

### Arvestuslik sortimenteerimine

1. Arvestuslik sortimenteerimine tehakse puistuelementide kaupa. Arvestusliku sortimenteerimise lõpptulemusena liidetakse kõikide puistuelementide sortimenteerimisel saadud tulemused. Puistuelemendi arvestuslikul sortimenteerimisel kasutatakse takseertunnuseid: puuliik, diameeter – d (cm), kõrgus – h (m), tagavara – M (m<sup>3</sup>), kahjustatud puude osakaal – k (%).

2. Puud jagatakse diameetriklassidesse. Diameetriklassidesse jagamine on esitatud tabelis 4.1. Ülemisel real on diameetriklassi suhtelised suurused võrrelduna keskmise diameetriga ning alumisel real puude arv vastavas diameetriklassis. Jaotus on esitatud 1000 puu kohta.

**Tabel 4.1. Puude jagamine suhtelistesse diameetriklassidesse**

ds	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
n"	7	35	95	161	184	181	131	89	63	33	15	5	1

3. Leitakse kõrgusekõvera parameeter kh:

$$kh = h' / (1,3 + c1 \times (d' / (d' + c2))^{c3}),$$

kus kh – kõrgusekõvera parameeter;

h' – puistuelemendi arvatavale vanusele kasvatatud kõrgus, m;

d' – puistuelemendi arvatavale vanusele kasvatatud diameeter, cm;

c1, c2, c3 – tabelis 4.2 esitatud kõrgusekõvera parameetrid.

**Tabel 4.2. Kõrgusekõvera parameetrid**

Puuliik	c1	c2	c3
MA, SD, LH, TO	32,7621	1,1	9,9241
KU, NU, TS	37,2351	1,3	10,858
LM, HB, PP, TL	31,6953	4,3	2,4979
TA, SA, JA, VA, KP	35,8659	1,6	8,2934
KS, LV, PN, RE, PA, eespool nimetatud puuliigid	31,9851	8	1,4625

4. Leitakse diameetriklassides olevatele puudele sortimendid. Arvutus on vaja teha kõikide tabelis 4.1 esitatud diameetriklasside kohta. Alljärgnevalt on kirjeldatud arvutust ühe diameetriklassi kohta (kõikide diameetriklasside puhul toimub arvutamine analoogselt).

4.1. Leitakse diameetriklassi suurus D (ds – suhteline diameeter tabelist 4.1, d' – puistuelemendi arvatavale vanusele kasvatatud diameeter):

$$D = ds \times d'$$

4.2. Leitakse diameetriklassile vastav kõrgus H (kh – punktis 3 leitud parameeter; c1, c2 ja c3 – tabelis 4.2 esitatud valemi parameetrid):

$$H = kh \times (1,3 + c1 \times (D / (D + c2))^{c3})$$

4.3. Arvutatakse diameetriklassi ühe puu sortimendid. Sisendid on puuliik, D ja H. Tabelis 4.3 on esitatud puuliikide kaupa erinevate sortimentide mõõdud. Sortimendid, millel müügihind puudub, sortimenteeritakse madalamasse klassi.

**Tabel 4.3. Sortimentide loend kooreta diameetrite ja pikkustega**

Puuliik	Sortiment	Diameeter, cm		Pikkus, m			Ülemõõt, mis lahutatakse mahust
		min.	maks.	min.	samm	maks.	
MA, SD, LH	Jämepalk	18	99	3,1	0,3	6,1	0,1
	Peenpalk	10	18	3,1	0,3	6,1	0,1
	Paberipuit	5	99	3,0	0	3,0	
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
KU, NU, TS	Jämepalk	18	99	3,1	0,3	6,1	0,1
	Peenpalk	10	18	3,1	0,3	6,1	0,1
	Paberipuit	5	99	3,0	0	3,0	
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
KS	Spoonipakk	24	99	2,8	0,1	3,4	0,1
	Palk	16	99	2,8	0,1	3,4	0,1
	Peenpalk	12	16	2,8	0,1	3,4	0,1
	Paberipuit	5	99	3,0	0	3,0	
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
HB	Palk	16	99	2,5	0,3	3,4	0,1
	Peenpalk	12	16	2,5	0,3	3,4	0,1
	Paberipuit	5	99	3,0	0	3,0	
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
LM	Palk	16	99	2,5	0,3	3,4	0,1
		12	16	2,5	0,3	3,4	0,1
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
LV	Palk	16	99	2,5	0,3	3,1	0,1
		12	16	2,5	0,3	3,1	
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
TA	Palk	16	99	3,1	0	3,1	0,1
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
SA	Palk	16	99	3,1	0	3,1	0,1
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
Eespool nimetamata puuliigid	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	

Arvutamise käik, mille tulemusena saadakse ühe puu maht (mpu) ning sellest saadavate sortimentide kogused. Arvutuskäik on alljärgnev:

4.3.1. Kui puu on väike – diameetriga alla 8 cm või kõrgusega alla 5 m –, arvutatakse vaid terve puu maht mpu ja sortimentide kogused on 0. Puu maht arvutatakse järgmise valemiga:

$$mpu = 0,000019 + 0,00001142 \times (D + 2)^{2,61614} \times H^{0,76489}$$

4.3.2. Muudel juhtudel sortimenteeritakse puu järgmiselt.

4.3.2.1. Arvutatakse terve puu maht (vastavalt lisas 6 esitatud mudelile, kusjuures sortimendi alguseks on 0 ja lõpuks puu kõrgus) (mpu).

4.3.2.2. Leitakse koore osamaht KOOR ( $a_1$ ,  $a_2$  ja  $a_3$  on valemis kasutatavad parameetrid, mis on esitatud tabelis 4.4):

$$KOOR = a_1 \times ((D + a_2) / (D + a_2 + 1))^{a_3} / 100.$$

**Tabel 4.4. Koore suhtelise mahu arvutamise valemi parameetrid**

Puuliik	$a_1$	$a_2$	$a_3$
MA, SD, TO	6,0	10	-17,5
KU, LH, NU, TS	8,0	2	-4,9
KS, PN	11,1	3	-4,9
HB, PP, TA, SA, VA, JA, KP, TL	12,0	2	-3,2
LM, LV, RE, eespool nimetamata puuliigid	10,8	2	-4,0

4.3.2.3. Arvutatakse kännu kõrgus koos saetee paksustega. Kui  $D \leq 30$  cm, siis kännu kõrgus on  $HS = 0,1$ . Kui  $D > 30$ , siis kännu kõrgus on  $HS = D / 300$ .

4.3.2.4. Sortimentide leidmist alustatakse suurima minimaalse diameetriga sortimendist, mis erineb puuliikide sortimentide kaupa. Iga sortimendi eemaldamise järel saadakse uus sortimendi alguse kõrgus HS. Esmalt kontrollitakse, kas seda sortimenti on võimalik saada. Selleks arvutatakse tüve diameeter kõrgusel  $HS + 0,01 + L_{min}$  (sortimendi minimaalne pikkus). Kui diameeter on suurem sortimendi minimaalsest diameetrist või sellega võrdne, jätkatakse arvutamist selle sortimendiga. Vastasel korral valitakse järgmine sortiment ning alustatakse selle punktiga algusest. Sortimendi pikkuse leidmiseks kasutatakse minimaalset ( $L_{min}$ ) ja maksimaalset pikkust ( $L_{maks}$ ) ning pikkuse sammu ( $L_{samm}$ ). Leitakse puu diameetrid kõrgustel  $HS + 0,01 + H_{min}$  kuni kõrguseni  $HS + 0,01 + H_{maks}$ , muutes kõrgust pikkuse sammu ( $L_{samm}$ ) võrra. Iga uue kõrguse juures arvutatakse kooreta diameeter ning kontrollitakse, kas see on suurem vastava sortimendi minimaalsest kooreta diameetrist. Kui diameeter on väiksem kui viimati arvutatud tüve diameeter, kasutatakse sortimendi pikkusena eelmist pikkust, kus diameeter oli suurem sortimendi minimaalsest diameetrist või sellega võrdne. Kui tüve diameeter kõrgusel  $HS + 0,01 + H_{maks}$  on suurem minimaalsest sortimendi diameetrist, tehakse arvutus uuesti kõrgustel  $HS + 0,02 + 2 \times H_{min}$  kuni kõrguseni  $HS + 0,02 + 2 \times H_{maks}$ , vajaduse korral kõrgustel  $HS + 0,03 + 3 \times H_{min}$  kuni kõrguseni  $HS + 0,03 + 3 \times H_{maks}$  jne. Diameetri leidmisel on lähtetunnusteks puuliik, puu kõrgus – H (m), puu diameeter – D (cm) ja soovitud diameetri kõrgus – HS (m). Diameetri leidmiseks kasutatakse järgmisi valemeid, mis annavad diameetri DS (cm):

$$abi1 = 1,3 / H;$$

$$abi2 = (((((a_6 \times abi1 + a_5) \times abi1 + a_4) \times abi1 + a_3) \times abi1 + a_2) \times abi1 + a_1) \times abi1 + a_0;$$

$$abi3 = HS / H;$$

$$abi4 = (((((a_6 \times abi3 + a_5) \times abi3 + a_4) \times abi3 + a_3) \times abi3 + a_2) \times abi3 + a_1) \times abi3 + a_0;$$

$$abi5 = p \times (H - h_0) + q \times (D - d_0);$$

$$DS = D \times (1 + (abi3 \times abi3 - 0,01) \times abi5) \times abi4 / ((1 + (abi1 \times abi1 - 0,01) \times abi5) \times abi2),$$

kus DS – leitud diameeter kõrgusel HS, cm;  
 abi1, abi2, abi3, abi4, abi5 – abimuutujad;  
 a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6, p, q, h0, d0 – tabelis 5.1 (lisas 6) esitatud valemi parameetrid.

Koore paksusega korrigeerides saadakse kooreta diameeter:

$$DS = DS / (1 + KOOR)^{0,5}$$

4.3.2.5. Kui sortimendi maht arvestatakse ülemõõduta, arvutatakse iga sortimendi tüükapoolsest otsast maha ülemõõdu pikkusega tüvelõigu maht.

4.3.2.6. Valitakse sortimentide tabelist järgmine sortiment ning siirdutakse uuesti punkti 4.3.2.4 juurde, kuni tabeli kõikide sortimentide kogused on leitud.

4.3.2.7. Sortimenteerimise käigus kontrollitakse pidevalt, kas puu kõrgus H on väiksem juba sortimentidesse järgatud puutüve pikkuse ja järgmise sortimendi pikkuse summast. Kui on, arvutatakse ladva maht lisas 6 kirjeldatud viisil, kus sortimendi alguseks on eelmise sortimendi lõpp tüvel ning lõpuks on puu kõrgus.

4.3.2.8. Kõigi sortimentide mahud on koos koorega mahud. Kuna jänepalkide, palkide, peenpalkide ja paberipuidu arvestus käib ilma kooreta mahtudega, on vaja enne sorteerimise lõpetamist arvutada vastavatele sortimentidele ilma kooreta mahud. Selleks korrutatakse vastavate sortimentide kogused läbi avaldisega  $1 - KOOR$ .

4.4. Korrutatakse saadud sortimentide kogused puude arvuga diameetriklassis (tabel 4.1) ning jätkatakse arvutamist järgmise diameetriklassiga.

5. Igas diameetriklassis saadud puude mahud (mpu) ja sortimentide mahud liidetakse kokku ning korrutatakse tegeliku mahu (M') ja 1000 puu mahu suhtega. Lisaks leitakse raidmete maht, mis saadakse eespool leitud ladvamahtude ning okste mahu summana. Okste mahud arvutatakse tagavara korrutamisel puuliigipõhise koefitsiendiga 0,07 (MA, SD, LH), 0,08 (KU, TS, NU, TO, HB, PP, LM, LV), 0,1 (TA, SA) või 0,06 (kõik teised puuliigid).

6. Kui puistuelemendi kahjustust metsas ei ole määratud, korrigeeritakse sortimentide koguseid vastavate mudelitega (punkt 8). Kui on kahjustuse osakaal metsas hinnatud, arvutatakse kahjustatud puude tõttu sortimentide koguste korrigeerimised punktis 7 toodud meetodika alusel. Kui ühel puistuelemendil esinevad erinevad kahjustused, arvutatakse sortimentide koguste muutused selle kahjustuse alusel, mida esineb kõige rohkem. Kui puistuelemendil on määratud üks kahjustus kahjustuse määraga 1%, siis loetakse puistuelement sorteerimisel riketeta elemendiks.

7. Korrigeeritakse sortimentide koguseid kahjustustega alljärgnevalt.

7.1. Kahjustatud puudest saadavast tarbepuidu (palgid ja paberipuit) dimensioonidega sortimentidest küttesse mineva puidu osakaal võetakse tabelist 4.5.

7.2. Kahjustatud puudest saadava tarbepuidu palgi fraktsioonist paberipuiduks mineva puidu osakaal võetakse tabelist 4.5.

Tabel 4.5. Sortimentide koguste muutmiseks vajalikud näitajad

Kood	Kahjustaja	Puuliik	Kahjustatud puude tarbepuidu jämedusega sortimentidest küttepuiduks mineva puidu osakaal, %	Kahjustatud puudest saadava tarbepuidu palgi fraktsioonist paberipuiduks mineva puidu osakaal, %
1	Tuli	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
2	Üleujutus	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		Lehtpuud	100	0
3	Torm	MA	0	50
		KU	0	75
		Teised okaspuud	0	0
		KS, HB	0	100
		Teised lehtpuud	100	0
6	Külm	MA	0	50
		KU	0	75
		Teised okaspuud	0	0
		KS, HB	0	100
		Teised lehtpuud	100	0
7	Lumi	MA	0	50
		KU	0	75
		Teised okaspuud	0	0
		KS, HB	0	100
		Teised lehtpuud	100	0
10	Ulukid	MA	0	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
38	Tüve putukkahjurid	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
39	Võra putukkahjurid	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
40	Juurepess	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0

49	Teised tüvemädanikud (seened)	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
43	Männi-koorepõletik	MA	50	50
44	Haavataelik	HB	50	100
48	Viirushaigused (vähid)	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
50	Muul põhjusel tekkinud kahjustused	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
52	Langala (põlevkivikaevandused)	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
53	Mehaanilised vigastused	MA	50	50
		KU	50	75
		Teised okaspuud	75	0
		KS, HB	50	100
		Teised lehtpuud	100	0
54	Sauresurm	SA	100	0

8. Kui inventeerimisandmetes puuduvad kahjustuse kohta kirjed, korrigeeritakse sortimentide koguseid kahjustustega alljärgnevalt.

8.1. Leitakse suhtarv, mis saadakse, kui jagatakse arv 1 puistuelemendi sortimentide summaga:  $1 / (\text{palgid} + \text{paberipuit} + \text{küttepuit})$ .

8.2. Punktis 8.1 saadud suhtarvuga korrutatakse kõik sortimendid ja tüvemahud (mpu).

8.3. Arvutatakse palkide mahu vähenemine:

$$\Delta = e^{a + b \times \ln\left(\frac{A}{A+1}\right) + c \times \left[\ln\left(\frac{A}{A+1}\right)\right]^n},$$

kus  $\Delta m$  – mahu erinevus,  $A$  – puistuelemendi vanus (aasta),  $n$  – astendaja (tabel 4.6),  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – kordajad, mis arvutatakse valemiga:

$$a, b, c = k + l \times Bn + m \times Bn^2,$$

kus  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – valemi kordajad,  $Bn$  – puistu boniteedi klass, mis arvutatakse kõrgusindeksi  $H_{100}$  järgi  $(33,5 - H_{100}) / 4$ ,  $k$ ,  $l$ ,  $m$  – kordajad (tabel 4.6).

Tabel 4.6. Mahu muutmisvalemite astendajad ja kordajate  $a$ ,  $b$  ja  $c$  arvutamisevalemite kordajad

Puuliik	Valem	Kons- tant	Valemi kordajad			
			$k$	$l$	$m$	$n$
MA, LH, SD	Palgi vähendamine	a	-2.259	0.24693	-0.01345	3
		b	11.35752	-2.10076	0.1712	
		c	894.235	-304.766	28.869	
	Küttepuidu suurendamine	a	-3.3503	0.0159	-0.0013	2
		b	1.5375	-0.0271	0.0022	
		c	1.5328	-0.0261	0.0021	
KU, TS, NU, teised okaspuud	Palgi vähendamine	a	-0.89371	-0.13886	0.01049	4
		b	29.4603	4.36432	-0.33114	
		c	-366800	-228124	-4093	
	Küttepuidu suurendamine	a	-1.66542	-0.06081	0.0012	4
		b	29.59224	0.27817	0.09189	
		c	-115756	-24063	89.533	
KS	Palgi vähendamine	a	-0.39607	0.06595	-0.0032	5
		b	28.784	-1.088	0.042	
		c	3829316	885112	80082	
	Küttepuidu suurendamine	a	-1.67591	0.01012	-0.00097	4
		b	25.21899	-0.21777	0.02076	
		c	-211985	7782.9	-749.88	
	Spoonipaku väljatulek	a	-2.7282	-0.2457	-0.0683	4
		b	30.281	12.921	-1.639	
		c	12.655	0.8226	0.2254	
HB	Palgi vähendamine	a	0.09015	0.01429	-0.00061	4
		b	27.49482	-0.06593	-0.01049	
		c	-150369	7285	-387	
	Küttepuidu suurendamine	a	-1.34789	-0.01386	0.0011	5
		b	46.31225	0.04688	-0.00447	
		c	10507971	920148	-82200	
LM	Küttepuidu suurendamine	a	-0.1908	0.02548	-0.00134	6
		b	40.93382	0.00426	-0.0413	
		c	-450926217	59320849	-4532195	
LV ja teised puuliigid	Küttepuidu suurendamine	a	-0.82187	-0.30129	0.00434	7
		b	58.03680	-0.13325	5.87003	
		c	304822294488	-288718369031	4241642454977	

8.4. Analoogselt punktis 8.3 kirjeldatuga arvutatakse küttepuidu suurendamise suhtarv.

8.5. Küttepuidu suhtarvule liidetakse eelmise punkti järgi leitud suhtarv.

8.6. Kuna erinevaid palgisortimente võib olla mitu, siis leitakse palkide mahu korrigeerimiseks abimuutuja. Viimase arvutamiseks jagatakse punkti 8.3 järgi leitu palgisortimentide suhtarvude (punkti 8.2 järgi arvutatud) summaga. Kui saadud tulemus on suurem kui 1, antakse abimuutujale väärtuseks 1.

8.7. Kõikide palgisortimentide puhul korrutatakse punkti 8.2 järgi leitud palgisortimentide suhtarvud avaldisega 1 miinus punkti 8.6 järgi leitud abimuutuja.

8.8. Leitakse paberipuidu suhtarv, mille saamiseks lahutatakse 1-st palgisortimentide suhtarvud (punkti 8.7 järgi saadud tulemused) ja küttepuidu suhtarv (punkti 8.5 järgi arvutatud).

8.9. Tegelikud sortimentide kogused saadakse, kui punktide 8.5, 8.7 ja 8.8 järgi saadud suhtarvud korrutatakse puistuelemendi tagavara ja kogupuu suhtarvu (punkt 8.2) jagatisega.