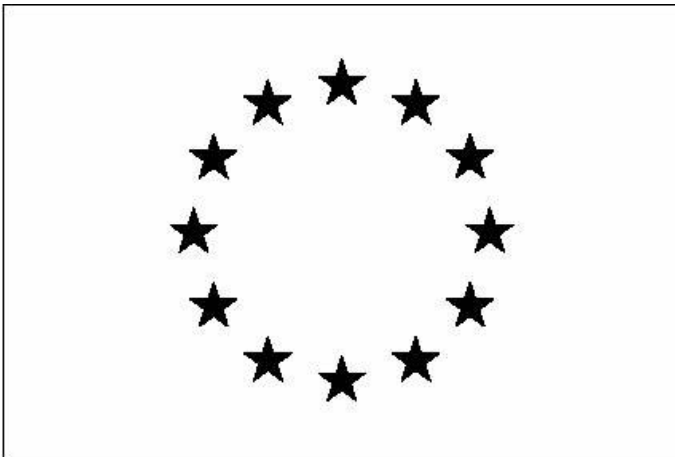


# ÕPPEMATERJAL

## Kluppimismeetod



Maaelu Arengu Euroopa Põllumajandusfond:  
Euroopa investeeringud maapiirkondadesse

# KLUPPIMISMEETOD

MEETOD KASVAVA METSA  
MAHU MÄÄRAMISEKS  
ÜKSIKPUUDE MÕÕTMISE TEEL

# KLUPPIMISMEETOD

Eelised:

- Võrreldes kiirmeetoditega (silmajärgne hindamine või relaskoopmõõtmine) täpsem ning arvestab iga üksiku puu kvaliteeti

Puudused:

- Kiirmeetoditega võrreldes suur ajakulu
- Ilma spetsiaalse arvutiprogrammita või töölehetata on arvutustöö töömahukas

# KLUPPIMISMEEETOD

Ajakulu:

- Ühe hektari mõõtmiseks (välitööd) kulub kolmeliikmelisel grupil (kaks mõõdavad ja üks kirjutab) umbes üks päev. Kui kasutada elektroonilisi kluppe, siis mõõtmisandmed salvestuvad automaatselt
- Arvutustöö nõuab pool päeva, programmi või valmis töölehte kasutades, veerand tundi

VÄLITÖÖD

# RAIEALA TÄHISTAMINE

- Enne mõõtmist tuleb tähistada raieks määratud ala. Selleks kasutatakse spetsiaalseid metsamärkelinte, mis kinnitatakse raiealast välja, raieala piirile jäävatele puudele ja põõsastele



# RAIEALA TÄHISTAMINE

- Märkelintide sõlmed seotakse kokkuleppeliselt suunaga raieala keskkoha poole, nii on raiujatel lihtsam orienteeruda.



# MÕÕTMISVAHENDID

Kasvava metsa mõõtmiseks on vajalikud järgnevad töövahendid:

- metsaklupp,
- Kõrgusmõõdik,
- mõõdulint
- märkevärv
- mõõtmisleht









CAN-GUN®

Made in USA

U.S. Pat. # 4,432,474

Uittokalusto®

MERKKAUS-  
SPRAY  
märkningspray

Puun ja sahatavaran  
merkintään

Uittokalusto®

**Metsamõõtmisleht**

Metsaeraldise nr ... ja asukoht ..... Mõõtja ..... Kuupäev.....

Lähimõõt cm	Puulik					Puulik					Puulik					Lähimõõt cm
	Terved	Kahjustatud	Kulved	Eritöödeldud	Seemnepuud	Terved	Kahjustatud	Kulved	Eritöödeldud	Seemnepuud	Terved	Kahjustatud	Kulved	Eritöödeldud	Seemnepuud	
8																8
12																12
16																16
20																20
24																24
28																28
32																32
36																36
40																40
44																44
48																48
52																52

Seemnepuudeks valitakse alati ilma kahjustusteta, parimate tüveomadustega puud, et saada nende seemnetest parimate tüveomadustega taimi.

Seemnepuud on mõõdetud ja märgitud (teha õige variandi ette rist)

- seemnepuud on märgitud juba kõikide puude diameetrite mõõtmise ajal tervetest puudest eraldi seemnepuude tulpa,
- seemnepuud on mõõdetud üle teistkordselt, st pärast kõikide puude diameetrite mõõtmist ja ülesmärkimist. Lahtirisse märgitud rist näitab, et seemnepuude arvud vastava diameetri-klassides tuleb enne raiutava puidu mahu arvutamist lahutada sama puulligi tervete puude hulgast. Seemnepuud jäävad pärast raiet kasvama ning nende mahtusid ei arvutata raiutava puidu hulka.

- Kõrgusmõõdiku asemel saab puude kõrguste mõõtmisel kasutada ka täiendustega metsakluppi.





Professionaalses kasutuses on lisaks:

- elektroonilised metsaklupid, mis salvestavad mõõtmisandmeid automaatselt 1-millimeetrise täpsusega
- elektroonilised ultraheli kaugus- kõrgusmõõtjad



**MASSER 2000 GR**

• CHG  
• RDY

PPTK: 1 6 / 825  
Rinne: 1 rinne  
MAND:  
119mm  
Kval.: TERVE

0 1 19

+ 1	2 abc	3 - def	4 + ghi	5 ↑ jkl
6 mno	7 pqrs	8 . tuv	9 wxyz	0 ↓
<	>	SHIFT	MENU	



# DIAMEETRITE MÕÕTMINE

- Kõigil raieala sisse jäävatel üle 6 cm jämedusega puudel mõõdetakse diameetrid metsaklupiga 1,3 meetri kõrguselt juurekaelast ning märgitakse üles



- Juurekaelaks nimetatakse tüve juurteks hargnemise kohta, enamasti paiknevad puude juurekaelad maapinnal, mõnikord aga maapinnast oluliselt kõrgemal.





- Üldjuhul mõõdetakse ülepinnaalisel kluppimisel standardklupiga puude diameetrid metsaklupi 4 cm astmelist ümardatud skaalat kasutades.
- Mõõtmislehele märgitakse number, mis viimasena paistab enne klupi liikuvat haara.



# MÕÕDETUD PUUDE TÄHISTAMINE

- Mõõdetud puud tuleb tähistada märkevärviga, vältimaks mõõdetud ja mõõtmata puude segiminekut
- Värvimärk tuleb teha tüvel diameetri mõõtmiskohale, seega 1,3 meetri kõrgusele



- Kavandatava lageraie puhul on õige tähistada seemnepuud raiutavatest puudest selgelt eristatavalt, näiteks tehes nende tüvede ümber üks või kaks värviringi.



- Kavandatava harvendusraie puhul tuleb kasvama jäetavad ja raiutavad puud märgistada raiujaga eelnevalt kokkulepitud viisil.

# ANDMETE ÜLESMÄRKIMINE

- Mõõtmislehele tuleb eraldi tulpadesse märkida iga puuliigi tervete, kuivade, kahjustusega, eriti kvaliteetsete ja seemnepuude arv. Et mõõtmistulemused mõõtmislehele ära mahuksid, tuleb numbrite kirjutamise asemel kasutada spetsiaalset märkimissüsteemi, mida on kirjeldatud mõõtmislehe tagaküljel.



**MUDELPUUDE DIAMETRI-KÕRGUSE PAARIDE MÄRKIMISE TABEL**

Puu nr		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Liik	d																					
	h																					
Liik	d																					
	h																					
Liik	d																					
	h																					

Tabeli selgitus: d – diameeter sentimeetri täpsusega, h – kõrgus deetsimeetri täpsusega, liik – puuliik

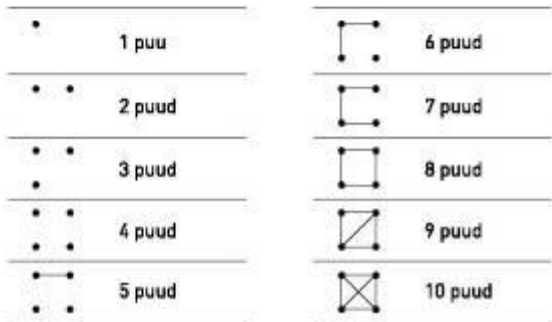
**TABEL KAHJUSTATUD VÕI ERITI KVALITEETSETE PUUDE MÕÖTUDE MÄRKIMISEKS**

Puuliik	Kvaliteet	Kõrgus	Vahemik

Tabeli selgitus:

- Kvaliteet** – märgitakse tüveosa kvaliteet, näiteks kahjustatud tüveosa puhul kirjutatakse sõna "küte", kui kahjustatud tüveosas on kahjustus, mille tõttu see ei sobi muuks kui küttepuiduks, või sõna "paber", kui kahjustus võimaldab seda tüveosa kasutada paberipuiduna. Eriti kvaliteetse tüveosa puhul märgitakse lühend "kval".
- Kõrgus** – kahjustuse või kvaliteetse tüveosaga puude keskmine kõrgus meetrites.
- Vahemik** – kvaliteetse või kahjustusega tüveosa hinnanguline vahemik meetrites.

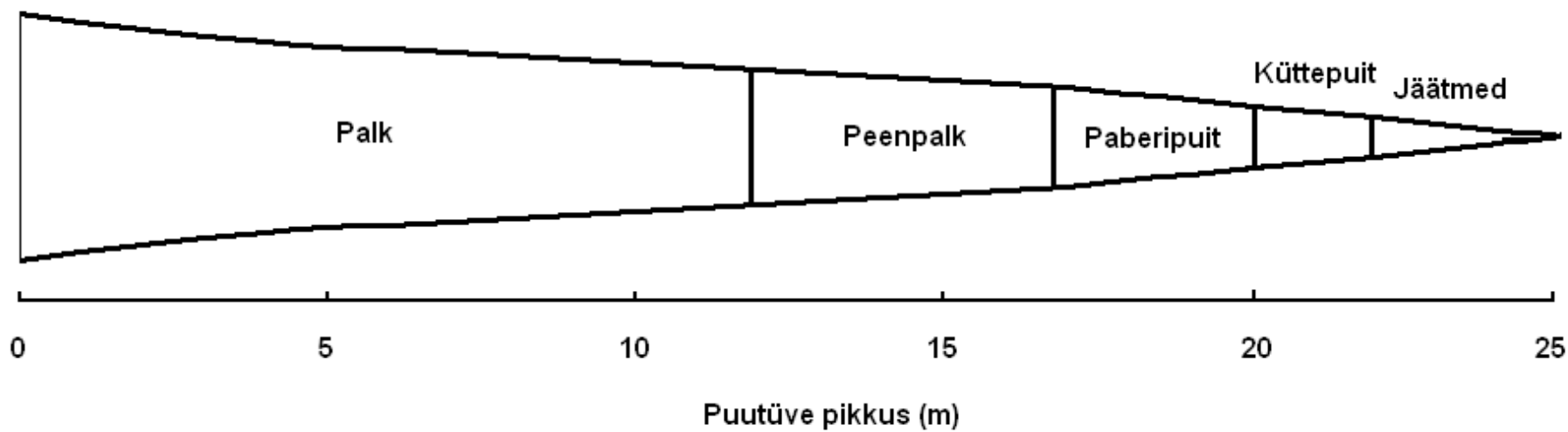
**PARIM PUUDE ARVU MÄRKIMISE VIIS TABELI DIAMETRIASTMETESSE ON JÄRGMINE:**



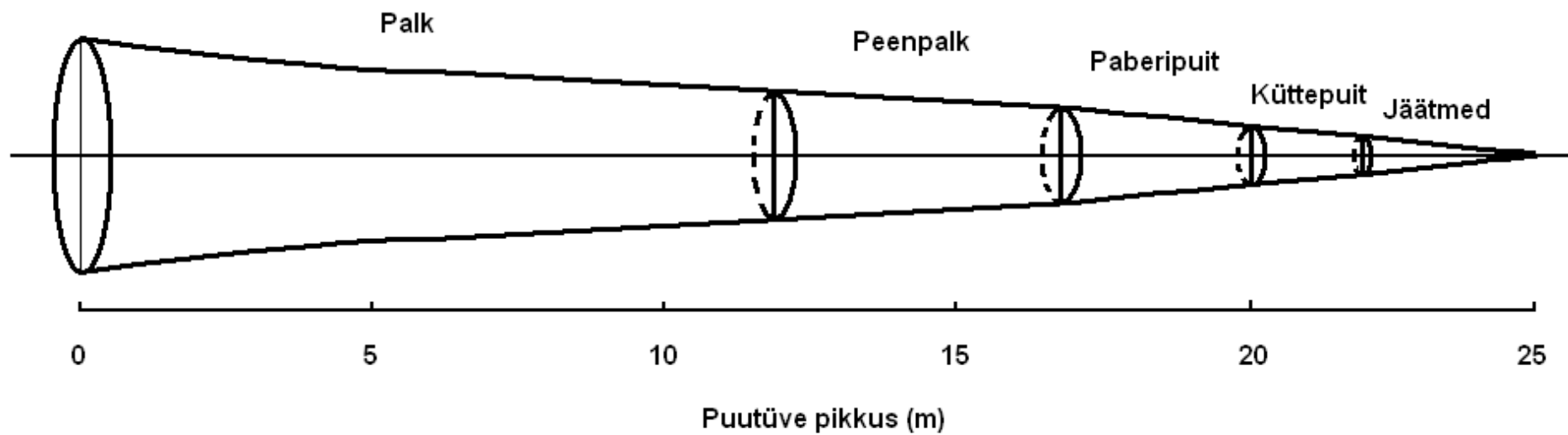
# ERALDI MÄRGITAVAD PUUD

- **Terved puud** on ilma puidu kvaliteeti vähendavate kahjustusteta puud, mille tüvede jämedamast osast (tavaliselt kuni 18 või 16 cm läbimõõduni) saab palki, peenemast osast peenpalki (tavaliselt kuni 12 cm läbimõõduni), seejärel paberipuitu (tavaliselt kuni 6 cm läbimõõduni) ja ülejäänud ladvaosast küttepuitu. Peen ladvaots jääb tavaliselt kasutamata ja see loetakse jäätmete hulka

Terve (kahjustuseta) puutüve jagunemine puidusortideks



# Terve (kahjustuseta) puutüve jagunemine puidusortideks



- **Kuivad puud** on püstiseisvad, täielikult kuivanud võraga puud. Tavaliselt kasutatakse kuivade puude kogu tüve puitu ja koort küttepuiduna.



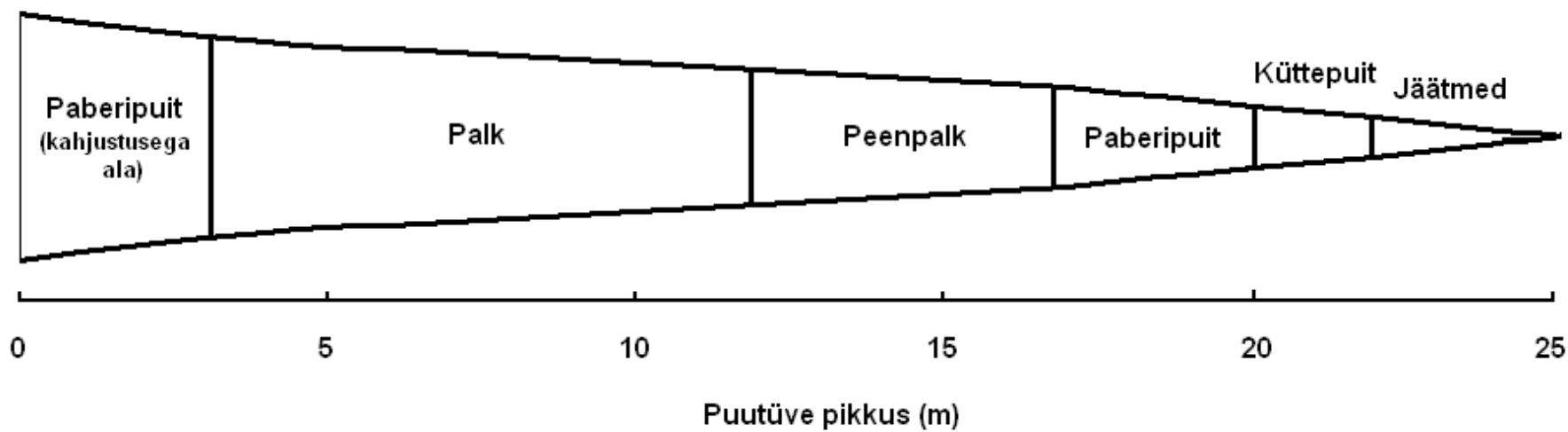
- **Kahjustusega** puudel on puidurike, mis halvendab puidu kvaliteeti. Tavaliselt on tugevad puidurikked tüve esimestel meetritel (metsamädanik, põdrakahjustus jne).





- Oluliselt vähendavad puidurikked üle 16 sentimeetri jämeduste puude väärtust, kuna tugevalt kahjustatud puit ei sobi enam palgina kasutamiseks ning kahjustatud kohast puutüvel võib saada näiteks märksa madalama hinnaga paberipuitu või väga tugeva kahjustuse korral vaid kütteks sobivat puitu.

### Kahjustusega puutüve jagunemine puidusortideks



- **Eriti kvaliteetsetel** puudel on tüve piirkonnas, mis on jämedam kui 16 sentimeetrit, lühima palgi pikkune oksavaba, kahjustusteta puit. Tavaliselt algab oksavaba puidu piirkond tüve algusest. Oksavaba puit on turul enamasti tavalisest puidust oluliselt kallim.





- Kahjustusega ja eriti kvaliteetsete puude puhul tuleb kas kahjustatud või eriti kvaliteetsete osade keskmised asukohad (algus-ja lõppkõrgused) puutüvedel märkida vastavasse tabelisse metsamõõtmislehe tagaküljel.

- **Seemnepuud** on parimate tüveomadustega puud, mis jäetakse lageraiel alles, et saada nende seemnetest võimalikult häid uusi puutaimi. Tavaliselt jäetakse seemnepuudeks männid ja kased, kuuski nende madala tormikindluse tõttu seemnepuudeks üldjuhul ei jäeta.







- Vältimaks andmetöötlusel segaduse tekkimist, tuleb metsamõõtmislehe esiküljele teha vastavasse lahtrisse rist, tähistamaks seda, kas seemnepuud on mõõdetud kohe raiutavatest puudest eraldi või on need hiljem uuesti üle mõõdetud.

# MUDELPUUDE MÕÕTMINE

- Kasvavate puude mahu arvutamiseks on vaja mõõta ka osa puude ehk nn mudelpuude kõrgused ja täpsemad diameetrid.
- Saadud kõrguse-diaameetri andmepaarid tuleb märkida metsamõõtmislehe tagaküljele vastavasse tabelisse.

- Mudelpuid tuleb valida juhuslikult. Juhusliku valiku saamiseks sobib lihtne lahendus: mudelpuudeks tuleb võtta puistut läbivale mõttelisele diagonaalile jäävad puud. Välimuselt erandlikke puid (murdunud ladvaga, harulise tüvega, viltuseid) mudelpuudeks ei valita.

- Kui raiealal kasvab vaid üks puuliik (seda nimetatakse puhtpuistuks), tuleb mõõta vähemalt 20 mudelpuu kõrgused. Vajalik minimaalne mudelpuude arv segapuistus on 30, seejuures tuleb mudelpuid valida puuliikide kaupa võrdeliselt iga puuliigi arvukusega raiealal.

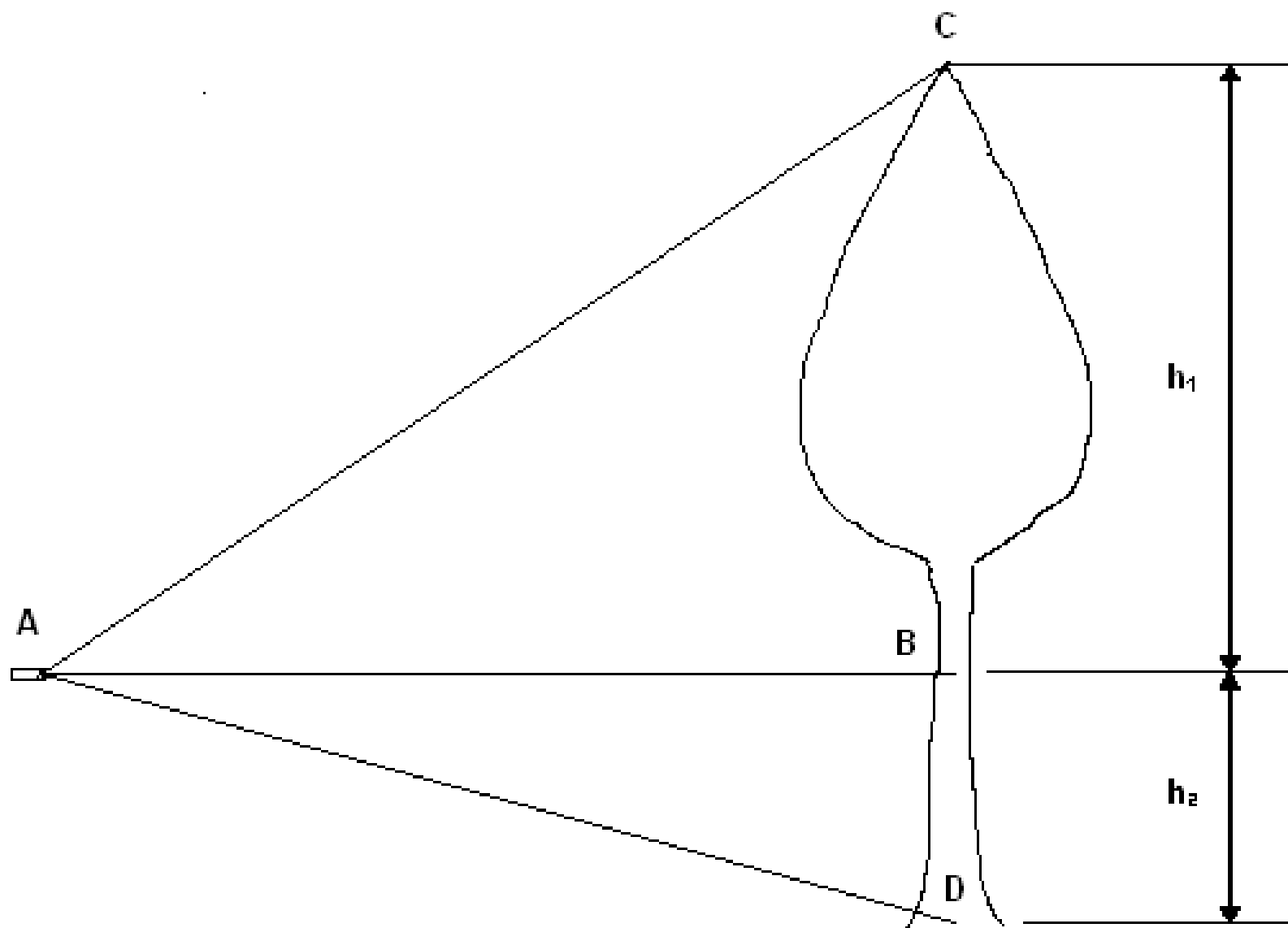
- Kui mõne puuliigi puid on nii vähe, et neid ei jää diagonaalile, võib neid valida ka mujalt puistust. Kõrguse-diameetri andmepaaride saamiseks mõõdetakse mudelpuude diameetrid uuesti üle, kasutades seekord metsaklupi täpsusskaalat (diameetrid registreeritakse täissentimeetrites).

- Suurem täpsus diameetrite mõõtmisel annab võimaluse paremini hinnata tüvede kuju. Samal põhjusel on ka puude kõrgused soovitav registreerida suurima täpsusega, mida võimaldab kõrgusmõõdik. Teisisõnu, mudelpuude teistkordse mõõtmise tulemusi ei ümardata.

# KÕRGUSTE MÕÕTMINE

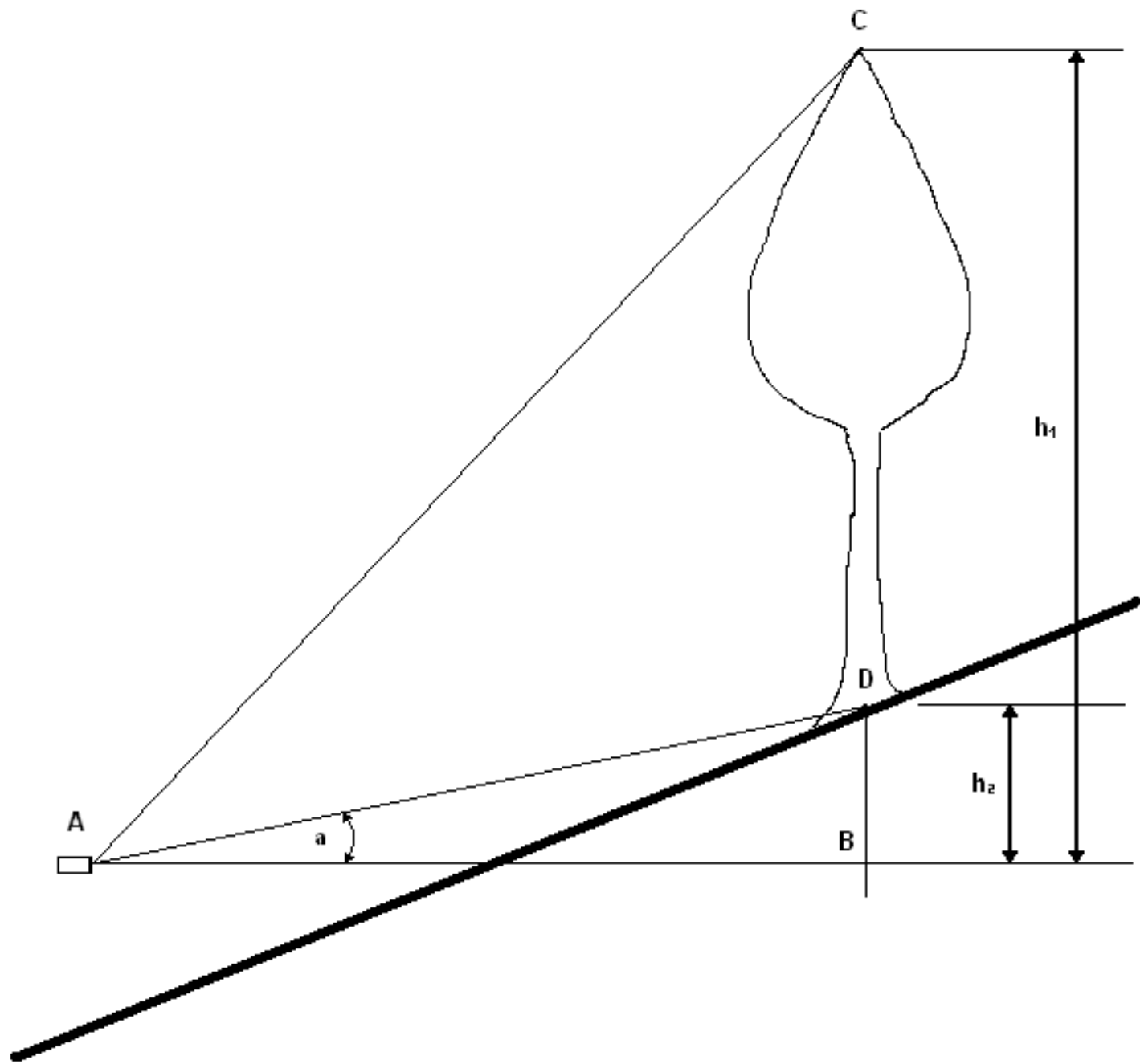
- Puude kõrgusi võib mõõta spetsiaalse kõrgusmõõdikuga ning ka kõrguste mõõtmiseks kohandatud metsaklupiga. Puu kõrguse mõõtmisel **horisontaalpinnal** saadakse kaks kõrgust:
  - a) mõõteriista horisontaaljoonest puu ladvatipuni
  - $h_1 = BC$ ,
  - b) mõõteriista horisontaaljoonest puu juurekaelani ehk puutüve juurteks hargnemise kohani
  - $h_2 = BD$ .





- Puu kõrguse saamiseks tuleb kõrgused  $h_1$  ja  $h_2$  liita. Õige tulemuse saamiseks on vaja eelnevalt mõõdulindiga täpselt välja mõõta mõõtmiskoha kaugus puust (lõik AB).

- **Kaldus maapinna** puhul tuleb arvutada kaugus puust horisontaaltasapinnas ehk horisontaalkaugus (lõik AB ):
- $AB = AD \times \cos \alpha$ .
- Puu kõrguse saamiseks tuleb kõrgusest puu ladvani lahutada puu juurekaela kõrgus:
- $h = h_1 - h_2$ .



# KAHJUSTATUD PUUDE KÕRGUSED

- Kui kahjustatud puud on keskmisest madalamad või kõrgemad, tuleb nende keskmine kõrgus märkida vastavasse tabelisse metsamõõtmislehe tagaküljel.

- Metsamõõtmislehe täitmisega lõpeb kasvava metsa mõõtmise ja hindamise välitöö. Välitööle järgneb andmetöötlus.

ANDMETÖÖTLUS

- Tavapraktikas kasutatakse kasvava metsa mõõtmise andmete töötluks arvutiprogramme.
- Arvutiprogrammi puudumisel saab andmeid edukalt töödelda ka kasvava metsa mahutabeleid kasutades.



- Kasvava metsa mahtu arvutatakse puuliikide kaupa. Igale puuliigile õige mahu saamiseks tuleb leida kasvava metsa mahutabelite hulgast sobivaim.

- Sobiva tabeli leidmiseks konkreetsele puuliigile kasutatakse keskmist tüvekuju kirjeldavat kokkuleppelist abiparameetrit, mida nimetatakse tugikõrguseks ja tähistatakse  $h_{24}$ .
- **Tugikõrguseks nimetatakse 24-sentimeetrise diameetriga puu kõrgust meetrites.**

- Tugikõrgus kujutab endast ühe puuliigi puude arvutuslikku keskmist kõrgust juhul, kui kõikide selle liigi puude diameetrid oleks 24 sentimeetrit.

- h24 arvutamisel viiakse puuliigi peenemad puud mõtteliselt oma kasvus edasi ja jämedamad tuuakse tagasi diameetrini 24 cm. Samuti muutub arvutuslikult puude kõrgus: suurematel puudel väiksemaks ja väiksematel suuremaks kuni kõrguseni, mille puhul oleks tulevikus või oli minevikus puude diameeter 24 cm.

- Tugikõrgus on seega tuletatud teoreetiline abisuurus. Seetõttu võivad puud, mille diameetrid on 24 cm, mõõdetud metsaosas tegelikult puududa. Samuti ei pea iga reaalselt ligikaudu 24 cm jämeduse puu kõrgus vastama täpselt arvutatud tugikõrgusele, kuna tugikõrgus on arvutuslik keskmine kõigi selle liigi puude jaoks.

- Puuliigi keskmist tugikõrgust arvutatakse valemiga
- $h_{24} = \Sigma h / \Sigma h_s$ , (valem 1)
- kus  $h_{24}$  on puuliigi keskmine tugikõrgus,
- $\Sigma h$  – kõigi mõõdetud puude kõrguste summa,
- $\Sigma h_s$  – kõigi suhteliste tugikõrguste summa tabelist 1.

Tabel 1

## SUHTELISED TUGIKÕRGUSED (hs)

Diameeter (cm)	Mand	Kuusk	Kask, hall lepp	Haab, sanglepp	Tamm, saar
8	0,43	0,35	0,55	0,52	0,38
9	0,50	0,41	0,60	0,57	0,44
10	0,55	0,47	0,64	0,62	0,50
11	0,61	0,53	0,68	0,66	0,55
12	0,65	0,58	0,72	0,70	0,60
13	0,70	0,63	0,76	0,74	0,65
14	0,74	0,68	0,79	0,77	0,70
15	0,77	0,72	0,82	0,80	0,74
16	0,81	0,76	0,84	0,83	0,77
17	0,84	0,80	0,87	0,86	0,81
18	0,87	0,83	0,89	0,88	0,84
19	0,89	0,86	0,91	0,91	0,87
20	0,92	0,89	0,93	0,93	0,90
21	0,94	0,92	0,95	0,95	0,925
22	0,96	0,95	0,97	0,97	0,95
23	0,98	0,975	0,985	0,985	0,975
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
25	1,015	1,02	1,015	1,015	1,02
26	1,03	1,04	1,03	1,03	1,04
27	1,045	1,06	1,04	1,045	1,06
28	1,06	1,08	1,05	1,06	1,08
29	1,075	1,10	1,065	1,07	1,095
30	1,09	1,12	1,08	1,08	1,11
31	1,105	1,135	1,09	1,09	1,125
32	1,12	1,15	1,10	1,10	1,14
33	1,13	1,165	1,11	1,11	1,1525
34	1,14	1,18	1,12	1,12	1,165
35	1,15	1,195	1,13	1,13	1,1775
36	1,16	1,21	1,14	1,14	1,19
37	1,1675	1,22	1,1475	1,1475	1,20
38	1,175	1,23	1,155	1,155	1,21
39	1,1825	1,24	1,1625	1,1625	1,22
40	1,19	1,25	1,17	1,17	1,23

## Näide 1

Möödetud on järgmised mudelpuud:

Puu nr	1	2	3	4	5	6	...
Liik	d	24	18	29	32	17	...
Ku	h	26,5	20,25	28,5	30,0	20,75	...

**NB! Näide on koostatud 5 mudelpuu põhjal, tegelik vajaminev mudelpuude arv on suurem (vt Mudelpuude mõõtmine).**

- Mudelpuude kõrguste summa:

$$\Sigma h = 26,5 + 19,25 + 27,5 + 28,0 + 17,75 + \dots$$

- Mudelpuude suhteliste tugikõrguste summa:

$$\Sigma h_s = 1,00 + 0,83 + 1,10 + 1,15 + 0,80 + \dots$$

- Näites toodud viie mudelpuu põhjal on tugikõrgus

$$h_{24} = \Sigma h / \Sigma h_s = 126 / 4,88 = 25,81967 \text{ ehk täisarvuna } 26 \text{ meetrit.}$$





**KASVAVA METSA HINNA  
ARVUTAMINE RAIEÕIGUSE  
VÕÕRANDAMISEL**

- Eelkirjeldatud arvutuste abil leitakse iga mõõdetud ja raiuda plaanitava puuliigi puidusortide (eriti kvaliteetne palk, palk, peenpalk, paberipuit, küttepuit, jäätmed)mahud. Korrutades saadud puidusortide tihumeetrid nende turuhinnaga, leitakse kasvava metsa puidu hind.

**Oletame, et raiealal mõõdetud kuuskedest on arvutuslikult saadud järgmised**

**puidusortide mahud:**

- palke (läbimõõduga 18 cm või enam)200 tm,
- peenpalke (läbimõõduga 12 –18 cm)25 tm,
- paberipuitu (läbimõõduga 7 –12 cm ja palgiks ning peenpalgiks kvaliteedilt sobimatut, kuid paberipuiduks sobivat jämedamat puitu kokku)35 tm,

- küttepuitu (läbimõõduga 5 –7 cm ja palgiks, peenpalgiks ning paberipuiduks kvaliteedilt sobimatut jämedamat puitu kokku)10 tm,
- jäätmeid (koor palkidel, peenpalkidel ja paberipuidul, puude ristisaagimisel
- saepuru moodustava puidu maht, peente ladvaotste maht ja kändude maht juuri arvestamata, st kändude maht juurekaeltest ülespoole)27 tm.

- Kokku on puidu maht jäätmeid arvestamata ehk kaubandusliku puidu maht 270 tihumeetrit. Tüvede kogumaht koos jäätmetega on 297 tm.

- **Olgu puidu kokkuostuhinnad kokkuostupunktis tihumeetri kohta näiteks järgmised:**
- palk 700 kr/tm
- peenpalk 5 00 kr/tm
- paberipuit 400 kr/tm
- küttepuit 120 kr/tm
- jäätmed - hinda ei arvutata

- **Puidu hinna arvutamiseks tuleb erinevate puidusortide mahud korrutada nende tihumeetrihindadega. Puidu hind kokkuostupunktis:**
- $700 \text{ kr/tm} \times 200 \text{ tm} = 140\,000 \text{ kr}$
- $500 \text{ kr/tm} \times 25 \text{ tm} = 12\,500 \text{ kr}$
- $400 \text{ kr/tm} \times 35 \text{ tm} = 14\,000 \text{ kr}$
- $120 \text{ kr/tm} \times 10 \text{ tm} = 1\,200 \text{ kr}$
- **Summa: 167 700 krooni**



- Lahutades kasvava metsa raieks ja veoks kuluvad summad, on tulemuseks kasvava metsa müügihind ehk juriidiliselt korrektse nimetusega kasvava metsa raieõiguse võõrandamise hind.

- Puidu raieks ja kokkuveoks autoga sõidetava tee äärde kulub näiteks 125 kr/tm (see hind sõltub raie ja kokkuveo tingimustest). Kaubandusliku puidu maht on 270 tm.
- **Kulu raiele ja kokkuveole:**
- $125 \text{ kr/tm} \times 270 \text{ tm} = 33\,750$  krooni.

- Puidu laadimiseks autole ja äraveoks tee äärest kokkuostupunkti kulub näiteks 25 kr/tm.
- **Kulu äraveole:**
- $25 \text{ kr/tm} \times 270 \text{ tm} = 6750 \text{ krooni.}$
- **Kulud kokku:**
- $33\,750 \text{ kr} + 6750 \text{ kr} = 40\,500 \text{ krooni.}$

- **Kaubandusliku puidu hinnast selle saamisel tehtavaid kulutusi maha lahutades saab kasvava metsa raieõiguse võõrandamise hinna:**
- **167 700 kr -40 500 kr =127 200 kr.**