

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 (m³), 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' – kasvatatud kõrgus, m;

d' – 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, muud	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' – 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):

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

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	13	18	3,1	0,3	6,1	0,1
	Peenpalk 2	10	13	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	13	18	3,1	0,3	6,1	0,1
	Peenpalk 2	10	13	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	25	99	2,8	0,1	3,4	0,1
	Vineeripakk	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, PN	Palk	16	99	2,5	0,3	3,4	0,1
	Peenpalk	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
	Peenpalk	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, VA, JA, KP	Palk	16	99	3,1	0	3,1	0,1
	Küttepuit	3	99	3,0	0	3,0	
Teised	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:

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

4.3.2. Muudel juhtudel sortimenteeritakse puu järgmiselt:

4.3.2.1. Arvutatakse terve puu maht (vastavalt lisas 6 toodud 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):

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

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, muud	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. Vastavalt puuliigile alustatakse sortimentide leidmist suurima minimaalse diameetriga sortimendist. 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_{\max}) ning pikkuse sammu (L_{samm}). Leitakse puu diameetrid kõrgustel $HS + 0,01 + H_{\min}$ kuni kõrguseni $HS + 0,01 + H_{\max}$ muutes kõrgust 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 $HS + 0,01 + H_{\max}$ on suurem minimaalsest sortimendi diameetrist, tehakse arvutus uuesti kõrgustel $HS + 0,02 + 2 \cdot H_{\min}$ kuni kõrguseni $HS + 0,02 + 2 \cdot H_{\max}$, vajaduse korral kõrgustel $HS + 0,03 + 3 \cdot H_{\min}$ kuni kõrguseni $HS + 0,03 + 3 \cdot H_{\max}$ 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):

$$abi1 = 1,3/H$$

$$abi2 = (((((a6 \times abi1 + a5) \times abi1 + a4) \times abi1 + a3) \times abi1 + a2) \times abi1 + a1) \times abi1 + a0$$

$$abi3 = HS/H$$

$$abi4 = (((((a6 \times abi3 + a5) \times abi3 + a4) \times abi3 + a3) \times abi3 + a2) \times abi3 + a1) \times abi3 + a0$$

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

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

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) olevad 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 tabelis on kõikide sortimentide kogused leitud.

4.3.2.7. Sortimenteerimise käigus kontrollitakse pidevalt, kas puu kõrgus H on väiksem juba sortimentidesse järgatud puutüve pikkuse ja järgmise sordimendi 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 sortimenteerimise 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 (tabelis 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 kahjustust ei ole puistuelemendile metsas 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%, loetakse puistuelement sortimenteerimisel 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	Kahjustatud puudest
------	------------	---------	-------------------	---------------------

			tarbepuidu jämedusega sortimentidest küttepuiduks mineva puidu osakaal, %	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	Saaresurm	SA	100	0

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

8.1. Leitakse suhtarv, mis saadakse, kui jagatakse arv üks 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:

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

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

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

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 arvutamise valemi kordajad

Puuliik	Valem	Kons- tant	Valemi kordajad			
			k	l	m	n

Mänd	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	
Kuusk	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	
Kask	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	
Haab	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	
Sanglepp	küttepuidu suurendamine	a	-0,1908	0,02548	-0,00134	6
		b	40,93382	0,00426	-0,0413	
		c	-450926217	59320849	-4532195	
Hall-lepp	küttepuidu suurendamine	a	-0,82187	-0,30129	0,00434	7
		b	58,03680	-0,13325	5,87003	
		c	-	-	-	
			3048222944 88	28871836903 1	42416424549 77	

8.4. Analoogselt punktis 8.3 kirjeldatuga arvutatakse küttepuidu suurendamise suhtarv.

8.5. Küttepuidu suhtarvule liidetakse eelmises punktis leitud suhtarv.

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

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

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

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