

Endel Rihvk

# Puidutööd

**A osa:** tehnilised teadmised ja oskused

**B osa:** tööjoonised ja tööjuhendid



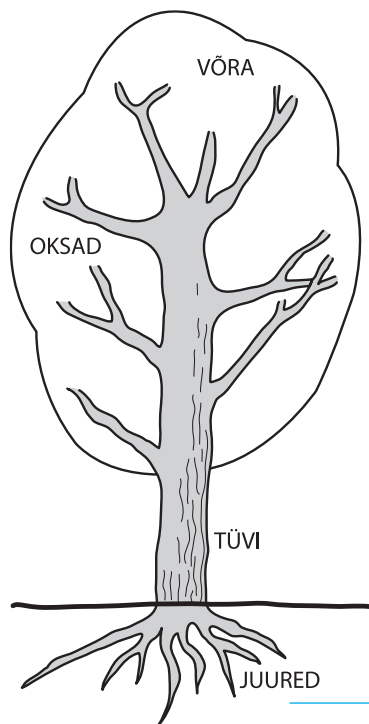
# A. Tehnilised teadmised ja oskused

## 1. Puit ja selle saamine

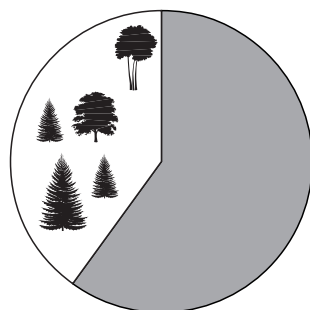
Inimestele vajalike esemete valmistamiseks kasutatakse mitmesuguseid materjale. Osa neist materjalidest saadakse loodusest peaaegu kasutusvalmina. Teine osa saadakse looduslike ainete ümbertöötamisel.

**Puit** on materjal, mida saadakse looduses kasvavatest puudest. Seda materjali hakkasid inimesed esemete valmistamiseks kasutama juba väga ammu. See oli kättesaadav juba ürgaja inimestele. Põhiline kogus puitu saadakse puu tüvest, väiksem osa okstest ja juurtest (joon. A 1). Vanasti valmistati paljud esemed niimoodi, et nende juures säilis osa puu looduslikust kujust (näiteks harkader, luuavars, pudrumänd). Seetõttu öeldi ka materjali kohta **puu** ja üldkeeles on see jäänud nii tänapäevani. Küllap on paljud teist kuulnud laulusalmi: seda paati pole tehtud linnuluust, kaared ise painutasin tammepuust. Esemete valmistamisel materjalina kasutatavat puitu nimetatakse **tarbepuiduks**, kütusena kasutatavat puitu aga **küttepuiduks**.

Eestis kasvab puid küllalt palju. Suurem osa neist kasvab metsades. Metsade all on ligikaudu 40 % (2/5) meie riigi pinnast (joon. A 2). Seetõttu on puidutööstus Eestis väga oluline majandusharu ja puit üks tähtsamaid eksportkaupu. Enamik meil kasvavatest puudest on okaspuud, väiksem osa lehtpuud. Meil kasvavast ligikaudu sajast puu- ja põõsaliigist leiavad tarbepuidu toormena laiemat kasutamist vaid 6–7.



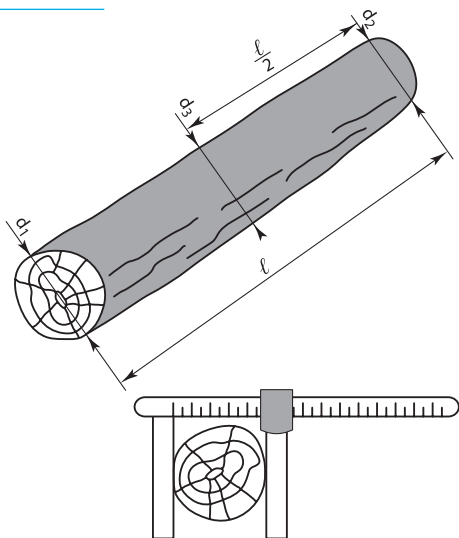
A1



A2



A3



A4

Puidu saamiseks tuleb puu langetada, oksad laasida ja tüvi tükeldada. Puutüvi tükeldamisel saadakse **palgid** (pikkusega 3–6 m), **pakud** (pikkusega 1–3 m) ja **notid** (pikkusega kuni 1 m) (joon. A 3). Mida pikem ja jämedam on puu tüvi, seda rohkem saadakse sellest puitu. Puidu kogust mõõdetakse **tihumeetrites**. Sisuliselt tähendab see puidu ruumala arvutamist kuupmeetrites. Esmalt tuleb arvutada iga üksiku palgi ruumala. See on aga üsna keeruline, sest puutüvi pole terves pikkuses ühesuguse läbimõõduga. Et palgi täpset ruumala teada saada, tuleb mõõta selle pikkus ja mõlema otsa läbimõõd (joon. A 4). Nüüd tuleb appi võtta matemaatika ja arvutada selle tüvikoonuse ruumala. Praktikas ei hakata nii keerulist arvutust tegema, vaid arvutatakse silindri ruumala, mille läbimõõduks on palgi läbimõõt keskkohas. Sel juhul saadakse küll tegelikust veidi väiksem maht, kuid see viga pole märkimisväärne.

Küll on palgi läbimõõdu määramine keskkohast tülilikam kui otstest. Selleks läheb vaja spetsiaalset mõõdikut. Kui seda pole, tuleb arvutada eeldusel, et keskkoha läbimõõt on otste läbimõõtude aritmeetiline keskmine. Et aega kokku hoida, ei peagi iga palgi ruumala arvutama, vaid see leitakse selleks otstarbeks koostatud tabelist.

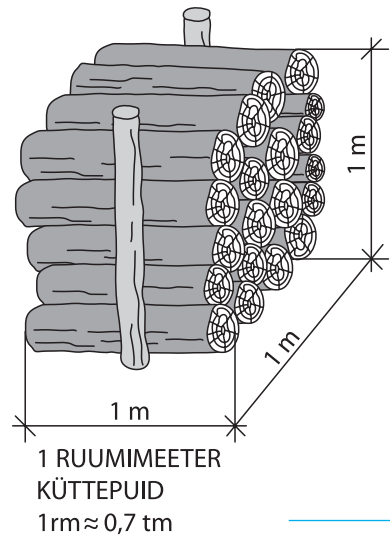
**Tabel palgi ruumala (m<sup>3</sup>) määramiseks**

Palgi pikkus (m)	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Palgi keskmine läbimõõt (cm)									
20	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22
21	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24
22	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27
23	0,12	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29
24	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32
25	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34

Tänapäeval on saetööstuses palkide mahu määramine veelgi lihtsam, kuna vastavad tabelid on salvestatud arvutisse. Aja kokkuhoiu mõttes mõõdetakse palgi läbimõõt vaid ladvapoolsest otsast ja sisestatakse see koos palgi pikkusega arvutisse. Nende andmete järgi leiab arvuti üles vastava ruumala.

Vähemväärtuslikud puu osad ja puud kasutatakse ära küttepuudena või toorainena puitplaatide ja paberi tootmisel. Need lõigatakse ühepikkusteks pakkudeks või nottideks ja laotakse virna. Sellise risttahukakujulise virna maht mõõdetakse ruumimeetrites (joon. A 5). Puuvirna mahu annavad kokku nii puit, puukoor kui ka puude vahele jäävad tühikud. Ligikaudu on igas puuvirna ruumimeetris 0,7 tihumeetrit puitu.

Puud on inimeste jaoks mitmel moel kasulikud. Nad puhastavad õhku, väetavad mulda, kannavad vilju, annavad kütet ja tarbepuitu. Raieküpse metsa kasvatamine nõuab mitme inimpõlve hoolt ja vaeva. Seetõttu tuleb puid hoida ja neist saadavat puitu säästlikult kasutada.



A5

↑ Millised loetletud materjalidest kuuluvad esimesse ja millised teise rühma? Paekivi, puuvill, klaas, nahk, pilliroog, paber, savi, metallid, lambavill, lina, tsement, marmor.

↑↑ Millistest Eestis kasvavatest puuliikidest saadakse suurem osa meil kasutatavat tarbepuitu? Paju, toomingas, tamm, kadakas kuusk, kask, mänd, pihlakas, lepp, haab, õunapuu, saar.

↑↑↑ Kui palju puitu on 6 meetri pikkuses palgis, mille ladvaotsa läbimõõt on 210 mm ja tüükaotsa läbimõõt 230 mm?

↑↑↑↑ Kui suur on 2 meetri pikkustest pakkudest laotud puuvirna maht, kui selle kõrgus on 1,5 m ja pikkus 3 m? Kui palju on selle virnas puitu?

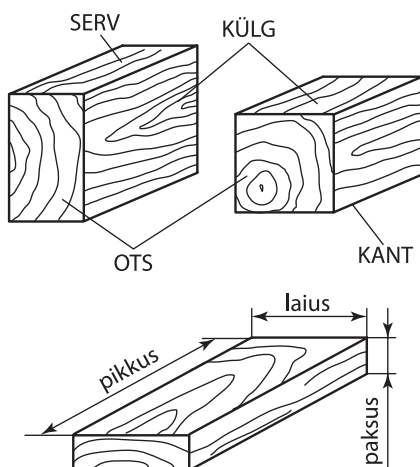
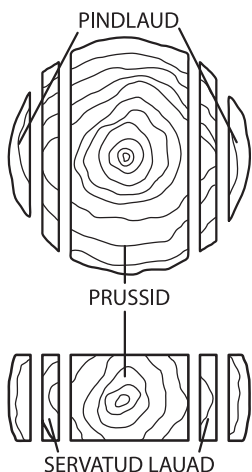


## 2. Puitmaterjalid

Ümmargusi, loodusliku vormiga puutüvesid saab materjalina kasutada vaid üksikutes kohtades (seinapalgid, kiigepostid, rehavarred). Enamasti kasutatakse tarbesemete valmistamisel puitu, millele on eelnevalt antud sobivad mõõtmed ja kuju. Puidu esmatöötlus toimub tavaliselt saeveskis. Seal lõigatakse palgid võimsa masina – saekaatri abil pikuti osadeks – prussideks ja laudadeks. Paksemaid laudu nimetatakse üldkeeles ka plankudeks. Kõiki neid tooteid nimetatakse saematerjaliks ehk saepuiduks.

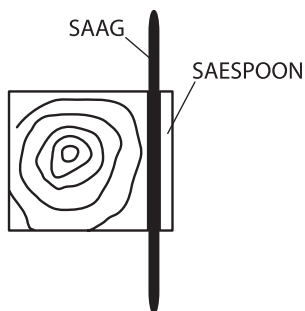
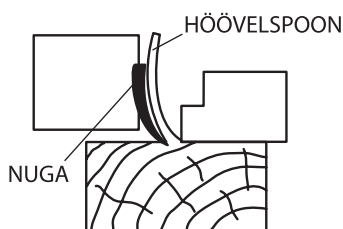
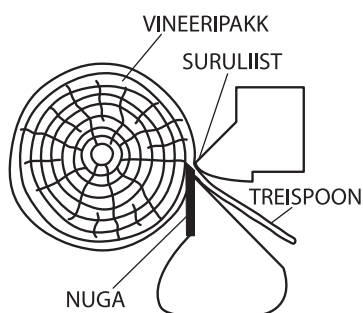
Aastakümneid kasutati saepuidu tootmiseks nn. raamsaekaatreid, kus palki lõikasid üheaegselt mitu kõrvutist saelehete. Sel juhul saadi palgi esimesel saagimisel nn. servamata saematerjal, teise läbimi puhul aga servatud saepuit (joon. A6). Tänapäeval kasutatakse peamiselt ketassa- ja lintsaekaatreid, kus palgi lahkamiseks





A6

A7



on rohkem võimalikke variante. Saepuidu eeliseks ümarpuiduga (palgid, pakud, notid) võrreldes on see, et seda on hulga lihtsam kuivatada, s.t. vabastada kasvavates puudes sisalduvast niiskusest. Kuivatatud saepuit tükeldatakse vastavalt vajadusele väiksemateks **toorikuteks – liistudeks, lattideks, klotsideks**.

Iga laua, prussi või neist lõigatud väiksema puittooriku elemente nimetatakse sarnaselt: laiemaid külgpindu **külgedeks**, kitsamaid **servadeks**, otsmisi pindu **otsadeks** ja pindade teravaid kokkupuutejooni **kantideks**. Puutüve ümaruse tõttu tekkinud kumerat kanti nimetatakse **poomkandiks**. Risttahukakujulise puittooriku mõõtmeteks on **pikkus, laius ja paksus** (joon. A 7).

Tarbepuidu pakkudest ja prussidest toodab puidutööstus veel õhukesti (paksusega 0,5–3 mm) puitlehti, mida nimetatakse **spooniks** ehk **lehtvineeriks**. Seda tehakse eriotstarbelistel lõikepinkidel kas ringkoorimise, hõõveldamise või saagimise teel (joon. A 8). Ringkoorimise teel saadud nn. treispooni kasutatakse peamiselt ristvineeri ja painutatud puitdetailide tootmiseks, sae- ja hõõvelspooni aga vähemväärtusliku puidupinna katmiseks.

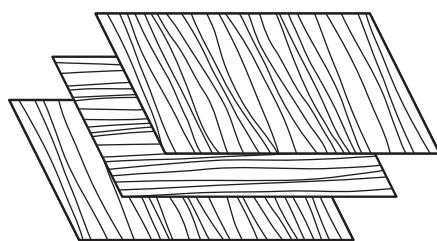
**Ristvineeri** ehk lihtsalt vineeri tootmisel tükeldatakse treispooni kangas ühesuurusteks lehtedeks. Need laotakse üksteise peale nii, et puidukiud kihiti on omavahel risti ja liimitakse selles asendis kokku (joon. A 9). Nii saadakse õhuke ja tugev puitmater-

A8

jal – **vineer**, mille kasutusala on väga lai. Vineerist saab valmistada lelusid, mööblit jne.

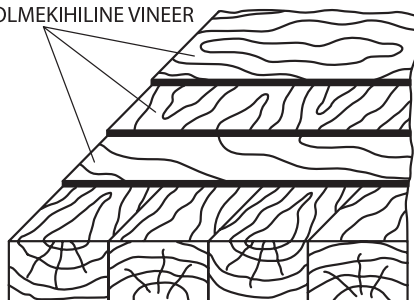
Mööbli ja ehitusdetailide valmistamiseks toodab tööstus mitmesuguseid plaate ja kilpe. Nende juures kasutatakse väheväärtuslikust puidust liiste, spooni, vineeri, puidulaaste, puidukiudusid ja hakkepuitu jms. Möödundu sajandi 70-ndate aastateni valmistati mööblit põhiliselt nn. **ribiplaadist**. Sellise plaadi keskmiseks kihiks on ühepaksused liistud, mille mõlemale küljele on liimitud kaks spoonikihti või kolmekihiline vineer (joon. A 10.) Sestpeale on järk-järgult üle mindud **laastplaatide** tootmisele ja kasutamisele. Nende plaatide tootmisel segatakse puidutöötlemise jäätmed (laastud ja jäme saepuru) liimiga ja pressitakse vastavasse vormi. Tänapäeval toodetakse laastplaate nii massiliselt, et jäätmetest ei piisa ja toorainena kasutatakse nn. hakkepuitu. See saadakse väiksemate puuosiste peenestamisel erilistes hakkemasinates. Laastplaadi pealispinnad võivad olla vääristatud spoonikihiga või õhukese plastiga – nn. **laminaadiga**.

**Kiudplaatide** tootmisel kasutatakse lisaks puidule ka mitmesuguseid teisi taimseid kiude (õled, maisivarred, pilliroog jne). Tooraine tükeldatakse esmalt laastudeks mõõtmetega 35 × 25 × 3...7 mm. Laastudest valmistatakse kiumass, millele lisatakse sideained. See suunatakse esmalt vormimisseadme vee-eraldisse ja seejärel eel- ja lõpppressimisele. Üheaegselt kuumpressimisega toimub ka plaatide kuivatamine. Kõvadest kiudplaatidest on meil kõige levinum 4–5 mm paksune nn. soome papp, mida paljudes kohtades kasutatakse vineeri asemel.




A9

KOLMEKIHILINE VINEER




A10



 Miks nimetatakse saepuidu tootmise ettevõtet veskiks?

 Näita ja nimeta sinu kätte antud puittooriku elemendid.

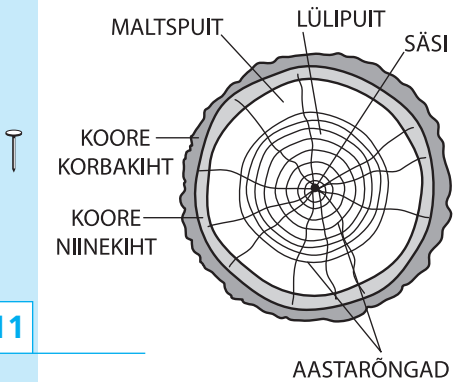
 Kas vineerist oleks võimalik valmistada ka autokeret?

 Võrdle omavahel ribiplaati ja laastplaati. Millised on kummagi head ja halvad omadused?



### 3. Puidu ehitus ja liigid

Puit on materjal, mis koosneb pikkadest surnud taimerakkudest, nn. puidukiududest. Need kiud on iseenesest küllalt tugevad ega purune ilma, et mingi väline jõud neid läbi löikaks või katki rebiks. Seevastu on nad külgsuunas omavahel ühendatud tunduvalt nõrgemini ja selles suunas on puit küllalt kerge purunema.



A11

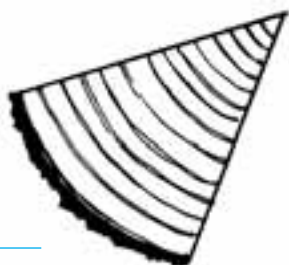
Selle iseärasusega tuleb puidust esemeid valmistades ja neid kasutades alati arvestada.

Eri puuliikidel on puidukiudude ehitus ja talitus mõnevõrra iselaadne ja seetõttu erineb mingil määral ka nende puit. Kasvavas puus tekib tüve ümbritseva koore alumises nn. **niinekihis** pidevalt juurde uusi puidukiude. Ühe aasta jooksul moodustunud puidurakud on hästi nähtavad puutüve ristlõikes **aastarõngaste** kujul (joon. A 11). Välimistes noortes puidurakkudes liiguvad intensiivselt toitimahlad, sisemised rakud aga muutuvad järjest paksemaks ja kuivemaks. Need puidukiud annavad puutüvele vajaliku tugevuse ja siit tuleneb ka nimetus **tugikude**.

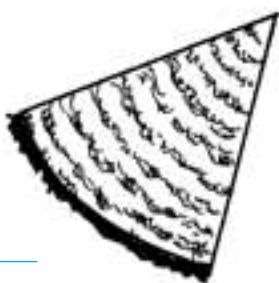
Osa puuliike on sellised, kus tugikoeks muutunud puidurakud eristuvad välimistest selgepiirilisel tumedama värvuse ja väiksema niiskusesisalduse poolest. Seda puiduosa nimetatakse **lülipuiduks** ja neid puuliike **lülipuidulisteks**. Meie puudest on lülipuidulised mänd, kadakas, tamm, saar, toomingas, pihlakas ja paljud viljapuud. Suur hulk puid on sellised, mille puit on üleni ühesuguse värvusega. Neid nimetatakse kas **maltspuidulisteks** (kask, lepp, haab, vaher, pärn) või **küspuidulisteks** (kuusk, pöök).

Okaspuud kasvavad peaaegu aasta ringi, kuid kevadel ja suvel on nende kasv kiire, sügisel ja talvel aga aeglane. Nii koosneb nende puidus aastarõngas kahest kihist. Sisemine, nn. **kevadpuit** on laiem ja heledam, välimine – **sügispuit** – aga tumedam ja läikivam (joon. A 12). See muudab okaspuude aastarõngad hästi nähtavaks ükskõik mis suunas lõigatud puidupinnal ja hõlbustab puiduliigi äratundmist. Eestis kasvavad okaspuudest kuusk, mänd ja kadakas, parkmetsades aga ka sinna istutatud lehis.

Lehtpuud kasvavad vaid kevadel ja suvel. Nende puhul on aastarõngad puidu pinnal raskemini eristatavad. Mõnevõrra paremini on aastarõngad nähtavad nende puuliikide



A12

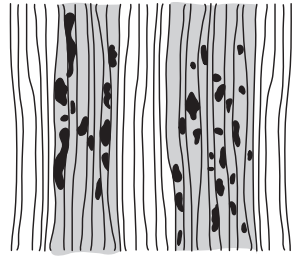


A13



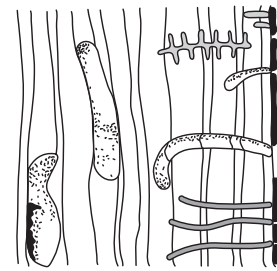
A14

puidus, kus kevadel arenevad suurema läbimõõduga sooned ja mida seetõttu nimetatakse **rõngassoone-listeks**. Sellised on Eestis kasvavatest puudest tamm, saar ja jalakas (joon. A 13).



Puidul kui materjalil on sageli mitmesuguseid kõrvalekaldeid tavapärasest siseehitusest, mis tekivad puu kasvamisel aga ka puidu säilitamisel või koguni töötlemisel. Kuna need enamasti halvendavad puidu kvaliteeti, siis nimetatakse neid ka **puiduriketeks**.

Kasvavas puus väljuvad puutüvest **oksad**. Nende okste alusosade juures muutub puidukiudude suund ja tihedus (joon. A 14) ning koos sellega puidu tekstuur, tugevus, kõvadus, lõigatavus ja teised omadused. Okslik puit on üldiselt alati madalama kvaliteediga kui oksatu, kuigi mõnel juhul võib see olla ilusama tekstuuriga.



Kuna puit koosneb suures osas orgaanilisest aineist, siis on see teatud tingimustes heaks kasvupinnaseks mitmesugustele mikroskoopilistele **seentele**. Nende elutegevuse tulemusena muutub esialgu puidu värvus, seejärel vähenevad tugevus ja kõvadus ning lõpuks laguneb puidukude täiesti. Selliseid puidurikkeid nimetatakse **mädanikeks** (joon. A 15). Puidust toituvad ka mitmed putukad ja nende vastsed. Sel juhul uuristavad nad puitu sügavaid käike, mis muudab puidupinna inetuks ja halvendab puidu mehaanilisi omadusi. Selliseid puidurikkeid nimetatakse **putukvigastusteks** (joon. A 16). Mädanikud ja putukvigastused tekivad suuremalt jaolt puitmaterjalide ülemäärase niiskusesisalduse ja halbade hoiutingimuste tõttu. Seetõttu on väga oluline puutüvede kiire lahksaagimine või lõhastamine. Niisama tähtis on saematerjalide õige kuivatamine ja hoidmine hästi ventileeritavates ruumides.

A15

A16

† Millise töö juures on eelnimetatud puidu ehituse iseärasus inimestele kasulik ja kus tuleb selle kui kahjulikuga kokku puutuda?

†† Kuidas mõjutab puu kasvukoht puidu okslikkust?

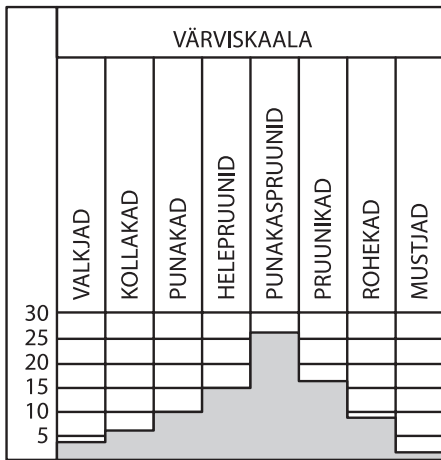


## 4. Puidu tehnilised omadused

Neid materjali omadusi, millega tuleb arvestada materjali valikul, töötlemisel ja kasutamisel, nimetatakse tehnilisteks omadusteks. Puidu puhul eristatakse **füüsikalisi, mehaanilisi** ja **tehnoloogilisi** omadusi. Need iseloomustavad teataval määral igasugust puitu, kuid toovad esile ka iga puiduliigi eripära.

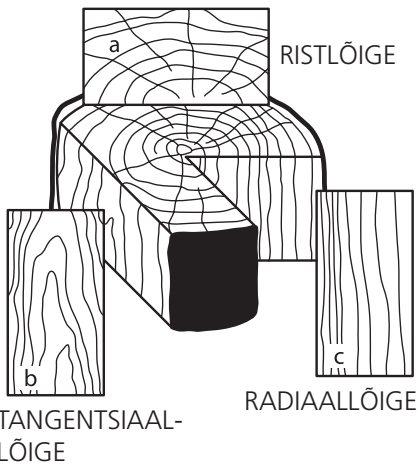
Puidu tähtsamad füüsikalised omadused on **tihedus, värvus, tekstuur, niiskusele reageerimine**. Puidu **tihedus** on matemaatiline suurus, mida mõõdetakse tema massi ja ruumala suhtega. Tiheduse leidmiseks mõõdetakse proovitükk



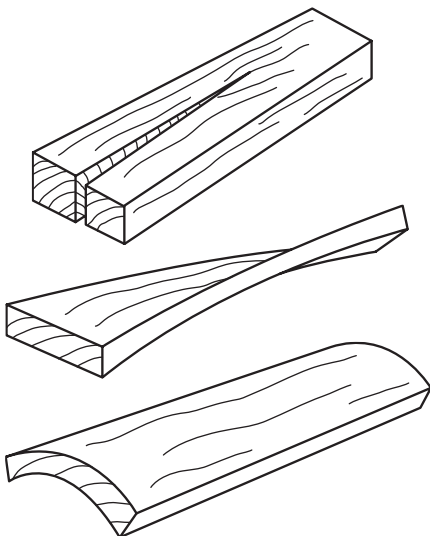


ja arvutatakse selle ruumala. Seejärel leitakse kaalumise teel selle proovitüki mass. Tihedus arvutatakse valemi  $t = m/V$  abil. Kuna puidu tihedus sõltub suurel määral niiskusesisaldusest, siis arvestatakse puidu tihedust kuivana, kui puit sisaldab 12% vett. Puidu tihedus sõltub suurel määral ka puidu liigist. Maailma väikseima ja suurima tihedusega puitu saadakse troopikas kasvavatel puuliikidelt. Need on  $200 \text{ kg/m}^3$  – balsa ja  $1300 \text{ kg/m}^3$  – pokkpuu. Eesti vastavad näitajad on  $450 \text{ kg/m}^3$  – kuusk ja  $990 \text{ kg/m}^3$  – tuhkpuu.

A17



A18



A19

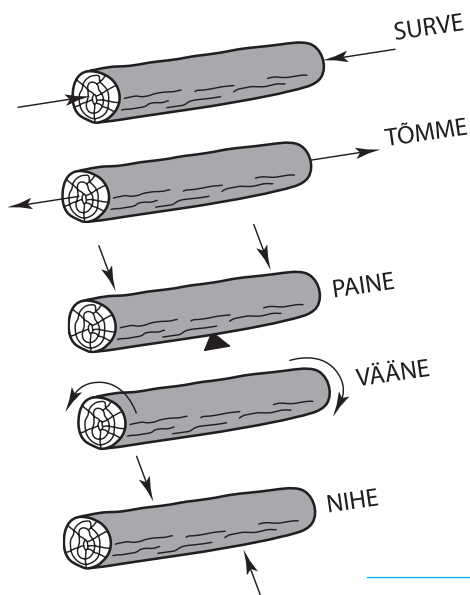
**Värvus** on puidu oluline, kuid mitte püsiv tunnus. See muutub koos puu vanusega ja väga sageli ka puidu seismisel õhu ja valguse käes. Looduses kasvab nii valge, kollase, punase kui ka roheka ja musta värvusega puitu, kuid suurem osa puiduliike on pruunika värvivarjundiga (joon. A 17). Nii on näiteks Eestis kasvavatest puudest haava puit valge, lepa ja männi puit helepruun, jalaka puit tumepruun. Võõrpuuliikidest on oma iseloomuliku punakaspruuni värvuse tõttu tuntud **mahagonipuu** ja musta puidu tõttu **eebenipuu** puit. Värvus pole aga puidu puhul eriti oluline, sest seda on võimalik vastavalt vajadusele toonvärvide (peitside) abil muuta. **Tekstuur** on puidu lõikepinnal tekkiv muster, mille moodustavad aastarõngad, säsiikiired jt. silmaga nähtavad puidu koostisosad. Puidu tekstuur on üks tähtsamaid puiduliiki iseloomustavaid tunnuseid. See oleneb aga väga suurel määral ka puidu lõikepinna suunast puidukiudude ja aastarõngaste suhtes (joon. A 18).

**Reageerimine niiskusele** on eelkõige puidu kui materjali üldine omadus. Puidu juuspeened sooned (kapillaarid) võivad imada niiskust nii veest kui õhust. Selle tulemusena puit **paisub**, kuivades aga **kahaneb** uuesti. Mõõtmete muutumine

põhjustab puidu **pragunemist, kaardumist** ja **kõmmeldumist** (joon. A 19).

Puidu mehaanilistest omadustest on esmatähtsad **tugevus** ja **kõvadus**. Tugevus näitab materjali vastupanuvõimet välistele jõududele. Et jõud võib materjalile mõju avaldada mitmes erinevas suunas, siis arvestatakse eraldi surve-, tõmbe-, painde- nihke- ja väändetugevust (joon. A 20). Puidu puhul tuleb siin arvesse veel puidu kiuline ehitus. Sellest tingituna on puidul surve- painde- ja tõmbetugevus pikikiudu palju kordi suurem kui ristikiudu. Kõvadus näitab materjali vastupanuvõimet teiste kehade sissetungimisele. Ka see erineb puidu puhul eri suundades, kuid mitte nii suurel määral kui tugevus. Samas on kõvadus suuresti sõltuv puidu liigist. Nii on kasepuidu kõvadus 2 korda, tamme- puidu kõvadus 3 korda ja õunapuu kõvadus koguni 4 korda suurem pärnapuidu kõvadusest.

Puidu ehituse ja mehaaniliste omadustega on seotud ka selle materjali tehnoloogilised omadused. Kiulise ja poorse ehituse tõttu on puidul hea **liimitavus**, väikese tõmbetugevuse tõttu külgsuunas aga hea **lõhastatavus**. Kõvadusest sõltub suurel määral puidu **lõigatavus**, paindetugevusest aga **painutatavus**.



A20



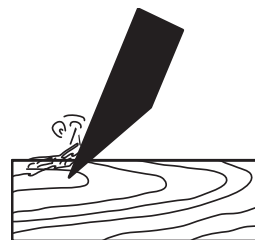
🔧 Leia kahe ühesuuruse kase- ja haavapuidust klotsi tihedus ja võrdle neid omavahel!

🔧 Kuidas on puidu kõvadus seotud puidu tihedusega? Proovi suruda naasklit kasepuidust ja haavapuidust klotsi külgpinda! Kummal puhul on vaja rakendada suuremat jõudu? Milline on järeldus?



## 5. Puidu esemeteks vormimine

Selleks et materjalist mingit eset vormida, on seda materjali vaja **töödelda**. Iga materjali jaoks on aegade jooksul välja kujundatud kõige sobilikumad töötlusviisid. Nii saab klaasi sulatada, puhuda ja valada; metalli valada, sepsitada ja painutada; savi sõrmedega vormida ja põletada. Puidule saab soovitud kuju anda **lõiketöötusega**, mõnel üksikul juhul saab seda ka **painutada**.



A21