

Keskonnaministri 4. jaanuari 2007. a määruse nr 2
„Vääriselupaiga klassifikaator, valiku juhend,
vääriselupaiga kaitseks lepingu sõlmimine
ja vääriselupaiga kasutusõiguse
arvutamise täpsustatud alused“

Lisa 1

[RTL 2009, 54, 788 – jõust. 12.07.2009]

Erametsas paikneva vääriselupaiga puistu arvutuslik sortimenteerimine

Arvutuslik sortimenteerimine toimub puistuelementide kaupa. Arvutuse lõpptulemusena liidetakse kõikide puistuelementide sortimenteerimisel saadud tulemused. Puistuelemendi arvutuslikul sortimenteerimisel kasutatakse järgmisi takseertunnuseid: kõduhorisondi түsedus – OHOR, cm; puuliik, vanus – a (a), diameeter – d, cm, kõrgus – h, m, tagavara – M, m³, kahjustatud puude osakaal – k, %.

Mulla organogeense horisondi түsedus (OHOR) võetakse kasvukoha tüübist lähtuvalt **tabelist 1.1.**

Tabel 1.1. Kasvukohatüübile vastav organogeense horisondi түsedus

KKT (kasvukohatüüp)	OHOR, cm
KL (kastikuloo), ND (naadi), SL (sinilille), LP (liivane puistang), SP (saviliivane puistang), KP (kivine puistang)	1
LL (leesikaloo), LU(lubikaloo)	2
SM (sambliku), PH (pohla), JP (jänese kapsa-pohla), JK (jänese kapsa)	4
KN (kanarbiku)	5
JM (jänese kapsa-mustika)	6
MS (mustika), AN (angervaksa)	10
KM (karusambla-mustika)	13
SJ (sõnajala), TA (tarna- angervaks)	15
SN (sinika), OS (osja), TR (tarna), KR (karusambla)	20
RB (raba), SS (siirdesoo), MD (madaloo), LD (lodu), KS (kõdusoo), TP (turbane puistang)	50

Puud jagatakse diameetriklassidesse vastavalt **tabelile 1.2**. Tabeli ülemises reas on diameetriklassi ja puistu keskmise diameetri suhe (ds) ning alumises reas puude arv diameetriklassis (n"). Jaotus on toodud 1000 puu kohta. Hiljem tehakse arvutused tegeliku puude arvuga. Näiteks kui puistuelemendi keskmine diameeter on 22 cm, siis esimene diameetriklass on 6,6 cm (0,3×22) ning seal on 21 puud jne."

Hiljem tehakse arvutused tegeliku puude arvuga.

Tabel 1.2. Puude jagamine suhtelistesse diameetriklassidesse

ds	0,3	0,4	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	1,8	1,9	2,0
n"	21	47	69	89	100	108	107	102	91	77	60	45	31	22	16	9	4	2

Kõrgusekõvera parameeter (kh) leitakse järgmise valemi abil:

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

kus

kh	– kõrgusekõvera parameeter;
h'	– kasvatatud kõrgus, m;
d'	– kasvatatud diameeter, cm;
c1, c2, c3	– tabelis 1.3 esitatud kõrgusekõvera parameetrid.

Tabel 1.3. Kõrgusekõvera parameetrid

Puuliik	c1	c2	c3
MA (mänd), SD (seedermand), LH (lehis), TO (teised okaspuud)	32,7621	1,1	9,9241
KU (kuusk), NU (nulg), TS (ebatsuuga)	37,2351	1,3	10,858
LM (sanglepp), HB(haab), PP (pappel), TL (teised lehtpuud)	31,6953	4,3	2,4979
TA (tamm), SA (saar), JA (jalakas), VA (vaher), KP (künnapuu)	35,8659	1,6	8,2934
KS (kask), LV (hall lepp), PN (pärn), RE (remmelgas), PA (paju), muud	31,9851	8	1,4625

Leitakse diameetri klassides olevate puude sortimendid. Arvutus tuleb teha kõikide **tabelis 1.2** märgitud diameetriklasside osas. Allpool on kirjeldatud ühe diameetriklassi arvutust (kõikide diameetriklasside osas toimub arvutamine analoogiliselt):

1. Leitakse diameetriklassi suurus D (ds – suhteline diameeter **tabelist 1.2**, d' – kasvatatud diameeter):

$$D = ds \times d'$$

2. Leitakse diameetriklassile vastav kõrgus H (kh – **punktis 3** leitud parameeter; c1, c2 ja c3 – **tabelis 1.3** esitatud valemi parameetrid):

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

3. Arvutatakse diameetriklassi ühe puu sortimendid. Sisenditeks on puuliik, D ja H.

Tabelis 1.4 on jämepealkide peenema otsa miinimumdiameetrid (djp), samuti peenpealkide (dpp), paberipuude (dpa) ja küttepuude peenema otsa miinimumdiameetrid (dky).

Tabel 1.4. Sortimentide minimaalsed peenema otsa diameetrid, cm

Puuliik	djp	dpp	dpa	dky
MA, SD, TO	18	10	6	5
KU, LH, NU, TS	18	10	6	5
KS, PN	18	13	6	5
LM	18	11	-	5
HB, PP, TL	18	11	7	5
LV, RE, PI (pihlakas), TM (toomingas), muud	-	-	-	5
TA, SA, VA, JA, KP	18	13	-	5

Arvutamise käik, mille tulemusena saadakse ühe puu mahu (mpu) jagunemine jänepalkideks (mjp), peenpalkideks (mpp), paberipuudeks (mpa) ja küttepuudeks (mky), on järgmine:

3.1 esmalt saavad jänepalkide, peenpalkide, paberipuude ja küttepuude mahud väärtuseks 0.

3.2 kui puu on väike –(diameetriga alla 8 cm või kõrgusega alla 5 meetri), siis arvutatakse vaid terve puu maht mpu ja sortimentide kogused on 0. Puu maht arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$mpu = 0,000019 + 0,00001142 \times (D+2)^2 \times 6,1614 \times H^{0,76489}$$

3.3 muudel juhtudel sortimenteeritakse puu järgmiselt:

3.3.1 arvutatakse terve puu maht (vastavalt **lisas 3** esitatud mudelile, kusjuures sortimendi alguspunktiks on 0-kõrgus ja lõpp-punktiks puu kõrgus);

3.3.2 leitakse koore osamaht KOOR (a₁, a₂ ja a₃ on valemis kasutatavad parameetrid, mis on esitatud **tabelis 1.5**):

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

Tabel 1.5. 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

3.3.3 arvutatakse kännu kõrgus koos saetee paksusega. Kui $D \leq 30$ cm, siis kännu kõrgus on $HS = 0,1 + H/300$. Kui $D > 30$, siis kännu kõrgus on $HS = D/300 + H/300$.

3.3.4 leitakse puu diameeter kõrgusel $HS = HS + 3,1$. 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:

$$abi1 = 1,3/H$$

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

$$abi3 = HS/H$$

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

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

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

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 2.1 (lisas 3)** olevad valemi parameetrid;

Koore paksuse näiduga korrigeerides saadakse:

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

3.3.5 saadud diameetrit DS võrreldakse sortimentide diameetritega djp, dpp, dpa ja dky.

a. Kui diameeter on suurem või võrdne jämepalgi diameetriga djp, siis leitakse sortimendi maht ja liidetakse jämepalgi mahuga mjp. Mahu leidmiseks kasutatakse **lisas 3** esitatud mudelit, kusjuures sortimendi alguseks (alg) on HS – 3,1 ja sortimendi lõpuks HS.

b. Kui diameeter on väiksem kui jämepalgi diameeter djp, kuid suurem kui diameeter dpp või sellega võrdne, siis leitakse sortimendi maht ja liidetakse peenpalgi mahuga mpp. Mahu leidmiseks kasutatakse **lisas 3** esitatud mudelit, kusjuures sortimendi alguseks (alg) on HS – 3,1 ja sortimendi lõpuks HS.

c. Kui diameeter on väiksem kui peenpalgi diameeter dpp, kuid suurem diameetrist dpa või sellega võrdne, siis leitakse sortimendi maht ja liidetakse paberipuu mahuga mpa. Mahu leidmiseks kasutatakse **lisas 3** esitatud mudelit, kusjuures sortimendi alguseks (alg) on HS – 3,1 ja sortimendi lõpuks HS = HS – 0,1.

d. Kui diameeter on väiksem kui paberipuu diameeter dpa, kuid suurem diameetrist dky või sellega võrdne, siis leitakse sortimendi maht ja liidetakse küttepuu mahuga mky. Mahu leidmiseks kasutatakse **lisas 3** esitatud mudelit, kusjuures sortimendi alguseks (alg) on HS – 3,1 ja sortimendi lõpuks HS = HS – 0,1.

3.3.6. kontrollitakse, kas puu kõrgus H on väiksem kui HS + 3,1. Kui on väiksem, siis korratakse **punktides 4.3.3.4–4.3.3.6** kirjeldatud toiminguid. Kui aga H on suurem või võrdne suurusega

HS + 3,1, siis pööratakse **punktis 4.3.3.7** toodud valemite poole.

3.3.7. Leitud jämealkide, peenalkide, paberipuude ja küttepuude mahud mjp, mpp, mpa ja mky on seni mahud koos koorega. Kuna arvestuses kasutatakse ilma kooreta mahtusid, siis on vaja enne sortimenteerimise lõpetamist arvutada sortimentide mahud ilma kooreta:

$$mjp = mjp \times (1 - KOOR)$$

$$mpp = mpp \times (1 - KOOR)$$

$$mpa = mpa \times (1 - KOOR)$$

$$mky = mky \times (1 - KOOR)$$

4. Korrutatakse saadud suurused mjp, mpp, mpa, mky ja mpu puude arvuga diameetriklassis (n" **tabelis 1.2**).

5. Igas diameetriklassis saadud mahud mjp, mpp, mpa, mky ja mpu liidetakse kokku ja tulemus korrigeeritakse tegeliku mahu (M') järgi:

$$mjp = \text{sum}(mjp) \times M' / \text{sum}(mpu)$$

$$mpp = \text{sum}(mpp) \times M' / \text{sum}(mpu)$$

$$mpa = \text{sum}(mpa) \times M' / \text{sum}(mpu)$$

$$mky = \text{sum}(mky) \times M' / \text{sum}(mpu)$$

6. Leitakse kahjustatud puude osakaal. Soovitav on võtta kahjustatud puude osakaal takseerandmetest, kuid kui see seal puudub, siis tuleb kasutada vanusega seotud kahjustatud puude osakaalu mudelit. Kahjustatud puude osakaal leitakse järgmise valemi abil:

$$kahj\% = 100 \cdot \left(\frac{A}{A+1} \right)^{\left(\left(\frac{a_1}{A} \right)^{a_2} \right)}$$

kus kahj% – kahjustatud puude osakaal, %;
 A – vanus a + aj, a;
 a₁, a₂ – parameetrid **tabelist 1.6**.

Tabel 1.6. Kahjustatud puude osakaalu leidmise valemi parameetrid

	MA	KU	KS	HB	LM	LV	Kõva-lehtpuud
A ₁	9000000	1300000	700	145	250	60	10000000
A ₂	0,5	0,5	2	3,5	3	6	0,5

7. Korrigeeritakse sortimentide koguseid kõveruse ja **punktis 6** arvatud kahjustuste järgi:

7.1 kõverusest tingitud paberipuudeks minevate palkide osakaal on toodud **tabelis 1.7**.

7.2 kahjustatud puudest saadavatest tarbepuidu dimensioonidega sortimentidest küttesse mineva puidu osakaal võetakse **tabelist 1.7**, kui see näitaja ei ole märgitud metsa inventeerimise andmetes.

7.3 kahjustatud puudest saadava tarbepuidu palgifraktsioonist paberipuudeks mineva puidu osakaal on toodud **tabelis 1.7**.

Tabel 1.7. Mitmesugused sortimenteerimiseks vajalikud näitajad

Puuliik	Kõverusest tingitud paberipuudeks minevate palkide osakaal, %	Kahjustatud puude tarbepuidu jämedusega sortimentidest küttepuiduks mineva puidu osakaal, %	Kahjustatud puudest saadava tarbepuidu palgifraktsioonist paberipuudeks mineva puidu osakaal, %
MA	5	50	50
KU	5	50	75
KS	25	50	100
HB	10	50	100
LM	25	50	100
LV	50	50	100
Kõvalehtpuud	5	50	100

R. Ozolinši tüvemoodustaja mudel ja selle kasutamine

1. Arvutamiseks on vaja järgmisi lähtetunnuseid:
 puuliik, sortimendi algus (kaugus juurekaelast) – alg, m; sortimendi lõpp (kaugus juurekaelast) – lop, m; puu kõrgus – h, m, puu diameeter – d, cm.

2. Mudel kasutab parameetreid, mis on esitatud **tabelis 2.1**. **Tabelis 2.1** on käsitletud 9 eri puuliiki, kuid metsas on ka teisi puuliike. Tabelis puuduva puuliigi korral kasutatakse **tabelit 2.2**, kus selgub millise puuliigi valemit kasutada.

Tabel 2.1. R. Ozolinši tüvemoodustaja valemi parameetrid

pl	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6	h0	d0	p	q
M A	118,981	-277,578	1140,525	-3037,487	4419,682	-3361,78	997,657	26	30	0,007	-0,007
KU	113,939	-203,061	827,209	-2161,251	2732,076	-1699,667	390,755	33	36	0,0087	-0,0097
KS	120,567	-312,074	1388,288	-3725,819	5197,005	-3788,858	1120,891	20	28	0,021	0
LM	120,224	-310,985	1450,125	-4238,703	6644,011	-5408,312	1743,64	14	12	0,0264	-0,0017
HB	110,428	-143,288	530,481	-1643,304	2606,605	-2212,94	752,018	18	20	0,0074	0,0002
LV	118,56	-263,482	988,135	-2376,874	3045,214	-2137,684	626,131	16	16	0,0168	-0,0103
TA	120,958	-354,769	2022,206	-6736,346	11231,25	-9254,632	2971,333	14	20	0,0263	0,0005
SA	117,999	-282,941	1411,064	-4542,395	7964,66	-7175,007	2506,62	21	20	-0,002	0
PN	110,428	-143,287	530,477	-1643,287	2606,569	-2212,906	752,006	16	12	0,0061	0

Tabel 2.2. Puuliikide asendatavus

Puuliik Ozolinši valemis	Samu parameetreid kasutavad puuliigid
MA	MA, SD, LH, TO
KU	KU, NU, TS
KS	KS
LM	LM
HB	HB, PP, TL
LV	LV, RE, PA, PI, TM, KD
TA	TA, VA, JA, KP
SA	SA
PN	PN

3. Arvutamise käik.

3.1. Kui puu on väike –(diameetriga alla 8 cm või kõrgusega alla 5 meetri), siis arvutatakse terve puu maht mpu ja likviidsete sortimentide kogus on 0. Puu maht arvutatakse järgmise valemi järgi:

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

3.2. Sortimendi mahu arvutamiseks on allpool esitatud 33 valemit, mis siin esitatud järjekorras kasutamise korral annavad sortimendi mahu – m, m³.

$$\text{abi1} = 1,3/h$$

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

$$\text{abi3} = p \times (h - h_0) + q \times (d - d_0)$$

$$\text{abi4} = 1 - 0,01 \times \text{abi3}$$

$$c1 = \text{abi4} \times a0$$

$$c2 = \text{abi4} \times a1/h$$

$$c3 = (\text{abi4} \times a2 + \text{abi3} \times a0)/(h^2)$$

$$c4 = (\text{abi4} \times a3 + \text{abi3} \times a1)/(h^3)$$

$$c5 = (\text{abi4} \times a4 + \text{abi3} \times a2)/(h^4)$$

$$c6 = (\text{abi4} \times a5 + \text{abi3} \times a3)/(h^5)$$

$$c7 = (\text{abi4} \times a6 + \text{abi3} \times a4)/(h^6)$$

$$c8 = \text{abi3} \times a5/(h^7)$$

$$c9 = \text{abi3} \times a6/(h^8)$$

$$d1 = c1 \times c1$$

$$d2 = c1 \times c2$$

$$d3 = (c2 \times c2 + 2 \times c1 \times c3)/3$$

$$d4 = (c1 \times c4 + c2 \times c3)/2$$

$$d5 = (c3 \times c3 + 2 \times c2 \times c4 + 2 \times c1 \times c5)/5$$

$$d6 = (c1 \times c6 + c2 \times c5 + c3 \times c4)/3$$

$$d7 = (c4 \times c4 + 2 \times c3 \times c5 + 2 \times c2 \times c6 + 2 \times c1 \times c7)/7$$

$$d8 = (c1 \times c8 + c2 \times c7 + c3 \times c6 + c4 \times c5)/4$$

$$d9 = (c5 \times c5 + 2 \times c4 \times c6 + 2 \times c3 \times c7 + 2 \times c2 \times c8 + 2 \times c1 \times c9)/9$$

$$d10 = (c2 \times c9 + c3 \times c8 + c4 \times c7 + c5 \times c6)/5$$

$$d11 = (c6 \times c6 + 2 \times c5 \times c7 + 2 \times c4 \times c8 + 2 \times c3 \times c9)/11$$

$$d12 = (c4 \times c9 + c5 \times c8 + c6 \times c7)/6$$

$$d13 = (c7 \times c7 + 2 \times c6 \times c8 + 2 \times c5 \times c9)/13$$

$$d14 = (c6 \times c9 + c7 \times c8)/7$$

$$d15 = (c8 \times c8 + 2 \times c7 \times c9)/15$$

$$d16 = c8 \times c9/8$$

$$d17 = (c9 \times c9)/17$$

$$\text{abi5} = ((((((((((((((d17 \times \text{alg} + d16) \times \text{alg} + d15) \times \text{alg} + d14) \times \text{alg} + d13) \times \text{alg} + d12) \times \text{alg} + d11) \times \text{alg} + d10) \times \text{alg} + d9) \times \text{alg} + d8) \times \text{alg} + d7) \times \text{alg} + d6) \times \text{alg} + d5) \times \text{alg} + d4) \times \text{alg} + d3) \times \text{alg} + d2) \times \text{alg} + d1) \times \text{alg}$$

$$\text{abi6} = ((((((((((((((((((d17 \times \text{lop} + d16) \times \text{lop} + d15) \times \text{lop} + d14) \times \text{lop} + d13) \times \text{lop} + d12) \times \text{lop} + d11) \times \text{lop} + d10) \times \text{lop} + d9) \times \text{lop} + d8) \times \text{lop} + d7) \times \text{lop} + d6) \times \text{lop} + d5) \times \text{lop} + d4) \times \text{lop} + d3) \times \text{lop} + d2) \times \text{lop} + d1) \times \text{lop}$$

$$v = (\text{abi6} - \text{abi5}) \times d \times d \times \pi / (((1 + (\text{abi1} \times \text{abi1} - 0,01) \times \text{abi3}) \times \text{abi2})^2) / 40000 ,$$

kus v – sortimendi maht (m³);

abi1, abi2, abi3, abi4, abi5, abi6, c1, c2, c3, c4, c5,

$c_6, c_7, c_8, c_9, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8, d_9,$
 $d_{10}, d_{11}, d_{12}, d_{13}, d_{14}, d_{15}, d_{16}, d_{17}$ – abimuutujad
 $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, p, q, h_0, d_0$ – **tabelis 2.1** esitatud valemi parameetrid;
 h – puu kõrgus, m;
 d – puu diameeter, cm;
 alg – sortimendi algus (kaugus juurekaelast), m;
 lop – sortimendi lõpp (kaugus juurekaelast), m;
 π – 3,14159.

Kulude arvutamine

1. Raiekulude arvutamise valem

Kasutatakse likviidset materjali andvate metsaraiete korral.

$$RK = a_1 + \frac{a_2}{a_3 + v} + a_4 \cdot KVK,$$

kus RK – raiekulu, eurot/m³;
v – keskmine raiutav tüvemaht, m³;
KVK – keskmine kokkuveokaugus, m;
a₁, a₂, a₃, a₄ – raiekulu arvutusvalemi konstandid.

2. Väikeste puude raiumise kulu arvutamise valem

Kasutatakse mittelikviidset materjali andvate raiete korral. Valem annab ühe puu raiumise kulu, mis tuleb korrutada raiutavate puude arvuga.

kus NK – väikeste puude raiumise kulu, eurot/tk;
H – raiutavate puude keskmine kõrgus, m;
N – raiutavate puude kogus, tk/ha;
a₅, a₆, a₇ – väikeste puude raiumise kulu arvutamise valemi konstandid.