

Dendroloogia ja pargindus

Eino Laas

Atlex
Tartu 2019

Raamatu väljaandmist on toetanud:
Juhani Puukool, Kekkilä Eesti OÜ, MFO OÜ,
Ignase Puukool, Elise Aed, Forestex Tartu OÜ ja Kaamos Group OÜ.

Keeletoimetaja: Merle Pindmaa
Tehniline toimetaja: Kristi Kingo
Makett, teostus ja kaanekujundus: Alar Kitsik
Reprotööd: Alar Kitsik

Fotod on lisaks autorile teinud Andres Pool, Sirle Kütt, Jüri Pere, Taimi Paal,
Hardo Becker, Mats Varik, Jürgen Aosaar, Hardi Tullus, Veiko Uri, Kaljo Voolma jt.

Kaantel on kasutatud Andres Pooli ja Eino Laasi fotosid.

© Atlex OÜ ja autor, 2019. Kõik õigused kaitstud.

atlex

Atlex OÜ
Kivi 23
51009 Tartu
Tel 734 9099
Faks 734 8915
atlex@atlex.ee
www.atlex.ee

ISBN 978-9949-492-83-1

Sisukord

Eessõna	7
Sissejuhatus	8
A. DENDROLOOGIA ÜLDOSA	9
1. Puittaimede bioloogiast	9
1.1. Puittaimede eluvormid	9
1.1.1. Liaanid	9
1.1.2. Ülevaade puudest	10
1.2. Juured	11
1.2.1. Juurestiku tüübid	12
1.2.2. Mükoriisa ja juuremügarad	12
1.3. Tüvi, koor ja võra	13
1.3.1. Tüve kuju ja suurus	13
1.3.2. Tüve koor ja selle välisilme	13
1.3.3. Varre ehk tüve ehitus	14
1.3.4. Tüve harunemine ja võra kuju	15
1.4. Võrsed ja pungad	18
1.5. Lehtpuuperekondade määraja talviste võrsete ja pungade järgi	20
1.5.1. Pungad asuvad vastakuti	20
1.5.2. Pungad asuvad vahelduvalt	21
1.6. Lehed, nende puhkemine ja varisemine	27
1.6.1. Valgus- ja varjulehed	30
1.6.2. Lehtimine	31
1.6.3. Lehtede värvus	31
1.6.4. Lehtede varisemine	32
1.7. Öitsemise aeg ja kestus	34
1.8. Viljakandvus ja viljad	35
1.8.1. Viljakandvus	35
1.8.2. Viljad, nende valmimine	36
1.8.3. Viljade levimine	37
1.9. Vegetatiivne uuenemine	38
1.10. Puittaimede kasvurütm ja kasvukiirus	39
2. Puude ja põõsaste rühmitamine	41
2.1. Puittaimede kõrgus	41
2.2. Puittaimede eluiga	45
2.2.1. Tõestatud vanusega väga vanad puud	46
2.2.2. Hindamismeetodil määratud vanusega väga vanad puud	47
2.2.3. Väga pikaealised puude kolooniad	48
2.2.4. Eluiga metsa- ja haljastusliikidel	48
2.3. Lehtpuude rühmitamine puidu omaduste ja ökoloogiliste nõudluste järgi	50
3. Puistute, puude ning puidu roll ja kasutamine	51
3.1. Okaspuud	51
3.2. Lehtpuud	52
4. Keskkonnatingimuste mõju puittaimedele	53
4.1. Temperatuurimuutuste mõju puittaimedele	53
4.2. Puittaimeliikide suhted valgusega	57
4.3. Dendrofenoloogia	59
5. Puuliikide looduslik levik	61
6. Puittaimede avastamine ja levitamine maailmas	63
6.1. Puittaimede avastused	63
6.2. Introduksioon	65
6.3. Eesti flora puittaimed	68
7. Dendroloogia areng Eestis	70
8. Klassifitseerimine ja nomenklatuur	74
8.1. Taksonoomilised üksused	74
8.2. Taimede klassifitseerimisest	75
8.3. Liikide nimetused	78
B. TAKSONOOMIA	80
Hõimkond okaspuutaimed – Pinophyta (Coniferophyta)	80
9. Klass okaspuud – Pinopsida	80
Hõimkond õistaimed (katteseemnetaimed) – Magnoliophyta	82
10. Klass kaheidulehelised – Magnoliopsida	82
Alamklass Magnoliidae	82
10.1. Sugukond magnoolialised – <i>Magnoliaceae</i>	82
10.2. Sugukond tobiväädilised – <i>Aristolochiaceae</i>	88
10.3. Sugukond väädikulised – <i>Schisandraceae</i>	89
10.4. Sugukond tulikalised – <i>Ranunculaceae</i>	91
10.5. Sugukond kukerpulised – <i>Berberidaceae</i>	95
10.6. Sugukond kilplehikulised – <i>Menispermaceae</i>	101

Alamklass Hamamelidae	102
10.7. Sugukond juudapuulehikulised – <i>Cercidiphyllaceae</i>	102
10.8. Sugukond plaataniised – <i>Platanaceae</i>	103
10.9. Sugukond nõiapuulised – <i>Hamamelidaceae</i>	106
10.10. Sugukond jalakalised – <i>Ulmaceae</i>	109
10.11. Sugukond kanepilised – <i>Cannabaceae</i>	117
10.12. Sugukond mooruspuulised – <i>Moraceae</i>	118
10.13. Sugukond päklikpuulised – <i>Juglandaceae</i>	120
10.14. Sugukond porsalised – <i>Myricaceae</i>	131
10.15. Sugukond põõgilised – <i>Fagaceae</i>	132
10.16. Sugukond lõunapõõgilised – <i>Nothofagaceae</i>	154
10.17. Sugukond kaselised – <i>Betulaceae</i>	156
Alamsugukond <i>Betuloideae</i>	156
Alamsugukond <i>Coryloideae</i>	186
Alamklass Dilleniidae	196
10.18. Sugukond pojengilised – <i>Paeoniaceae</i>	196
10.19. Sugukond aktiniidilised – <i>Actinidiaceae</i>	198
10.20. Sugukond kassinaerilised – <i>Malvaceae</i>	202
Alamsugukond pärnalised – <i>Tilioidae</i>	202
Alamsugukond villapuulised – <i>Bombacoideae</i>	210
10.21. Sugukond pajulised – <i>Salicaceae</i>	211
10.22. Sugukond kanarbikulised – <i>Ericaceae</i>	246
Alamklass Rosidae	266
10.23. Sugukond hortensialised – <i>Hydrangeaceae</i>	266
10.24. Sugukond sõstralised – <i>Grossulariaceae</i>	274
10.25. Sugukond roosõielised – <i>Rosaceae</i>	279
Alamsugukond <i>Amygdaloideae</i> s. l.	281
Triibused <i>Spiraeae</i> , <i>Neilliae</i> , <i>Sorbarieae</i> , <i>Exochordaeae</i> , <i>Kerrieae</i>	281
Triibuse <i>Maleae</i> alamtribus <i>Malinae</i>	294
Triibus <i>Amygdaleae</i>	351
Alamsugukond kibuvitsalised – <i>Rosoideae</i>	340
10.26. Sugukond liblikõielised – <i>Fabaceae</i> (<i>Leguminosae</i>)	372
Alamsugukond <i>Papilionoideae</i>	373
Alamsugukond <i>Caesalpinioidae</i>	385
10.27. Sugukond hõbepuulised – <i>Elaeagnaceae</i>	387
10.28. Sugukond näsiniinelised – <i>Thymelaeaceae</i>	392
10.29. Sugukond mürdilised – <i>Myrtaceae</i>	393
10.30. Sugukond kukesabalised – <i>Lythraceae</i>	396
Alamsugukond granaadipuulised – <i>Punicoideae</i>	396
10.31. Sugukond kontpuulised – <i>Cornaceae</i>	397
10.32. Sugukond kikkapuulised – <i>Celastraceae</i>	403
10.33. Sugukond astelpõõsalised – <i>Aquifoliaceae</i>	411
10.34. Sugukond pukspuulised – <i>Buxaceae</i>	413
10.35. Sugukond tünnpuulised – <i>Rhamnaceae</i>	414
10.36. Sugukond viinapuulised – <i>Vitaceae</i>	417
10.37. Sugukond stafülealised – <i>Staphyleaceae</i>	422
10.38. Sugukond seepipuulised – <i>Sapindaceae</i>	423
Alamsugukond hobukastaniised – <i>Hippocastanoideae</i>	423
10.39. Sugukond anakardilised – <i>Anacardiaceae</i>	440
10.40. Sugukond jumalapuulised – <i>Simaroubaceae</i>	443
10.41. Sugukond ruudilised – <i>Rutaceae</i>	444
Alamsugukond <i>Toddaloideae</i>	444
Alamsugukond <i>Aurantioideae</i>	447
10.42. Sugukond araalialised – <i>Araliaceae</i>	451
Alamklass Asteridae	456
10.43. Sugukond maavitsalised – <i>Solanaceae</i>	456
10.44. Sugukond budleialised – <i>Buddlejaceae</i>	457
10.45. Sugukond õlipuulised – <i>Oleaceae</i>	458
10.46. Sugukond bignoonialised – <i>Bignoniaceae</i>	476
10.47. Sugukond kuslapuulised – <i>Caprifoliaceae</i> s. str.	477
10.48. Sugukond muskuslillelised – <i>Adoxaceae</i>	485
10.49. Sugukond diervillalised – <i>Diervillaceae</i>	491
10.50. Sugukond harakkuljuselised – <i>Linnaeaceae</i>	493

C. METSADE KOOSSEIS 494

11. Boreaalsed ja parasvöötmemetsad	494
11.1. Kliima mõju taimestiku kujunemisele ja taimestikuvööndid	494
11.2. Boreaalsete okasmetsade levik ja nende regionaalne koosseis	495
11.3. Okas-lehtmetsade ja lehtmetsade levik parasvöötmes ning nende regionaalne koosseis	500
11.3.1. Parasvöötme okas-lehtmetsade vöönd	500
11.3.2. Segametsad Eestis	501
11.3.3. Heitlehiste liikide eelised okaspuude ees	504
11.3.4. Parasvöötme lehtmetsade vööndi levik	505

11.3.5. Lehtmetsade muld, rinded ja produktiivsus	506
11.3.6. Fenoloogilised muutused lehtmetsas	506
11.3.7. Leht- ja segametsade liigiline koosseis	507
D. PARGINDUSE ALUSED	515
12. Puude ja põõsaste kasutamine haljastuses	515
12.1. Haljastute tähtsus, liigid ja koosseis	515
12.1.1. Haljastute rajamise olemus ja nende tähtsus	515
12.1.2. Haljastute liigid	520
12.1.3. Parkide funktsioonid ja ülesehituse printsiibid	523
12.2. Pargikunsti objektide mahulis-ruumiline struktuur	527
12.2.1. Ruumilise struktuuri tüübid	527
12.2.2. Ruumiliste struktuuritüüpide suhted	528
12.2.3. Perspektiiviseaduste rakendamine	529
12.2.4. Pargi avatud ruumid: parterid, pargiaasad ja -lagendikud ning veekogud	530
12.3. Puittaimeliikide kasutamine ja mõju parkides	539
12.3.1. Pargindusmõisteid	539
12.3.2. Pargimaastikus esinevad värvusfaasid	541
12.3.3. Puittaimede dekoratiivsed omadused ja taksonite valik	542
12.3.4. Puu- ja põõsagrupid pargis	551
12.3.5. Puittaimeliikide kasutamisevõimalused (tulumisvõime) erinevates kasvutingimustes	555
12.4. Hekid	556
12.4.1. Tähtsus ja funktsioonid maastikus	556
12.4.2. Hekid haljastuses	557
12.4.3. Hekiliikide valik	558
12.4.4. Hekkide istutamine	560
12.4.5. Vormihekkide lõikamine	561
12.5. Alleed	563
12.5.1. Alleede tähendus inimesele ja keskkonnale	563
12.5.2. Alleede rajamine	564
12.5.3. Ohud vanadele alleedele	566
12.5.4. Alleede uuendamine	566
12.6. Tänavapuud	568
12.6.1. Tänavapuu mõiste	568
12.6.2. Linnahaljastute seisukord	568
12.6.3. Nõuded tänavapuudele ja istutatavate puude tüübid	572
12.6.4. Tänavapuude vahekaugused ja hooldus	574
12.7. Haljastutel puittaimedega tehtavad tööd	575
12.7.1. Pargi või haljasala rajamine	575
12.7.2. Asula haljastute hooldamine	579
12.7.3. Puittaimede lõikamine	580
12.7.4. Asulapuude rahalise väärtuse hindamine	591
12.8. Puittaimestiku inventeerimine	593
12.8.1. Inventeerimise eesmärgid ja ülesanded	593
12.8.2. Geodeetilise alusplaani koostamine	594
12.8.3. Inventeerimise aeg	595
12.8.4. Mõõdetavad näitajad	595
12.8.5. Puu seisukorra hindamine ja väärtushinnang	595
12.8.6. Hindamistulemuste ülesmärkimine	596
12.8.7. Inventuuri kokkuvõte	597
12.9. Sagedasemad puude seenhaigused parkides	598
12.10. Pargiraied	600
12.10.1. Pargiraiete mõiste ja eesmärk	600
12.10.2. Puuliikide valik pargiraiel	602
12.10.3. Loodusliku uuenduse valik pargiraiel	602
12.10.4. Vaadete avamine ja puhastamine	603
12.10.5. Pargiraiete tehniline külg	603
12.11. Parkide renoveerimine	604
12.12. Ajaloolised haljastud	607
12.12.1. Arhitektuurimälestised ja puud	607
12.12.2. Eesti mõisapargid	609
12.12.3. Parkide hooldamine	612
12.13. Metsapargid ja parkmetsad	612
12.13.1. Metsateraapia	613
12.13.2. Raied parkmetsades	614
12.13.3. Parkmetsade puistute koosseisu ja struktuuri kujundamine	615
12.13.4. Parkmetsade uuendamine	616
12.13.5. Parkmetsade rajatised	617
12.14. Pargi uurimistöö ehk pargi täiskirjeldus	619
Kasutatud kirjandust	621
Taksonoomilised registrid	623
Ladinakeelne register	623
Eestikeelne register	634



Pühendan selle raamatu oma isale ja õpetajale, Metsamaja ja dendropargi pealoojale professor Endel Laasile, kes kirjutas 32 aastat tagasi oma „Dendroloogia“ tiitellehele, seda mulle käsikirja redigeerimise eest kinkides „...Jõudu dendroloogia edasiviimiseks!“

Parafraseerides Tyl Ulenspiegelit – ja vana Laasi tuhk koputas aastaid mu südamele.

Eessõna

Puude üks ülesandeid ühiskonnas on pakkuda inimestele püsivaid hüvesid. Kuna nad on tugevad looduskeskkonna mõjutajad ja ilmestajad, siis on inimeste austus nende vastu suur.

Puudega ei saa edukalt tegeleda, kui neid ei armastata. Armastuseta ei tule edu. Dendroloogia alustödesid omamata ei saa hüpata sortide maailma, varem või hiljem tuleb vähene haritus puittaimede osas välja, seda on tõendanud lähiajalugu. Miks olid Baltimaade suurimad pargi- ja aiakunstnikud Georg Kuphaldt ja Walter von Engelhardt nii edukad projekteerijate kui õppejõududena? Nad tundsid suurepäraselt puittaimi nende välimuse ja iseloomu järgi ning oskasid välja lugeda nende vajadused ja sobivuse. Lugema on õpitud mitmeti, ühed lennult, teised suurema vaevaga, kuid keegi pole lugemisostkust kahtluse alla pannud. Dendroloogiliste aluste omandamist (lugemaõppimist) on kaasaja revisionistid aga eitanud, soovides näha vaid sobivate tabelite ja piltide olemasolu enda ees. Nendele on käesolev raamat muidugi kuratlikult raske.

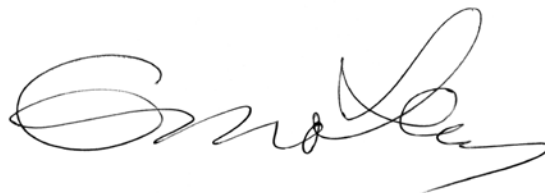
Kirjutan seda juttu Järvselja parke ja võõrpuuliike inventeerides, kus vaatamata aastakümnete jooksul tegutsemisele, tuleb ikka ette avastusi, meeldivaid ja mittemeeldivaid üllatusi ning neid jätkub tõenäoliselt ka järgnevatele meelele. Mina sain vastava „nakkuse“, teadmised ja õpetused ning objektid oma aja suurtelt dendroloogidelt Andres Mathiesenilt ja Endel Laasilt. Seda nii otseselt kui kaudselt. Nendel meestel olid vaatlused, katsetused, tulemused ning vahel ka eksimused, oma veendumused ja arvamused, mille nad kirjutasid raamatutesse.

Pargid ja puittaimed on lahutamatud nagu uuendusraied ja metsauuendamine. Pargid ei eksisteeri ilma puuliikideta ning puuliikide rikkus, võimsus ja graatsia on parkide peamised väärtused. Pargid on maailmas enim kasutatud ja kuulsaim haljasalatüüp, mille üleminekuteisendid metsa suunas on metsapark ja parkmets. Need on aga elanikkonna keskmise ja vanema generatsiooni jaoks järjest suureneva tähtsusega mitte lihtsalt vaba aja veetmise, vaid tervise tõsise tugevdamise kohana. Ida-Aasia ja Tiibeti rahvameditsiinis on puudel ja põõsastel olnud väga oluline roll ravidroogi ja -viljade andjatena, kuid nüüd on kasutusel ka puudekogumid (metsapark, parkmets ja mets) tervikuna kui ravijad ja seda teaduslike uurimuste tulemustena nii, et tekkimas on uus meditsiiniharu – metsameditsiin.

Puudest, parkidest ja metsadest tõelise arusaamiseni jõudmiseks tuleb käia pideva õppimise saatel pikk tee koos nendega, mis on sama loomulik elu osa nagu elu koos lemmikloomadega.

Antud teos on oma kategooriaalt õpik-käsiraamat ja kannatab igati välja kõrgkooli nõuded ja vajadused. Pole tehtud konspektiivset või primitiivset „lasteraamatut“ ega lähtunud ka mingist kindlast teosest. Puittaimi on maailmas palju, siin on valik neist, kes meile pakuvad huvi ja võimalusi kohapeal proovimiseks, aga ka neid, keda tundmata võib laias ilmas kohe hätta jääda.

Sügav kummardus ja tänusõnad heade fotode valmistamise ja raamatule andmise eest endise metsakasvatuse instituudi laborandile Sirle Kütile, kahekordsele kolleegile nii haljastus- kui õppetöös Andres Poolile ja RMK kauaaegsele peapildistajale Jüri Perele.



Sissejuhatus

Dendroloogia on teadusharu, mis uurib, kirjeldab, süstematiseerib ja klassifitseerib puittaimi nende ehituse, välismuse, fenoloogia ja kasutamise järgi, jälgib puittaimede arengut ning liikide liikumisi ajas ja ruumis.

Dendroloogiat nagu teisigi teadusharusid ja õppeaineid saab käsitleda kitsamalt ja laiemalt. Kitsamas võtmes on tegemist taksonite identifitseerimise ja kirjeldamisega, laiemal käsitlusel pole piire, see ulatub geneetikasse, seemneteadusse, aiandusse, dendropatoloogiasse, puiduteadusse, taimeravi- ja haljastusõpetusse, metsaökoloogiasse, -kasvatuse, taimegeograafiasse jm.

Antud raamatus ongi küllalt palju juttu metsakasvatusest, seetõttu sarnaneb see tuntuima Soome metsateadlase A. K. Cajanderi 100 aastat tagasi ilmunud dendroloogia käsiraamatuga, kuhu on kirjutatud metsakasvatustlik dendroloogia või vastupidi, ning mul on au, et saan seda kuulsat teost lugemiseks võtta oma riulilt.

Käesolevas raamatus on valitud puittaimede osas pisiliikide käsitlemist, olles arvamusel, et mõningad varieeruvused ei tähenda veel uue liigi eksistentsi. Praegusel ajal võib taime- ja seeneteaduses ning õpetamises näha kahte revolutsioonilist suunda: üks on tõsiteaduslik fülogeneetiline, mis on toonud uusi vaateid liikide sugulussuhetesse ning ümberpaigutusi taksonite süstemaatikas, sageli liike omavahel liites. Teiseks tendentsiks on noorte õppijate ja nende kuraatorite negatiivne suhtumine taimesüstemaatikasse (nt taksonite ladinakeelsetesse nimetustesse) ning klassikalisse dendroloogiasse üldse, eelistades mängulist suhtumist. Kes aga pole süstemaatikasse sukeldunud, see on näinud taime maailmas vaid pinnavirvendust.

Raamatus on kasutatud rohkelt ladinakeelseid nimetusi, seejuures toodud palju sünonüüme, sest eelnevalt ilmunud erialakirjanduses ja erinevates riikides kasutatakse erinevaid nimetusi. Selle raamatu üks tähtsamaid kontrollallikaid taksonite kohta on *U.S. National Plant Germplasm System* (NPGS) ja selle *Germplasm Resources Information Network* (GRIN) ning teiselt poolt *Flora of China*. Puittaimedega seotud alamklassid, seltsid, sugukonnad ja alamsugukonnad on raamatus esitatud A. Cronquisti 1981. a õistaimede klassifitseerimise süsteemi järgi, millesse on viidud mõned korrektiivid APG-süsteemi alusel. Järgides teiste keelte eeskujul on väljaandes kõrgema astme taksonoomilised üksused kuni sugukonnani antud püstkirjas. Puittaimede eestikeelsete nimede osas on autoril omapoolseid põhjendatud arvamusi, mis ei ühti eestikeelsete taimenimede andmebaasiga. Eestikeelsete liiginimetuste paralleelvormide märkimisel on kasutatud nii ühendavat sidesõna „ehk“ kui ka sulge. Esimesel juhul on tegu sagedamini, teisel juhul aga harva kasutatava sünonüümiga. Taksonoomiline register suunab lugeja aga taime kiireks leidmiseks vaid põhjartikli juurde.

Seega on raamatut kirjutades läbi vaadatud ja sõelutud paljud seisukohad puittaimede taksonoomia osas ja siia on püütud koondada tõsiseltvõetavat materjal. Mitmed käibel olevad „müüdid“ on siin lahti seletatud. Fenoloogilise külje poolest on autori ja Endel Laasi poolt tehtud aastakümnete jooksul vaatlusi, millised üldistatuna on esitatud liikide vastavas osas. Suuremat tähelepanu leiavad raamatus meie metsapuud just metsakasvatustliku külje poolt ja seetõttu pole siin käsitletud madalaid poolpuitunud kodumaiseid (autohtoonseid) kääbuspõõsaid, kes kasvavad puhma-rohurindes, nagu harilik mustikas, pohl, sinikas, jõhvikas, kanarbik, sookail, küüvits, hanevits, kukemari ja harakkuljus.

Pargindus ei ole levinud mõiste, selle sisuks on parkide rajamine, kujundamine ja hooldamine, see on väike majandusharu ning rakendusteadus. Teisiti öeldes on pargindus haljastusõpetuse osa, mis käsitleb rohkete puudega kujundatud haljastuid. Parginduse osas on autor oma talupojamõistusega jäänud Eestimaale truuks ja ei ole siia avalikele haljastutele vägisi koopteerinud Suurbritannia ja Kesk-Euroopa puittaksoneid nagu linnahaljastute hooldajatele on soovitanud kabineteoreetikud.

Aednikud ja hobidendrooloogid on aga kogu aeg kompinnud meile riskantsete liikide piiril ja on julgete huntidena saanud ka rinna rasvaseks, st kõikide asjade täkkeminekul (sobiv päritolu, asu- ja kasvukoht ning mikrokliima, asjakohane hoolitus) on Eestimaa aedades ja arboreetumites liike, millest 50 aastat tagasi ei osatud unistadagi.

A. DENDROLOOGIA ÜLDOSA

1. Puittaimede bioloogiast

1.1. Puittaimede eluvormid

Taimede eluvormideks jaotamisel on harilikult aluseks vegetatiivorganite (nt võsu) eluiga ning kasvuvormi ja -vorm.

Puittaimed on puitunud kiududest maapealse tüvega, mis püsib rohkem kui kaks vegetatsiooniperioodi, nende koore all floemi ja ksüleemi vahel esineb kambiumikiht jämeduskasvuks, mis eristatavate aastaaegade kliimavõõrtmes tingib perioodilise aastarõngaste moodustumise kasvuks sobival aastaajal.

Puittaimed jagunevad lehtede püsivuse järgi mitmesse kategooriasse.

Igihaljad – neil on kahe- või mitmeaastased lehed (okkad), mis ei varise korraga, vaid vastavalt lehtede vanusele, asukohale ja tervislikule seisukorrale. Võra on kogu aeg lehtedest roheline. Iga-aastaselt varisevad vanemad lehed võra sisemisest osast. Lehtede (okaste) elusana püsimise vanus on liigiti erinev, nt harilikul männil 3...5, siberi nulul 6...10 aastat. Parasvöötmepõhjaosas on igihaljad okaspuud ja lume all talvituvad kääbuspõõsad (pohl, kannarvik, kukemari, soo-eerika jt), parasvöötmepõhjaosas on igihaljaid puittaimi rohkem (perekondade püksipuu, iileks, tuliastel, igihali, rododendron, talihali, õisküüvits jt liigid).

Pooligihaljad – neil on kuni 1,5-aastased lehed, mis varisevad kevadsuvel pärast uute lehtede ilmumist, nendel puittaimedel ei ole kunagi lehtedeta perioodi.

Heitlehised (suvehaljajad) – neil varisevad lehed igal aastal nende jaoks ebasobiva aastaaja saabudes, mille eel on moodustunud pungad järgmise aasta kasvukuhikuga ja lehtede algmetega. Heitlehisus on kujunenud evolutsioonilise kohastumisenähtena külma või kuiva aastaaja veevarustuse raskuste ületamiseks.

Vihmahaljajad liigid ja nende metsad esinevad peamiselt lõunapoolkeral, kus kuival aastaajal puude lehed varisevad ning puhkevad taas vihmaperioodi saabudes.

Puud on pikaealised (50...5000-aastased) iseseisvalt vertikaalasendis olevad puittaimed, mis küpsena on vähemalt 6 m (20 inglise jalga) kõrged, selgelt väljakujunenud ladvakasvu ja ühe tüvega, millel on oksteta osa vähemalt 1...2 m maapinnast ja neil on tüvest enam-vähem eristatav võra. Puude oksad on tüvest peenemad ja lühemad. Raiumise või vigastamise korral moodustavad puud mitmetüvelisi kannu- või juurekaelavõsusi.

Põõsad moodustavad alates juurekaelast mitu peaaegu ühetugevust (jämedust) mõne kuni paarisaja aastani kasvavat puitunud haru. Nende kõrgus küpses eas on harilikult alla 6 m ja põõsaste võra ulatub tavaliselt maapinnani. Põõsastel tekib regulaarselt juurekaelast uusi võsusi.

Arenguajalooliselt on põõsad kujunenud puudest, kui kliimaatilistelt vähesoodsaist tingimustest puude elukestus lüheneb, kõrgus vähenes, võra langes maapinnale, oksad peenesid ja selle tulemusena paranes tunduvalt nende vegetatiivne uuenemine. Madalaid puid, kellel oksad algavad tüve alaosast ja kelle tüvi pole okstest palju jämedam, kutsutakse põõsaspuudeks (harilik toomingas, paakspuu, türnpuu, laukapuu, astelpaju, harilik ja tõmbilehine viirpuu, must leeder, harilik kikkapuu, vitspaju jt).

Põõsaste erinevus puudega võrreldes ongi vegetatiivse paljune(nda)mise kergus, mida puukoolides on laialdaselt arendatud mitmesuguste võtete väljatöötamisega.

Kääbuspõõsad ehk puhmad on madalad kuni 0,5 m kõrged puitunud taimed.

Poolpõõsad (puhmikpõõsad) on vahepealsed puittaimede ja püsikute vahel, nende vars puitub täielikult vaid selle alumises osas, ülaosa jääb rohtseks (nt pujud, soopihl, harakuljus), mis talvel tavaliselt häviv.

1.1.1. Liaanid

Puitliaanid on pika poolpuitunud või puitunud painduva suhteliselt peene varrega puittaimed. Nende pikkus ületab varre läbimõõtu mitusada kuni kümme tuhat korda ja seetõttu vajavad liaanid vertikaalseks kasvamiseks tuge, väändudes ümber teiste puittaimede või klammerdudes toe külge kinnitustahenditega (kõitroad, iminapad, ronijuured, ogad). Kõrgusesse tõusmise viisi põhjal jaotatakse neid kolme rühma:

- 1) **ronilianaanid** on õhujuured (luuderohi, roniv hortensia jt) või kinnituseks kõitroad kinnitumiskudega (metsviinapuu) või väänduvate tippudega (viinapuu), need isekinnitujad võivad üles ronida seina, puutüve või mõnda teist taime mööda ilma lisaabit;
- 2) **väänliaanid** on väänduva tüvega (kuslapuud, aktiiniidid, tselastrid jt) või väänduvate ja toetuvate leherootsudega (elulõngad), kes vajavad peenema läbimõõduga tuge väändumiseks, mis ei ole tasapind, väändudes ümber toe päri- või vastupäeva;

- 3) **liaanid haakuvate ogadega** (nt roniroosid, *Smilax* spp., *Celastrus flagellaris*), kes vajavad toeks sõrestik-seina või puud, millele kinnituda.

Liaanid kuuluvad maailma pikimate taimede hulka, ühe varre pikkus ulatub kuni 200 m. Liaane kasvab rohkesti troopilistes vihmametsades (üle 2000 liigi), vähem parasvöötme lehtpuu-okaspuu segametsades ja lehtmetsades. Eestis kasvab looduslikult kaks liaani, mida kasutatakse Eesti haljastuses väga harva: puitunud varrega harilik luuderohi (*Hedera helix*) ja mitmeaastane väentaime hari-lik humal (*Humulus lupulus*).

1.1.2. Ülevaade puudest

Puud on maismaa taimkatte peamine fotosünteesiv ja biomassi moodustav osa, kes moodustavad ka peaosa metsaökosüsteemis ja maastikus. Suurima osatähtsuse taimeliikide arvust moodustavad puuliigid niisketes troopilistes metsades (kuni 80%), taigametsades moodustavad puuliigid vaid 10...12% taimeliikide arvust. Puud kujunesid vanaaegkonna lõpuosas, need moodustusid karbonis (ca 300 miljonit aastat tagasi) veekogude ääres metsi (sõnajalgpuud, kalamiidid), keskaegkonnas kasvasid valdavalt pidevniisketel aladel (kordaiidid, hölmikpuud, ürgsed okaspuud). Kriidiajastu II poolel (ca 100...70 miljonit aastat tagasi) ilmusid ja arenesid kiiresti mitmesugustes kasvutingimustes lehtpuud, okaspuudele jäid aga jahedama kliimaga piirkonnad.

Puu organism on keeruline isereguleeruv biosüsteem, mis realiseerub genotüübi ja keskkonnamõjurite vastastikusel toimel. Väga tihe korrelatiivne seos on võra tegevuse ja puidu moodustumise vahel. Puud kasvavad kolmes suunas: ülesse (negatiivne geotroopiline reaktsioon) kasvavad tüvi ja oksad, alla (positiivne geotropism) juured ning jämedusse (enamuses horisontaalsuunas) kambiumi tegevuse toimel tüvi, oksad ja juured. Lehtedeta puul moodustab puidu kogumassist tüvi 60...90%, oksad 5...20% ning juured 5...20%.

Kasvutingimustele vastavalt on välja kujunenud neli peamist tüve- ja võratüüpi. Primitiivseil **tuttpuudel** on tüvi väheharunev, lehed suured ja kimpudena tüve tipus (sugukond palmilised – *Arecaceae* ehk *Palmae*). Kõrbeis kasvab **raagpuud**, kelle lehed on väga väikesed, lühiealised või puuduvad (saksauul Kesk-Aasias, kasuariin Austraalias), ja **turdpuid**, kellel lehti asendavad jämenenud vettsisaldavad oksad (nt *Carnegiea gigantea* ja perekond sammaskaktus (*Cereus*), kelle liigid võivad olla paarikümne meetri kõrgused). Levinuim tüüp on **võrapuud**, neil on haruneva oksastikuga võra ja väga palju üsna väikesi lehti. Nad jagunevad lehtede püsivuse järgi heitlehisteks ja igihaljasteks.

Puudelt kasutatakse tüvepuitu, koort (sh niineosa), lehti, õisi, vilju, juuri, tüves olevaid vedelaineid (vaik, eeterlikud õlid, piimmahl, mahl). Palavvöötme maades moodustavad puude (eriti palmide ja leivapuude) viljad olulise osa

inimeste toidust, mujal saadakse teatud puudelt toidulisa, millest parimaid on hakatud kasvatama viljapuudena.

Puudel on eriti suur tähtsus keskkonna kujundajana ja kaitsjana mägedes, poolkõrbetes, savannides, steppides, veekogude kallastel ja inimese tiheasustusaladel. Puud moodustavad peamise osa haljastutest, nende võra ja lehestik ning selles olevad õied ja viljad ning ka tüvi on esteetilise väärtusega ja neid kutsutakse ilupuudeks.

Ilupuu on puukujuline puittaim, mis rahuldab inimese eeskätt esteetilisi vajadusi ja huvisid haljastuse valdkonnas. Parameetrid ilupuu iseloomustamiseks:

- vitaalsus, st ta on saavutamas või saavutanud vastavas eas vähemalt oma taksonipärase suurust, kuju ja biomassi, kuid seejuures ületab taksoni keskmisi näitajaid vastavas eas;
- originaalsus ehk huvitavus:
 - huvitav ja/või kaunis välisilme,
 - eripära elutsüklites või tema organites,
 - taksoni haruldus;
- taksoni sobivus vastavasse ruumi või taimeühendusse nii kuju, suuruse, värvuse kui ökoloogilise poolest.

Siit nähtub, et mõiste „ilupuu“ sobib nii kodumaiste kui võõrliikide kohta. Ilupuu on suhteline mõiste: mõne tunnuse osas võib mõnda taksonit nimetada ilupuuks, kuid kui ta teatavates tingimustes on sobimatu (kunstliku ja võõra ilmega taksonid loodusmaastikus, mis on seal võõrkehadeks) või kasvutingimused ei sobi talle (niiskuse, valguse või kasvuruumi vähesus), siis ta mingil konkreetsel juhul pole ilupuu. A. Levaldi määratluses (Eesti maaelu entsüklopeedia I, 2008) **ilupuud ja -põõsad**: „...on dekoratiivse kuju või lehestikuga ning värvikate õite ja viljadega puud, põõsad ja puitliaanid, mida kasutatakse iluaedade ja haljasalade kujundamiseks. Eestis kasvatatakse ilupuude ja -põõsastena u 40 kohalikku (nt arukaske, harilikku jugapuud, harilikku kikkapuud, harilikku kuuske, pooppuud, harilikku tamme, harilikku vahtrat) ja 400...500 introductseeritud liiki ning rohkesti nende aedvorme.“

Ilupuu mõiste kasutamine tähendab inimese tegevuses valikut:

- 1) ta valib endale või kaasinimestele kasvatamiseks parima(d) taksoni(d) hulga isendite seast;
- 2) valib sobiva kasvukoha ja mulla (või parandab neid);
- 3) kui kujundab looduslikku puistut või puurühmi oma iluideaalile vastavaks, siis teeb valiku olemasolevate puude hulgast ja kõrvaldab mitteilusad (-sobivad);
- 4) kujundab valitud eksemplaride välisilmet.

Ilupuude valikul mingile maa-alale on kriteeriumiks hea väljanägemine, mis avaldub mitmeti:

- ilus lehestik, mis võib värvuda eri aastaegadel erinevalt (nt lehed on ilusa rohelise värvusega, võivad läikida, neil ei tohiks olla haigusi, nt jahukastet);
- atraktiivse värvusega lehed kevadel ja/või suvel (kuld-kollased, purpurpunased jm);
- ilusad või huvitavad õied ja/või viljad;
- ilus või huvitav tüve koor;

- teistest liikidest erinev lehtede puhkemine või varisemine;
- taksoni hea seisukindlus (pakase-, kevadtalve-, hiliskülma- jm kindlus).

Tegelikult vastab esteetiliselt kõrgematele väärtuskategooriatele ja annab positiivse tajumiselamuse (aistingu) peaaegu iga puittaim, kui ta on:

- elujõuline (heakasvuline ja heas tervislikus seisukorras), tema nõudlustele vastavates kasvutingimustes

ning on võimeline normaalselt (rikkalikult) õitsema ja viljuma;

- pandud kasvama või kasvab maa-alal, mis on kooskõlas tema välimusega (suuruse, värvuse, haabitusega).

Ilupuud on seega üldisemas mõttes hea ja huvitava väljanägemisega teatud keskkonda hästi sobivad puittaimed, mida ei kasvatata ega kasutata mingi tooraine saamiseks (vahel võivad samad puud täita nii ilu- kui ka saagipuu funktsiooni).

1.2. Juured

Juur (ld *radix*) on soontaimede vegetatiivne maasisene organ, mille ülesanneteks on taime substraadiga kinnitumine, vee ja selles lahustunud ainete vastuvõtmine ning edasijuhtimine taime maapealsetesse organitesse, varuainete säilituspaigaks olemine, mõnede orgaaniliste ainete (alkaloidid, hormoonid) biosüntees, ainevahetusproduktide eritamine ja vegetatiivse paljunemise organiks olemine (juurtel võivad tekkida lisajuured ja lisapungadest juurevõsud).

Erandjuhtudel on juured muutunud maapealseteks organiteks. Nii on ronijuured mõnedel liaanidel (luuderohi) abiks tugelele kinnitumisel. Juure funktsioonidest tingitult on juur mitmeti harunenud.

Juurte liigid. Seemne idanemisel ilmub kesta alt esimesena **idujuur**, millest areneb taime **peajuur**, mis kasvab otsesuunas sügavale maasse. Peajuurest tekivad harud – **külgiuured**, mis võivad omakorda korduvalt haruneda. Külgiuurte moodustumine algab juure varrepoolsest osast ja kulgeb tipu suunas. Külgiuured asuvad puudel enam-vähem korrapäraste pikisuunaliste ridadena. Paljudel taimedel esinevad **lisajuured**, mis oma ehituselt ja ülesannetelt sarnanevad teiste juurtega, kuid on erineva tekkkega. Nad ei arene mitte peajuurest, vaid taime teistest osadest, peamiselt varrest. Lisajuurtel on taime elus suur tähtsus. Tavalistes tingimustes paljud puud ja põõsad lisajuuri ei moodusta, kui aga juured **satuvad normaalsest seisust sügavamale mulda või toimub nende üleujutamine, siis moodustuvad ülalpool juurekaela lisajuured**, mis hoiavad ära puude hukkumise sügavistutamise või juurekaela ja juurte mulla alla mattumise korral, mida enamik puuliike ei talu. Puud vajavad normaalset kasvusügavust juurte õhustatuse tagamiseks, selleks peab juurekael asuma maapinnal. Need liigid (perekondadest paju, pappel, pärn, kontpuu, kuslapuu jt), mis moodustavad hästi lisajuuri ülalpool juurekaela, taluvad paremini sügavistutust. Lisajuurte moodustumise tõttu varrel on võimalik paljude liikide paljundamine võrsikute ja pistokste abil, nt pajud ja paplid.

Juure ehitus. Juure tipus asetseb 2...3 mm pikkune alkoerakkudest **kasvukuhik**, kus toimub aktiivne rakkude jagunemine, kasvukuhik on kaetud kaitsva juurekübaraga. Sellele järgneb mõne millimeetri pikkune **kasvuvõõde**, kus rakud intensiivselt kasvavad (pikenevad). Edasi

järgneb 2...3 mm pikkune **imamisvõõde**, mis on kaetud pisikeste üherakuliste juurekarvadega, mille kaudu saab taim mullast vett ja selles lahustunud aineid. Selles piirkonnas algab juure püsikude kujunemine. **Külgiuurte tekkimise vöötmes** (juhtimisvöötmes) moodustuvad külgiuured ja see on pikim osa juurtel.

Puude **juured harunevad monopodiaalselt**, st nagu tagurpidi okaspuu. Peajuur kasvab tipust ja külgiuured tekivad tipust tagapool. Paljudel puudel on tugevalt arenenud otse sügavusse minev peajuur, mida nimetatakse **sammajuuks**. Selle läbimõõt juurekaela juures on väiksem kui tüve läbimõõt. Varrelt peajuureks ülemineku kohta nimetatakse **juurekaelaks**, mis on hästi märgatav noortel taimedel.

Juured on kaetud **kattekoega**, mille rakud korgistuvad. Osa korkkoerakke – nn läbilaskerakud – jäävad õhukesteks tselluloosseteks ning nende kaudu saab vesi mullast juurde tungida. Puude vanemad juureosad on kaetud korbaga.

Juure puiduparenhüüm on rohkem arenenud kui varrel ja **parenhüümirakkudes koguneb talveks rohkesti varuaineid**. Puidukiude on aga vähem ja nende seinad on õhemad kui varres. Juure erinevused tulenevad tema maasisesest asendist, tal ei tule sellist raskust kanda nagu varrel.

Kasvamine. Juurte pikkuskasv toimub nende tippudes asuvates kasvuvöötmetes. Juured võivad tipust edasi kasvada piiramatult. Aianduses sageli peajuurt kärbitakse, et tema kasv lõpeks ja toimuks intensiivne külgiuurte kasvamine. Seda tehakse puukoolides nt tammeseemikutega, kellel lõigatakse läbi sammajuur, et juurestik haruneks.

Meie puudel esineb aastas kaks juurte kasvuperioodi: üks kevadel ja suve I pooles ning teine vara- või hilissügisel, mil sademete rohkuse tõttu suureneb mullaniiskus. Erinevatel liikidel kestab vahepaus 1...2 kuud. Juurte kasv kestab palju kauem kui võrsete kasv.

Puude juured mitte ainult ei pikene, vaid muutuvad jämedamaks. Teiskasv toimub kambiumi abil. Juure teispuit erineb varre teispuidust. Aastarõngad on juures õhemad ja nende piirid baselged, sest kevadpuit erineb vähe hilispuidust.

1.2.1. Juurestiku tüübid

Kõik taime juured kokku moodustavad juurestiku. **Sammasjuurestikuks** nimetatakse sellist, millel pea- ehk sammasjuur on teistest juurtest palju jämedam. **Narmasjuurestikuga** on tegemist siis, kui kõik juured on enam-vähem ühejämedused.

Puude juurestikule on iseloomulikud pikad ja jämedad nn **skelettjuured**, mis on osaliselt korgistunud ja kaotanud imamisvõime. Nende ülesandeks on vee ja toitesoolade edasijuhtimine vartesse ja lehtedesse ning viimastes moodustunud orgaaniliste ainete juhtimine juurtesse. Skelettjuured annavad juurestikule mehaanilise tugevuse. Skelettjuurte tippudes olevad lühikesed külgiuured on **toite- ehk imajuured**, mille ülesanne on mullast vee ja selles lahustunud mineraalainete vastuvõtmine.

Juurte kogupikkus ja pindala ületab palju kordi taime maapealsete osade vastavad näitajad. Juured levivad tavaliselt vertikaalsuunas mitme meetri sügavusele. Näiteks robiinia juured võivad kuivadel liivaaladel tungida kuni 10 m sügavusele. Juurestiku kõige arenenum ja aktiivsem osa – **horisontaaljuured** – asuvad kõrgemal, toitaineterikkamas mullakihis umbes 30...80 cm (tammel õhustatud mullas kuni 90 cm) sügavuses. Arvatakse, et juurte kaugus tüvest on võrdne võra raadiusega, kuid sageli on see mitu korda suurem. Juured ulatuvad tüvest seda kauemale, mida halvemad on toitumistingimused.

Eluea jooksul juured diferentseeruvad vastavalt vajadusele. Kuivadel erosiooniohtlikel liivadel kasvavatel mändidel võivad areneda **ankurjuured**, mis kujutavad endast horisontaaljuurtest täisnurga all sügavale mulda tungivaid külgiuuri ja aitavad puul tugevamini kinnituda.

Kasvutingimustest mõjutavad juurestiku iseloomu peamiselt põhjavee tase, mulla niiskus ja sellega seotud õhustatus ning toitainesisaldus. Eelkõige kujuneb juurestiku iseloom puuliigist (perekonnast). Harilikul kuusel, soo- ja arukasel, sanglepal, paplitel jt on pindmine juurestik ning nad alluvad kergemini tuuleheitele. Sügavale tungiv juurestik on tammedel, mändidel, pärnadel, lehistel, päiklipuudel, hobukastanitel jt. Juurestiku eripärast on see, kus üht või teist puuliiki kasvatada ja kuidas istutada. Kuivadel muldadel kasvavad puuliigid moodustavad pikki sammasjuuri, mis tungivad sügavale mulda, kus harunevad ja kasutavad alumiste mullakihtide niiskust. Leedemullas võib pikk sammasjuur tungida läbi leede(väljauhte)horisondi toitaineterikkamasse sisseuhtehorisonti, kust hangib vajalikke toitaineid. Viljakal mullal kasvavad puud moodustavad pindmisema hästiharunenud juurestiku. Liigniiskes mullas kasvavatel puudel areneb pindmises õhustavas mullakihis laiuv juurestik, näiteks vanadel kuuskedel võib see kujuneda hiigelliua kujuliseks.

Möödukas kliimavööndis on kogu juurestiku ulatus tüvest harilikult 2...3-kordse võra raadiuseni ja isegi kuni 4-kordse raadiuseni kuival liivasel mullal.

1.2.2. Mükoriisa ja juuremügarad

Enamik puid ja paljud rohttaimed on sümbioosis alamate taimedega (bakterid või seened).

Mükoriisa. Seeneniidistik moodustab kõrgemate taimede juurekoega tiheda ühenduse ja selliseid lühikesi, paksenevad ja mitmesuguse kujuga kül- ja lisajuuri nimetatakse **seenjuurteks ehk mükoriisadeks**. Seened soodustavad puittaimede toitumist mineraalelementide ja lämmastikuga. Toitumist mükoriisa abil nimetatakse mükotroofsuseks. Sümbioos seente ja kõrgemate taimede vahel on välja kujunenud evolutsiooni jooksul ja sageli ei ole nad võime- lised eraldi eksisteerima.

Mükoriisade moodustumisel lõpeb juurte tipmine kasv ja algab dihhotoomne harunemine, mille tagajärjel kujunevad mitmesuguse kujuga seenjuured. Koralljad mükoriisad on näiteks harilikul männil ja tammel, pintseldaj kuusel, keeljad vahtral, muguljad mägiannil. Mükoriisade esinemise korral puuduvad juurekarvad ja nende aset täidavad seeneniidid (hüüfid), mille paigutuse järgi eristatakse kolme tüüpi mükoriisaid:

- **ektotroofselt mükoriisal** asub seeneniidistik juure välispinnal ja juurerakkude vahel;
- **ekto-endotroofselt mükoriisal** asub seeneniidistik nii juure sees kui ka pinnal;
- **endotroofselt mükoriisal** levib seeneniidistik juure- kudede sees ja ka rakuvaheruumides.

Seeneniidistik ei tungi enamasti juhtkudedesse ja kasvu- kuhiku meristeemkoe rakkudesse ning juur võib pärast mükoriisa moodustumist kasvu jätkata. Puudel esinevad peamiselt ektotroofsed ja ekto-endotroofsed mükoriisad.

Mükoriisaid moodustavad puudel harilikult kübar- seened, nagu puravikud, riisikad, pilvikud, heinikud jt. Mõni seeneliik on kohastunud kooseluks ainult ühe puuliigiga, näiteks männiriisikas männiga. **Mükoriisad on tavalised kanarbikuliste sugukonna taimedel**, olles nende normaalseks kasvuks hädavajalikud. Mükoriisa on väga oluline ka hariliku **kadaka** puhul.

Eestis kasvab puittaimi kõikjal ja mullas esineb rikkalikult seeneniidistikku. Aladel, kus aga kaua aega pole metsa kasvanud, puude kasv mükoriisa puudumise tõttu ei edene. Puukoolides kasutatakse muldade nakatamiseks metsa alt võetud mulda, mida puistatakse külvirenni, et võimaldada mükoriisade moodustumist. Sellist võtet kasutatakse peamiselt okaspuude ja tammekülvide korral.

Juuremügarad. Enamikel liblikõielistest (ka enamikul mimoosilistest ja osal tsesalpiinialistest) esinevad juurteil juuremügarad (noodulid), mille moodustamises osalevad **mügarbakterid (*Rhizobium* spp.)**. Puittaimedest esinevad juuremügarad veel hõbepuuliste sugukonna perekondade hõbepuu (*Elaeagnus*), astelpaju (*Hippophae*) ja pühvlipeõsa (*Shepherdia*) ning perekondade porss (*Myrica*), lepp (*Alnus*) ja punajuur (*Ceanothus*) liikidel. Leppadel moodustab neid aktinobakter *Frankia alni*.

Mügarbakterid tungivad juurekarvade kaudu juure parenhüümirakkudesse, kus need paljunevad ja eritavad juurerakkude vohamist põhjustavat ensüümi. Tekivad juuremügarad, milles aktino- ja mügarbakterid kasutavad juure süsivesikuid (sahhariide). Bakterid on võimelised omastama mullaõhu lämmastikku, moodustades

lämmastikuühendeid, mida taim kasutab oma elutegevuseks juurerakkudes baktereid lagundades. Juuremügaratega taimed rikastavad mulda lämmastikuga ja on võimelised kasvama lämmastikuvastel muldadel. Sellist **soontaimede ja bakterite vahelist seost vaadeldakse sümbioosina**.

1.3. Tüvi, koor ja võra

Vars on ristlõikes kiirja sümmeetriaga harunemisvõimeline maapealne taimeorgan, mis seob skeletina taime tervikuks, kandes lehti, õisi ja vilju ning sidudes neid juurtega. Puude maapealset osa võib tinglikult jaotada tüveks ja võraks. Laiemas mõttes on tüvi kogu puu peavars, alates juurekaelast kuni ladva tipuni, mis on hästi eristatav okaspuudel (kuusk, nulg, ebatsuuga, lehis, enamused männiliike, rannik- ja hiidsekvoja) ning ka sihvakatel lehtpuudel (arukask, haab, pappel, sanglepp jt). Kitsamas mõttes on tüveks peavarre alumine juurekaela ja võra vaheline oksteta ja kuivanud okstega osa.

Tüve ülesanne on kanda võra, seega juhtida lehti valguse poole, transportida vett ja toitaineid juurtest võrasse ning juhtida lehtedes moodustunud assimilaate juurtesse. Talvel on tüvi ka niiskuse ja toitainete säilitamiskohaks.

Võra ülesandeks on lehtede, õite ja viljade moodustamine ja kandmine, st orgaanilise aine peamine sünteesikoht ning paljunemise võimaldamine suguliselt, st seemnelisel teel.

1.3.1. Tüve kuju ja suurus

Harilikult on tüvi sirge (positiivne heliotropism), kõrgmägeade nõlvadel võib see olla püsivate tuulte ja lume mõjul kõverdunud, veel kõrgemal tüvi lüheneb, haruneb ja muutub laiuvaks. Väliskujult on **puutüvi koonusjas**, koone on väiksem tihedas liituses kasvades, kus külvarju mõjul toimub hoogne kõrgusse kasvamine, kuid diameetri juurdekasv on väike. Täisvalguses vabalt kasvades on kõrguse ja diameetri juurdekasv paljudel liikidel (harilik mänd ja tamm, raagremmelgas) vastupidine ja tüvi on koonilisem. Puidu tarbija seisukohalt on hinnatud väikese koonega, sirged, suures osas laasunud tüvega peeneoksalised „pliiatspuud“, millised kujunevad tihedas puistus koos kasvades tugeva külvarju tingimustes. Seal **tüvi laasub** alumiste pungade ja lehtede suremise, okste kuivamise, kõdunemise ja varisemise tõttu. Kiiremini laasuvad varju mittetaluvate liikide (harilik mänd, arukask, harilik haab, lehise erinevad liigid jt) puud tihedas liituses. Valgusküllastel kasvukohtadel kasvades on puudel veel mitmekümne aasta vanuselt maapinnalt algav võra ning see on eriti pikk varjutaluvatel liikidel. Loodusmaastikus ja pargimajanduses on hinnatud mitmesuguste tüvedega puud. Puisteede moodustamiseks valitakse aga puud ühest liigist, mis on ühesuguste tüvede ja võradega. Tänavaj- ja puisteeppuudel kujundatakse vastavalt tingimustele ja nõuetele soovitud kõrgusega tüvi: võra algus

viiakse lõikamisega 2,5...5 m kõrguseni. Parkides kasvavad üksik- ja väikegrupipuud võivad olla kuni maapinnani ulatuvate võraokstega.

Tüve diameetrit ja übermõõtu mõõdetakse rinnakõrguselt, st 1,3...1,4 m kõrguselt juurekaelast. Metsas kuni 100...150-aastaste puude mõõtmine on lihtne. Probleeme on üksikult kasvavate madalalt harunenud, väga vanade, pahkliku tüvega, kokkukasvanud või lõhki läinud tüvega puude mõõtmisel. Aafrikas on raskusi maailma ühe jämedama puuliigi, hariliku ahvileivapuu ehk baobabi (*Adansonia digitata*, suguk. *Malvaceae*) tüve übermõõdu määramisega, kuna see on erinev põua- ja vihmaperioodil, sõltudes tüve veesisaldusest. Jämedaim baobab kasvab Lõuna-Aafrika Vabariigis Limpopo provintsis ja selle übermõõt oli enne kaheks lõhenemist 47 m. Praegu on suurima ühetüvelise baobabi übermõõt 34 m.

1.3.2. Tüve koor ja selle välisilme

Harilikult nimetatakse **kooreks** puittaimede tüvede ja okste kergesti eralduvat pindmist kihti, mis on kudede kompleks ja moodustub kambiumist väljaspool tüve pikaajalisel teiskasvul. Väliskoore ilme määrab ka tüvede värvuse ja faktuuri. Noorte puude tüved on enamuses siledad ja liigiomase koorevärvusega. Hiljem tekivad tüvele samblikud, selle alaossa ka samblad, linnades tahm ning koore värvus muutub. Vananedes on tüvi kaetud kattekudedega, mis koosnevad peamiselt surnud rakkudest: korkkoest ja korbast.

Esmase kattekoe – epidermise – all tekkivast ühekihilisest **korgikambiumist ehk fellogeenist areneb teisene kattekude – kork (korkkude ehk felleem)**, kui korgikambium eraldab tangentsiaalsete vaheseintega endast väljapoole lamedaid rakke, mis asetsevad radiaalsete ridadena. **Korgikambiumi koos kõigi sellest tekkinud rakkudega nimetatakse peridermiks**. Rakukestad korgistuvad, st muutuvad vett ja õhku mitteläbilaskvaks sinna ladestuva **korkaine ehk suberiini** tõttu. Need rakud surevad ja tekibki korkkude, kus rakud liituvad tihedalt üksteisega ilma vaheruumideta, mistõttu ei saa toimuda mingisugust gaasivahetust otse läbi korkkoe. Taimedele vajalikku gaasivahetust sisemiste kudede ja välisõhu vahel võimaldavad korkkoes olevad erilised avad – **koorelõved**, mis on kujult piklikud ja võivad suuremal või vähemal määral olla kühmulised. Hästi on koorelõved nähtavad arukasel, papli perekonnast eriti hõbehaaval, kirsipuudel, osal sirelililidel (ungari, karvane jt).

Paljudel liikidel tekivad vanuse suurenemisel peridermi sügavuses pidevalt uued kihid, mille tulemusena moodustub korp ja selle tekkimisega hävivad ka välised koorelõved. Uus peridermikiht, mis areneb sügavamale, moodustab uued lõved. Märgatav koore paksenemine metsapuudel toimub alates diameetrist ca 20 cm, eriti valgusnõudlikel liikidel, nagu arukasel, haaval ja männil, kellel on siis hakanud juba korp tekkima. **Korba surnud rakud ei suuda venida vastavalt tüve paksenemisele ja selle tulemusena tekivad lõhed, mis väliselt viitavadki korba moodustumise algusele.** Näiteks arukasel valge periderm (toht) asendub tüve alaosas musta lõhelise korba alates 30...40. eluaastast.

Perekonniti või harvem perekondade sees esinevad mitmed väliskoore tüübid:

1. Kooses (korbas) vahelduvad pikisuunalised madalamad ja sügavamad **lõhed** ning nende vahel **ribikujulised paksendid**, vastavalt liigile madalamad ja kõrgemad, plaatjamad või teravaharjasemad (hõberemmelgas, harilik tamm jt).
2. Korba väline kiht eraldub **plaatide või soomustena** (hobukastani-, plaatani-, männi-, kuuseliigid jt).
3. Korba väline kiht kestendab ja irdub **ribadena** (küpresseiliste perekondadest kadakas ja ebaküpress, ka elupuu, mõned eukalüpti- ja hickoripuuliigid).
4. Mõnes perekonnas teatud liigi tüve koorele tekib paks **korgikiht** (korgitamm, korgipuu) või korkjad moodustised okstele (põldvahtra ja hollandi jalaka korgine vorm, tiibjas kikkapuu jt). Kui Vahemere lääneosa maades kasvaval korgitammel (*Quercus suber*) korgikiht kõrvaldada, hakkab korgikambium valmistama uut kihti, mis umbes 10 aasta pärast on jälle nii paks, et seda võib eemaldada korgitoodete valmistamiseks.
5. Teatud perekondade tüvedel (osa nululiike, hall lepp, pöök, valgepöök jt) säilib pindmine periderm ja **tüve koor jääb siledaks** kogu eluks või pikemaks ajaks.
6. **Kaskede peridermis ehk tohus** vahelduvad lamedate tugevaseinaliste korgirakkude kihid suuremate õhukeseseinaliste rakukihtidega. Seepärast ongi võimalik rebida kasetohtu kergesti õhukesteks ribadeks. Valge värvuse annab kasetohule surnud korgirakkudesse ladestuv aine betuliin.

Koore värvus erinevatel liikidel on erinev ja see võib olla valge, hele- kuni mustjashall, rohekas (vahel valkjate pikitriipudega), kollane, oranžikas, tumepunane, punakaspruun, pruun, laiguline jne. Seega, iga liigi koorel või korbal on oma individuaalsus.

Korp kaitseb puittaimi aurumise, liigkuumuse, päikese-põletuse, külmumise, põlengute, loomade kahjustuste ja patogeensete organismide eest. Korba või koore puiduni vigastamisel pääseb seennakkus (seeneeosed) puitu lagun-dama.

Koor sisaldab parkaineid ehk tanniine (tamm, paju, kuusk, kastanipuu jt), alkaloide, mida kasutatakse ravimite lähteainena (kiinapuu, kvassiapuu, paju, paakspuu jt), ja vaiku. Kikkapuude juurte koor sisaldab guttat.

1.3.3. Varre ehk tüve ehitus

Puit moodustab puittaimede tüve, okste ja juurte põhi-massi ning täidab vee ja ainete juhtimise, mehhaanilise tugevuse ning ainete säilituskoha funktsioone.

Varre jämenemine teisel ja järgnevatel eluaastatel ehk teiskasv toimub külgmise meristeemi ehk kambiumi tegevuse tulemusel. Puude tüved koosnevadki peaaegu ainult teiskasvul tekkinud kudedest. Kambium paikneb puudel pideva rõngana puidu- ja niineosa vahel ning on tegev ainult taime kasvuks sobival perioodil. Kambiumi-rakkude pooldumise ja eristumise tagajärjel tekib järjest juurde puidu- ja niineosa rakke, esimesi tekib sissepoole, teisi väljapoole. Säsikiirte kohal diferentseeruvad tekki-vad rakud säsirakkudeks.

Kontsentrilised aastarõngad tulenevad aastaajalistest eri-nevustest kambiumirakkude kasvu intensiivsuses. Keva-del kasvuperioodi alguses hea veevarustuse korral teki-vad suured rakud, seal on rohkem trahheesid, nende kest jääb aga üsna õhukeseks. Kasvuperioodil rakkude suurus järjest väheneb, kestade paksus ja tugikoe osakaal aga järjest suurenevad. Kuna kasvuperioodi teise poole (hilis-puidu) rakud on väikesed ja paiknevad tihedamalt ning ka ained üha intensiivsemalt rakukestadesse ladestuvad, paistab hilispuidu osa tumedamana. Aastarõnga seestmist (varasemat) heledamat osa nimetatakse **kevadpuiduks** (ingl *earlywood*, *springwood*), välimist tumedamat osa aga **hilis(suve)puiduks** (ingl *latewood*, *summerwood*), mis on seetõttu hästi eristatav järgmise aastarõnga kevad-puidust.

Okaspuude puidu mikrostruktuur koosneb parenhüümi-rakkudest (ovaalse või hulktahkse kujuga, mille kolm mõõdet on enam-vähem võrdsed) ja pikkadest trahheidi-rakkudest. Kevadpuidus on trahheiidid suure läbimõõdu ja õhukese rakukestaga, aga hilispuidus muutub trahheii-dide läbimõõt väikeseks ja rakukest paksuks. Seda muu-tust saab näha tüve ristlõikes, kus aastarõngastes esinevad heledam kevadpuidu ja tumedam hilispuidu osa järsu üle-minekuga järgmise aasta kevadpuiduks.

Tüves on tsentraalse säsi osatähtsus väike (ürgsetel liikidel, nagu araukaariatel, on säsiosa üsna suur) ja puidu ma-hust moodustavad 90...95% tüves pikisuunas paiknevad **trahheiidid**, mis on omavahel ühendatud radiaalseintes paiknevate koobaspooridega. Puiduparenhüüm esineb trahheiididega risti olevates säsikiirtes ja ümbritseb osal okaspuudel esinevaid **vaigukäike** (vertikaalseid ja hori-sontaalseid), ilma milleta leidub vähese vaiguga okaspuu-del puidus vaid **vaigurakke**. **Okaspuude puidu tihedus** on enamikel piirides 400...600 kg/m³, väiksem on see vaigukäikudeta puiduga küpressilistel (k.a endised soo-küpressilised, nt kunningaamia 270, harilik elupuu ja mam-mutipuu 340 kg/m³) ja nulgudel (siberi nulg 370 kg/m³), suurem aga rohke vaiguga mändidel 35° põhjalaiusest lõuna pool: Merkuse männil (*Pinus merkusii*) 750 kg/m³, kariibi männil (*P. caribaea*) ja pikaokkalisel männil (*P. pa-lustris*) 720 kg/m³ jt.

Katteseemnetaimede puit on teistsuguse ehitusega kui okaspuudel: sooned (trahheed) moodustavad 7...55% (keskm 30%) puidu mahust, puidu tugevust kindlustavad väikese läbimõõduga puidukiud, moodustades 27...76% (keskm 50%) ning säsi kiired ja säsi 7...30% (keskm 20%) puidu mahust. Puidukiud on pikad kitsad rakud paksu kesta, väikese õõnsuse ja teritunud otsstega, mis on tihedalt paigutatud ja moodustavad sooni hoidva maatriksi. Säsi kiired võivad olla väga kitsad, vaid üks rakukiht (pajud, paplid) või kuni mõni millimeeter (tammed) laiad. Paljudel lehtpuudel on parenhüümirakkudest kihid, mis läbivad vertikaalselt kogu puitu soonte vahel ja ümber. Säsi kiirtes võivad olla vaigukanalid kummivaikude, lateksi ja teiste ainete, mida kasutatakse puu kaitseks. Säsi kiirtes hoitakse ka õlised, mis annavad puidule iseloomuliku lõhna ja maitse.

Lehtpuud jagatakse puidu aastarõngaste struktuuri järgi **rõngassoonealisteks** ja **hajulisoonelisteks**. Esimestel on tüve ristlõikes kevadpuidus isegi ilma luubita nähtavad suured sooned (saar, tamm, hikkoripuu, kastanipuu, mooruspuu, glediitsia jt). Hajulisoonelistel on kogu aastarõnga ulatuses ühtlase läbimõõduga sooned. Viimased võivad olla väikesed (kask, haab, õunapuu jt) või suured (kaki-ploomipuu (*Diospyros* sp.) jt). Rõngassoonealistel puudel on aastarõngaste eristamine hea, kuid hajulisoonelistel raske.

Varre südamikus asub säsi, mis võib olla pidev või vahe-seinaline. Säsi rakud võivad surra ja täituda õhuga (leeder) või hoopis hävida, jättes varre õõnsaks (lumimari, osa kuslapuuliike jt). Vee ja toitainete ristsuunaline liikumine puutüves toimubki valdavalt mööda puitumata või nõrgalt puitunud kestadega rakkudest koosnevaid **säsi kiirte ribasid**. Osa kambiumirakke muutuvad põhikoe rakke tootvateks, nii moodustuvad taas säsi kiired, mis kindlustavad ainete liikumise puidu- ja kooreosa vahel. Eisisäsi kiired on need, mis läbivad tüve radiaalsuunaliselt kogu raadiuse ulatuses. Säsisse mitteulatuva, mõnest aastarõngast kooreni ulatuva säsi kiired on teissäsi kiired. Tüve pikisuunas ei kulge säsi kiired läbi kogu tüve, vaid on kuni paarikümne raku pikkused.

Puutüve vananedes hakkavad puidu kõige vanemate osade juhtelemendid ummistuma ning neis pole vee ja toitainete liikumine enam võimalik. Ka põhikoerakud hakkavad surema, kuid enne seda moodustub neis mitmeid aineid, mis kaitsevad rakukesti mikroorganismide vastu. Põhikoeraku ümbritsevate rakkude kestad imuvad läbi peamiselt parkainetega, mistõttu kestad muutuvad ka tumedamaks. Tüve sisemist, märgatavalt tumenenud, tihedamat ja kõvemat osa, kus elusrakkusid ei sisaldu ja tõusvat voolu enam ei toimu (sest trahheed ja trahheiidid on ummistunud tülididega või täitunud vaiguga), nimetatakse **lülipuiduks**. Välimist heledamat, veel toimivate juhtelementidega (seetõttu veerikas) puiduosa nimetatakse **maltspuiduks**.

Puidu tihedus on tugevas seoses puidu mehhaaniliste omadustega, kuid selles osas esineb ka mõningast varieeruvust. Puidu tiheduse määravad omakorda rakkude suurus ja rakukestade paksus, viimane on suurem hilispuidus, selles on ka sooned väiksemad. Seega, mida suurem

on hilispuidu osatähtsus aastarõngastes, seda tugevam ja kõvem on puit. Kitsamates aastarõngastes on aga hilispuidu osatähtsus suurem, seega, kitsamate aastarõngastega puit on paremate tugevusomadustega. Kõige suuremate rakkudega ja kõige nõrgem on tüve ristlõike tsentris olev **juveniilpuit**. Kasvu- ja toitetingimuste paranedes (met-sas valgustatuse paranemine, kasvuruumi suurenemine, liigniiske mulla kuivendamine, väetamine jm) suureneb jämeduse juurdekasv, st aastarõngaste laius suureneb. Okaspuudel toob see kaasa puidu tugevusomaduste märgatava vähenemise, lehtpuudel muutuvad aastarõngaste laienemisega aga puidu omadused vähe.

1.3.4. Tüve harunemine ja võra kuju

Tüve harunemiseks nimetatakse varre jagunemist selle kasvuprotsessis. Puudel (just **lehtpuudel**) **nimetatakse tüve vertikaalset jätku võras tüvepikenduseks**, mis lõpeb juhtoksaga. Tüvepikenduse harud on võraharud ehk põhioksad, mis annavad kõrvaloksi. Need kõik moodustavad võra.

Okaspuude enamusel esineb monopodiaalne harunemistüüp ehk kasvuvorm (perekonnad kuusk, nulg, ebat-suuga, tsuuga, lehis, mänd, araukaaria, ranniksekoia jt), mille puhul on üks sirge tüvi külgokstega. Siin jätkab juhtoks kaua pikkuskasvu, ladvapung annab aastase juurdekasvu ja seejärel moodustub uus ladvapung. Külgpungadest kasvavad võraoksad ei sirgu juhtoksast pikemaks, seetõttu on okaspuude võra koonusjas, kuhikjas või sammajamas. Ladvapunga vigastamine või ladvaosa murdamine/eemaldamine, nt kuuskedel ja nulgudel, põhjustab ülemise oksakodariku okste vertikaalseks muutumist ja juurdekasvu intensiivistumist, nii et need asendavad juhtoksaks. Ebasoodsatel kasvukohtadel (kõrgmäed, rabad, liivikud) kasvavatel okaspuudel võib võra kuju olla ka ke-rajaj, laiuv või roomav.

Paljudel lehtpuudel esineb sümpodiaalne harunemine, mille puhul juhtoks lõpetab teatud vanuses pikkuskasvu ja lõpeb nt õisikuga ning vahelduvate pungadega liikidel üks läheduses asuv võraoks pöördub üles ja muutub juhtoksaks. Vastakuti pungadega liikidel jätkavad kasvu kaks võraharu, mis on tüüpiline vahtratele.

Puittaimede võra moodustub kahes põhilises suunas – vertikaal- ja horisontaalsuunas. Oksnevuse arengu suhted nendes suundades määravadki peamiselt võra kuju. Puude arengus avaldub üldine tendents: noores eas normaalses valgusoludes domineerib kõrguskasv ja seetõttu on võra pikkus suurem kui selle laius ning võra on koonusjas, piklikmunajas, piklikovaalne või sammajamas. Vanemas eas kõrguskasv aeglustub, võra läbimõõdu kasv suureneb ning võra võib võtta ümara või laiovaalse kuju, muutudes osal liikidel ülaosas laiemaks kui alaosas (äraspidimunajas, võlvjas või sirmjas võra) või lihtsalt võra tipp algul tõmbistub ja siis muutub kumeraks.

Osali liikidest on võra kuju kogu eluea jooksul enam-vähem ühesugune (kuuse, nulu, ebat-suuga perekond), kuid

paljudel liikidel see muutub. Liigile iseloomulik võrakuju esineb just keskeas, vanas eas see muutub kõrguse juurdekasvu lakkamise tõttu, kui puudel säilib vaid võra laiuse kasv. Harilikku männi võra on noores eas koonusjas, vanas eas aga poolkerajas või sirmjas.

Puuvõra kuju mõjutavad ka kasvutingimused. Tihedas liitudes ja avatud alal on võra kuju erinev, eriti valgusnõudlikel liikidel. Tuulises kasvukohas kasvavatel puudel (harilik mänd, aedõunapuu) kujuneb võra tuulesuunaliselt lipukujuliseks. Mägedes altituudi suurenemisega puude tüvi lüheneb, võra pikkus väheneb ja selle kuju muutub kuni padjanditaoliseks või roomavaks. Ka ühesuunaline valgustatus mõjutab võra kuju – see on valgusepoolses küljes suurem ja tihedam (torkav kuusk) ja osadel valgusnõudlikel lehtpuuliikidel (saarvaht, hõbehaab) on isegi tüve kasvusuund valguse poole.

Võra vertikaalne kasv võib olla:

- püstine ehk tõusev – võraoksad suunduvad üles erinevate teravnurkade all tüve pikendusest;
- pöördunud ehk laskuv – võraoksad laskuvad alla kaarjalt või järsult mitmesuguste nurkade all, mis ületavad 90° mõõdetuna tüve pikendusest;
- kahe eelneva kombinatsioon.

Esimesel juhul moodustavad sõltuvalt võra peaokste väljumisnurgast võrakujud, mis on lähedased silindrile, koonusele ja ellipsoidile.

Koonusja kuju korral külgekste pikkus ja väljumisnurk tüvest (α) harilikult vähenevad altpoolt tipu suunas. Sõltuvalt okste väljumisnurgast eristatakse 3 koonusja võra alltüüpi:

- kitsaskoonusjas $\alpha < 25^\circ$;
- keskmiselt koonusjas $\alpha = 25^\circ \dots 45^\circ$;
- laikoonusjas $\alpha > 45^\circ$.

Koonusja võra iseloomustamiseks kasutatakse ka teisi kriteeriume, nt võra maksimaalse läbimõõdu suhe puu kõrguse ($d_{\text{vmax}} : h$), mis on kitsaskoonusja võra puhul 1 : 6...1 : 3, keskmiselt koonusja puhul 1 : 3...1 : 2 ja laikoonusja korral 1 : 2...1 : 1.

Silinderjas võra võib moodustuda nii horisontaalsetest kui tõusvatest külgekstest, mis on enam-vähem ühesuguse pikkusega kogu tüve ulatuses ja väljuvad ühesuguse nurga all.

Teisel juhul, kui võra oksad suunduvad allapoole, moodustuvad **rippoksalised ehk nn leinavormid**. Mõnedel okaspuudel (kuuse- ja nulguliigid) laskuvad vanemas eas vanemad oksad allapoole nurga all $\alpha > 90^\circ$, kuid ladva suunas nooremate okste järkjärgulise lühenemise tõttu moodustub koonusjas võra.

Puittaimedel eristatakse looduslikku ja kunstlikku ehk vormitud võrakuju, viimane saadakse süstemaatilise vormilõikuse tulemusena.

Kõiki esinevaid looduslikke võrakujusid võib rühmitada järgmiselt:

- võra ebakorrapärase ilmega (sageli tamm, saarvaht, künnapuu);
- ovaalne (alpi seedermand, harilik hobukastan, sookask);
- munajas või kuhikjas (suurelehine ja läänepärn);
- äraspidimunajas (ameerika jalakas, euroameerika pappel);
- koonusjas (nulud, kuused);
- käävjas ehk kitsasmunajas (harilik tamm 'Fastigiata');
- sammasjas ehk silinderjas (harilik haab 'Erecta', itaalia pappel, vanad serbia kuused);
- sirmjas ehk seenjas (vabalt kasvavad vanad harilikud männid, piinia, rippoksalised vormid harilikul jalakal ja saarel, arukasel, suurel läätspuul, raagremmelgal jt).

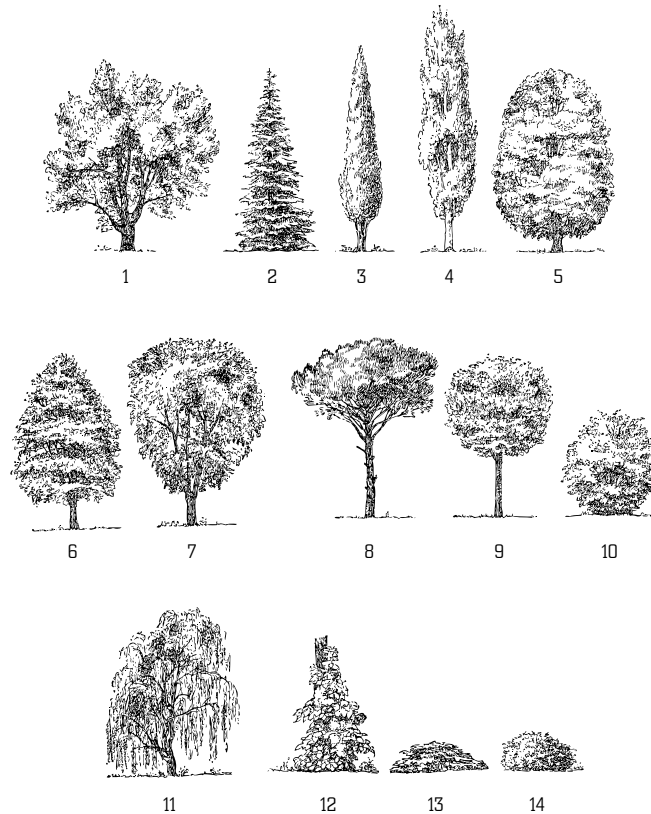
Puittaimede vormidele **võra kuju järgi antud ladina-keelsed nimetused** on järgmised:

- kerajas – *globosa, globosum, sphaeroidea*;
- ovaalne ja munajas – *ovalis, ovoides, oviformis*;
- koonusjas – *conica*;
- pikk kitsasmunajas – *pyramidalis, pyramidata, fastigiata*;
- sammasjas – *erecta, columna, columnaris*;
- madal poolkerajas – *umbraculifera*;
- rippoksaline – *pendula, tristis*;
- laiuv ja roomav – *prostrata, procumbens, horizontalis, repens*;
- laudjas – *tabulaeformis*;
- pesajas – *nidiformis*;
- kääbusvorm – *nana, pumila, pygmaea, humilis*;
- tihe ja kompaktne – *compacta*;
- keerdoksaline – *tortuosa*.

Looduses tekib harva ka põhiliigist erineva võrakuju-ga vorme, mis on tekkinud mutatsioonide või looduslike tingimuste tugeva erisuse pikaajasel (paljude põlvkondade jooksul) mõjul. **Aedvorme ehk kultivare** saadakse ka põhiliigi või selle vormi seemnete külvist saadud noorte järglaste hulgast, leides sealt muteerunud järglasi. Konkreetse vormi katselise paljundamisega selgitatakse, kas on tegemist geneetilise mutatsiooniga, seejärel vormi kirjeldamise ja nimetuse andmise järel saadakse uus kultivar, mida hakatakse paljundama müügiks ja nii levitama. Vormid annavad seemnetega paljundamisel oma kuju edasi umbes neljandikule järglastest. Rohkel risttolmlemise võimalusel põhiliigi eksemplaridega jääb vormide saamise võimalus seemnelisel teel väikeseks. Seepärast paljundatakse vorme peamiselt vegetatiivsel teel (pistoksad, haljaspistikud, meristeempaljundus). Mõned mutantse tekkega vormid võivad hakata tagasi muteeruma põhiliigi sarnaseks.

Mitmed liigid on võimelised andma palju mitmesuguseid vorme, rohkesti on neid okaspuude hulgas (harilik kuusk, elupuu ja jugapuu, kalifornia ebaküpress, kadakaliigid jt), lehtpuude hulgas on vormirohkemad harilik vaher, jalakas, haab, tamm ja pöök, arukask, sanglepp jt, mõnel pole neid üldse (künnapuu, pooppuu, raudremmelgal jt).

Puittaimede võra kujud



1 – kahar; 2 – koonusjas; 3 – kitsaskoonusjas; 4 – sammasjas; 5 – ovaalne;
6 – munajas; 7 – äraspidimunajas; 8 – sirmjas; 9, 10 – kerajas; 11 – rippoksaline (leinaform);
12 – tõusev (väänduv) liaan; 13 – laiuv, padjand (laudjas); 14 – poolkerajas (A. Kolesnikovi järgi)

Osad vormidest on võra väga korrapärase geomeetrilise kujuga ja neid kasutatakse eelkõige korrapärastes regulaarkompositsioonides, ridaistutustes jm. Nende kasutamisel on **põhireegel – mida korrapärasem on kuju ja väiksem võra maht, seda hoolitsetum peab olema selle ümbrus.**

Puittaimede kasutamisel suurtes kesketes kompositsioonides omab esmast tähtsust nende kõrgus, olulised on ka võra laius ja pikkus, mis koos võra kuju ja arhitektoonikaga määravad võra visuaalse joonise ja mahu. Puu kuju, mida tajutakse mahulisena nagu ruumilist (stereomeetrilist) keha, moodustub tema maapealsete osade ehituse süsteemina, kus olulisem on oksnevuse süsteem. **Parkides pikaealiste puuliikide võrade mõõtmel näitavad ühelt poolt kasvuruumi andmise vajadust pargi tulevastele potentsiaalselt tähelepanuväärsetele eksemplaridele ja teiselt poolt vajadust avada vaateid vanade parkide suureks emplaridele ning kindlustada kasvuruum edasiseks vitaalseks kasvuks.**

Tuttpuudel, nagu nt palmidel, tüvi ei harune ja võra moodustub suurte lehtede kimbust. Osad heitlehistel lehtpuudel kaotab võra noores eas talvisel perioodil oma iseloomuliku

kuju. Enamus liikide võra säilitab vanemas eas äratuntava huvitava kuju ka lehtedeta olekus. Õied ja viljad ei muuda oluliselt võra kuju, nad võivad suhteliselt lühiajaliselt (seisoonselt) muuta võra pinna faktuuri ja värvust.

Tähelepanuväärne on soov kasvatada nii parasvöötme põhja- kui lõunaosas ja subtroopilises vöötmes kitsa, kas sammasja, kitsaskoonusja või püramiidja võraga puid. Põhja pool (nt Soomes) on nendeks sammasjas harilik kadakas (*Juniperus communis* 'Stricta'), püramiidjas harilik pihlakas (*Sorbus aucuparia* 'Fastigiata') ja sammasjas harilik haab (*Populus tremula* 'Erecta'). Meil aga peamiselt püramiidjas harilik tamm (*Quercus robur* 'Fastigiata'), millele on viimasel ajal lisandunud sammasjas harilik haab, kitsaskoonusjas kuusk (*Picea abies* 'Cupressina'), püramiidjas sanglepp (*Alnus glutinosa* 'Pyramidalis'), sammasjas sookask (*Betula pubescens* 'Columnaris') ja püramiidjas tüüringi pihlakas (*Sorbus x thuringiaca* 'Fastigiata'). Briti saartel on tähtsal kohal püramiidjupuu (*Taxus baccata* 'Fastigiata'). Taanist lõuna poole hakkab maastikus võimsa aktsendina esinema püramiidpappel (*Populus nigra* 'Italica'). Vahemere ja Musta mere äärses maades kasvatatakse aga rohkesti püramiidjat vahemere küpressi (*Cupressus sempervirens* 'Fastigiata').