottide arv pikkuse ja läbimõõdu kontrollimisel (standardhälbe põhjal arvatud, kasutatud on soovitud täpsust D 1,5%)
1	4	2
2	15	7
3	35	15
4	61	27
5	96	43
6	138	61
7	188	84
8	246	109
9	311	138
10	384	171

Standardhälbe arvutamiseks tuleb mõõta vähemalt 5 notti igast kontrollitavast puidusordist.

Kui kontrollitava puidukoguse nottide arvu ei arvutata kontrollmõõtmise ajal, peab kontrolltoimingus üle mõõdetava puidukoguse suuruseks olema vähemalt 40 notti põhipuuliigist, kuid nii, et põhipuuliigi igast puidusordist oleks võetud vähemalt 15 notti.

Kui puidusordi kogus raialal on väike, võib võtta 15 notti igast puidusordist kõikide puuliikide peale kokku. Kui puidusordi (näiteks küttepuidu) notte on kõigi puuliikide peale kokku alla 15-ne, võib selle puidusordi notid jätta kontrollitavast puidukogusest välja.

6.2.5. Põhimõõtmise tulemus loetakse õigeks, kui raialal tehtud kontrollmõõtmise tulemus erineb põhimõõtmise tulemusest kuni $\pm 4\%$. Võrreldakse kogu raiutud puidukoguses kokku liidetud kõigi puuliikide palkide ja kõigi puuliikide paberipuidu mõõtmistulemusi.

Kui paberipuidu või palgi osakaal kõigi puuliikide peale kokku on kontrollkoguses kuni 10%, võib selles puidusordis lubada ka suuremat erinevust kontroll- ja põhimõõtmistulemuste vahel juhul, kui kogu kontrollkoguse mõõtmiserinevus põhimõõtmisest jääb alla 4%.

Kui kontrollmõõtmise tulemusel ei saa põhimõõtmise tulemust lugeda õigeks, tehakse mõõtmiserinevuste täiendavaks kindlaksmääramiseks täiendav kontrollmõõtmine.

Uue kontrollmõõtmisega tuleb kontrollida seda puidusortide gruppi (näiteks kõikide puuliikide palgid), mille põhimõõtmise tulemust ei saa lugeda õigeks. Kui ka teise kontrollmõõtmise järel ei saa põhimõõtmise tulemust õigeks lugeda, tuleb mõõteseadet reguleerida ehk kalibreerida, põhi- ja kontrollmõõtmise erinevuse protsendi võrra.

Kui kontrollmõõtmise keskmine erinevus põhimõõtmise tulemusest on suurem kui 4 %, korrigeeritakse seni tehtud põhimõõtmise tulemust kontrollmõõtmise tulemuse järgi. Põhimõõtmise tulemust korrigeeritakse sellisel juhul puuliikide ja puidusortide kaupa, vastavalt kontrollmõõtmisega saadud erinevustele. Korrigeeritakse seda puidukoguse põhimõõtmise tulemust, mis on raiutud alates viimasest registreeritud kontrollmõõtmisest. Korrigeerimise põhjustanud kontrollmõõtmise tulemused tehakse teatavaks kõigile mõõtmisest huvitatud osapooltele.

7. Erimeelsused

Kui mõõtmisest huvitatud osapooled ei saavuta põhimõõtmise tulemuste suhtes üksmeelt, võib(võivad) rahulolematu(d) osapool(ed) oma rahulolematust teis(t)ele osapool(t)ele teatavaks teha ja samas paluda koheselt puidukoguse ülemõõtmist ühiselt aktsepteeritud eksperdilt. Kui ükski osapool ei ole palunud põhimõõtmisel saadud puidukoguse ülemõõtmist kontrollmõõtmisega ühe tööpäeva jooksul alates põhimõõtmisest teadasaamisest, loetakse põhimõõtmistulemus lõplikuks.