TARTU ÜLIKOOL · UNIVERSITAS TARTUENSIS · 1632
Juo. 1991.

O. Daniel

Metsakasvatus

I–II

Üldosa

Metsakorralduse kabineti Tartu Ülikool. raamatukogu
23214

K./Ü. „LOODUS“
TARTUS 1926

K./Ü. „Looduse“ keeleline korrektor
Tartu Ülikooli eesti keele lektor J. V. Veski.
Tehniline korrektor M. Bekker.

A-4596

2.

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
34746

V. Pohlak & Ko. trükikoda Võrus.

Kirjandus

tarvitatud Metsakasvatuse I ja II jao kokkuseadmisel.

Арнольдъ, Ѳ., Русскій лѣсъ. СПБургъ 1893.
„ Курсъ лѣсоводства. СПБургъ 1892.
Beissner, L., Nadelholzkunde. II Aufl. Berlin 1909.
Bode, A., Handb. zur Bewirtsch. der Forsten in d. deutschen Ostseeprovinzen Russlands. Mitau 1840.
Borggreve, B., Die Holzzucht. II Aufl. Berlin 1891.
Brünings, K., Forstl. und landwirtsch. Anbau der Hochmoore. Berlin 1881.
Burckhardt, H., Säen und Pflanzen etc. V Aufl. Trier 1880.
Bühler, A., Waldbau I u. II. Stuttgart 1918 u. 1922.
Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume. II Aufl. Jena 1917.
Cajander, A., Über Waldtypen. Helsingfors 1909.
„ u. J. Ilvessalo, Über Waldtypen II. Helsingfors 1921.
Cotta, H., Anweisung z. Waldbau. VIII Aufl. Leipzig 1856.
Данилов, Е., Осина и ее разведение. Москва 1922.
Dippel, L., Laubholzkunde. Berlin 1893.
Dittmar, Der Waldbau. II Aufl. Neudamm 1921.
Duesberg, R., Der Wald als Erzieher. Berlin 1910.
Eesti Loodus. Äratrükk koguteosest „Eesti“. 1925.
Fischbach, C., Lehrbuch der Forstwissenschaft. IV Auflage. Berlin 1886.
Fürst, Plänterwald od. schlagweiser Hochwald. Berlin 1885.
„ H., Die Pflanzenzucht im Walde. Berlin 1888.
Gayer, K., Waldbau. IV Aufl. Berlin 1896.
„ Der gemischte Wald. 1886.
Godbersen, Die Kiefer. Neudamm 1904.
Grebe, C., Gebirgskunde, Bodenkunde u. Klimaleben. II Aufl. 1858.
Hartig, G. L., Lehrbuch für Förster. II Aufl. Berlin 1875.
„ Kurze Belehrung über die Behandl. u. Kultur des Waldes. II Auflage. Berlin 1859.
„ Th., Anatomie u. Physiologie der Holzpflanzen. Berlin 1878.
Hempel, G. u. Wilhelm, K., Die Bäume u. Sträucher des Waldes. Wien 1889.
Hess, R., Enzyklopädie u. Methodologie der Forstwissenschaft. Nördlingen 1885.
„ Die Eigenschaften u. d. forstl. Verhalten d. Holzarten. III Aufl. Berlin 1905.
Heyer-Hess, Der Waldbau etc. Leipzig—Berlin 1906. V Aufl.
Jankowsky, R., Die Begründung naturgem. Hochwaldbestände. III Aufl. Berlin 1904.
Jösting, Der Wald, seine Bedeutung etc. II Aufl. Berlin 1918.
Кэрн, Основы лесоводства. Москва 1924.
„ Э., Ива, ее значение, разведение и употребл. V изд. Петроград 1919.
Klinge, L., Praktische Bodenkunde. Riga 1910.
Klinge, J., Flora von Est-, Liv- und Curland. Reval 1882.
„ Die Holzgewächse von Est-, Liv- u. Curland. Dorpat 1883.
Кнорре, П., Очеркъ Чернышевск. лѣсн. дачи. Москва 1882.
Kodumaa taimed I. Tartus 1918.
Коппъ, Краткое руководство къ лѣсовозращенію. Москва 1886.
Кравчинскій, Лѣсовозращеніе. 1903.
Kraft, G., Beiträge zur Lehre der Durchforstungen. Hannover 1884.
Krahe, J., Lehrbuch der rationellen Korbweidenkultur. Aachen 1897.
Крюденеръ, баронъ, Основы классиф. по типамъ насажд. Петроградъ 1916 г.
„ Сплошн. и семенно-лѣсосѣчн. рубка и т. д. СПБургъ 1910.

Kupffer, K., Baltische Landeskunde. Riga 1911.
Lakari, O., Studien über die Samenjahre etc. Helsinki 1915.
„ Tutkimuksia kuusen karsivisesta. Helsinki 1920.
„ Tutkimuksia männyn muodosta. Helsinki 1921.
Laschke, C., Ökonomie des Durchforstungsbetriebes. Neudamm 1901.
Linkola, Waldtypenstudien in den Schweizer-Alpen. Zürich 1924.
Lorey, T., Handbuch der Forstwissenschaft. III Aufl. Tübingen 1913.
Löwis, A. v., Anleitung zur Forstwirtsch. für Livland. Riga—Dorpat 1814.
„ Vorschlag zum Anbau d. Eiche i. d. russisch. Ostseeprov. Dorpat 1834.
„ Die ehemalige Verbreitung der Eiche. Dorpat 1824.
Mathiesen, A., Metsamehe abiraamat. Tartus 1923.
Maurach, M., Praktiline metsaasjandus. Dorpat 1893.
Mayr, H., Waldbau auf natürl. Grundlage. Berlin 1909.
Mitscherlich, E., Bodenkunde f. Land- u. Forstwirte. III Aufl. Berlin 1920.
Морозов, Г., Учение о лесе. Москва 1924.
„ Типы и бонитеты. СПБургъ 1912.
„ Матеріалы по изученію Русск. лѣса. Петроградъ 1914.
Möller, A., Dauerwaldgedanke. Berlin 1922.
Мельдеръ, Хр., Типы насажд. Аагофск. лѣсничества. СПБ. 1909.
Neudammer Försterlehrbuch. VI Aufl. Neudamm 1919.
Ney, C., Die Lehre vom Waldbau. Berlin 1885.
Nobbe, F., Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876.
Nõmmik, A., Kodumaa mullastik. Tartus. 1925.
Pfeil, W., Die deutsche Holzzucht. Leipzig.
Ramann, E., Bodenkunde. III Aufl. Berlin 1921.
Reim, P., Tammekultuurid Lõuna-Eestis. Tartus 1925.
Рейнвальдъ, А., Возобновленіе сосны въ Аагофскомъ лѣсничествѣ. СПБ. 1911.
Reuss, H., Die forstl. Bestandesgründung. Berlin 1907.
Rosswässler-Willkomm, Der Wald. II Aufl. Leipzig 1871.
Рудскій, А., Настольная книга по лѣсоводству. СПБ. 1897.
Schacht, H., Der Baum. Berlin 1860.
Schwarz, Fr., Forstliche Botanik. Berlin 1892.
Sivers, M. v., Die forstl. Verhältn. der balt. Provinzen. Riga 1903.
„ Darstellungen der forstl. Verhältn. Livlands im Jahre 1896. Riga 1896.
„ A. v., Geschichte des Euseküllschen Forstes. Jurjew 1895.
Шабакъ, Э., Типы и бонитеты. 1914.
Шатиловъ, 70-ти лѣтн. опытъ искусств. лѣсоразвед. и т. д. СПБургъ 1893.
Шреберъ, Р., Живая изгородь. СПБургъ 1892.
Tiismann, B., Hiiu saare rannikluited. Tartus 1925.
Турскій, М., Лѣсоводство. VI изд. Рига 1924.
Тюрмеръ, Ф., 50 лѣтъ лѣсохозяйств. практики. 1891.
Urff, Forstkulturen. III Aufl. Berlin 1906.
Viiekümne-aastased keskmised meteoroloog. vaatl. 1866—1915. Tartu 1919.
Wagner, C., Die räumliche Ordnung im Walde. III Aufl. Tübingen 1914.
„ Der Blenderbaumschlag u. sein System. Tübingen 1923.
Wagener, G., Gedrängte Darstellung der wichtigsten Waldbauregeln. Berlin 1875.
Warming-Gräbner, Pflanzengeographie. III Aufl 1918.
Weise, Leitfaden f. d. Waldbau. IV Aufl. Berlin 1911.
Wiebecke, Dauerwald. Stettin.
Willkomm, M., Forstliche Flora von Deutschland etc. Leipzig 1887.
„ Streifzüge durch die Baltischen Provinzen. Dorpat 1872.
Wolff-Lindenberg, Forstculturen u. deren Arbeitsaufwand. Riga 1899.

Ajakirjad: Eesti Mets; Лесной Журнал; Forstwissensch. Centralblatt; Allgem. Forst- u. Jagdzeitung; Münchner forstl. Hefte; Loodus.

Saatesõna.

Juba aastat 25 tagasi oli mul kavatsus metsakasvatust käsitella laiemaulatuselises raamatus, kui seda tegid need vähesed kirjatööd, mis sinnamaani sel alal eesti keeles olid ilmunud. Põhjus ei seisnud mitte selles, nagu oleks minul, tookord algajal, noorel metsamehel midagi erilist öelda olnud, küll aga oli selleks soov eestlastest metsameestele võimaldada laiemat ülevaadet metsakasvatusest saada, teades, kuivõrt ühekülgseks tookord metsameeste teoreetiline ettevalmistamine oli kujunenud. Mitte kõik ei vallanud võõraid keeli niivõrt, et nendes kirjutatud raamatuist oma teadmisi kasuga täiendada, ja ka mitte igamehe asi pole paksudest võõrakeelseist õpperaamatuist läbi töötades teri sõkaldest eraldada. Nii siis ilmusid esialgu mõned katkendid metsanduse põhijoontest „Postimehes", kuid peaosa ise jäi ilmumata — käsikirja kadumise tõttu, kuna aga uue kokkuseadmiseks puudus esialgu aeg, sest kaugel kodumaast avanes tööala, kus järgnesid pikad töörikkad aastad eriliselt soodsais oludes. Mitmekesise koosseisuga metsad (peale kuuse) ja head kasutamisvõimalused õigustasid laialisi kultiveerimis- ja hooldamistöid ette võtta, kusjuures kitsendamata teotsemise võimalus metsa seisukorra parandamiseks palju kaasa aitas.

Aja jooksul oli jällegi materjali kogunenud, nüüd juba rohke lisaga, iseenese kogemustest ja katsetest 18-aastase töö kestel, kuid kõik see materjal jäi kodumaale tagasipöördumisel teispool piiri peatuma.

Kodumaa pakkus mulle võimaluse osa võtta Eesti noore metsameeste-põlve ettevalmistamisest ja juhatamisest tema vastutusrikkaks tööks Eesti metsades.

Selle austava ülesande täitmisel on viis aastat möödunud ja kolmandat korda on kogunenud materjal, mida võiksid kasutada ka laiemad asjast huvitatud ringkonnad.

Öeldakse, et igal raamatul on oma saatus. Tahaks loota, et käesoleva raamatu saatus kaasa on mõjunud tema küpsmiseks, kuigi kirjutajal on tunne, et ta veelgi kümneid aastaid võiks trükimusta oodata, ilma et ta täielisena tunduks, sest et kirjutaja, niikaua kui ta ei kaota ühendust metsaga ja elava tööga, end alaliselt õppijaks loeb.

Metsateadus on suure toe leidnud katseasjanduses, kuid loomulikult ei või meie noor metsandus ise sel alal veel nimetamisväärilist pakkuda, sest ka see, mida üks või teine metsamees meil selle poolest oma tegevusealal saavutanud, on suuremalt osalt töötaja enesega kadunud, ilma et ta laiematele ringkondadele tuttavaks oleks saanud. See on tunduv, kuid paratamatu puudus, aga sellel põhjusel raamatu ilmumist edasi lükata poleks õigustatud, seda enam, et enne, kui üldised metsakasvatuslikud põhijooned meie metsameeste peres kindlamat ning laiemat pinda pole leidnud, ei suudaks ka arenenud katseasjandus

suuremale hulgale tunduvat kasu tuua. „Enne õppida, siis katsuda," ütleb Mayr. Mis minul oma senistel rännakutel kodumaa metsades iseäralist silma on puutunud, olen katsunud selgitada, niivõrt kui see end küsimuste varal kohtadel olevate vanemate metsameeste käest selgitada laskis; mis aga nendel rännakutel eriliselt silma paistis, on see, et paljudel juhtumustel isegi lihtsad metsakasvatuslikud võtted soovida jätavad ja suure osa äpardanud kultuuride põhjuseks on vähesed isiklikud kogemused. Siin nüüd tahaks käesolev raamat teejuhiks ja nõuandjaks olla.

Nii mõnigi lugeja ehk leiab, et käsitlus kohati liiga laialise ulatuse on saanud, puudutades elementaarseid mõisteid, kuid ei või unustada, et praegune tarvitajate-ringkond seisab oma teadmistes ja erilises ettevalmistuses alles mitmesugusel astmel.

Lootes, et raamat heaks tuttavaks saab mitte ainult metsameeste peres, vaid ka põllumeeste seas, pühendan ta kõigile, kes on huvitatud Eesti metsade heast käekäigust.

Tartus, sügisel 1925. a.

Raamatu kirjutaja.

Sissejuhatus.

Mets on inimkonna kultuurilises ja tulunduslikus (majanduslikus) elus niivõrt tähtsaks teguriks kujunenud, et tema seisukorra ning rohkusega on ühendatud riikide ja rahvaste tulunduslik jõud ja hea käekäik. Me suudame endile praegu inimkonda tema normaalsel arenemisteel ilma metsata sama vähe ette kujutada kui ilma muu kultuuripinnata. Säärane hindamine ei ole aga inimkonna poolt metsale mitte alati osaks saanud ega leia veel praegugi igal pool pinda. Oma loomusele vastavalt hindab inimene loodust ja tema varasid niivõrt, kui see tema igakordseid otseseid huvisid riivab. Sellest vaatekohast välja minnes on ta vahekord metsaga ka mitmeti muutunud ja mets on pidanud inimese sellekohast ümberkäimist kannatama. Tundus mets temale kitsendusena kultuuripinna laiendamisel, siis hävitas ta teda kui vastast elementi kõikide võimalikkude abinõudega. Niikaua kui pärastistel aegadel metsast otsekohest puudust ei tundunud, leidis ta hindamist kui looduse and, mis iseenesest kasvab ja kasutamiseks kõlvuline, ja alles siis, kui metsast igapäevaseks tarviduseks puudus kätte hakkas tulema või kui mõistmata metsahävituse tagajärjed ka inimese ümbruskonna halvenemise kaudu hakkasid tunduma, tõusis arusaamine, et metsal on peale kitsaste inimese huvide rahuldamise ka looduse majapidamises oma kindlad ülesanded täita ja ta kasutamisel piirid, milledest üleastumine esimesel joonel inimese enese kahjuks kujuneb. See äratundmine sai aluseks metsandusele, millega käsikäes arenes ka metsateadus.

Viimase ülesandeks on inimese tegevust metsakasvatuse, -hooldamise ja -kasutamise alal nõnda juhtida, et metsad kõige täielikumalt võiksid oma igakordset otstarvet täita ja vältavalt suudaksid kõige suuremat kasu anda kõige vähema jõu- ning rahakulu varal.

Mida enam metsateadus laienes ja süvenes, seda enam selgusid raskused, mis ühenduses tema ülesande teostamisega. Ainult looduse eeskujule ei saa moodis metsandus enam toetuda, — selleks on elu tempo liiga kiire ja peale selle ei suuda looduse metsad kaugeltki seda pakkuda, mida me oma tulundusmetsadelt nõuame. Nii tervisliku seisukorra kui ka puuliikide otstarbekohase paigutamise suhtes ei ole looduse metsad ideaalsed. Ka seal hävitavad seened, putukad, tuli ja torm metsa, ka seal ilmub juhuliselt puuliik sinna, kus pole tema koht, ka seal leiduvad metsa sees lagendikud ja harvikud, ja põlised puud oma ülemäära pika eaga ei ole meie kasutusaladel enam tarvilikud ega ka kasulikud. Ka looduse metsade alalist maa rikastamist ei saa meie otsejoones eeskujuks tarvitada, sest et me sunnitud oleme selle osa metsast, mis seal kõduneb ja maad uute ainetega rikastab, juba enne ta loomulikku lõppu ära kasutama. Me ei saa aga ka looduse

eeskujust loobuda ja oma majandusmetsi täiesti kunstlikule alusele seada. Tuleb seepärast leida kesktee, kus kunst ja loodus võiksid ühineda ja teineteist täiendada, ja just piiride leidmises ning määramises, kui kaugele me looduse täiendamise püüetes kuskil võime minna, seisab pearaskus ja peituvad põhjused väärsammudeks, mis metsanduse-alal tehtud ja veelgi tehakse.

Näib, et metsade seisukord metsateaduse arenemise peale vaatamata ikka viletsamaks muutub, ja õigustatud võiks paista asjast kaugemal seisjate arvamine, et arvesse võttes aja kestust, mil metsandus omale teadusliku aluse sai, ja rikkalikku kirjandust, mis sel alal on ilmunud, tegelikud saavutused siiski väikesed on. Peaks arvama, et need võrdlemisi lihtsad võtted, mis metsakasvatuse ja -hooldamise alal tarvitusele tulevad, täidesaatmisel raskusi ei võiks sünnitada. Ligemal vaatlusel leiame, et asi siiski nõnda lihtne pole, kui ta asjast kaugemal seisjaile paistab.

Looduses ei ole midagi jäävat, püsivat, ja ka metsaga eksperimenteerib loodus suurejooneliselt ning laiaulatuseliselt. Tema kasutada on piiramata aeg, mis ebaõnnestunud katseid heaks teeb ja üleminekuid tasandab. Metsateadus peab selles suhtes kitsaste piiridega leppima, ja väärsammud annavad end tulunduslikult varssi tunda. Mida enam metsa-alad kultuuripinna arvel kitsenevad ja mets kehvemate asukohtadega peab leppima, seda raskemaks kujuneb ülesanne, tulundusmetsadelt nõutavale tarvidusele vastavat saaki saada. Selle ülesande lahendamist püüab metsateadus mitmesugusel teel läbi viia, ja niisama mitmekesised ning vahelduvad, nagu metsad ise, on ka võtted, mis tarvitusele tulevad. Mõned nendest annavad häid tagajärgi, teised osutuvad vääratustena. Üksiku metsamehe teotsemisaeg on aga lühike võrdlemisi metsa elueaga. Töö algaja ei saa selle väljakujunemist lõpuni jälgida, ja nii kordub alaline katse kõige parema tee otsimisel. Palju aega ja raha on kulutatud ilma nimetamisväärilise edu saavutamiseta.

On mõnes kohas üks või teine kultiveerimis- või käitamisviis häid tagajärgi annud, siis leiab see järeletegemist, ilma põhjaliku kaalumiseta, kas see, mis ühes kohas hästi õnnestus, teises kohas sedasama tõotab. Kaalumistel ja arvestamisel võib aga siis põhi olla, kui me suudame endile selgeks teha, missuguseil looduslikel põhjusil üks või teine nähtus metsa elus ilmsiks tuleb ja missugusteks meie töö tagajärjed metsas looduslikul alusel võivad kujuneda. Selleks on eeskätt tarvilik tundma õppida, niivõrt kui teadus seda lahendada on jõudnud, puuliike nende nõuetes üksikult ja üheskoos kasvamisel, niisama pinda ja ümbruskonda tema mitmekesistes mõjuavaldustes puude ja metsa kasvu suhtes, kuna teisel joonel järgneks mitmesuguste metsakasvatuslikkude võtetega tutvumine ja nende otstarbekohane valik.

Kasvukoht.

Puud on oma eluea kestusel seotud kasvukohaga. Idaneb ja juurdub seeme kuskil, kuhu ta kas tuule, vee, loomade või inimeste kaastegevusel paigutatud, siis on sellega ühtlasi tulevase puu kasvamise ja arenemise piirid peajoontes kindlaks määratud; ta peab oma surmani leppima selle kasvukoha ning ümbruskonnaga, kuhu ta juhuliselt on sattunud, ilma võimaluseta omal algatusel asukohta muuta, nagu seda saavad teha näit. loomad niisugustel juhtumustel, kui nende sünnikoht küllalt lahedat elamist ei võimalda ehk nende eneste või järeltulijate julgeolekut ei kindlusta. Selles peituvad põhjused, miks metsakasvatuses puude kasvu- ehk asukohale eriti suur tähtsus antakse ja et selle küsimuse lahendamisega suurel määral ühendatud on paremad või halvemad tagajärjed metsamehe loovas töös.

Loodus ei tööta ühekülgselt ega väiklaselt, ja nii näeme ka puude suhtes, et vaatamata liikumisvabaduse puuduse peale, neil kitsendatud piirides ometigi võimalik on soodsamaid kasvu- ja arenemistingimusi enesele kättesaadavaks teha. Osalt mõjub selleks kaasa asjaolu, et puu kasvamiseks ning arenemiseks kaasa mõjuvad *mitmed* tegurid. Kasvu käik ei olene mitte ainult mullastikust, milles puu juured asuvad, vaid ka kliimalistest teguritest, ja siia juurde seltsib asjaolu, et mõlemad, see on mullastik ja kliima, teineteist selles tegevuses vastastikku toetavad ja täiendavad. Headel kliimaoludel võib iseenesest ebasoodus mullastik ikkagi rahuloldavaks asukohaks kujuneda, kuna head mullastikuolud ebasoodsa kliima mõju teataval määral tasandavad ja kaasa aitavad kasvukoha omaduste tasakaalu jaluleseadmiseks.

Selle kõrval on looduse majapidamises suureks korraldamis-abinõuks puude nõudlikkuse laialised piirid. See asjaolu võimaldab teatavail puuliikidel ka äärmiselt halbu kasvukohti ära kasutada, nii et maakeral leidub võrdlemisi vähe maa-alasid, kus üks või teine puuliik asukohta ei leiaks. Seda tuleb mõista muidugi nendes piirides, kus puude kasvamine üldse võimalik on.

Kus mets on ainult looduse hoole all, seal kujuneb kõige otstarbekohasem puude asumine vastavale kasvukohale aja jooksul nõnda-öelda iseenesest. Kõige leplikum ning vähimate nõuetega puuliik omandab kõige laialisemad kasvualad, kus ta üksi või mõne omataolise, vähega leppija seltsis ülemvalitsust oma käes peab. Kes rohkem nõuab, ei suuda sinna kauaks peatuma jääda ja peab kitsama alaga leppima, seda jagades omasugustega.

Loodus ei arvesta *aega* ega *ruumi*; sellepärast ei suuda ka juhulised kõrvalekaldumised, mis selles korralduses näit. mitmesuguste katastroofide tagajärjel ette võivad tulla, vältavaid ümbermoodustusi esile kutsuda.

Teisiti on lugu metsadega, mis inimese hoole all seisavad: siin võtab inimene korraldamise ning reguleerimise oma peale, arvestades aega, ruumi ja kulusid, ja iga väärsamm sel alal lõikab sügavasti ta tulunduslikesse huvidesse. Et võimalust mööda sellest hoiduda, peab metsakasvataja tutvuma nõuetega, mida esitavad puuliigid kasvukoha suhtes, peab tundma sellega ühenduses seisvaid tegureid niihästi nende üksik- kui ka kogumõjus ja sellest välja minnes üksikuile puuliikidele vastavad kasvukohad määrama, kus nad kõige lühema aja jooksul kõige suuremat tulu võiksid anda.

Kasvukoha all mõistame pinnast, kus puud juurduvad, ühenduses maakoha kliimaga, mis neid ümbritseb, ja kasvukoha-õpetuse ülesandeks on selgitada ühelt poolt pinnase ja kliima omavahelist, teiselt poolt nende mõlemate ja puude vahekorda.

Maa ja kliima ehk ilmastu on teineteisega niivõrt seotud, et neid ei saa kasvukoha mõiste piirides teineteisest eraldada, vaid neid tuleb võtta ühise tervikuna.

Kasvukoha tundmine on eriti viimasel ajal metsateaduses tähtsa koha omandanud ja koondab oma raami väga mitmesugused teadusharud, nagu geoloogia, petrograafia, keemia, füüsika, taimefüsioloogia, bioloogia ja kliimateaduse. Käesolevas raamatus võivad nendest laialdastest aladest arusaadavail põhjusil ainult mõned põhijooned vaatluse alla tulla. Kõige pealt tuleks lahendada küsimus: mida tuleb meil mõista maapinna ehk pinnase all? Mullateadlaste väljenduste järele võiks pinnaseks nimetada taimestiku kasvamiseks kõlblikku maakera pealmist murenenud kihti, mis koosneb enamvähem peentest mineraal- ja orgaanilistest ainetest ühes selles segus leiduva niiskuse ja õhuga.

Säärasena, nagu pinnas meile praegu esineb, ei ole ta algusest peale olnud; sellepärast ei ole üleliigne siinkohal lühidalt tema kujunemiskäiku kirjeldada.

Senini maksva Kant-Laplace'i oletuse järele oli meie maakera kauges minevikus tulivedel keha, kus kõik mineraalid leidusid sulas olekus ja segatult, olgugi et selles segus raskemad mineraalid arvatavasti juba rohkem all, kergemad aga rohkem peal hoidusid. Aegamööda jahtus maakera ilmaruumis; selle tõttu tihenes ta väline kiht ja tulivedel tuum kattus kindla koore ehk kestaga, mis koosnes hangunud mineraalidest. See kest polnud aga kuigi püsiv: alaliselt purustas teda tulivedel sisu, mis tekkinud lõhede vahelt välja tungis ja hangudes praegused mäestikud moodustas. Kohati aga laskus sisemine pinge niivõrt, et võrdlemisi nõrk koor ei jõudnud püsida, vaid madalamale vajus. Seal kujunesid suuremad vete kogunemise kohad, nimelt sel teel, et vee-aur maakera pinna jahenemise tagajärjel tihenes ja sademetena õhust alla langes. Seejuures esines vesi mõjuva tegurina ürgkivimi purustamisel ja uute kivimite lademikkude tekitamisel. Kõrgemaist kohtadest alla valgudes viis vesi enesega ühes mineraalosasid mitmesuguses suuruses ning koosseisus; püsima jäädes settisid need ja moodustasid alaliselt kasvavaid kihte. Pealmiste kihtide raskuse all liitusid alumistes üksikud mineraalosad kõvaks kivi-

miks, mida — vastandiks sulast olekust tardunuks muutunud plutoonilistele kivimitele (graniit, süeniit, dioriit jne.) — sediment- ehk neptunilisteks kivimiteks nimetatakse.

Maakera koore kõikumine ei jäänud seisma, vaid jätkub praeguselgi ajal, kuigi vähesel määral. Mandrite piirid on selle tõttu aastatuhandete jooksul mitmeti muutunud: esialgsed mandrid kadusid vee alla ja endised merepõhjad kerkisid orgudest üles, uusi mandreid tekitades; seal oli aga ürgkivimi-lademik kaetud juba settinud kivimi ladestutega. Vähe leidub praegustel mandritel maa-alasid, mis mitte poleks endised merepõhjad olnud. Ka Läänemere-maad ühes Vene lagendikkudega on endine merepõhi, mis küll mitu korda kõikunud, kord tõustes, kord vajudes, ilma et seejuures kest oleks läbi murdunud või järskusid ladestukihitisi juhtunud.

Eesti maa-ala aluskivimiks on sedimentkivimite ladestud: põhjapoolsel mereranniku kitsa ribana kembriumi ladestu, mis kaob lubjapae ehk siluuri ladestu alla, kuna viimase piir Pärnu–Mustvee sihtjoones lõpeb ja sealt lõuna poole liivapae ehk devooni ladestule aset annab. Kõik kolm ladestut kuuluvad geoloogiliselt vanemasse — paleozoilisse ajastusse. Kembriumist vanemad on arheozoiline ja arheiline ladestu ürg- ehk arheilisest ajastust, mis näit. Soomes esineb aluskivimina; devoonist nooremad on kivisöe-, permi, triiase, juura, kriidi-, tertsiäär-, diluuviumi ja kõige noorem alluuviumi ladestu. Viimased kaks on ka meil igal pool esinemas, kuna kivisöe- ja triiase ladestud meil puuduvad. Diluuviumi ladestu esineb meil moreenmoodustistena, alluuviumi oma turba, liivaluidete ja praeguste veekogude settimise produktina (kruus, liiv, muda, lubinõrg).

Võrdluseks elusa looduse arenemisele maakeral olgu tähendatud, et alles kembriumi ladestus leidub esimeste elusa looduse esindajate — trilobiitide jälgi kivististe näol; ülemsiluuris leidub esimeste taimeriigi esindajate jälgi, permis esimeste okaspuude, juuras lindude, kriidis lehtpuude ja tertsiääris kõrgemate imetajate jälgi. Diluuvium on ühenduses jää-ajaga, kus meil endised looma- ja taimeriigi esindajad hävisid ja aset andsid põhjafloorale ja -faunale. Alles viimases, alluuviumi ajastus asusid siia praegused looma- ja taimeriigi esindajad, nõndasama ka inimene, kellega ühes algabki ajalooline aeg.

Peatume oma aluskivimi, siluuri ja devooni juures, siis paistab silma, et see ainult kohati ja piiratud aladel oma algkujus, s. o. lubja- või liivapaena päevavalgele tuleb. Paljast lubjapaat leidub mereranniku ja saartel, liivapaat näeme jõgede, järvede ja orgude kallastel (Peipsi ääres, Ahja jõel, Tilleorus, Õisus, Tarvastus ja mujal), kus ta kohati kaunis pealispinna ligidale ulatub. Valdavalt suur osa mõlemat paeladestut kattub mullakihiga, millel väliselt midagi ühist ei näi olevat aluskivimiga, mis sealjuures alaliselt vaheldub, niihästi oma füüsilistes kui ka keemilistes omadustes, värvis ja koosnemises, sagedasti õige kitsais piirides.

Mil teel tekkis see mitmesugune peen mullakiht, mida me pealispinnaks ehk lühidalt pinnaseks nimetame ja mis asetub mitmesuguse paksusega kihtidena aluskivimil, s. o. lubja- ja liivapael? Sellele küsimusele leiame seletuse, kui tutvume jää-aegsete oludega ja

laiaulatusliku loodusejõudude tegevusega, millest sõltub mineraalide lagunemine ehk murenemine.

Murenemine. Tahame omale harilikus elus midagi jäävat, püsivat ja muutumatut ette kujutada, siis mõtleme tahtmatult kalju või kivi peale, mis meie silmadele alaliselt esinevad kindlana ja muutmatuna. Tõeliselt alluvad aga need meie jäävusesümbolid alalistele muutustele ning ümbermoodustustele. Aeglaselt, kuid vahet pidamata laguneb ja puruneb üks osake teise järel ja selle tagajärjel lamenevad kõrged kaljumäed ning kahanevad kivirünkad, kuna nendest lahutatud osakesed kas uut lisa annavad juba olevale mullale või veega edasikantult täidavad järvedes ja meredes sügavusi, tekitades uusi kivimiladestuid. Murenemine sünnib füüsilisel, keemilisel ja orgaanilisel alusel, harilikult käsikäes ehk üksteist täiendavalt.

Füüsilise murenemise ehk rabenemise puhul esinevad peateguritena temperatuur ja vesi. Madala ja kõrge temperatuuri järsud vaheldused tekitavad kivimis füüsiliste seaduste järele, külma käes koondudes, soojuses laienedes, lõhesid ning pragusid. Seda sünnib eriti kergesti niisuguste kivimitega, kus leidub aineid (näit. saue või süsihapu lubja osakesi), mis niiskuse või temperatuuri vahelduste tagajärjel mitte ühtlaselt ei paisu ega koondu ja selle tõttu üksikute osakeste omavahelist lõdvenemist põhjustavad. Pragudesse ja lõhedesse korjub vett, mis külmudes, ruumala suurenedes, pragusid veel rohkem laiendab, kuni lõppeks üksikud osakesed kivimist eralduvad. Langeva ja voolava vee jõud killustab ja purustab kivimi eraldatud osasid veel peenemaks, neid üksteise vastu hõõrudes ning lihvides. Samuti mõjub ka jää ja peenemaisse mineraalosadesse tuul, neid peenendades. Ühenduses selle tegevusega aitavad vesi, jää ja tuul murenemisprodukte ühest kohast teise paigutada.

Kuna füüsilisel ehk mehaanilisel murenemisel murend algkivimist keemiliselt ei erine, allub ta keemilise murenemise ehk porsumise puhul suurel määral muutustele. Ka keemilisel murenemisel esineb vesi väärtusliku tegurina, nimelt sel teel, et temas leidub lahustunud olekus mitmeid orgaanilisi ja mineraalaineid, mis omalt poolt kivimisse lahustavalt toimivad. Eriti süsihappe-rikas vesi on selles suhtes mõjuv, ja sellele toimele allub kõige suuremal määral lupja sisaldav kivim, palju vähemal määral silikaadid, kuid üldiselt leidub vähe mineraale, millesse vesi enam või vähem lahustavalt ei suudaks toimida.

Orgaanilisel murenemisel esinevad peateguritena taimeja loomariigi esindajad ja nende tegevus omab niihästi keemilist kui ka mehaanilist ilmet. Loomade tegevust hindamise alla võttes peab tähendama, et eriti energiline on vihmausside tegevus, kes elatavad end orgaanilistest ainetest, mille jahvatamiseks nad ühtlasi mineraalosasid sisse võtavad ja siis segatult ning peenendatult jälle välja heidavad. Vihmausside käikude kaudu leiavad õhk, soojus ja vesi kergemini teed alumistesse mullakihtidesse, kus need omalt poolt murenemiseks kaasa aitavad. Samal viisil teotsevad putukad ja nende tõugud, kelle asukoht on alaliselt või ajutiselt pinnases; see maksab

ka suuremate loomade kohta (mutt, hiired, rebane, mäger), kes pinnast segavad, alumisi kihte päevavalgele tuues. Ka kabja- ja sõrakandjad aitavad mehaanilise purustamise ja segamise varal murenemist edendada, samuti inimene oma tööga, põldu harides, metsapinda liigutades — kändude kaalumisel ja metsa kultiveerimisel.

Märksa suuremal määral kui loomariigi kõrgemate esindajate abil leiab murenemine edendamist alamate taimeriigi esindajate kaudu, milledest eriti silmapaistvat osa etendavad samblad, samblikud ja vetikad. Samblikud suudavad asuda ka kõige kõvemal kivil või kaljul, kus nende peened juurekesed peatust leiavad ja enesest hapusid aineid eritavad, mis kivimisse lahustavalt toimivad ja porsumist põhjustavad. Kraatritest väljapaiskunud laava kattub paari aasta jooksul samblikkudega, mis selle ala mõne aastakümne jooksul harimissoodsaks pinnaseks muudavad. Ja meil tarvitseb ainult vees või ka väljas vaba õhu käes seisvaid kive või kaljusid vaadelda, et näha, kuivõrt mõjuv on sammalde ja samblikkude tegevus kivimi porsutamisel.

Puud esinevad murenemisteguritena osalt sel teel, et nad ajavad oma juured kivimi pragudesse, mis harukordadel mitme meetri sügavuseni ulatuvad, ja jämedamaks kasvades avaldavad nii suurt rõhumist, et selle läbi kivimi osad koost lahutatakse ja paigalt liigutatakse. Pfeffer väidab, et 10 sm jämedune ja 100 sm pikkune juure- või tüveosa oma pinnaga suudab üldist rõhumist avaldada, mis vastab 6000 kg raskusele. Käsikäes sellega toimivad ka happed, mis juurte kaudu erituvad.

Mikroorganismidest, keda leidub pinnases määratu palju, on teada, et nad happeid eritavad ja oma hingamise läbi võrdlemisi suurel määral süsihapet vabastavad, seega murenemist jõutavad.

Orgaaniliste olevuste tegevus murendamistöös ei lõpe nende surmaga, vaid kestab ka peale seda edasi — jäänuste mineraliseerumise teel.

Sellest lühikesest ülevaatest selgub, et looma- ja taimeriigi kõrgemate esindajate asumine ja arenemine on maakeral võimaldunud alles murenemise tagajärjel ja et inimessoo kultuuriline edenemine on sellega otseses ühenduses. Alles murenemise läbi tekkis maakera esialgselt kõvale, kindlale koorele kobe ja peen mullakiht, mis taimestikule kasvupinnaks sünnis ja mida murenemine väärtusliku lisaga alaliselt rikastab.

Inimese enese tegevust mõõdupuuks võttes nimetatakse murendist tekkinud pealmist kihti „ürgpinnaseks“, kui see tema tegevusele veel ei ole allunud, vastandiks „kultuuripinnasele“, mille liigutamisele ja harimisele ta on asunud. Metsaalune pinnas oleks mõlemate vahelüliks, mida küll osaliselt ja ajutiselt ta esialgses kihituses metsastamistöödel, kändude kaevamisel jne. muudetakse, mis ürgpinnasest aga selle läbi erineb, et teda katab orgaaniliste ainete lade ja varjab kasvav mets.

Küsimus, mis eespool üles kerkis, leidis murenemisprotsessi selgitamise läbi alles osalise lahenduse, sest selle seletuse järele võiksime otsusele jõuda, et igal pool peaks pealmine mullakiht esinema vastava

aluskivimi produktina, nii et meil näit. laialiselt peaks tegemist olema — vastavalt aluskivimi piiridele — enam-vähem ühelise koosseisuga muldkonnaga. Tegelikult näeme aga, et see kaugeltki nõnda ei ole ja mullastik oma koosnemises sagedasti koguni õige piiratud maa-alal lahkuminevaid vaheldusi näitab, milledel peale selle aluskivimiga midagi või vähe ühist on.

Selle nähtuse põhjusteks on jällegi vesi, jää ja tuul, mis murendid ühest kohast teise kannab, neid üksteise peale ja kõrvale paigutades ja sellega mitmekesisust mullastiku koosseisus tekitab. Murend võib sellepärast olla kohalik, aluskivimi produkt, või mujalt toodud; viimasel juhul võib ta aluskivimist palju lahku minna.

Kõige suuremal määral kandub murend edasi veega. Suuremate vihmavalangute järel näeme kallakul, rohtkattest paljastatud maal, rea nirekesi ja rennikesi tekkinud olevat, kust veevool on mulla ära uhtnud ja ühes viinud. Aja jooksul suurenevad ja süvenevad need rennikesed suurteks ja sügavateks orgudeks.

Jõgede vees leiduvate mullaosade määramised lasevad oletada, et iga jõgi aasta kestusel niipalju mulda ära kannab, kui seda leidub väljakaevatud kraavist, mille pikkus vastaks jõe pikkusele, laius ja sügavus aga ühele meetrile.

Mitte ainult peen muld ei uhtu ega kandu vee jõul edasi, ka kõvast kivimist murrab ta omale tee läbi, ühes kandes selle osasid mitmes suuruses, mis settivad oma raskuse järele mitmesuguses kauguses oma alg-asukohast. Peale selle kandub vees rohkesti mineraalaineid lahustatult edasi. Nii näiteks võivad 100000 kaaluühikut vett eneses lahustatult sisaldada 40000 kaaluühikut keedusoola, 250 k. ü. kipsi, 9 k. ü. süsihaput lupja, ilma et need ained tarvitseksid settida või et sellelläbi vesi kaotaks oma harilikku selgust. Kuna lahustamata mineraalosad varemalt või hiljemalt kas kaldale uhetakse või põhja settivad, jõuavad lahustatud ained oma reisul lõppeks kas meres või umbjärvedes puhkusele, sest vee aurdumisel veepinnast ei aurdu nad ühes, vaid jäävad püsima, rikastades vett sel teel mitmete ainetega. Sellega on ka seletatav, et suured mandrijärved, milledel puudub vee väljavool (Kaspia, Aarali, Surnud meri), on soolarikkamad lahtiste merede vetest, kus vee juurdevool võrreldes mere üld-veekoguga on liiga väike, et merevett sooladega tunduvalt rikastada.

Vee kõrval on ka tuul alalises tegevuses, murenemisprodukte ühest kohast teise kandes ja ümber paigutades. Peaasjalikult avaldab tuule mõju end peene kuiva liiva edasikandmises, tekitades mererandades ja mandril rändavaid liivaluiteid.

Meie kodumaa pinnareljeef ja mullastik on oma praeguse üldilme ja koosseisu saanud jääaja kestusel ja selle tagajärjel. Missugune see enne jää-aega oli, seda on raske enesele ette kujutada, kuid niipalju võib kaunis kindlasti oletada, et eel-jääaegne aluskivimi murend suurelt osalt siit jää kandel lõuna poole edasi toimetati ja selle asemele Fennoskandiast (Soome-Rootsi-Norra) uued, siin ennemini puudunud kivimi murendid peale kanti ning kohale jäeti, ja selle võõrsilt toodud segipaisatud murendi peal asuvad suuremas ulatuses meie praegused põllud, heinamaad ja metsad. Missugused põhjused jää-aja

tekkimiseks kaasa mõjusid, on alles lõplikult lahendamata; kindel on aga, et praeguses Euroopas Island, Skandinaavia, Soome, Inglismaa, Holland, Belgia, Taani, Põhja- ja Kesk-Saksamaa, Läänemere äärsed maad ja Venemaa kuni praeguse Kiievi–Saratovi–Kaasani piirideni mannerjääga kaetud oli, mille paksust põhjapoolsetes osades mitme tuhande meetriliseks arvatakse. Jää lähtekohaks oli praegune Skandinaavia ja Soome, kust ta aegamööda edelasse, lõunasse ja kagusse edasi nihkus, enesega ühes tuues määratul hulgal sealsete eruptiivkivimite (purskkivimite) murendeid, alates majasuurustest kivirüngastest kuni peensaueni.

Kliima soenemisega tuli jää edasiliikumisele esmalt seisak, selle järel tagasinihkumine põhja, see tähendab, ta hakkas sulama, kohale jättes põhjast kaasatoodud ja siin kokkuliitunud ning segatud murendeid, tekitades sel teel mitmesuguseid pinnamoodustisi, millede ligem kirjeldus ei kuulu siia. Võiks ainult tähendada, et meie kõrgustikud ja mäed, alates Munamäega, on jääaja moodustised või seisavad jää tegevusega ühel või teisel viisil ühenduses.

Peale jää sulamist ei jäänud kõik see kokkukantud, segatud ja kuhjatud materjal oma algkujus püsima: vesi ja tuul on alaliselt tema ümberpaigutamisel ja sorteerimisel teotsenud ja nende tegevus kestab vahet pidamata edasi.

Nii siis oleksime üldjoontes oma kodupinna mullastiku tekkimisega tutvunud, ühes sellega ka vastuse leidnud, missugused põhjused selleks kaasa on mõjunud, et ta nii vahelduva ja mitmekesise koosnemisega on ja meie oma aluskivimi murend võrdlemisi vähesel määral enam-vähem puhtas koosseisus esineb.

Jääks järele ülevaadet saada, missugused mineraalained on puude kasvamiseks kõige tähtsamad ja missugusel määral üks või teine kivim neid eneses sisaldab.

Taimed vajavad elamiseks mitmesuguseid keemilisi põhiaineid, mis osalt mullast, osalt õhust kättesaadavad. Arvesse võttes keemiliste põhiainete rohkust peab tähendama, et võrdlemisi vähe nendest kuulub taimede toitainete hulka, ja need vähesedki on ainult osaliselt tingimata tarvilised, kuna teised võivad puududa või ainult üksikuis taimeliikides esinevad.

Tähtsate ainete hulka, milledeta kõrgemate taimede arenemine võimatu ja mis selle tõttu tingimata esindatud peavad olema, kuuluvad: süsinik, lämmastik, hapnik, vesinik, kaalium, kaltsium, väävel, fosfor, raud ja magneesium. Peale nende leidub taimedes, nagu juba tähendatud, veel teisi aineid, näit. naatriumi, kloori, siliitsiumi, mangaani, alumiiniumi jne.; mõnda neist leidub mõnel taimeliigil suurel määral, näit. naatriumi- ja klooriühendeid soolakutaimestikus, siliitsiumi rohkel määral kõrstaimedes, kuna nad teistes kas täiesti puuduvad või väga vähesel määral on olemas, nii et neid tingimata tarviliste ainete hulka ei või lugeda. Kuigi ka tingimata tarviliste ainete määr taimedes väga mitmesugune on, ei tohi ükski seal puududa, ilma et see taime arenemist ei takistaks. Kuna süsinik, osalt ka lämmastik ja hapnik õhust, lehtede ja okaste kaudu puusse satuvad, leiavad mineraalained mullast juurte kaudu ja vees

lahustatult sinna teed. Nad leiduvad mullas kas puhtalt või ühenduses teistega.

Mitmesugusel määral ja eriti tähtsatena esinevad oma mitmekesistes ühendites *ränihape*, *sauemuld* ja *lubi*.

Ränihappe-ühendid (ränihapud soolad) moodustavad ühise *silikaatide*-grupi. Silikaadid esinevad mullastiku koosseisus esimesel kohal. Nende arvele langeb maakera mullastiku koosseisust märksa üle 50%; lisaks nendele tulevad veel mitmesugused ühendid ränihappega. Puhtalt esineb ränihape mäekristallina, ametüstina, opaalina, tulekivina jne. Suurel määral leidub räni aga ühenduses teiste mineraalidega graniidis, gneisis, liivakivis ja teistes kivimeis. Ta ei allu keemilisele murenemisele; peaasjalikult purustamisel ja tuule või vee jõul edasikandmisel muutub ta hõõrumise teel peeneks murendiks. Suurelt osalt seisab tema tähtsus mullastiku koosseisus just selles seisundis, sest ta takistab üleliigset mulla peendumist ja on sellepärast mulla füüsiliste omaduste kandja. Kus ta suures ülekaalus esineb, moodustab ta taimede tarvis kehva toitepinda (räniliiv). Ta ei küllasta näit. kusihappeid ja soodustab selle tõttu toore huumuse tekkimist. Ränihappe ühend sauemullaga annab sauemulla-silikaadid, mis ühenduses kaali, naatroni või lubjaga kaali-, naatron- ja lubi-*põldpaos* koonduvad. Põldpaod murenevad võrdlemisi kergesti, koguni vee toimel, ja annavad rohkesti väärtuslikku murendit. Eriti rikastavad nad mullastikku kaaliga. Sauemulla-silikaadi ühendid kaali ja magneesiaga raua osavõttel koonduvad *kaali*- ja *magneesia*-*vilgukivides*, milledest esimesed murenevad raskesti, teised kergemini ja mullastikule väärtuslikku lisa annavad, rikastades teda magneesiumiga.

Amfiboolides ehk *sarvhelkudes* (Hornblende) koosnevad mitmesuguses vahelduses ränihape, sauemuld, lubjamuld ja naatron. Kivimite murenemine on mitmesuguse eduga: mida rohkem nad sauemulda sisaldavad, seda kergemini nad murenevad.

Silikaatide hulka kuuluvad saueminеraalid, mis murenemisel ränihapusid sauemuldi annavad; neist on looduses kõige puhtamal kujul esinemas kaoliin ehk portselanmuld. Neil on mullastiku koosseisus eriti suur füüsiline tähtsus.

Silikaatide kõrval omavad *karbonaadid* mullastiku koosseisus tähelepandavat kohta. Nendest on süsihapu lubi, lubipagude näol, mille hulka ka lubjakivi kuulub, meil esimesel kohal. Süsihapud lubjad keevad hapetega kokku puutudes otsekohe ja lahustuvad süsihapet sisaldavas vees täiesti. Dolomiit, süsihapu lubja ja magneesia ühend, keeb hapetega kokku puutudes ainult soendatult või pulbriks tambitult.

Sulfaatidest leidub mullase koosseisus väävelhapu lubjana kõige rohkem kipsi.

Fosfaatidest leidub fosforhapu lubja näol apatiiti vähesel määral peaaegu kõigis kivimeis, nagu ränikivis, põldpagudes jne.; ta rikastab mullastikku tähtsa fosforhappega.

Kloriidide seast on tähtsamad kivisool ja kainiit, *nitraatidest* tšiilisalpeetri nime all tuntud naatron- ja kaalisalpeeter. Mõlemate gruppide esindajaid tuleb kohati suurte ladestuina ette; nad sulavad

kergesti, nii et neid otseses mõttes ei saa mullastiku koosseisu lugeda. Meile veetakse neid väetusainena väljast sisse.

Oksüüdid ja oksüüdhüdraadid on mitmesugused raua-ühendid, mis esinevad mullastikus kord suurte ladestuina, kord vähesel hulgal.

Keskmistes arvudes, mis ligi 900 analüüsi põhjal saadud, esinevad mineraalained maakera pinnases järgmistes protsentides. Võrdluseks on juurde lisatud analüüside andmed mõnest meie kodumaa tüübilisest mullastiku koosseisust*):

	Üldine maakord	L.-Eestis Tartum.	P.-Eestis Virum.	L.-Eesti liivapaas	P.-Eesti siluuri lubjapaas	Soome graniit
Räni (SiO_2)	58,59	82,71	78,14	67,84	—	71,01
sauemuld (Al_2O_3) . .	15,04	9,51	9,89	19,51	0,51	11,86
rauaoksüüd (Fe_2O_3) .	3,94	—	1,62	5,57		3,92
rauaoksüduul (FeO) .	3,48	—	—	—	—	2,34
lubi (CaO)	5,29	0,58	1,30	1,03	CaO 43,34 CO_2 52,15	1,24
magneesia (MgO) . .	4,49	0,59	0,70	0,34	2,21	0,26
kaali (K_2O)	2,90	3,44	3,09	4,34	—	3,02
naatron (Na_2O) . .	3,20	1,67	1,70	1,37	—	2,59
fosforhape (P_2O_5) . .	—	0,14	0,19	—	—	0,85
väävelhape (SO_3) . .	—	0,01	0,05	—	—	—
vesi (H_2O)	1,96	—	—	—	—	0,93
kuumendusekadu . .	—	1,25	3,15	—	—	—
lahustumatud osad .	1,11	1,20	—	—	1,36	—

Nagu sellest võrdlevast tabelist näha, läheb Põhja-Eesti aluskivim — siluur — Lõuna-Eesti aluskivimist — devoonist — oma keemilises koosseisus märksa lahku: kuna esimeses on valdav ülekaal, isegi üle 90%, karbonaatidel (lubjapael), sisaldab devooni liivapaas Lõuna-Eestis neid ainult 1,03%, rõhuv enamus jääb aga silikaatidele. (Devooni liivapaas koosneb räni, põldpao, vilgukivi ja sarvhelgu teradest.)

Kui võrrelda sellevastu Põhja-Eesti ja Lõuna-Eesti pealispinda nende koosseisus, siis paistab silma, et vahed üksikute mineraalainete rohkuse vahel ei ole enam kuigi suured, kuid sellegi pärast teataval määral veel aluskivimi mõju välja paista lasevad. Siinjuures peab tähendama, et võrdluseks Eesti mullastiku kohta võetud andmed ei ole mitte keskmised, vaid on rea analüüside hulgast kui rohkem iseloomustavad välja valitud. Analüüsid ise on tehtud põllumuldadest. Metsamaadest on senini üldse vähe analüüse olemas; arvatavasti ei tohiks lahkuminekud põllu- ja metsamaa vahel väga suured olla.

Huumus. Mineraalainete kõrval sisaldab pinnas veel orgaanilisi aineid, mida üldnimega huumuseks nimetatakse ja mille all tuleb mõista mitmesugusel kõdunemis- ja roiskumisastmel olevaid looma- ja taimeriigi esindajate jäänuseid; peaasjalikult esineb huumuse tooresmaterjalina sootaimestik. Huumus on vaheastmeks surnud taime ja selle lõpliku mineraliseerumise vahel, ja see muutumine toimub peaasjalikult mikroorganismide, bakterite ja narmasseente kaasabil.

*) Ligemalt vaata A. Nõmmik, Kodumaa mullastik. Tartus 1925.

Kõdunemisprotsess sünnib tarvilise õhu juurdepääsmisel mitmesuguste bakterite toimel. Need kuuluvad aeroobsete (õhuarmastajate) hulka ja vahelduvad üksteisega oma tegevuses, mis sõltub niiskusest, temperatuurist, valgusest, õhust ja toitepinnast. Eelnimetatud tegurite suhtes on igal liigil oma erilised nõuded, millede piir kõigub miinimumi ja maksimumi vahel, andes nendele optimumis kõige soodsamat tegevusevõimalust. Kaovad ühel liigil need võimalused või muutuvad halvaks, siis astuvad selle liigi asemele teised, kelle nõuded on rohkem kooskõlas antud tingimustega. Mida paremad need tingimused, seda kiiremini teevad bakterid oma töö, mis selles seisab, et nad jäänuseid süsihappeks, ammoniaagiks, salpeeterhappeks ja veeks lagundavad, kuna tuhkollus seesugusena järele jääb.

Õhu juurdepääsu takistuse puhul tekib kõdunemise asemel roiskumine, kusjuures tegevad on anaeroobsed (õhupõlgajad) mikroobid ja narmasseenekesed. Nende tegevusproduktid erinevad kõdunemisel saadud produktidest peaasjalikult hapnikuvaesuse poolest; orgaaniliste ainete lagunemine sünnib pikaldasemalt kui kõdunemise puhul, sellevastu kiirendavad roiskumisega ühenduses tekkinud rohked huumushapped mineraalainete murenemist.

Sagedasti toimivad kõdunemist ja roiskumist edendavad mikroobid käsikäes, üksteise tööd täiendades.

Huumuse mõju taime kasvusse on laia ulatusega. Mõned teadlased annavad temale metsakasvu suhtes isegi kõige tähtsama koha. Üksikasjadest võiks nimetada, et huumuses leiduv lämmastik mullastikku alaliselt rikastab taimedele tähtsa ammoniaagi ja salpeetriga. Selle juurde tuleb, et ta eneses gaase hästi kinni hoiab, misläbi hapnik, süsihape ja ammoniaak mullas suuremal määral ja soodsamas vahekorras hoiduvad kui õhus; samuti hoitakse ka sademetes leiduvad gaasid, eriti jällegi ammoniaak, huumuses kinni. Üldiselt on selle omaduse tõttu pealmises huumuserikkas mullakihis kaali, fosforhappe ja ammoniaagi säilimine hea. Ka niiskust hoiab huumus eneses hästi kinni; seeläbi kujuneb ta kuivadel maadel teataval määral niiskuse reservuaariks. Õhust niiskust immutades suudab ta isegi põua-ajal mullale teatavat värskust anda, liigse niiskuse puhul mõjub ta aga mulla kohendamisega kuivatavalt.

Eespool on juba lühidalt tähendatud, et huumushape toimib lahustavalt mineraalainetesse, misläbi niisugused, mis puhtas vees väga raskelt lahustuvad, näit. tähtis fosforhape, taimedele kergemini kättesaadavaks muutuvad.

Nimetamata ei või jätta ka seda, et huumus mõjub mulla füüsilistesse omadustesse parandavalt sel teel, et ta sitkeid savimaid kohedamaks, kergeid liivamaid aga pidevamaks muudab. Ühes niiskuseoludega parandab ta ka mulla temperatuuriolusid, sest ta on halb soojusejuht, mille tõttu temperatuur mullas ühtlasemaks jääb.

Kõik eelnimetatud omadused mõjuvad selleks kaasa, et pealmine, huumuserikas pinnasekiht eriliselt soodsaks asukohaks on idanevale seemnele ja puudele esimestel arenemisaastatel, nagu seda igal pool metsa all võime märgata. Huumusesel maal on niihästi idanemine

kui ka puukeste esimene arenemine märksa parem kui seal, kus puudub huumus.

Metsamaa huumus on alaliselt täiendumas surnud lehtede, okaste, rohu ja muude orgaaniliste ainete läbi, mis metsapinnale langevad; võrdlemisi vähest lisa sellele annavad loomariigi surnud esindajad. Huumusekiht, mis mineraalpinda metsa all katab, on mitmesuguse paksusega, mis sõltub osalt materjali rohkusest, osalt kõdunemise edenemisest. Harilikult ulatub ta paksus 1—10 sm. Kõige ülemise osa sellest moodustavad kõige värskemad, viimasel sügisel langenud terved lehed ja okkad, mis kollakaspruuni või halli värvi on omandanud. Selle all leiduvad eelläinud sügisel langenud lehed ja okkad, mis osalt juba väiksemaiks tükkideks on lagunenud; veel allpool on nad muutunud juba peenikeseks, kergeks ühtlaseks tumepruuniks kõdumullaks, kus mingi väline tunnus enam ei lase vahet teha, missugusest algmaterjalist ta on tekkinud. See kõdumuld seguneb mitmesugusel teel, eriti tõukude, putukate, vihmausside, hiirte jne. kaasabil, pealmise mineraalpinnaga, omandab ülemises osas tumeda värvi, mis järk-järgult sügavamal ikka heledamaks muutub ja lõppeks puhtmineraalpinnaseks muutub. Huumusese kihi paksus on väga vahelduv; 10—20 sm on harilik kihipaksus, ulatub aga kohati palju sügavamale. Ajuti omab pinnas kaunis sügaval tumedat värvi, mis aga alati ei olene huumuserikkusest, vaid on omandatud huumusekihist läbinõrgunud veest.

Alati ei kõdune aga orgaanilised ained nõnda korrapäraselt, kui eespool kirjeldatud. Juba eespool on tähendatud, et mikroobide tegevus kõdunemises sõltub mitmetest kõrvaloludest, millede seast on tähtsamad teatav õhuhapniku, niiskuse ja soojuse määr. Nii juhtub sagedasti, et leht- ja okasrisu mitte küllalt jõudsasti ei suuda kõduneda ja seesugusel korral mineraalpinnale paksem lade tekib, milles taimestiku jäänuseid saab eraldada ja mis niivõrt kokku on pressitud, et teda suurte tükkidena saab lahti koorida. Ta tekib niihästi niiskuse rohkusel kui ka niiskuse puudusel, on vilditaoliselt läbi põimitud marjavartest, kanarbiku juurtest ja narmasseentest ja on metsameestele tuntud tooreshuumuse, kuivhuumuse ehk — nagu viimasel ajal teda üldiselt on hakatud nimetama — kuivturba nime all.

A. BÜHLER uuris 370 katsetükil metsarisu kõdunemise käiku, saades järgmised andmed: Kaugelt suuremal osal katsetükkidel (322) oli värske leht- ja okaskate jõudnud ühe aasta jooksul juba hästi kõduneda, 17% katsetükkidel oli osa isegi juba kõdumullaks muutunud, kuna 10 katsetükil oli tooreshuumus aset leidnud. 2 aasta pärast oli risu peaaegu täiesti kõdunenud ja 3 aasta järel võis ainult veel mõnelt üksikult katsetükilt kõdunemata osakesi leida. Sellest võiks järeldada, et täieliseks metsarisu kõdunemiseks jätkub kahest kuni kolmest aastast. Leht- ja okasrisu kõdunemine toimub ühtlase eduga, ainult esimese aasta jooksul näib okasrisu natuke aeglasemalt kõdunevat. Kõrgus merepinnast, temperatuur ega sademete rohkus ei annud lahkuminevaid tagajärgi. 2 aasta pärast leidus tooreshuumust 37 katsetükil, nendest 32 okasmetsa all (männi- ja lehtmänni-metsa all 15, kuusemetsa all 10, segametsa all 5 ja aabiesemetsa all 2 katsetükki). Kokkuvõetult

leidus, et $^1/_3$—$^1/_2$ katsetükkidest kandis okaspuu-metsades tooreshuumust, niihästi liiva- kui ka lubja- ja savimaal, tiheda ja hõreda liitusega metsa all. 24 katsetükis olid tooreshuumus-katte all leetliiva kiht ja leetmiku (nõrgkivi) sünnitised, kuid mitte iga tooreshuumus-katte all ei olnud leetmikku. Kõige rohkem leidus teda männimetsa all, vähesel määral kuusemetsa all, kuna ta lehtmetsa all täitsa puudus.

Tooreshuumuse tekkimine on märgiks, et maa on halvenemisteel, millega ühes ka metsa kasvutingimused viletsamaks muutuvad. Tihe kiht takistab õhu ja soojuse juurdepääsu alumistesse mullakihtidesse, niiskuseolud muutuvad halvaks, rohked huumushapped uhavad, veega alla nõrgudes, pealmisest mineraalpinnast toitaineid sügavamaisse kihtidesse. Selle tõttu on tooreshuumuse all olev kiht eriti vaene, peeneteraline, kinnine, pleekinud, valkja, tuhakarva värviga ja kannab nimetust leetliiv ehk tuhkliiv (podsol). Alumistes sooladerikkais kihtides liituvad liivaterakesed huumushapete toimel ühte paaki, tekitades huumusese liivakivi, leetmiku- ehk nõrgkivi-ladestu, mis esineb mitmesuguses sügavuses kord sidusa kõva lademena, kord eraldatud pesadena või üksikute teradena. On leetmik ühtlane ja kõva, siis ei suuda puujuured tast läbi tungida — ja metsa kasv jääb kängu; samuti on pinnases vee liikumine vertikaalsihis takistatud, põhjavesi ei suuda ülemistele kihtidele tarvilisel korral niiskust anda, mille tagajärjeks on pealmiste kihtide üleliigne kuivamine põua ajal, või rohkete sademete korral ei saa vesi alla valguda ja paneb pealiskihi soostuma.

Tooreshuumus-kate takistab loomulist metsa uuendamist; temas suudavad ainult mõned üksikud taimestiku esindajad püsida. Bakterite, vihmausside ja loomade tegevus on minimaalne või lõpeb täiesti. Kihi kasvamine edeneb võrdlemisi kiiresti, ja varssi muutuvad endised metsakandjad maad nõmmeks või turbasooks.

Tooreshuumuse tekkimiseks on eriti soodsad kehvad liivamaad; vähemal mõõdul tekib teda ka paremail mail, eriti liiga tiheda kuusemetsa all. Lahendus puistu liituses aitab siin sagedasti häda vähendada: Soojus ja valgus pääseb vabamalt metsa alla, algab bakterite ja loomade tegevus, ilmuvad kõrstaimed, milledest eriti *Aera flexuosa* oma juurtega tooreshuumuse lagunemist kiirendab. Mehaaniline pealispinna ja katte kohendamine ja segamine mõjuvad liituse lahendamise kõrval tooreshuumuse kaotamiseks seesugustel juhtudel kaasa. Paksemate kihtide hävitamiseks mõjub sagedasti selle põletamine, millele järgneb kerge künd, viljakasvatus ühe või paari aasta kestusel ja metsa kultiveerimine.

Selle järele, kui suur % mulla kaaluühikus huumusainete peale langeb, omandab ta kas huumusevaese, huumusese või huumuserikka mulla ilme: huumusevaeseks loetakse raskeid maid, kui seal kuni 2%-ni, kergeid liivamaid, kui seal 1% huumust leidub; huumusesed on rasked maad 5—10%, kerged maad 2—4% korral, huumuserikkad — rasked 10—15%, kerged 4—8% huumuse esinemisel. Tõuseb huumuse % kõrgemaks, siis on juba ülirohkus olemas ja üle 20% huumusesisaldusega maad loetakse juba puht-huumusemaade liiki.

Kodumaa mullastiku huumuserikkust ei või suureks lugeda. Kuigi andmed*) ainult põllumuldade kohta käivad, võivad nad teataval määral mõõdupuuks olla üldises mõõtkavas. Keskmiselt võttes on Põhja-Eesti mullaliigid huumuserikkamad Lõuna-Eesti omadest; niisama on huumustsisaldav kiht siin võrdlemisi paksem (18—22 sm). Esimesed sisaldavad keskmiselt 4,13% huumust, kusjuures see üksikuis mullaproovides 1,34 ja 16,63% vahel kõigub; Lõuna-Eestis on keskmine huumuse % 2,37 ja kõigub üksikutes proovides 0,62 ja 3,40% vahel. Huumusese kihi paksus on keskmiselt 16—20 sm. Lämmastikusisalduse %% huumuses on keskmiselt Põhja-Eestis 5,89, Lõuna-Eestis 5,68.

Maa headus, niivõrt kui see on puude kasvuga ühendatud, oleneb pinnase keemilisest koosseisust ja ta füüsilistest omadustest. Arvesse tuleb seepärast võtta: 1) pinnase keemiline koosnemine mineraalide suhtes, 2) temas leiduva huumuse määr, 3) niiskuse määr, 4) temperatuur, 5) mulla struktuur (sõmerus) ja lõimis, 6) pinnase sügavus ja 7) pinnase bioloogiline seisund.

Keemilise koosseisu kohta saame ülevaate mulla-analüüside varal. Me võime sel teel niihästi kivimis kui ka tema murendis leiduvate ainete arvu ja määra üle pildi saada ja kummastki saadud andmeid võrreldes otsusele jõuda, missuguseid muutusi murenemiskäik enesega kaasa toob. Mida aga analüüsid senini küllalt lahendada pole jõudnud, on küsimus, missugused mineraalained leiduvad mullas raskesti või kergesti lahustuvas olekus, sest kergesti lahustuvad ained on taimedele esimesel joonel tähtsad. Nõndasama ootab lahendamist, missugusel määral üht või teist ainet peab mullas esinema, et rahuldavat puukasvu kindlustada, ja kui suur peab olema tõeline tarvidus puu mitmesuguses vanaduseastmes.

Analüüsid näitavad, et ka väheste mineraal-toitainetega pinnal metsakasv rahuldav või isegi hea võib olla. Sakslased toovad näitena ette kehval kirju liivakivi pinnal kasvavaid tamme- ja pöögimetsi Spessardis, kuuse-, männi- ja aabiesemetsi Schwarzwaldis, Tüüringis ja mujal. Spessardi pinnas sisaldab näit. lupja 0,007—0,009% ja E. WOLF leidis Schwarzwaldi metsamaades lupja 0,09%, magneesiat 0,06% ja fosforhapet 0,02%. Arvutused viivad oletusele, et puud niivõrt vähese toitainete määra võrdlemisi lühikese aja kestusel täieliselt peaksid ära tarvitama.

Weberi arvutuse järele peaks näit. kaali vähem kui 100 aasta jooksul, magneesia ja fosforhape umbes 300—600 aasta kestel viimseni ära tarvitatud olema, kuid ometi on teada kohad, kus maa on tuhandeid aastaid vahet pidamata ühel ja samal kohal metsa kannud, ilma et see mineraalainete puuduse all oleks kannatanud või otsa saanud. Peab oletama, et kestva murenemise ja orgaaniliste ainete mineraliseerumise teel tarvilised ained täienduvad ja juurte kaudu alumistest kihtidest tarvitusele tulevad.

*) A. Nõmmik, Kodumaa mullastik.

Et üksikute ainete määr erisügavuses märksa lahku läheb, näitab prof. A. NÕMMIKU analüüs Vodja (Järva maak.) mullastiku kohta:

Sügavus sm	10—15	40—45	60—65	120—125
SiO_2	77,92	81,45	81,52	76,02
Al_2O_3	8,74	10,46	9,46	12,46
Fe_2O_3	2,23	2,10	1,92	2,35
CaO	1,15	0,98	0,99	1,26
MgO	0,57	0,64	0,66	0,88
K_2O	2,99	3,09	3,14	3,50
P_2O_5	0,31	0,20	0,16	0,23
SO_3	0,03	0,02	0,03	0,05
kuumendusekadu . .	5,05	2,27	1,38	2,84
lahustumatud osad .	0,14	0,78	0,20	0,52

Huvitavad on SCHÜTZE analüüside andmed Eberswaldes diluviaalsel liivamaal. Boniteetide järele kujunesid andmed järgmiselt:

	lubi %	magnees. %	kaali %	fosfor %	huumus %
I bon. männimaal	1,88	0,048	0,046	0,050	0,892
II „ „	0,162	0,072	0,063	0,057	0,555
III „ „	0,096	0,080	0,039	0,039	1,825
IV „ „	0,027	0,051	0,024	0,030	1,524
V „ „	0,043	0,044	0,022	0,024	1,429

Eelolevate andmete silmitsemisel paistab ainult fosfori kohta enam-vähem kindel vahekord maa headuse alanemise ja selle aine vähenemise vahel silma, osalt kalduvad andmed ka lubja ja kaali kohta sinnapoole, mis arvamist põhjendab, et fosforil, siis veel kaalil ja lubjal on mitmesuguses vahelduvas korras kõige suurem mõju maa headusse, ühes sellega ka metsa kasvusse. See vaade leiab laialist poolehoidu mullateadlaste-õpetlaste seas. Mõned uurijad ei poolda seda arvamist mitte täies ulatuses, leides üksikute boniteetide analüüsides niivõrt väikesi lahkuminekuid, et nendest ei või kindlaid järeldusi teha. Nii näit. avaldab von FALKENSTEIN arvamist, et eriti männipinnase sigiduse määrajaks tuleb lugeda lämmastiku ja sellega ühenduses huumuse määra. Loodetavasti toovad edaspidised, laialdasemad uurimised sellesse küsimusse rohkem selgitust, aga juba seniste katsete ning uurimiste saavutused lasevad oletada, et eriti vanema metsa kasvusse ei avalda keemiline mulla koosseis üksi otsustavat mõju, vaid et selleks ka teised tegurid kaasa mõjuvad. Näiteks on kindel suhe sademete rohkuse ja hea metsakasvu vahel olemas: Ungari liivalagendikud, Põhja-Saksa madalad lausmaad, niisama ka teised viletsa metsakasvuga maavööted on ühtlasi ka väheste sademetega, hea metsakasvuga mägismaad aga rohkete sademetega.

Toitainete väljauhtmine ülemistest kihtidest, nõndasama ka pinnase omadus teatavaid aineid läbinõrgumisel kinni hoida (absorptsioon)

on otseses ühenduses sademete ning ühtlasi ka nirgvee rohkusega. Mullas absorbeeritud ained on taimedele eriti kergesti kättesaadavad, ja absorbeeruvad eriti fosforhape, kaali ja ammoniaak rohkel määral, magneesia, naatron ja lubi vähesel määral, teised ained ei absorbeeru aga sugugi. Absorptsioonivõime kandjad mullas on huumus ja saue-mullad.

Vastandiks absorptsioonivõimele on ainete väljauhtmine ülemistest kihtidest nirgvee abil. Väljauhtmine on seda mõjusam, mida rohkem on sademeid, millega ühenduses teatav nirgvee hulk, ja mida läbilaskjam, s. t. saue- ning huumusevaesem on maa. Eriti kergesti uhetakse välja kaltsium ja magneesia. Lõppeks tuleb nimetada, et tähtsa toitaine, lämmastiku allikaks metsamaas on salpeeterhapude soolade kõrval peaasjalikult huumuses leiduv lämmastik ja sademetega mullasse toodud lämmastik, kuna lämmastikukogujaist puuliikidest oleksid ainult mõned üksikud nimetada (lepp, akaatsia).

Lubja suhtes näivad puude nõuded väga laiades piirides liikuvat. Suurem osa puuliike näib lubjamäära suhtes ükskõikne olevat: nad kasvavad ühesuguse eduga lubjarikkal kui ka lubjavaesel maal. Mõned üksikud näivad lupja põlgavat, eriti pähklimänd *(Pinus cembra)* ja pinnakatte-taimestikust kanarbik.

Kindel näib olevat, et puudele on mineraal-toitained noores eas suurema tähtsusega kui vanemas eas.

Kui nüüd kõiki ettetoodud üksikasju, mis osalt üksteisega seotud ja nagu läbi põimitud, osalt aga vastolus näivad olevat, arvesse võtta, siis ei saa lõpptulemuses ikkagi kindlat piiri tõmmata, kus nimelt mulla keemilise koosseisu ja kus tema füüsiliste omaduste mõju puude paremasse või halvemasse kasvusse algab või missugusel juhul ja missugusel määral üks või teine toitaine selleks kaasa aitab. Lahendamise raskus seisab suurelt osalt nähtavasti just selles, et peale mineraalainete veel teised tegurid on kaasa mõjumas, osalt ka selles, et pinnas on niihästi horisontaalses kui ka vertikaalses sihis niivõrt vahelduv ja mitmekesise keemilise koosseisuga, et nende täppis ja üksikasjalik tundmaõppimine pole kerge, ja lõppeks peab tähendama, et uurimistööd senini loomulikult rohkem kultuurtaimede alale on koondatud, kuna nad metsa suhtes alles vähese ulatusega on ja oma järjekorda ootavad.

Tagajärjed, mida toimepandud uurimised sel alal on annud, lasevad puudele tähtsamate toitainete äratarvitamise suhtes üldjoontes neid vaateid kinnitada, mida tähelepanekud tegelikus elus juba varemalt metsameestele olid aidanud omandada.

Tee, mida teadlased EBERMAYER, RAMANN, HENRY ja teised selle küsimuse selgitamiseks tarvitasid, seisis selles, et nad puude mitmesugusel vanaduseastmel nende üksikuis osades (juurtes, lehtedes, seemnetes, koores, tüves jne.) leiduvate mineraalainete koosseisu ja rohkust analüüside varal kindlaks tegid ja selle järele puude nõuet ning tarvitamist määrasid. Lahkuminekud, mis seejuures üksikutel uurijatel ette tulid, lasevad end seletada lahkuminevate kliimaliste ja pinnase oludega ja näitavad, et neid ei saa igal juhul kui ühtlast ja absoluutset mõõdupuud tarvitada. Kuid üldiselt võetuna on need

tulemused ikkagi niivõrt mõõduandvad, et neid ka meie oludes maksvaks võib lugeda, mille tõttu nad ka siin käsitlemist leiavad.

EBERMAYER leidis, et läbistikune aastane mineraalainete äratarvitamine keskmise kasvu puhul üksikuil puuliikidel ühel hektaaril on järgmine:

Puuliik	lämmastik N	kaali K_2O	lubi CaO	magnees. MgO	fosfor P_2O_5	väävelh. SO_3	räni SiO_2	kokku mineraalaineid
		kilogrammid						
20-a. tamm *(Querc. sessil.)*	—	9,4	31,9	5,9	6,3	1,2	0,8	56,7
120-a. kuusk, haril. . . .	38	4,07	9,69	2,00	1,54	0,70	5,04(?)	23,10
100-a. mänd, haril. . . .	34	2,35	8,86	1,57	1,09	0,24	0,54	14,81
50-a. kask	—	2,46	4,03	1,79	1,39	0,12	0,90	12,86
võrdluseks järgnevad Schröderi katsetel saadud andmed:								
mänd	—	2,09	7,68	1,44	1,12	0,22	0,53	13,08
kuusk	—	4,08	10,24	1,98	1,63	0,68	5,04	23,65

Oma uurimiste põhjal seadis EBERMAYER järgmise tabeli kokku, kus puuliigid on paigutatud järjekorda mineraalainete tarvitamise määra järele, alates kõige nõudlikumatega:

Puuliikide järjekord mineraalainete tarvitamise suhtes.

Kaalit	fosforhapet	kaalit ja fosforhapet koos	lupja	üldine mineraalainete tarvitamine
vaher	saar	saar	jalakas	jalakas
saar	haab	vaher	haab	haab
haab	vaher	haab	tamm	vaher
jalakas	jalakas	jalakas	vaher	tamm
aabies	aabies	aabies	saar	saar
tamm	tamm	tamm	kuusk	kuusk
lehtmänd	lehtmänd	lehtmänd	lehtmänd	aabies
kuusk	kuusk	kuusk	mänd	lehtmänd
kask	kask	kask	aabies	mänd
mänd	mänd	mänd	kask	kask

Nagu sellest järjekorrast, mis analüüside teel, puus leitud mineraalainete rohkuse järele kokku seatud, silma paistab, läheb ta enamvähem ühte tegeliku elu tähelepanekute najal saadud puuliikide nõuetega maa headuse suhtes. Analüüside andmed näitavad, et mineraalainete koondumine puu üksikutesse osadesse ei ole mitte ühesugune: kõige vähemal määral leidub neid puu lihas (0,3—0,4% kuivollusest), siis koores (0,75—1,0%), veel rohkemal määral okastes (1—3%), lehtedes (8—9%) ja seemnetes. Eriti rikkad nendest on saare lehed, kõige vaesemad aga kase ja lepa lehed. Puude noores eas on mineraalainete tarvitamine palju suurem kui vanemas; eriti maksab see kaali ja fosforhappe kohta, kuna sellevastu noorematel puudel lubja tarvitamine vähem on kui vanematel, lehtpuu-taimedel suurem kui okaspuu-taimedel. Ühenduses nende andmetega võib järeldada, et puutaimekeste väetamine taimeaedades on teataval määral õigustatud. Sellega oleks seletatav ka nähtus, et kohati kultuurid esimestel elu-

aastatel ehk esimesel aastakümnel viletsasti kasvavad, vanemaks saades aga kasvus paranevad. Nõndasama võiks kergem või raskem loomuliku uuendamise kordaminek sellega osalises ühenduses olla.

Huvitavaid tagajärgi andsid COUNCLER'i katsed kolme puuliigi ainete tarvitamise kohta ühesugusel maal. Esitatud olid 40—42-aastased aabiesed, kuused ja lehtmännid diluviaalsel liival, hinnatud II/III boniteedi männimaa alla. Katsed näitasid, et aabies oli kõige rohkem kaalit, kuusk lupja ja lehtmänd magneesiat ära tarvitanud.

Mitte vähem ei huvita ka RAMANN'i katsed, millede järele ühe või teise toitaine tarvitamine on seotud teatava vegetatsiooniajaga, mis pole aga kõigil puuliikidel ühine. Nii katavad mänd ja lehtmänd oma kaalitarviduse suve teisel poolel (juunist septembrini), kuusk sellevastu maist juulini ja aabies veel varemalt. Kaltsiumi võtavad lehtmänd ja kuusk hilissuvel, aabies kogu suve jooksul, mänd aga hilissuvel ja sügisel. Fosfori kogumine on lehtmännil suuremal määral sügisel, kevadel ja suvel vähesel viisil; mänd kogub teda ainult hilissuvel ning rohkesti, kuusk vähesel viisil terve suve jooksul.

Ramanni ja Baueri katsed näitavad ka, et samuti lämmastikugi kogumine lahku läheb, ja nende põhjal jõuavad nimetatud teadlased oletusele, et segametsades püsib puude kasv vahelduva ja mitmekesise tarvitusemäära tõttu soodsam ja pinnase seisund kauemat aega parem kui seal, kus kasvab ainult üks puuliik. Segametsades seatakse ainete tarvitamises teatav tasakaal jalule, ja sellest vaatekohast välja minnes oleks ka üksikute puuliikide segamine gruppide viisi vähem soovitav kui üksikute puude viisi.

Kuigi analüüsid kindlaid andmeid annavad puus leiduvate ainete määra kohta, jääb senini veelgi palju küsimusi lahtiseks, mis ühenduses on suhetega üksikute ainete ja puu mitmesuguste eluavalduste vahel. Näiteks puudub klorofüllis raud; kui aga puudub raud taimes üldse, siis ei oma lehed rohelist värvi. Väävli ja fosfori asukoht on peale protoplasma suuremal määral seemnetes; tema puudusel aga jääb ka taime üldine arenemine seisma, kuigi taim selle tõttu täiesti otsa ei saa. Lämmastiku puudusel kaotavad noorte mändide okkad tumerohelise värvi, mis aset annab helerohelisele või kollasele värvile; fosfori vähenemisel omandavad nad suve lõpul sinaka või violetse värvi. Väävli puudusel jäävad männitaimekesed väikeseks ja nende okkad omandavad kahkjasrohelise värvi. Nõndasama mõjub ka kaali puudus. On mõnd ainet liiga suurel määral, tulevad taimedes mürgistumismärgid ilmsiks.

Puus leiduvate mineraalainete määr ei ole veel märgiks, et see otsejoones vastab puu tarvidusele. Ka puul on kalduvus toitaineid koguda, ilma et neid tarvituseks täiesti ära kasutada. Üksikud puuliigid lähevad selles suhtes kaunis lahku: Aabies sisaldab märksa rohkem (22,9—30,1%) kaalit kui mänd ja kuusk, niisama ka rohkem fosforit, kuid lupja leidub temas vähem kui viimastes. Lehtmännis on mineraalainete hulk vähem kui kuuses ja aabieses, eriti rikas on ta aga magneesiumi poolest. Harilik mänd on üldiselt vaene mineraalainetest, eriti on kaali ja kaltsiumi määr vähem kui kuusel, kuid kõige vähemal arvul mineraalaineid on veimuudi männis. Lehtpuudest sisal-

dab näit. haab ja sarapuu pea kaks korda, saar isegi pea neli korda rohkem kaalit ja fosforit kui jalakas, tamm ja vaher. Eriti suurel määral leidub mineraalaineid valges akaatsias.

Võrdluseks järgnevad andmed mõnede puude tuha-analüüsidest (Ebermayer, Physiol. Chemie d. Pflanzen).

	Puht-tuhk *)	100 osas tuhas leidus protsentides									
		K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	Mn_3O_4	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
Tammel .	0,46	30,86	2,01	28,85	11,83	1,07	5,26	14,72	2,87	2,42	0,09
kasel . .	0,33	23,60	2,27	29,03	16,48	0,90	8,66	14,71	1,69	1,99	0,66
männil .	0,30	14,31	0,99	53,64	10,69	0,11	3,34	6,05	3,51	2,61	—
kuusel .	0,21	19,66	1,37	33,97	11,27	1,42	23,96	2,42	2,64	2,73	0,07
leht-männil .	0,17	33,57	1,70	45,14	13,20	3,04	—	7,68	2,05	3,23	—
euroopa aabies .	0,24	39,87	0,90	11,14	9,55	0,73	28,56	6,13	1,80	1,33	—

*) Puht-tuhk erineb toorestuhast selleläbi, et temas on süsihape, liiv ja süsi kõrvaldatud.

Võrreldes puude mineraalainete määra põlluviljas või heinas leiduva määraga paistab silma, et puud tarvitavad neid aineid vähe, millest ühtlasi selgub, miks mets kehvadel maadel, kus vili või rohi enam ei edene, veel rahuldavalt suudab kasvada. Analüüsid näitavad, et mets tarvitab mineraalaineid, eriti kaalit ja fosforit, keskmiselt 10—15 korda vähem kui vili või rohi.

Et puudes on ainete määr mitmesugusel vanaduseastmel ning eri-puuosades vahelduv, selle kohta on juba eespool tähendatud. Järgnevas tabelis leiduvad võrdlevad andmed sellelt alalt. 1000 kaaluühikus kuivolluses on (Bühler, Waldbau I):

	puht-tuhka	kaalit	lupja	magnee-siat	fosforit
Aruheinas	69,8	18,64	11,13	4,81	4,96
punases ristikheinas (õitsmisel) .	68,6	22,15	23,95	7,48	6,61
tatras (õitsmisel)	82,3	25,41	33,26	16,90	5,02
talinisus (kasvavas).	97,5	33,81	4,83	1,41	7,22
rukkiteras	20,9	6,71	0,62	2,35	9,98
kaerateras	31,2	5,59	1,12	2,23	8,00
kartulis (valmivas)	85,8	18,69	28,01	14,17	6,79
tammes (puu ilma kooreta) 15—25-a.	4,85	1,69	1,09	0,80	0,82
„ „ „ „ 50-a. .	3,51	1,16	1,05	0,24	0,40
„ „ „ „ 345-a. .	2,36	1,08	0,57	0,07	0,08
„ (peentes okstes) . . .	17,80	3,48	9,07	1,93	1,68
„ (tõrudes)	21,8	13,98	1,51	1,15	3,25
männi 100-a.halupuus	3,03	0,43	1,63	0,32	0,18
„ 1-a. taimes	26,20	5,14	8,41	1,71	5,11
„ seemnes	41,5	9,29	0,77	6,26	19,07
kuuse 100-a. halupuus (koorega) .	3,14	0,44	1,45	0,23	0,11
„ 1-a. taimes	27,30	5,68	8,68	1,57	4,56
„ okasrisus.	46,10	1,53	18,35	2,05	2,30
lehtmänni halupuus	2,42	0,57	1,17	0,19	0,20
kase „	3,27	0,58	1,08	0,46	0,26

Kuigi analüüside andmed näitavad, kui palju üks või teine puuliik võib mullast mineraalaineid koguda, ei tarvitse see veel tema tõeline vajaduse- ehk tarvidusemäär ja otsekohene nõude-mõõdupuu maa headuse suhtes olla. Omadus ehk võime aineid mullast koguda, tõeline tarvidus ja nõue maa suhtes on omadused, mis ei käi ühtlase väite alla. Veimuudi mänd, mis kõige vaesem mineraalaineist, ei lepi sellegi pärast kõige kehvema maaga; selle vastandiks on valge akaatsia, mis on nendest õieti rikas, kuid sellegi pärast ka kõhnal maal rahuldavalt suudab kasvada, nõnda siis vähenõudlikkude puuliikide hulka kuulub, sealjuures aga maad kiiremini välja kurnab kui teised puuliigid. Mitmesugune toitainete omastamise võime on ühenduses juuresüsteemiga; osalt mõjuvad aga veel teised, senini mitte küllalt selgitatud põhjused selleks kaasa.

Kuivõrt puuliikide juurekava ja nõudlikkuse vahel teatav järjekindel vahekord valitseb, näitavad NOBBE uurimised, mis annavad võrdlevaid andmeid männi, kuuse ja aabiese aastaste taimede juurte arvu, pikkuse ja välise pindala kohta:

	männil	kuusel	aabiesel
juurte arv	3135	253	134
juurte üldpikkus mm . .	11988	1941	992
juurte pindala □mm . .	20515	4139	2452

Sama vahekorda näitavad ka MOROSOV'i katsed 1- ja 2-aastaste puutaimedega ühesugusel maal:

	juurte arv	üldpikkus sm
1-a. lehtmännil. . . .	174	235,6
„ kasel.	2971	2572,8
„ haaval	1374	720,4
„ vahtral	1184	954,6
„ kollasel akaatsial .	22	345,0
2-a. männil	2020	3817,5
„ kuusel	2555	1723,9
„ aabiesel	614	469,6

Ühenduses puude eespool-nimetatud omadustega lasevad end mitmekesised kombinatsioonid sel alal jälgida; näit. seltsivad harilikul männil vähene nõudlikkus vähese tarvidusega ja suure omastamisvõimega, saarel suur nõudlikkus rohke tarvidusega ja valgel akaatsial suur omastamisvõime vähese nõudlikkusega. Sel alusel sai MOROSOV puuliikide nõudlikkuse suhtes järgmise järjekorra, alates kõige nõudlikumatega: jalakas, saar, vaher, tamm, sanglepp, pärn, haab, kuusk, lehtmänd, kask, harilik mänd. Tarviduse suhtes oleks aga järjekord järgmine: valge akaatsia, jalakas, saar, tamm, sanglepp, kuusk, kask, lehtmänd, harilik mänd, veimuudi mänd. See järjekord ei tarvitse aga mitte õigem olla kui teiste uurijate oma, sest, nagu juba tähendatud, on puu nõudlikkuse ja tarviduse piirid laia ulatusega, mis meile ka põh-

just annab rääkida maast, mida teatav puuliik armastab, ja maast, millega ta hästi lepib.

Metsamaade headuse hindamine. Metsa kultiveerimisel on peanõue, et igal kasvukohal temale vastav puuliik aset leiaks. Ei pea metsa kultiveerija seda küllalt silmas, siis kannab ta töö algusest peale eneses äparduse idu. Eriti maksab see niisugustel juhtudel, kus on tegemist metsa asutamisega maa-aladel, mis ennemini pole metsa kannud ja kus puud ise oma kasvuga ei saa näidata, missugusele liigile maa kõige sündsam oleks.

Mulla analüüsid, mis võimaldavad kõige täpsamaid andmeid mullas leiduvate mineraalainete koosseisu ja määra üle, on isegi teaduslikult ettevalmistatud metsamehel rasked läbi viia — tarvilise aja ja abinõude puudusel, ja nii jääb tegelikus elus järele mulla koosseisu ja maa headuse kohta lihtsamate abinõudega või silma järele selgusele jõuda. Selleks pakuvad meile häid näpunäiteid mitmed lihtsad võtted ja välised tunnused, nagu mulla värv, taimestik jne.

Eriti tähtis on mulla hindamisel otsusele jõuda, kui suurel määral esineb tema koosseisus liiva ja saue. Selleks annab head võimalust n. n. loksutamiskatse, mis seisab selles, et teatav osa mulda klaassilindris veega segatakse, hästi läbi loksutatakse ja mõneks ajaks seisma jäetakse. Raskuse järele vajuvad vees kõige enne suuremad murendi osad, jäme liiv jne. põhja, sellele järgneb peen liiv ja kõige viimasena settivad kõige peenemad saue osakesed. Vahekord üksikute osade vahel annab juba ülevaate mulla koosseisust. Täpsamat ja kergemat määramist võimaldavad selleks eriliselt konstrueeritud nõud, millest nimetada oleks Kühni leotamissilinder.

Lubja määra saab pealiskaudselt soolhappega ära määrata. Leidub mullas vähem kui 1% lupja, siis ei kee (sisise) ta soolhappe peale-tilgutamisel; kuni 2% lubja sisalduse puhul sisiseb ta vähe, 3—5% puhul ägedasti.

Huumuse hulka määratakse analüüsimisel kuumutamise varal; hariliku hindamise korral annab aga mulla värv selle üle otsust. Üldiselt võib aluseks võtta, et maa on seda rammusam, mida tumedam on ta värv. Sõrmede vahel hõõrutult tundub huumus pehme ja kohe.

Liivasisaldis mullas laseb end sõrmede vahel hõõrumise teel umbkaudu määrata, sest ta tundub karedana ning sõmerlisena, sau sellevastu sitkena ning rasvasena. Savi on liiva ja saue segu; tundub seepärast sõrmede vahel enam-vähem sõmerlisena, laseb end kergesti vormida ja omab erilist lõhna.

Savikas liiv ja liivakas savi on mõisted, mida sagedasti ära vahetatakse. Pealiskaudsel määramisel omab muld liivaka savi iseloomu, kui ta peos kokkupigistatult kampa jääb, kuna savikas liiv vähemaiks osadeks laguneb. Ülipeene liiva ja saue segu kannab kohati „keede-“, kohati „leedemaa“ nime.

Taimestik annab oma jagu näpunäiteid maa headuse ja ta koosseisu kohta, kuigi ta ehk enam füüsilisi kui keemilisi pinnase omadusi iseloomustab. Nii armastavad värskel rammusal huumusesel maal kasvada: nõges *(Urtica dioica)*, takjad *(Arctium Lappa, A. tomentosum, A. minor)*, vabarnad *(Rubus idaeus)*, põldmurakad *(Rubus fruticosus)*,

ristirohud (*Senecio vulgaris*), sõrmkübarad (*Digitalis*) ja kurerehad (*Geranium*). Savirikkal maal kasvavad magusad niiduheinad, nagu maarjahein (*Anthoxanthum odoratum*), mesiheinad (*Holcus*), aasakaerad (*Avena*), kastevarred (*Aira*), hiirekõrvad (*Capsella bursa pastoris*), valged karikakrad (*Anthemis arvensis*), kummelid (*Matricaria chamomilla*), kassitapud (*Convolvulus arvensis*). Saviliiva-maal: rukkilill (*Centaurea Cyanus*), nisulilled (*Agrostemma githago*), kannikesed (*Viola tricolor*), mailased (*Veronica*). Kruusaliiva-maal: palukavarred (*Vaccinium vitis idaea*), leetpõõsad (*Genista*), ubapõõsad (*Cytisus*); kergel liivamaal: kanarbik (*Calluna vulgaris*), kevadikud (*Draba verna*), liivtarnad (*Carex arenaria*); kõhnal liivamaal: põdrasammal (*Cladonia*), kukemari (*Empetrum nigrum*), leesikas (*Arctostaphylos uva ursi*); lubjasel maal: seaherned (*Lathyrus silvestris*), hiireherned (*Vicia cracca*), metsülased (*Anemone silvestris*), ristikhein (*Trifolium pratense*); hapu huumuse pinnasel: mitmed tarnad (*Carex*), load (*Juncus*), kõrkjad (*Scirpus*), sookuuskjalad (*Pedicularis palustris*), villpead (*Eriophorum*); rabamaal: soosammal (*Sphagnum*), huulheinad (*Drosera*), jõhvikad (*Vaccinium uliginosum*), kuremari (*Vaccinium oxycoccos*), küüvits (*Andromeda polifolia*), sookailud (*Ledum palustre*); nõmmehuumusel: kanarbik (*Calluna*), harjasheinad (*Nardus*).

Metsamaad jagatakse oma headuse järele viide boniteeti ehk headuseklassi, alates I boniteedi kui kõige paremaga. Et männi-, kuuse- ja lehtpuude maa boniteedid pole ühtlased, niisama ka geograafilistes piirides üksteisest lahku lähevad, siis ei esine boniteet mitte igal juhul kindla ja ühtlase mõistena, mis end pinnase kirjeldusega laseks ära määrata.

Kõige paremaks mõõdupuuks maa hindamisel on senini jäänud puude pikkuse kasv teataval vanaduseastmel.

Pinnase hindamiseks saame hea ülevaate mulla profiilist, milleks maasse kaevatud augu püstloodis sein kergesti võimaldab määrata ning mõõta kihtide paksust, mulla koosseisu ning tihedust üksikuis kihtides, põhjavee kõrgust jne. Ka eriti selle jaoks konstrueeritud maapuurid on tarvitusel. Augud tehakse umbes 1 meetri sügavused; nende laiuse ja pikkuse määrab lahe töötamisvõimalus.

Kirjeldus algab pinnasekattega, pinnas ise aga jagatakse horisontideks, kusjuures horisont A_1 moodustub kõige ülemisest, huumusega segatud mineraalkihist. Ta on peal kõige tumedama värviga, muutub allpool valkjamaks ja läheb üle horisont A_2 valkjaks leetkihiks, kust mineraalained on välja uhetud ja veega alumisse kihti viidud. Seda mineraalainetest vaest kihti nimetatakse ka e l u v i a a l k i h i k s. Tema all järgneb i l l u v i a a l- ehk sisseuhte-kiht ehk horisont B. Liivamaadel erineb horisont B oma tumedama, harilikult pruunikaskollase värviga, temas esinevad leetmiku moodustised, kord väheste teradena, kord suuremate pesadena, mis erinevad ümbruskonnast oma pruuni värvi poolest. Kohati moodustab aga leetmik ühtlase, mitmesuguse paksusega lademe. Horisont B on sagedasti kinnisem ja mineraalainetest rikkam kui ülemine või alumine. Sagedasti ulatuvad ülemise horisondi valkjad osad keeltena või lehtrina tema sisse. Allpool B-horisonti algab C-horisont ehk aluskiht, mis mõnikord värvi ja koos-

seisu poolest vähe erineb B-horisondist, sagedamini aga savi-, kiviräha-, jämedama liiva jne. kihina esineb. Temas leidub enamasti ka põhjavesi.

Üksikute horisontide paksus on väga vahelduv; ka ei ole igal pool horisontide väljakujunemine niisugune, kui see maksev on eespool-kirjeldatud sügavamapõhjaliste liivamaade kohta. Prof. A. NÕMMIK eraldab Põhja- ja Lõuna-Eestis 5 mulla-valdkonda, milledest näit. Põhja-Eesti rannikul ja saartel ettetulevail pinnaseil on peenainete kiht niivõrt õhuke, et seal pole mingeid vahekihte ehk horisonte ja õhukesele A-horisondile otse aluspõhi paena ehk paerühana järgneb.

Pinnase liigitamine. Vastavalt iseloomustavale koosnemisele tehakse vahet kivi-, kruusa-, liiva-, savi- ja huumusemaade vahel, milledest igaüks veel mitmeks alaliigiks jaguneb.

Puht-kivimaad on tüübilised mäestikes, Skandinaavias ja Soomes; meil võiks nendest seal juttu olla, kus lubjapaas esineb katmatult või väga õhukese mullakihiga. Puht-kivipinnal võib veel keskmine, isegi hea mets kasvada, kui niiskuseolud on küllalt soodsad, mis võimaldavad paksul samblakorral kivialusel püsida, mille all puujuured küllaldaselt niiskust leiavad. Kivipragudes leiavad nad niivõrt peent murendit, et nende kasvamine on kindlustatud. Leidub mullas rohkesti mitmesuguse suurusega kive või katavad nad suures ulatuses pealispinda, siis on tegemist kivismaaga, mis võib kaunis heaks metsapinnaseks olla, kui puujuurtel kivide vahel küllalt ruumi ja mulda leidub. Kivine maa saab murenemise läbi toitaineid alaliselt juurde; on maa kerge, saab ta kivide läbi kinnisemaks; sitkeil mail sellevastu mõjuvad kivid lahendavalt ja aitavad maad soendada.

Vähemad, kuni 6 sm läbimõõduga kivid moodustavad kiviräha, mis meil sagedasti leidub aluskihina, harukordadel aga ka pealispinnal. Ulatub murenemata kivimiosade läbimõõt 0,2—2 sm, siis on meil tegemist kruusaga, ja leidub teda pinnase koosseisus 20—60%, siis räägime kruusakast või kruusamaast.

On kruus kergesti murenemisele alluva kivimi produkt, siis kujuneb ta keskmiseks metsapinnaks, raskelt murenedes on ta sellevastu kehvaks asukohaks puudele, ja mida vähem on seesuguses maas peenmulda, seda halvemad on ta omadused ja seda viletsamat metsa ta kannab. Kuuskedel on kruusamaadel sagedasti mäda süda, kõrgematel kohtadel on metsa kultiveerimine maa kuivuse tõttu raskendatud ja õnnestub harva. On põhjavesi parajal kõrgusel, siis kujunevad kasvutingimused puudelegi paremaks.

Liivamaad. Kivimimurendi terakesed, 0,02—2 mm läbimõõduga, kannavad liiva nime ja esinevad kas jämeda või peene liivana. Liiv võib olla mitmesugusest kivimist, näit. ränikivist, põldpaost, vilgukivist, liivakividest j. m. t. Suurem osa langeb küll ränikivi peale, mis annab ühtlasi ka kõige kehvemat materjali, sest et tema terakesed ei allu enam täielisemale murenemisele. Teised kivimid annavad kohasemat materjali; seetõttu on ka liivamaad vahelduva headusega ja kannavad kohati head metsa. Leidub pinnase koosseisus üle 75% liiva, kuna ülejääk saue, lubja ja huumuse peale langeb, siis on tegemist puht-liivamaaga; tõuseb koosseisus saue protsent 10—20 peale, kuna lubi

ja huumus kumbki kuni 5% esinevad, siis nimetatakse teda savikaks liivaks.

Iseloomustavaks liivamaa omaduseks on ta hele värv ja sõredus. Üksikute terakeste vahel puudub siduv aine, nii et puht-liivamaadel liivaterad kuivas olekus tuule õlul edasi kanduvad ja liivatuisku tekitavad. Liivamaad on harilikult sügavapõhjalised ja lasevad vett kergesti läbi; selle tõttu uhtuvad saue osad ja lahustatud mineraalsoolad kergesti sügavamaisse kihtidesse, mille tagajärjeks on pealiskihtide kehvenemine. Kapillaarsus on väike; selle tõttu kannatavad liivamaad kuivuse all, kui põhjavesi pole küllalt kõrgel. Hea sõreduse tõttu leiavad õhk ja soojus kergesti teed pinnase sügavamaisse kihtidesse ja aitavad kaasa orgaaniliste ainete kiireks kõdunemiseks, millega aga ühenduses on liivamaade väike absorbeerivus (toitainete kinnihoidmise võime). Et pinnas niisama kergesti kaldub kuivama ja jahtuma, tekib tema peal kergesti toores huumus, mis viib pinnast soostumisele või saab nõmmede tekkimise põhjuseks.

Pinnase paljastamine ja turba kaotamine mõjuvad halvendavalt maa peale; seepärast tuleb loobuda pinnakatte riisumisest, välja arvatud niisugused kohad, kus on paksem samblakiht tekkinud ja soostumine ähvardamas. Ka paljasraied ei ole liivamaadel soovitavad ja nimelt peab tarvitama seda suuremat ettevaatlikkust, mida kehvem on maa. Ei anna loomulik uuendus, mis kuival ja huumusevaesel maal raskesti korda läheb, küllalt rahuldavaid tagajärgi, tuleb mets kunstlikul teel asutada, ilma et aega antaks maal vihma, tuule ja päikese takistamata toimel halveneda.

Liivamaadel algab kevadel puude elutegevus maa kiire soenemise mõjul varakult; sedasama võib öelda ka puuseemne idanemise kohta. Kuid sama kiire jahtumise tagajärjel on sagedad ka külmahädad — hiliste külmade näol. Tehniliste omaduste suhtes on liivamaal kasvavad puud head; ühtlased ja mitte väga laiad aastaringid annavad peenetoimelise, hästi lõhkeva puu, tüved on siledad, väikeste ning väheste okstega, võrad ehk kroonid on väikesed ning hõredad, mille tõttu pinna varjumine vilets ja rohu kasvamine kergendatud. Puude kasv on alguses aeglane, võtab aga pärast hoogu, kuid laskub varssi tagasi; üld-juurdekasv jõuab võrdlemisi varakult haripunktile, võrad hakkavad võlvuma, liitus hõreneb, mille tagajärjel pinnas kipub halvenema ja loomulist uuendamist raskendab. Seemne kandmine algab puudel varakult; seemne saak ja headus on aga keskpärased, kännu ja juurte võrsumisvõime vähesevõitu. Puu-juured lähevad sügavale ja laiali, et tarvilisel määral toitaineid ja niiskust saada; selle tõttu on ka kännu ja juure puuosa võrdlemisi suur. Liivamaal kasvavad metsad alluvad üldiselt sagedaile ning raskeile hädadele, eriti putukate ja tule suhtes. Pinnase parandamisse avaldab head mõju tema värskuse alalhoidmine, milleks kaasa aitavad korralik pinnakate, kiire ja tihe kultiveerimine, paraja liituse eest hoolitsemine, vanemas metsas loobumine laialistest lageraietest ja harukordadel eriline alusmetsa asutamine pinna turbeks. Liivamaade iseloomustavaks puuliigiks on mänd. Eriti välja kujunenud on liivamaadel toitainete väljauhtumine ülemisest kihist, millest eespool pikemalt juttu oli.

S a v i m a a d. Tõuseb mulla koosseisus saue protsent 20—50-ni, kusjuures huumuse ja lubja protsendid ei ulatu üle 5, siis on meil tegemist savimaadega. Neid liigitatakse: liivakaks savimaaks, kus saue % kõigub 20 ja 30 vahel, keskmiseks ehk lahedaks savimaaks — 30—40% sauega ja raskeks savimaaks, kus saue % ulatub 40—50. Tõuseb saue % 50—70-ni, siis kuuluvad seesugused maad s a u e m a a d e liiki.

Sau on kõige peenem murenemisprodukt, mille üksikud osakesed on alla 0,002 mm läbimõõduga. Tema keemiline koosseis on mitmesugune, värv oleneb rauaoksüüdi lisast; kõige puhtamal kujul esineb ta kaoliini ehk portselanmullana, mille värv on valge.

Saues leidub rohkesti toitaineid; ka on ta oma füüsiliste omaduste tõttu tähtis liige pinnase koosseisus. Ta ühendab liivaterakesi, andes sellega maale teatava sitkuse; hoiab hästi niiskust, ei kuumene ega jahtu väga kiiresti. Savimaade absorbeerimisvõime on isegi parem kui huumusel; ainete väljauhtumist ei tule ette. Selle tõttu on eriti savimaades liiva ja saue keemilised kui ka füüsilised omadused kõige soodsamas ühenduses ja moodustavad puudele kõige paremat kasvupinda. Nad on paraja soojuse, niiskuse, läbilaskvuse ja kohedusega, seejuures rikkad toitaineist. Metsakasvule kõige paremaks kujuneb liivakas savimaa, mis on kõikidele puuliikidele sündsaks asukohaks.

Üldiselt on seemne idanemine ja puude kasv noores eas savimaadel aeglane, paraneb aga peale liitumist ja püsib vanema eani heana, nagu liituski. Puudel algab seemne kandmine hilisemas eas kui liivamaadel; kännu- ja juurevõsude ajamine on rikkalik ja tugev. Puud on võrdlemisi heade omadustega ja suurema massiga kui liivamaal kasvades, kalduvad suuremale oksakasvatusele ja võra laiutusele; juurdekasv kestab vanema eani. Maa ei karda halvenemist, isegi kui mets hõredamaks jääb. Istutamise tagajärjed on enamasti head, küli sellevastu võib äparduda, kui maa omale kõva koorukese peale kuivatab. Mida suuremaks tõuseb saue-osa mulla koosseisus, seda halvemaks muutub pinnas metsakasvule. Rasked savi- ja sauemaad võtavad niiskust aeglaselt üles, on nad aga kord läbi ligunenud, siis ei tahene nad nii pea ja muutuvad veele ja õhule kergesti läbilaskmatuks. Maa jääb alaliselt külmaks ning märjaks, bakterite tegevus kahaneb, orgaaniliste ainete ümbertöötamine jääb seisma, tekib kergesti toores huumus ja algab soostumine. Põua mõjul kuivab maa paaki, murdub suurte tükkidena, ilma pudenemata, ja praguneb sügavalt, seejuures puujuuri vigastades. Seeme idaneb aeglaselt, kultiveerimine on kulukas, puukeste juurdumine visa, maa ettevalmistamine kultuurideks raske. Pinnakatte puudusel muutub pealispind vihma kinnilöömise läbi kõvaks.

Tõuseb savimaades lubja määr 5—20%, siis nimetatakse neid m e r g l i m a a d e k s; ulatub lubja määr aga üle 20%, siis on tegemist juba l u b j a m a a d e g a.

Niihästi mergli- kui ka lubjamaad kuuluvad paremate metsamaade liiki, kuni esineb lubi teatavas osas mulla koosseisus. Mida rohkem lubi aga ülekaalu omandab, seda ebasoodsamaks muutub mulla koosseis.

Orgaaniliste ainete ümbertöötamine toimub kiiresti — maas on „sööjad", nagu harilikult öeldakse. Vett peab ta eneses vähe kinni, hapete tekkimine on takistatud; sellepärast ei edene ka soostumine. Puude kasv on hea, võsuajamine tugev. Eriti soodus on seesugune maa lehtpuudele, peale lepa ja paju; okaspuud vananevad seal kiiresti. Seeme idaneb ruttu, loomulik uuendus on hea ja noored puukesed kannatavad isegi kauemaaegset varjamist. Need head omadused püsivad aga ainult niikaua, kuni pinnas on hästi varjatud. Katte kaotamise tagajärjel on pinnas kerge kuivama — lageraiete tagajärjel; kui pinnakate küllalt paks ei ole, muutub pinnas päikese ja tuule käes niivõrt halvaks, et raskeks läheb metsa asutada: rohke huumuskattega kannab ta niivõrt lihavat rohukasvu, et see metsastamisele takistavaks saab.

Huumusemaad. On mullas 5—20% huumust olemas, siis nimetatakse maad huumuseseks; tõuseb see protsent üle 20, omandab ta juba puht-huumusemaa ilme. Säärasena muutub ta, nagu iga mullaliik, kus üks või teine pea-aine valdavas ülekaalus, metsa kasvule ebasoodsaks. Paraja seguna liiva ning savi sisaldava huumuse headest omadustest oli eespool juba juttu, nii et siinkohal ainult veel lühidalt võiks tähendada, et keemiliste mõjuavalduste kõrval teeb huumus sitked maad kohedamaks, kerged aga pidevamaks, peab niiskust hästi kinni, isegi õhuniiskust ära kasutades, takistab mineraalpinna kinnilöömist vihma läbi ja tasandab temperatuuri kõikumisi mullas.

Üksikasjalisemalt tuleks peatuda puht-huumusemaade juures, mille all sood ja rabad esinevad. Need võtavad oma alla laiaulatuslikud alad ja on kui vähe produtseerivad või täiesti produtseerimata maad rahvatulunduslikult negatiivse tähtsusega, vähemalt nõndakaua, kuni nad praeguses seisukorras püsivad või turbarabadena kasutuse alla ei kuulu.

Maakohad, kus sademetega võrreldes aurdumine madala temperatuuri tõttu väike ja õhuniiskuse määr võrdlemisi suur, on rikkad ka soodest. Nii arvatakse Venemaal 38 milj. ha ehk 7% kogu maa-alast soode all olevat; Soomes 7,4 milj. ha = 20%; Rootsis 5,2 milj. ha = 16,2%; Norras 1,6 milj. ha = 5,0%; Saksamaal 2,8 milj. ha = 5,2%; Taanis 0,2 milj. ha = 6,2%; Hollandis 0,037 milj. ha = 1,6%. Meil ei ole kindlaid andmeid soode pindalast olemas, umbkaudsed arvestamised määravad ta aga 13—15% peale üld-maaalast. Sellest tuleb osa, kui täiesti kõlbmata ala, tulunduslikult kadunuks lugeda, suuremat osa aga saab parandada ja ta võib metsamaana või kultuurpinnana tulevikus suure tähtsuse omandada. On kindel, et suurt osa meie soostunud metsi saab võrdlemisi väheste kuludega parandada, ja üks tähtsamaist ning ligemaist küsimustest meie metsapolitika alal on selle ülesande lahendamine üleriiklikus ulatuses. Ei ole seepärast ülearune soode tekkimist ja nende omadusi metsakasvatuslikus suhtes siinkohal lühidalt jälgida.

Igal pool, kus on orgaaniliste ainete juurdetulek suurem kui nende ümbertöötamine kõdunemise teel, on ka soo tekkimine võimaldatud. Ta tekib kas maa peal vähese või rohke niiskuse varal või saab oma alguse vee all. Suuremalt osalt on pinnapealse soo tekkimise põhjuseks läbilaskmata aluspõhi seisva veega, mis takistab or-

gaaniliste ainete kiiret kõdunemist; sealjuures võib kõdumuld muutuda nõmmehuumuseks, see aga omakord turbaks. Soo nime omab säärane huumuselade, kui tema paksus peale kuivakslaskmist ulatub vähemalt 20 sm.

Soode tekkimiseks annavad materjali mitmesugused vee- ning heintaimed ja samblad. Esimeste jäänused moodustavad tasase või keskel madalama pinnaga madal- ehk heinasoo, viimaste omad — keskelt kõrgemale võlvitud sambla- ehk kõrgsoo. Nende vahel on mitmeid vaheastmeid, mis kannavad üleminekU- ehk segasoode nimetust.

Madalsoo saab oma alguse enamalt jaolt madalate veekogude, aeglaselt voolavate jõgede äärest või üleujutatud madalikkudelt, kus rikkaliku veetaimestiku jäänused vees lagunevad, põhja vajuvad ja ühes settinud mineraalosadega mudakihi tekitavad, mis aegamööda ikka kõrgemaks kerkib, kuni sinna roo, lugade, soetõlvade, kõrkjate kõrvale tarnad ning muud heintaimed asuvad ja endine veeväli kinni kasvab. Siis asuvad sinna ka juba puud ja põõsad (lepp, kask, pajud, toomingas jne.) peale, mis nõndakaua, kuni nende juured toitaine-rikka kihini või veepinnani ulatuvad, rahuldavalt kasvavad. Kerkib soopind aja kestel aga kõrgemale, nii et nõudlikumate puude juured sinna enam ei küüni, siis jäävad püsima vähemaga leppijad puuliigid — kask ja mänd, kuni ka need omakord maad peavad andma veel vähemate nõuetega taimestikule, mille eesotsas seisavad soosamblad, nii et heinasoo muutub samblasooks. Siinjuures peab tähendama, et soode arenemis- ja kasvamiskäik on väga mitmekesine, ja võiks peaaegu öelda, et igal sool on oma isiklik elulugu, mis teiste omast ühel või teisel teel lahku läheb.

Rohusoid on võrdlemisi kerge kultuuripinnaks ümber muuta; eriti sündsad on nad heinamaadeks. Nende loomulik toitainete rikkus oleneb esijoonel veest, mille peal või ümber nad tekkisid, pärastpoole avaldab sellesse mõju taimestik. Et soo arenemiskäigus, nagu nägime, nõudlikumad taimeliigid vähenõudlikkude eest peavad taganema, siis väheneb soo kasvamisega ülemistes kihtides toitainete määr lõppeks nende piirideni, kus ainult veel kõige vähemaga leppijad — soosamblad (*Sphagnum*) suudavad püsima jääda ja ühes seega ka viimseks lüliks saavad soo arenemiskäigus.

Kuivõrt toitainete määr madal- ja kõrgsoos lahku läheb, näitavad FLEISCHER'i mitmetuhande analüüsi viljana saadud keskmised andmed.

	madalsoos:	kõrgsoos:
	oli kuivollusest protsentides:	
põlevaid aineid. .	90	97
lämmastikku . .	2,5—4	0,8
kaalit	0,1	0,04
lupja	4,0 (juhuti kuni 30,0 ja rohkem)	0,25
fosforhapet . . .	0,25 (juhuti kuni 6,0 ja rohkem)	0,05

Toitainete rohkusega on seletatav, et madalsoodel sagedasti ainult üleliigse vee kõrvaldamine aitab soodsat kasvupinda luua metsale või

kultuurtaimedele; peab aga meeles pidama, et mitte iga madalsoo ei tarvitse lubja- ja lämmastikurikas olla, nõndasama ka mitte iga kõrgsoo nendest tingimata vaene.

Kuna meil võimalus on madalsoid sagedasti veel võrdlemisi kergesti tootsaks pinnaks muuta, ei või kõrgsoodest seda enam loota. Küll saavad nad aga ümbruskonnale hädaohtlikuks selle läbi, et nad laienemisel metsad kui ka põllu- ja heinamaad oma alla võtavad ja need kõlbmatuks teevad.

Kõrgsoo tekitajaks ja iseloomustajaks on soosamblad, millede nõuded on mineraal-toitainete suhtes niivõrt minimaalsed, et tuulega kohale kantud mineraalosadest nende rahuldamiseks jätkub. Selle tõttu suudavad nad igale poole asuda ja areneda, kui aga kliimaolud on selleks soodsad, see tähendab, temperatuur olgu võrdlemisi madal, sademeid rohkesti, auramine vähene jne. Eriti hõlpsasti ja nähtava heameelega asuvad nad metsa all tooreshuumusele; mineraalpindadest eelistavad nad kehva huumusest liiva- ja plinki savimaad. Sellest siis tulebki, et kõrgsoo tekkimine ei olene maapinna reljeefist, s. t. ei piirdu mitte ainult madalate, vesiste maa-aladega, vaid samase eduga asub kõrgsoo kõrgeile kohtadele, kus leidub nõmmehuumust eriti rohkesti. Oma kõrgemast asukohast valgub soosammal-vaip siis laiali. Niihästi elus kui ka surnud soosammal-kate hoiab eneses suurel määral vett kinni, nii et kõrgsood kujunevad sel teel suurteks veereservuaarideks, mis oma ümbruskonnas põhjavee kõrgel hoiavad ja soostumise laienemiseks kaasa aitavad.

Uurimised tõestavad, et suurem osa laiaulatuslikke soid asub endistel metsamaadel. Alguses võib-olla väikesed sootükid hakkasid kasvades oma ümbruskonna metsa soostama, kuni see edasitungiva sambla all täieliselt hukkus ja aset andis kõrgsoole. Säärane toimekäik kestab alaliselt edasi, kui metsade soostumisele tõkkeid ei tehta. On teada, et põhjapoolne metsakasvu-vöö edasinihkuva tundrasoo läbi ikka rohkem lõuna poole taganeb, ja RAMANN toob eriti Põhja-Eestist näiteid, kus soo edasinihkumine laseb end jälgida ühenduses metsa taganemisega oma mitmesugustes arenemisjärkudes. Männi—kuuse segametsa ääres avaldub soo mõju maa üleliigses niiskuses. Kui kuivast metsast soo sihis minna, esinevad puud tervisliselt kindlas järjekorras, alates kuivas metsas täiesti tervetega ja lõppedes soo ääres kuivanutega. Kuivamine sünnib, kui samblakiht on männi jala umbes 30 sm paksuselt katnud. Soo sihis edasi järgnevad juba täiesti kuivad, siis koorest vabanenud, kuid veel jalal püsivad hea kasvuga mändide korjused, edasi seisavad ainult veel kõrged kännud. Et murdunud tüved juba sammalkatte alla peituvad, siis tõuseb vana kõrgsoo äär järsult kõrgemale ja algab puudest lage samblaväli.

Peale mitmete soosambla-liikide annavad turba tekkimiseks materjali villpead (*Eriophorum*), rabakad (*Scheuchzeria*) ja murukõrkjad (*Scirpus*). Tüübilise kõrgsoo-taimestiku hulka kuuluvad veel küüvitsad (*Andromeda*), huulheinad (*Drosera*), murakad (*Rubus Chamaemorus*), kuremari (*Vaccinium oxycoccus*) ja sookailud (*Ledum palustre*). Kõik sootaimestik erineb oma vähese nõudlikkuse, niiskusesallivuse, külmakindlusega ja suudab kasvava samblakihiga sammu pidada, kuna puud

kasvavas kõrgsoos sambla all lämbuvad, kui sambla kasvamises ei tule seisakut, mis näiteks pikemate kuivade perioodide tagajärjel võib sündida. Seda juhtub suuremalt osalt küll vähematel soodel, mis väheste sademete puhul kokku kuivavad, nii et sambla kasvamisele seisak tuleb, rohkete sademete tagajärjel aga üles kerkivad ja paisuvad, mis niikaugele võib minna, et soo väline kiht lõhkeb ja paksu turvasputru välja ajab. Suurtes kõrgsoodes on niivõrt suured vee-tagavarad olemas, et need kuivadel perioodidel nimetamisväärselt ei vähene, seega siis ka taimestiku vahelduse peale palju ei suuda mõju avaldada.

Meil leidub kõrgsoid mitmesugusel arenemisastmel; ühtedel kasvab lopsakalt soosammal, teist katab nõmmehuumus, kolmas kannab isegi jändrikku metsa.

Mõned teadusemehed on arvamisel, et kõrgsoode kasvamise kinnijäämine on ühenduses kliima viimaseaegse kuivemaksmuutumisega, kuid RAMANN arvab, eriti just meie soid näiteks võttes, et siin on tegemist vähem kliima muutumisega kui soo enese loomuses peituvate põhjustega. Muu seas toob ta ette asjaolu, et samblaturbas on kapillaarne vee tõusmine väheldane, nii et sootaimestik kannatab juba kuivuse all, kui veeseis alaneb 50—80 sm peale. Tuulega suuremal määral pealekantud liiv ja teised mineraalained võivad niisama sambla kasvamise peale mõjuda ja taimestiku muutusi soo peal esile kutsuda. Näiteks on teada, et süsihapu lubi toimib suuremasse osasse samblaliikidesse hävitavalt; niisama põhjalikult hävib sammal kaali- ja fosforväetuse tagajärjel.

Õpetlaste arvamise järele on soosambla aastane kõrgusekasv keskmiselt 0,3—2,5 sm. Arvesse võttes, et turbaks muutumisel see iseenesest õhuke lade veel tublisti kokku litsutakse, ei arvata turbakihi aastast kasvamist mitte suuremaks kui 1—2 mm; nii võiks siis ühe meetri paksune turbakiht tekkida arvatavasti 500—1000 aasta kestusel, ja kui silmas pidada, et turbakihi paksus ulatub kohati paarikümne meetrini, siis saame kõrgsoodele õige auväärt vanaduse, kuigi nad on alles viimase, alluuviumiajastu lapsed. Kõige hilisema samblaturba-kihi vanadus laseb end kaunis täpsalt ära määrata vana Rooma sõjateede sildade varal, mis asuvad selles turbakihis või tema all ja lasevad oletada, et kõige noorema turbakihi vanadus on 1800—2000 aastat.

Leiduvad kõrgsoo kattena soosambla kõrval kanarbik, karusammal, põdrasammal, põõsad, mänd ja kask, siis on see tunnismärgiks, et soo kasvamisele on seisak tulnud.

Kuivõrt kõrgsood metsapinnana küsimusse tulevad, on alles lahtine. Niipalju kui siin-seal ettevõetud kuivatamiskatsed näitavad, võib arvata, et kasvavas paksu soosamblaturba-kihiga soos, kus puujuured ei küüni mineraalpinnani, vähe lootust on kuivatamise teel rahuldavat metsakasvu saavutada. Turba vähese vee-läbilaskmise tõttu mõjuvad kraavid lühikese maa peale, nii et kuivatamiskulud metsakasvu paranemisega võrreldes liiga suureks lähevad. Tähtsam ülesanne seisab aga selles, et kõrgsoode laienemisele piire panna ja meie metsade edaspidisele soostumisele tõkkeid teha, sest nagu juba eespool tähendatud, asub suur osa kõrgsoid veelahkmeil ja üldse kõrgemail kohtadel;

nad kuhjuvad kasvamisel iseenesest kõrgeks, ja valgutavad oma veetagavarad igasse külge laiali, uusi maa-alasid soostades. Selles laienemise piiramises peaks meie pea-ülesanne seisma endi metsade seisukorra parandamises ja melioratsioonitöödes, ja sellega tuleks kooskõlasse viia kohalised kuivatamistööd. Otstarbekohaselt asetatud piirdkraavid, mis metsa peale valguva vee kinni peavad, on paljudes kohtades, mis praegu vee külluse all kannatavad, palju tähtsamad kui kraavide võrk, mis sagedasti juhuliselt ja silmapilkset tarvidust silmas pidades metsas eneses läbi viiakse. Arvan, et selle küsimuse õige lahendamise ja läbiviimisega on meie metsade tuleviku-väljavaated ligidalt seotud, nagu ka meie soode ligem uurimine laialist ning tänuväärilist tööd pakub ja paljugi selgitada aitab, mis praegu alles oletustel põhjeneb.

Heidame pilku oma kodumaa kaardile, siis paistab soode rohkusega eriti silma Virumaa idapoolne, Järvamaa lääne- ning lõunapoolne, Harju- ja Läänemaa lõunapoolne, Pärnumaa põhja- ning keskmine osa, Viljandimaa lääne- ning põhjapoolne ja Tartumaa lääne- ning idapoolne osa. Suurte alade kuivatamine Tartu- ja Viljandimaal on läbiviidav Peipsi ja sellega ühenduses Virtsjärve veepinna alandamisega, teistes kohtades on see seotud jõgede reguleerimise ja süvendustega.

Ülevaadet Eesti mullastikust annab prof. A. NÕMMIKU poolt kokkuseatud järgnev mullastikukaart (v. lhk. 38).

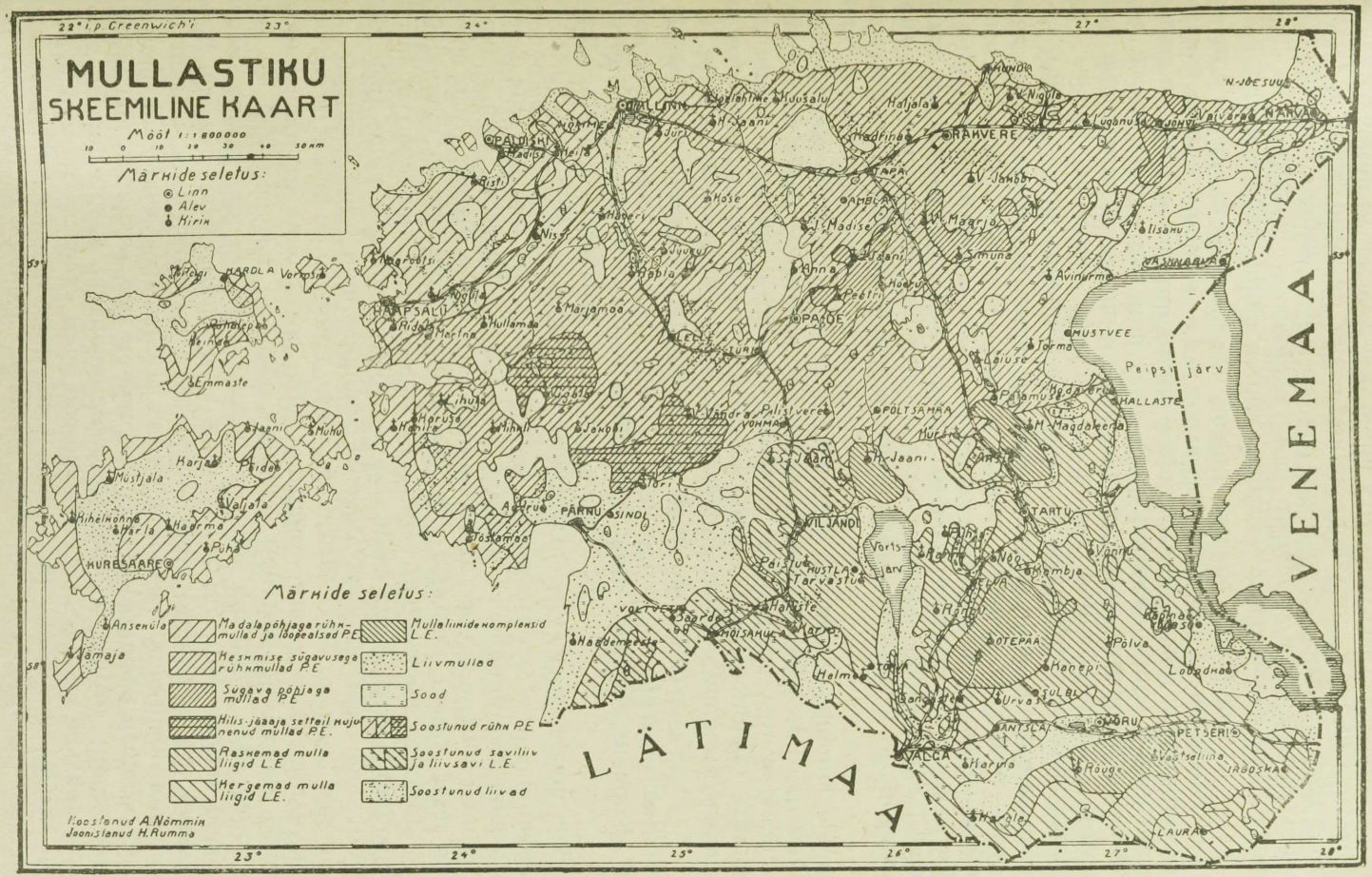
Maa füüsilised omadused. Maa füüsiliste omaduste all tuleb mõista tema temperatuuri, niiskust, mulla lõimist ja struktuuri, pinnase sügavust ja pinna kaldust.

Maa soojus oleneb päikese soendamisest, sest maakera sisemine soojus, niisama keemilised protsessid mullas, mis ühenduses orgaaniliste ainete kõdunemise ja roiskumisega, on sedavõrt vähese soojuseavaldusega ja osalt kohalise ilmega, et ta vaevalt arvesse tuleb (maakera sisemise soojuse mõju = 0,1°, ainete lagunemisel saadud soojuse mõju = 0,2—2°).

Mulla temperatuuri määrast sõltub juurte tegevus vee- ja toitainete vastuvõtmisel, orgaaniliste ainete kõdunemine ja seejuures tekkiva süsihappe rohkus, mineraalainete lahustavus ja mikroorganismide tegevus mullas. Kuivõrt näit. soojus mõjub juurte tegevusse vee ülesvõtmisel, näitab asjaolu, et täiesti niiskes maas taimed võivad närtsida, kui selle soojus ei tõuse teatava määrani.

Nõnda on siis füüsiline, keemiline ja bioloogiline tegevus mullas, ühes sellega ka mulla sigidus, ühenduses temperatuuriga. Üldiselt peab tähendama, et mulla soojuse tõusmisega on ühendatud selle tegevuse parem arenemine, kuid seda ainult teatava piirini. Sellest piirist kõrgemale tõustes muutub mulla soojus negatiivseks. Põllutaimedele loetakse mulla soojuse optimumiks 20—25°, maksimumiks 35—40°; tõuseb ta üle 50°, siis kustub taimede elutegevus.

Päikese soojuse toime avaldub mullasse kas otseteel, kiirte paiste mõjul, või kaudselt, õhusoojuse läbi. Esimesel juhul oleneb mulla temperatuuri tõus ajast, mille kestusel pind päikese kiirtele vabalt kättesaadav, ja nurk, mille all kiired pinnale langevad. Suurem või vähem soenemine sõltub peale selle veel mulla koosseisust, kohedusest,


MULLASTIKU
SKEEMILINE KAART
Mõõt 1:1 800 000
Märkide seletus:
Linn
Alev
Kirik
Märkide seletus:
Madalapõhjaga rühkmullad ja lõopealsed P.E.
Keskmise sügavusega rühkmullad P.E.
Sügava põhjaga mullad P.E.
Hilis-jääaja setteil kujunenud mullad P.E.
Raskemad mulla liigid L.E.
Kergemad mulla liigid L.E.
Mullaliikide komplekside L.E.
Liivmullad
Sood
Soostunud rühk P.E.
Soostunud saviliiv ja liivsavi L.E.
Soostunud liivad
Koostanud A. Nõmmik
Joonistanud H. Rumma
LÄTIMAA
VENEMAA
Peipsi järv
Võrts-järv
22° i.p. Greenwich'i
23°
24°
25°
26°
27°
28°
59°
58°

niiskusest, pinnakattest, maa kaldusest, ekspositsioonist, puuliikidest ja õige vähesel määral värvist.

Kõige rohkem soeneb pealispind; kuid seal on ka temperatuuri öö-päevased vankumised kõige suuremad. Ülevalt laieneb soojus aeglaselt alumistesse kihtidesse; mida sügavamale, seda aeglasemaks jääb ta liikumine ja seda vähemaks ta toime, kuni selle täielise kadumiseni. Sealt allapoole, maakohtade järele mitmesugusel sügavusel, on maa temperatuur alaliselt ühesugune, mis vastab maakoha aasta keskmisele temperatuurile. Et päevased soojuselained aeglaselt sügavale jõuavad, siis tõuseb soojus seal maksimumi piiridesse alles sügisesel suvepoolel, kui ülemise mullakihi ja õhu temperatuur on ühekõrgused. Sellest ajajärgust peale algab soojuse liikumine mullas vastupidises sihis: alumised soemad kihid annavad oma suvesoojuse tagavarast ülemistele, järjest jahtuvaile kihtidele, kuni jällegi teatav tasakaal on tekkinud. Sellega ühenduses on asjaolu, et sügisene kasvuperiood on kevadisest pikem. Metsa läbi pikeneb ta veelgi ja tasandub soojuse vankumine, sest et suvel on temperatuur seal madalam, talvel aga kõrgem kui lagedal, mis ka alumiste kihtide temperatuurisse mõjuta ei jää. Selleks aitavad veel kaasa metsa-alune pinnakate, niisama puuliigid.

Soojuse käiku mitmesugustes kihtides selgitavad Šveitsi katsejaamades aasta kohta saadud keskmised andmed lagedal, leht- ja okasmetsa all:

	Lagedal:					Lehtmetsa all:					Okasmetsa all:				
Mulla temperatuur	5	30	60	90	120	5	30	60	90	120	5	30	60	90	120
	sentimeetri sügavusel														
Aasta keskmine	9,4	8,5	8,9	8,9	8,9	7,2	6,7	6,9	6,9	7,0	6,7	6,5	6,5	6,5	6,5

Mida niiskem maa, seda vähem ta soeneb. Põhjuseks on asjaolu, et vesi visamini soeneb kui muld, sest et vee auramiseks rohkesti soojust ära kulub, ja üldiselt on vesi mullaga võrreldes halvem soojuse edasiandja. Soojuse vahe alaliselt niiske ja kuiva maa vahel tõuseb 3—4° või isegi rohkem; keskmiselt võiks teda umbes 2-kraadiliseks arvestada. Ta on suurem savimail, vähem liivamail, peale lõunat suurem kui enne lõunat, selge ilmaga suurem kui pilvisega.

Pinnakatte mõjul soeneb muld aeglasemalt, kuid jahtub ka aeglasemalt. Mida paksem surnud kate või mida tihedam elus kate, seda enam suureneb ta mõju. Kaetud pind sulab kevadel hiljemini, kuid külmub sügisel vähem kui katmata. Keskmiselt on rohuga kaetud pind 1—3° jahedam katmatust. Metsa ja lageda maa vahel on temperatuuri vahe veelgi suurem; nii näit. on kesksuvel soojus 20-aastase tiheda kuusemetsa all keskmiselt 7° võrra madalam kui lagedal. Kuuseokkaist kate soeneb rohkem kui männiokkaist. Kohe muld soeneb paremini plingist.

Pinna kaldusel on suur mõju tema soenemisse, eriti kui sellega on ühendatud teatav ekspositsioon (seis ilmakaare suhtes). Vastu lõunat seisvad nõlvad soenevad märksa rohkem kui vastu põhjakaart

olevad. Vahe on pilvise ilmaga keskmiselt 1—3°, selge ilmaga tõuseb ta keskpäeval üle 10°. Ida- ja läänekaare vahel ei ole vahe kuigi suur.

Vana metsaga ümbritsetud lagendikul on keskkoht ja põhjapoolne serv (vastu lõunat) kõige soemad. Et see serv ka kõige rohkem valgust saab, siis on, soodsaid niiskuseolusid aluseks võttes, noore metsa kasv seal kõige parem, halbadel niiskuseoludel aga vilets või täiesti puuduv. Katsed näitavad, et sääraseil lagendikel toimub seemne idanemine põhja- ja lõunaserval 8-päevase, okaspuu seemnetel isegi 13—19-päevase vahega; niivõrt mõjub pinna soenemise vahe ühel ja teisel serval. Noore metsa kasvutingimused on kõige soodsamad niisuguse lagediku keskel, millele järgnevad põhja-, lääne-, ida- ja lõunaserv.

Keskmiselt on mulla temperatuur õhu temperatuurist kõrgem; mis aga maaliikidesse puutub, siis näitavad katsed, et temperatuuri vahed vanguvad miinimumis 0,5°, maksimumis 6,4° C. võrra; nimelt on vahe seda suurem, mida kauemat aega nad päikesepaistel seisavad. Lühikeseajalisel päikesepaistel ei ole soojuse vahet üksikute mullaliikide vahel märgata.

EBERMAYER leidis mulla aastase keskmise soojuse, arvatud mitmesuguse koosseisuga muldadel kuni 90 sm sügavuseni, soema olevat keskmisest õhutemperatuurist:

		õhu temperatuuriga võrreldes
Jäme hall räniliiv .	9,36°	+1,93°
peenike, punane liiv	9,33°	+1,89°
turbamaa.	9,40°	+1,97°
lubjaliiv	9,09°	+1,71°
savi.	8,82°	+1,44°

Üldiselt võiks arvesse võtta, et nendes geograafilistes maakohtades, kus keskmine aastane temperatuur on alla 8° C., annab maa temperatuuri alanemine metsa läbi end juba kaunis mõjuvalt tunda. Veel madalama keskmise (4—6°) temperatuuriga maakohtadel tuleks kõrgmetsas tiheda liituse peale vaadata isegi kui eitava nähtuse peale ja metsa-aluse maa soenemist katsuda puude lahedama seisu läbi suurendada. See võiks muu seas ka meil, kus aasta keskmine temperatuur on 4,5°, kohati arvesse tulla.

Metsamehel on mitmed võimalused olemas, võrdlemisi kerge vaeva ja kuluga maa soojuseolusid teatavais piirides metsa kasvule soodsamaks muuta: liigse niiskuse kõrvaldamine kraavitamise teel, pealispinna kohendamine, katte lahendamine ja metsa harvendamine aitavad pinna soojust tõsta, kuna nendes kohtades, mis liigse soenemise ja ühenduses sellega kuivuse all kannatavad, turberaied, kiire metsastamine peale lageraieid ja kunstlik alusmetsa asutamine hõreda vanametsa all maad halvenemise eest võivad hoida.

Maa niiskus. Nagu teada, langeb kasvavas puus umbes 50% üldkaalust vee arvele, mis täisealises tihedas metsas (umbes 90-kuupsüllalise massiga) annaks 1 hektaari kohta ligikaudu 300000 kg vett ja vastaks 30 mm sademetele.

See puus leiduv vesi on aga vähem osa, võrreldes selle veehulgaga, mida puud transpireerimise teel vegetatsiooniaja kestusel läbi

lasevad. Kõik see vesi tuleb juurte kaudu maast, mille vee-tagavara omasoodu sademetest täiendamist leiab.

Sademete rohkus ei ole, nagu teada, igal pool ühesuurune, vaid läheb geograafilistes piirides suuresti lahku, mille tõttu ka maa niiskusemäär on väga vahelduv. Peale selle tuleb silmas pidada, et niiskus pinnase iseloomule vastavalt taimedele suuremal või vähemal määral kättesaadavaks muutub. Nii jaotatakse maa 1) füüsiliselt kuivaks, kui temas vett üldse vähe leidub, näit. kaljupinnal või liivamaadel, kus põhjavesi on nii madalal, et ta taimedele kättesaamatu, ja 2) füsioloogiliselt kuivaks, kui seal leidub vett küllaldaselt, see aga taimedele raskelt kättesaadav on, näit. turbamaal, mis vett eneses kinni peab, või maal, kus küllastatud happed juurte osmootilist tegevust halvavad, näit. huumushapped, keedusool jne.

Metsas ei pääse kaugeltki sademete täismäär maasse; 500 mm aastaste sademete korral vastaks mahalangev veehulk 5 miljonile liitrile 1 hektaari kohta, millest 2—4 milj. liitrit juba puude võrade (kroonide) peale peatuma jääb, ilma maasse jõudmata. Sellest osast, mis maapinnale kukub, jookseb osa pealispinnalt ära, eriti rohkel määral kivisel, plingil, külmunud ja kallakul maal, osa aurab juba pinnalt ära ja viimane osa vajub lõppeks mullasse, millest jällegi osa ülemisse kihti peatuma jääb, kuna ülejäänud osa selle sügavuseni nõrgub, kus mõni läbilaskmata maakiht teda peatab ja sel viisil põhjavee tekkimisele aluse paneb. On läbilaskmata kiht kaldusega, siis valgub põhjavesi edasi, kuni ta allikana kuskil jälle päevavalgele ilmub; osa põhjavett tõuseb aga kapillaarsel teel jällegi pealispinnani, kust ta auramisel õhku lahkub.

See osa sademeist, mis tekitab põhjavee, nimetatakse nirgveeks. Andmete põhjal, mis mõnekümne aasta kestusel kogutud, võib arvestada, et keskmiselt 48% sademeist langeb nirgvee peale, kuna see arv üksikasjaliselt maakohtade järele õige vankuv on: kõigub 25 ja 64% vahel. Suvel on nirgvee rohkus otse sõltuv sademete rohkusest, talvel külmaga tekib vee nirgumisse seisak, mille tagajärjeks on põhjavee pinna langemine. Eriti tunduvalt mõjub sellesse kuiv sügis ja ilma suladeta külm talv. Üldjoontes kujuneb maa niiskusemäära vaheldus järgmiseks: kõige rohkem leidub temas niiskust kevadel, enne lehtede arenemist; sellest ajast peale alaneb maa niiskusemäär kuni sügiseni, kus ta vähese auramise tõttu jällegi tõusma hakkab ja kesktalveks normaalse kõrguseni jõuab.

Seda üldjoontes kirjeldatud käiku selgitavad EBERMAYER'i katsete andmed maa niiskusemäärast mitmes sügavuses, mitmesuguse katte all ja mitmesugusel aastaajal.

Aasta keskmine maa niiskuse % savimaal:

Sügavus sm	lagedal väljal	25-a. kuusemetsa all	60-a. kuusemetsa all	120-a. kuusemetsa all
15—20	20,6	19,2	19,1	19,3
30—35	20,5	19,1	16,1	18,3
45—50	20,2	18,4	16,3	20,2
75—80	20,5	18,0	17,9	21,1

Aastaaegade järele kujunes niiskuse % järgmiselt:

Sügavus sm	Talvel		Kevadel		Suvel		Sügisel	
	25-a. kuuse-metsa all	Kesa-väli	25-a. kuuse-metsa all	Kesa-väli	25-a. kuuse-metsa all	Kesa-väli	25-a. kuuse-metsa all	Kesa-väli
15—20	20,5	21,4	21,1	21,6	16,0	19,0	19,2	20,9
30—35	20,0	22,1	20,5	21,8	16,4	19,0	18,7	20,2
45—50	19,9	20,5	19,0	20,4	16,5	19,0	18,2	19,8
75—80	19,6	20,3	19,4	20,8	17,8	19,8	17,7	21,2
	20,0	21,1	19,7	21,3	16,5	19,5	18,5	20,5

Nirgvee rohkusesse mõjuvad mitmed tegurid: kõige pealt avaldub mulla koosseisu ja sõmeruse mõju selles, et läbilaskjamal maal suureneb nirgvee rohkus. Aluseks võttes liivamaad, kui kõige läbilaskjamat, kus nirgvee rohkus vastaks 100%, saaksime huumusemaal 83%, lubjamaal 79% ja sauemaal 72%. SIBIRTSEV'i katsed näitasid, et vesi 185 m paksusest savikihist läbi nirgus 3 tunni 5 minuti jooksul, liivakast savist $2^1/_2$ tunni jooksul, savikast liivast $^1/_2$ tunni jooksul, kuna sama paksust liivakihist läbinirgumiseks ainult 4 minutit kulus.

Mida rikkalikum ja lopsakam taimestik maad katab, seda rohkem tarvitab ta oma jaoks vett ja seda vähemaks jääb nirgvee hulk, mis allikaisse ja ojadesse jõuab. Mida suurem üldine maaniiskus, seda jõudsamalt nirgub vesi alla; keskmiselt kulub selleks 1—2 päeva.

Mulla omadust, teataval määral vett eneses kinni pidada, nimetatakse tema veemahuks. See omadus oleneb kapillaarruumi avarusest, mis on ühenduses mulla sõmerusega, ja on selle tõttu suurem sitkes savi- kui sõredas liivamaas. Et ka maapinna kaldus ja vee äraauramine sellesse mõju avaldavad, siis on ta vähem lõunapoolse ning suurema kaldusega maal, suurem — põhjapoolsel ning tasasel maal.

Vee liikumine alumistest kihtidest ülemistesse sünnib kapillaarsel teel, peente mullaosakeste-vaheliste torukeste ehk käikude kaudu. Selle järele, missugune on mulla sõmerus ehk lõimis, on ka kapillaartorukeste avarus, nimelt, mida suurem sõmerus, seda avaramad on ka vaheruumid ja seda kiiremini tõuseb nendes vesi, kuid seda vähem on tõusmise kõrgus. Peenemais torukestes on vee tõus aeglane, ulatub aga kõrgemale, ja sellega ühenduses on asjaolu, et liivamaas põhjavesi küll kiiresti ning suuremal hulgal, kuid mitte nii kõrgele ei tõuse kui näit. savimaal, kus aga tõus selle eest aeglaselt sünnib. Mulla kapillariteedil on taimestiku kohta seesugusel korral eriti suur tähtsus, kui pealmisest mullakihist soojuse toimel palju vett ära aurab, ilma et ta sademete läbi tarvilisel määral täienduks.

Keskmiselt võiks vee kapillaarset tõusukõrgust arvata 50—80 sm peale, harukordadel ulatub see kuni ühe meetrini.

Peale vihma, lume, rahe ja härmatise, mis on maa niiskuse peaallikaiks, tuleks arvesse võtta ka kastet, millel oma jagu mõju maa niiskusemäärasse ei puudu.

Kaste tekib sel korral, kui soe, veeauruga täidetud õhk külmema maapinnaga või taimestikuga kokku puutudes niivõrt jahtub, et veeaur tiheneb ja piiskadeks koguneb. Kevadel ja suvel, mil õhu- ja maa-

temperatuuri vahed öö-päeva kestusel suurte lahkuminekutega, on sellepärast ka kaste tekkimine kõige rikkalikum. Metsa all suurenevad temperatuurivahed veel rohkem, selle tõttu on seal ka kaste suurem kui lagedal.

Kaste ei teki aga mitte ainult maapinnal ja taimestiku peal, vaid ka maapinnas eneses, ja nimelt selle sügavuseni, kuhu väline, soe ja veeauruga täidetud õhk ligi pääseb. Ka alumistest maakihtidest ülestõusvast niiskusest tekib kaste, mis tuleb pealmisele maakihile kasuks. Seda juhtub siis, kui alumised kihid on pealmistest soemad, nõnda siis sügisel ja talvel. Kuivõrt suur sel teel kogunenud niiskus ülemistes kihtides võib olla, selgub muu seas sellest, et isegi niisugusel korral, kui talvel lumikate puudub, kevadel maas sellegi pärast rohkesti niiskust on, ehk jälle sügisel, kui põua järel kohe kõva külm tuleb, alt ülestõusva veeauru kogunemine niivõrt rohke on, et mullaosakesed pealispinnas kokku külmuvad. See külmunud kord takistab veeauru väljapääsmist; see peatub, külmub ja suurendab allapoole kasvades külmunud maakihi paksust. Lumikatte puudumisel hakkab kevadel maa ülevalt sulama, ja et alumine kiht alles külmunud, püsib pealispinnas niiskus kauemini.

Seesugusel teel võib sügisel ja talvel pealmistesse maakihtidesse rohkesti niiskust koguneda, millele omalt poolt kaasa aitab asjaolu, et puud talvel vähe niiskust ära tarvitavad. Sellel „talveniiskusel“ — nagu metsamehed teda eriliselt nimetavad — on suur tähtsus kevadistel metsakultiveerimistel, eriti kuivadel, kõrgeil kohtadel. Niiskuse vaheldusel maakihtides ei puudu tähtsus puude kasvu kohta, sest niiskusest sõltub suurem või vähem õhu ligipääsmine puu juurtele. Alaliselt vesises maas on mullaosakeste vaheruumid veega täidetud ja õhk enam-vähem välja tõrjutud. Selle tagajärg on, et puujuured vähe hapnikku saavad, mis puu kasvamisse halvavalt mõjub. Juured hakkavad mädanema, ühtlasi soostub maa, kui kuivatamise läbi parandust ei tule.

Niiskuse vaheldumisel pääseb õhk ja soojus maa sisse, mille tagajärjel orgaaniliste ainete kõdunemine ja kivimi murenemine hästi edeneb ja maa paraneb.

Niiskuse vaheldus, ühenduses õhu ja soojuse sissetungimise ja väljatõrjumisega mullast, võrdub maa normaalse hingamisega. Niiskusemäära kõrval mõjuvad sellele kaasa mulla tihedus ja lõimis: mida kohedam maa ja parem sõmerus, seda kergem, mida sitkem maa ja halvem sõmerus, seda raskem on ka maa hingamine.

P õ h j a v e s i. Erilist kohta maa niiskuseolude ja sellega ühenduses metsa kasvu kujunemise suhtes omab p õ h j a v e s i, mida, nagu eelmistest seletustest selgus, nirgvesi läbilaskmata maakihil tekitab. Selle järele, kui sügaval see kiht pealispinnast asub, missugust kaldust ta omab, millega omakord seotud on põhjavee kiirem või aeglasem liikumine horisontaalsihis või veepinna kerkimine vertikaalsihis, kujuneb põhjavesi maale ja metsale kahjulikuks või kasulikuks teguriks.

Parajas, puujuurtele kättesaadavas sügavuses liikuv põhjavesi on puudele teataval määral niiskuse ja toitainete allikaks, seisev ja kõrge põhjavesi sellevastu soostab maad ning halvendab ühes sellega

ka puude kasvu, liiga sügav põhjavesi, kuigi ta otseteel halvasti ei mõju, kuid puudele ja ülemistele maakihtidele kättesaamata, omab selle tõttu ka negatiivset ilmet.

Põhjavee sügavus on väga vahelduv, alates mõnekümnest sentimeetrist mitmekümne meetrini. Püsib ta sügavamal kui 2 meetrit, siis jääb ta mõju metsasse väheseks. Arvesse võttes, et niiskus suudab kapillaarsel teel tõusta keskmiselt 50—70 sm ja ainult mõne üksiku puuliigi juured ulatuvad üle 2 m sügavuseni, kuna nad suuremalt jaolt 50—80 sm sügavuses püsivad, võib üldiselt arvata, et säärasel juhul on vähestel puudel põhjavee kättesaamine võimaldatud.

Uurimused näitavad, et põhjavee pind kõige kõrgemal seisab kesksuvel, sügisel ja talvel aga kõige madalamal.

Kaua aega oldi arvamisel, et metsa all seisab põhjavee pind kõrgemal kui lagedal, kuigi tähelepanekud looduses kohati selle vastu rääkisid. On juhtumusi, kus pärast metsade hävimist allikad kuivavad ja põhjavesi langeb, kuid ei puudu ka tõendused, kus samased nähtused alles pärast metsastamist ilmsiks tulevad. Viimasel ajal kalduvad õpetlased selles küsimuses mitmesse leeri: Oma katsete najal jõudis OTOTZKI Põhja- ja Lõuna-Vene, HENRY Ida-Prantsusmaa kohta otsusele, et metsa all põhjavesi madalamal seisab kui lagedal, EBERMAYER ja HARTMANN väidavad oma uurimiste põhjal, et mets ei mõju selles suhtes mitte teisiti kui lage maa. RAMANN jõuab iseenese ja teiste uurijate uuemaid andmeid arvestades järgmisele otsusele: metsa-aluse maa pealmine kiht on niiskuse vähema äraauramise tõttu niiskem kui lagedal, sügavamad kihid sellevastu on puude rohke veetarvitamise tõttu kuivemad ja annavad sel põhjusel vähem nirgvett. Et allikate kuivamine ja põhjavee langemine ühes kohas metsa lagastamisega, teises kohas metsa uuendamisega ühenduses on, paistab arusaadavana, kui eelmisi seletusi meelde tuletame. Ühelt poolt selgus, et nirgvee hulk on metsa all vähem kui lagedal, teiselt poolt nägime, et metsa-alune kate sademeid kallakuil mail hästi kinni hoiab, kust nad maa sisse võivad vajuda, kuna nad lagedal maal pealispinnalt ära oleksid jooksnud, ilma maa sisse vajumata. Nõnda saab mõistetavaks, et lagendikkude metsastamise tagajärjel võivad allikad seal kuivada kui ka ilmuda; esimest juhtub seal, kus puud sademed ära tarvitavad, nii et maasse vähe niiskust jääb, teisel juhtumusel aga aitab mets vett kinni pidada, mis muidu pealispinnalt kasuta ära oleks jooksnud.

Võib oletada, et edaspidised uurimised ja katsed selles küsimuses veel mõndagi selgitavad; eriti vähe on arvesse võetud, kuivõrt geoloogilised olud ühes või teises kohas kaasa mõjuvad.

Maa niiskuseoludest sõltub suurel määdul metsa parem või halvem kasvamine, ja see kohustab metsameest kõigis oma töödes, alates metsa asutamisega ja lõpetades tema raiumisega, maa niiskuseolude korraldamist eriti silmas pidama.

Meie kliimas, kus vastavalt temperatuurile ja vee äraauramisele aastane sademete rohkus on küllaldane, ilmub selles suhtes esiplaanile rohkem niiskuse kõrvaldamine kui selle hoidmine ja suurendamine. Viimane tuleks küsimusse mäenõlvadel, kõrgetel, kuivadel kohtadel ja

seal, kus maa suurema soenemise tõttu on niiskuse äraauramine eriti suur. Silmas pidada tuleb selle juures, et auramine on kõige suurem kella 12—16, nii siis ka pinna varjamine sel ajal kõige mõjuvam.

Teadmisele, et metsamaa ülemine kiht niiskem, alumine sellevastu kuivem kui lagedal, tuleb täiendusena juurde lisada, et normaalsetel oludel metsa-alune maa niiskusest seda rohkem kaotab, mida tihedam mets tema peal asub.

Tegelikus elus nimetatakse maad v e s i s e k s, kui ta on niivõrt niiskusega täidetud, et kättevõetult sealt vesi vabalt välja tilgub või maa sisse tehtud auk kiiresti veega täitub. Vesised maad on kevadel harilikult vee all; ka on seal suvi otsa kraavid veega täidetud. Metsa kasvatamiseks on nad vähe kõlblikud. Sanglepp, kask ja mänd suudavad nendel asuda. N i i s k e k s nimetatakse maad, kui mullast alles pigistamisel vett välja tilgub. Kevadel on kraavid veega täidetud, suvel pea kuivad; kuid maa ei kuiva ka suvel päriselt ära. Keskmiseks kasvukohaks lehtpuudele ja kuusele. V ä r s k e k s nimetatakse maad, kui ta tundub üldiselt rõske, ilma et pigistamisel vett välja annaks; kraavides püsib vesi pärast suuremat vihma ainult mõne päeva. Soodus kõikidele puuliikidele. Maad nimetatakse k u i v a k s, kui temas enam rõskust ei tundu ja pärast läbiniisutamist mõne päeva jooksul niiskuse täiesti kaotab. See on harilik männimaa, kuhu kohati ka kask asub. Maa on p õ u a k u i v ehk purukuiv, kui temas 24 tundi pärast läbiniisutamist ei leidu enam niiskuse jälgi. Mänd leiab seal veel kasvamisvõimalust.

N i i s k u s e ä r a a u r a m i n e m a a s t. Auramine mõjub maa tahenemisse ning kuivamisse, õhu niiskusesse ja taimede transpiratsioonisse ja oleneb a) õhurõhumisest, b) temperatuurist, c) õhu niiskusemäärast ja d) õhuliikumisest. Mida vähem õhurõhumine, seda suurem äraauramine, mis osaliselt kaasa mõjub ka kõrgemate maakohtade kiiremasse tahenemisse ja kuivamisse, kusjuures kiire õhuvahetus kõrgemates kohtades veeauruga täidetud õhukihi kiiresti edasi viib ja sellega auramist veelgi täiendab. Mida kõrgem vee enese temperatuur, seda suurem ka äraauramine, nõnda siis kohtadel, kuhu päike peale paistab, suurem kui varjatud kohtadel. Lõppeks mõjub veel õhu niiskusemäär auramisse: mida vähem õhus niiskust, seda suurem on äraauramine. Metsa läbi tekib auramiskäigus mitmeid muutusi: Puuvõrad ja puistu koosseis avaldavad temasse oma mõju sel teel, et õhu liikumine metsa all on takistatud. Mida rohkem tüvesid, oksi, lehti, okkaid, põõsaid jne., mida madalamale oksad küünivad, seda vähem on õhu liikumine metsas.

Metsa varjus, iseäranis tiheda metsa all on õhuniiskus suurem, selle tõttu ka niiskuse äraauramine vähem kui lagedal. Auramismäära vaheldus on niihästi aasta- kui ka päevaaegadel otsekoheses kooskõlas temperatuuri vaheldusega, ainult tuul ja õhu niiskusemäär võivad selles väikesi kõrvalekaldumisi tekitada.

Auramine käib käsikäes päikesepaisteliste päevade rohkuse ja õhusoojusega; ta on meil kõige suurem juunil, sellele järgnevad juuli- ja maikuu. Peaaegu pool kõigest aastasest auravast veehulgast langeb nende kolme suvekuu peale.

Saksa andmete järele on vee auramine tihedavõralise metsa all umbes poole võrra vähem kui lagedal, nimelt:

kuusemetsas	keskmiselt	48%	võrra
männimetsas	„	47%	„
pöögimetsas	„	42%	„

Ilmakaarte järele on auramine lõunaküljel kõige suurem. Kui võrdlusarvuks võtta lõunas 100, siis on auramine idapoolses osas 75, läänes 81 ja põhjas 57. Öösiti on ta iga kaare pool peaaegu ühesuurune. Idaküljes on ta enne lõunat, läänekülje peale lõunat suurem; põhja- ja lõunaküljel ei ole suurt vahet enne- ja pealelõunase auramise vahel.

Praktikas näeme, et istutatud puutaimedest kõige rohkem juulikuul ära kuivab, kuigi sellel kuul rohkesti sademeid langeb. Arvatavasti aurab lehtede ja okaste läbi rohkem vett ära, kui juured teda maast vastu suudavad võtta.

Katsete puhul, kus mitmesuguse tihedusega raamidega kaeti $^1/_4$, $^1/_2$ ja $^2/_3$ peenrast, kujunes auramise % järgmiselt:

katmata peenral:	$^1/_4$,	$^1/_2$,	$^2/_3$	kaetud peenral
100	88	71	62.	

Metsakasvatuses on mullast vee auramisel noore metsa suhtes eriline tähtsus: nagu juba tähendatud, on tiheda metsa all auramine poole vähem kui lagedal. Selle tõttu annavad end järsud metsalagastamise tagajärjed järelkasvus varssi tunda: lageraie järel peavad puukesed kaks kord rohkem niiskust ära aurama kui vana metsa varjus; juured ei suuda seda ülesannet otsekohe täita ja tagajärjeks on puude kuivamine.

K e v a d e l, a p r i l l i-, m a i k u u l, on auramine kuivade idatuulte mõjul iseäranis suur; sellepärast peab, kus seda karta, kevadine istutamine võimalikult vara sündima, sügisene aga alles siis, kui auramine juba vähemaks jääb.

V a l g u s t u s- j a p u h a s t u s r a i e d on tarvis kevadel ja sügisel teha. Kesksuvel, mil auramine kõige suurem, võiksid vabastatud puud eelnimetatud põhjustel kannatada.

Et õhuliikumine auramist suurendab, siis mõjuvad läbiraied, lahendus- ja valgustusraied niiskeis kohtades parandavalt maa peale; osalt mõjub selleks kaasa ka segamets.

Mulla l õ i m i s e ehk mehaanilise koostise all mõistetakse üksikute peenemate ja jämedamate mullaterakeste protsentuaalset vahekorda. Juba pealiskaudsel vaatlemisel või näppude vahel hõõrudes leiame, et üksikud mullaterakesed erinevad oma kogu poolest: ühed on vaevalt silmaga seletatavad peened, teised jämedamad. Esimesi nimetatakse mulla „p e e n e s'eks“, teisi mulla „k o r e s'eks“. Piirid, kus üks lõpeb ja teine algab, on alles lõplikult kindlaks tegemata; suurem osa mullateadlasi kaldub selle poole, et mulla peenese alla tuleb liigitada terakesed, millede läbimõõt on vähem kui 2 mm, mulla korese alla aga sellest suurema läbimõõduga terad. On need üksikud terakesed üksteisest lahutatud, siis on meil tegemist mulla ü k s i k s t r u k t u u r i g a, liituvad nad aga suuremaiks või vähemaiks

aggregaatideks (kogumiteks, kuhjatisteks), siis nimetame seda s õ m e r s t r u k t u u r i k s. Külgetõmbe-jõud, mida mullaterakesed üksteise suhtes avaldavad, kannab mulla n i d u s u s e ehk k o h e r e n t s i nimetust.

Mulla lõimise, veel rohkem struktuuriga on ühenduses: a) kergem või raskem juurte edasitungimine mullas, b) mulla õhustumine (aeratsioon), c) veemaht, d) temperatuur, e) toitainete sorbeerumine ehk neeldumine ja f) kergem või raskem maaharimine. Kõik need omadused on niivõrt tähtsad ja mitmekülgsed, et MITSCHERLICH selle kohta lausub: „Taimede normaalseks arenemiseks on mulla sõmerus üks tähtsamaist pinnase omadustest.“ See on silmanähtav eriti põllumaal, kus mulla struktuur väetamise ja maaharimise läbi paraneb ja viletsa harimise korral ka iseenesest hea maa palju ei suuda pakkuda. Ka metsamaadel paistab silma, et seal, kus pinnas mõnel põhjusel liigutatud ehk kohendatud, puude asumine ja kasvamine on parem kui plingil maal. Kändude juurimisel, kraavide kaevamisel, osalisel kanarbiku, marjavarte ja sambla kitkumisel, sigade tuhnimisel ja isegi kariloomade ülekäimisel liigutatakse mulda enam-vähem segi ja edendatakse sel teel sõmerust. Ei või aga otsekohe juurde lisamata jätta, et pinna täieline paljastamine teatavail juhtumusil sõmeruse halvendamiseks kaasa aitab. Eriti metsamaal leidub kohti, mille pealispind on plink, alumised kihid aga sõredad. Sagedad on need nähtused liivasel nõmmemaal ja savistel lehtmetsa-maadel, mis on kuuskede alla sattunud. Suuremalt osalt kordub see nähtus paljastatud pinnal. Mullaosakeste sõmerdumine sünnib mitmesuguste mineraalainete abil; eriti toimib lubi sellesse hästi, ja selle tõttu on lubjased maad ka hea sõmerusega, kuna sellevastu savimaad, mille koostis on rikas mullapeenesest, halva sõmeruse ja raskete maade liiki kuuluvad.

Vahelduvad pinnases mitmesuguse sõmerusega mullakihid, siis laseb see vaheldus end ka väliselt, puu kasvus jälgida: tihedas kõvas kihis jääb kasv kinni ja puude võrad hakkavad võlvuma; jõuavad juured aga kohedamasse kihti, siis paraneb ka puude kasv. Valitseb arvamine, et endiste põllumaade kultiveerimisel ilmsiks tulev nähtus, kus puuliigid, milledele omane sügavaleulatuv juurekava, mõne aja kestel kenasti kasvavad ja selle järel ilma nähtava põhjuseta kiratsema hakkavad või isegi välja surevad, ühenduses on mulla struktuuriga. Seletatakse, et põllumaal, mis sagedasti paljastatult seisab, mulla peenosad nirguva veega ülemisest, kohedast kihist alla uhetakse, kus nad adrast puutumata kihi piirides peatuma jäävad ja niivõrt tihenevad, et nad juurte edasitungimist takistavad. Niikaua kui juured pealmises, kohedas kihis püsivad, on puude kasv rahuldav, muutub aga halvaks, kui nad sellest välja jõuavad. Madalajuurelised puuliigid, näit. kuused, suudavad seal kasvada, kuna männid teatavas vanaduses (20—30-a.) kängu jäävad ja surema hakkavad. Kuivõrt seda väidet igal pool saab põhjendada, on iseküsimus, mis igal juhtumusel tuleb põhjaliku uurimise najal selgitada. Kagu-Venemaal igatahes oli suuremaks mändide väljasuremise põhjuseks sügav põhjavee seis ja alumiste kihtide kuivus, mis nirg- ega põhjaveest küllaldaselt täiendust ei saanud.

Viimasel ajal on eri-ajakirjades korduvalt sõna võetud metsamaa kohendamise kohta, milleks soovitatakse puude istutamisel aukude

valmistamiseks lõhkeaineid tarvitada. Muu seas oli „The Review of Reviews" 1925. a. jaanuarikuu numbris kellegi H. STÖCKFELD'i kirjeldus, mis koondub kinnitama praktikas nähtavaletulnud asjaolu, mille järele lõhkeainetega kohendatud kohtadele istutatud puude arenemine on märksa parem kui harilikes istutamisaukudes kasvatatud puudel, mida ka päevapildid peavad tõestama. Kuivõrt eespool-nimetatud soovitused, lõhkeaineid kultiveerimise otstarbeks tarvitada, teaduslikult põhjendust leiavad, tuleb ära oodata, kuid üldiselt näitavad ka katsejaamades saadud andmed, et plingil maal on puude kasv halvem kui lahedal. Ühesuguste omadustega maal, kus peale harimist üks osa loomulikku seisukorda jäeti, teine osa aga kinni tambiti, külvati katseks mitmesuguste puuliikide seemneid. Halvem kasv on kinnitambitud maal vähemalt 5-aastase kasvamise järel, mis külvamisest möödunud, silmanähtav.

Kuivõrt struktuur mulla õhustumisse mõjub, näitavad AMMON'i katsed, kus ta 50 sm paksusest, mitmekesise struktuuriga savikihist õhku läbi ajas:

	tunni jooksul läbikäinud õhk liitrites
ibe (tolmutaoliselt peenike)	1,62
0,25—9,50 mm läbimõõduga terakesed	30,90
0,50—1,0 mm „ „	123,75
1,0—2,0 mm „ „	420,16

Kuivõrt rohukamar mulla õhustumisse takistavalt mõjub, näitavad RAMANN'i katsed:

	tunni jooksul läbiläinud õhk liitrites
paljastatud pinnas	7,32
õlgedega kaetud pinnas	6,30
rohukamaraga kaetud pinnas	1,61

R. HEINRICH leidis oma katsete põhjal, et mulla õhustumise takistamine võib vegetatsiooni lühikese aja jooksul täieliselt muuta. Ta kattis turbamaa 2—5 sm paksuselt sitke merglikihiga, mille tagajärjel magusad aasaheinad sealt juba järgmisel aastal kadusid ja maad andsid osjadele. Vähese õhustumisega maal suudavad üldse ainult niisugused taimeliigid kasvada, millede hingamisenergia on väike, nagu osjad, hänisilmad j. m. t.

Kuidas mulla sõmerus vee läbilaskmisse mõjub, selgitavad VOLLNY katsed, kus mitmesuguse sõmerusega 20 sm paksusest maakihist vesi läbi lasti nirguda.

	10 tunni jooksul läbinirgunud vesi liitrites
tolmpeenike savi	0,048
sõmerline savi	2,276
huumusene tolmutaol. lubiliiv	0,229
„ sõmerline lubiliiv	4,040

Vähene õhustumine ühenduses raske vee-läbilaskmisega mõjub puu kasvu peale eriti halvasti. Säärastel maadel suudavad püsida puuliigid, millede juured vähesel määral õhku nõuavad. BÜHLER leidis,

et seal suudavad kasvada mõlemad lepaliigid, ameerika saar, suurelehine pärn *(Tilia grandifolia)* ja soomänd *(Pinus pumilio)*.

Mulla lõimist ja struktuuri aluseks võttes jaotatakse maad:

Plinkmaaks, kui ta on niiskelt sitke, raske ja kleepiv, kuivas olekus aga sügavalt lõhkeb ja suurteks kivikõvadeks, raskelt purunevaiks tükkideks laguneb. Plinkmaad on puhtani saue- ja savimaad.

Raske on maa, kui ta kuivamisel mitte väga sügavalt ei lõhke, kuna tükid käte vahel purustatavad on. Savi- ja rasked merglimaad kuuluvad sesse liiki.

Muredaks nimetatakse maad, kui kuivades ilmuvad pealispinnas väikesed lõhed, kuna tükke kergesti saab purustada. Liivakad savimaad käivad muredate maade liiki.

Kohedaks nimetatakse niisugust maad, mis niiskelt kokkupigistatult jääb kamakasse, aga kuivades kergesti laguneb, nagu see omane on savikatele ja huumusestele liivamaadele.

Sõre on maa, kui ta isegi niiskelt hästi ei taha kamakas püsida ja kuivalt väga kergesti laguneb. Siia kuuluvad liivamaad.

Lendlikuks nimetatakse maad, kui tuul teda kuivas olekus kergesti edasi kannab. Luite- ja tuiskliivad, niisama kerged, kuivad ja tolmused huumusemaad moodustavad lendlikkude maade grupi.

Nagu kõigis teistes maa omadustes, nii on ka sõmeruses keskmised olud metsa kasvamiseks kõige soodsamad, kuna mõlemad äärmused selleks sagedasti täitsa kõlbmatuks muutuvad.

Pinnase sügavus. Võttes pinnast kui puude juurte asumise ala näeme, et ta sügavus ei ole mitte väga suur ja piirdub suuremalt osalt 120 sm. Sellest välja minnes nimetatakse teda

väga õhukeseks, kui ta sügavus on vähem kui 15 sm,
õhukeseks, kui ta sügavus ulatub 15—30 sm,
keskmise sügavusega, kui ta sügavus ulatub 30—60 sm,
sügavaks, kui ta sügavus ulatub 60—120 sm,
väga sügavaks, kui ta sügavus ulatub üle 120 sm.

Pinnases eraldame kolme kihti, milledest kõige ülemine on pealiskiht. Ta on kõige huumuserikkam, selle tõttu tumedavärviline ja normaalseis oludes surnud või elusa kattega kaetud. Mitmesuguses lagunemisjärgus esinev huumus muutub allpool enam-vähem hallivärviliseks mineraalpinnaks, mis on väljauhtmise tagajärjel mineraalaineist vaesem kui järgnevad kihid, kuid sellegi pärast esineb soodsa idanemis- ja esimese juurdumissängina, milleks kaasa mõjuvad tema kohedus, rõskus ja huumusega ühendatud lämmastiku rohkus. Et murenemine on selles kihis peaaegu lõpule jõudnud, siis on ka muld sagedasti peenesõmeraline. Bakterite tegevus on selles kihis eriliselt suur; ka avalduvad kliimalised tegurid, temperatuur ja sademed siin kõige mõjusamalt (Vene mullateadlaste A-horisont).

Kihi sügavus on mitmesugune; harilikult piirdub ta 10—20 sm. Pealiskihi all algab keskkiht ehk juurd- või toitluskiht, sest et ta on puujuurte pea-asukoht. Ta eraldub pealiskihist punakama värvi poolest, keemiliselt on ta rikas lahustatud aineist ja kestva murenemise tagajärjel vabaneb temas alaliselt uusi aineid. Harilikult vähema kohe-

dusega kui pealiskiht, huumus puudub, bakterite tegevus avaldub vähesel määral, kliimaliste tegurite mõju aga veel täies ulatuses. Kõige rohkem leidub juuri umbes 50, 60 sm sügavuses, vähemal arvul 1—1,2 m sügavuses, mõned puud ajavad oma juured 2, 3 või isegi 5 m sügavuseni (tamm, mänd, lehtmänd) (vastab venelaste B-horisondile).

Aluskiht ehk põhikiht (vastab Vene mullateadlaste C-horisondile). Sagedasti läheb keskkiht märgatamatult üle aluskihiks, mõnikord erineb ta sellest heledama värvi, jämedama mullakoostise, kivide rohkuse jne. poolest. Puuduvad välised ülemineku-tunnused, siis arvatakse tema algust 1 m sügavusest peale. Aluskiht on põhjavee asukohaks ja selle tõttu avaldub tema mõju puude kasvu peale kõrgemas või madalamas põhjavee seisus ja läbilaskvuses. Lahustatud aineist on ta vaene, kuid selle eest rikas murenemisele alluvast materjalist.

Mida sügavam pinnas, seda soodsam on ta üldiselt puude kasvule, ja juba väliselt laseb kõrgetüveline mets ja rikkalik taimekasv oletada, et seal on tegemist sügava pinnasega. Õhukese pinnase tunnismärgid on lühikese kasvuga puud, maa peale tulevad juured, hõre rohukasv ja kohati päevavalgele tulev aluskivim. Harilikult on orud ja tasased maad sügavad, mägede ja kõrgustikkude maad õhukesed. Puuliikide suhtes läheb pinnase sügavuse mõiste lahku, sest paraja sügavusega kuusemaa oleks männile või tammele õhuke.

Maapinna kaldus. Maapinna kaldusega on kõige enam ühenduses mulla niiskuse- ja temperatuuriolud. Tasasel maal on vee liikumine aeglane, isegi seisev, mida suurem aga pinna kaldus, seda rohkem valgub vett pealispinnalt ilma sisse nirgumata alla, enesega ühes kandes mulla osiseid. Selle tagajärjeks on vähesem nirgvee hulk kallakuil mail ühenduses pinnase õhenemisega.

Temperatuurivahed mäekülgedel on nende kaldusekraadi järele mitmesugused: lõunaküljed on seda soemad, põhjaküljed seda jahedamad, mida järsema kaldusega nad on. Ida- ja lääneküljel on temperatuurivahed vähesed. Pinnakaldus mõjub temperatuuri vaheldusse veel sel kombel, et vaikse ilmaga vajuvad külmemad õhukihid mööda nõlva allapoole, mille tagajärjel lohkudes madalam temperatuur valitseb, mis eriti kevadel, vegetatsiooni arenemise alul, puude kasvusse takistavalt mõjub ja metsa uuendamist raskendab.

Pinnakaldus mõjub puu kasvusse ja tüve vormi veel sel teel, et järsemail mäekülgedel tüved mitte püstloodis üles ei sirgu, vaid oru poole natuke lünga hoiduvad, misläbi puuvõrad rohkem valgust ja vabadust saavad. Sellega ühenduses on mäekülgedel puumassi kasvatamine suurem kui tasasel maal; sellevastu on aga lume tekitatud kahju mägisel maal suurem kui tasasel.

Kalduse määrajaks on kalduse kraad ehk selle protsent. Maad nimetatakse tasaseks, kui pinna kaldus on kuni 5^0 ehk 8%,
vähese kaldusega, „ „ „ „ „ $6—10^0$ „ 9—16%,
suure kaldusega, „ „ „ „ „ $11—20^0$ „ 17—32%,
järsu kaldusega, „ „ „ „ „ $21—30^0$ „ 33—48%,
püstkaldusega „ „ „ „ „ $31—45^0$ „ 49—70%.

Üldiselt võiks tähendada, et põlluharimine kujuneb raskeks maadel, millede pinnakaldus tõuseb üle 20^0; korralik metsandus on veel või-

malik 30—40° kaldusega pinnal, kuid puud kasvavad isegi veel 70—80° kaldusega mäekülgedel, kuigi hõredalt.

Mida suurem pinna kaldus, seda raskemaks muutub niihästi kunstlik kui ka loomulik metsa uuendamine ja seda ettevaatlikum peab metsa raiumisega olema. Paljasraied on seal lubamata ja nende tagajärjel uhtub pealmine mullakiht orgudesse. Korduvad valikraied, kus osa vana metsa niikauaks jala peale jääb, kuni noor mets tema all täiesti eluvõimeliseks saab, on ainuke lubatav metsaraiumis-viis järsemail mäekülgedel.

Mulla bioloogia. Pinnase omaduste ülevaate täienduseks olgu siinkohal mõne sõnaga ära märgitud mikroorganismide ja kõrgemate loomade tegevus, niivõrt kui see maasse ja ühes sellega ka metsasse mõju avaldab. Siinjuures peab tähendama, et mulla bioloogilist külge on alles vähe uuritud ja praegused teadmised selles suhtes on ühekülgsed ning osalt üksteisele vasturääkivad. Mõned teadlased annavad mulla bioloogilisele osale suure tähtsuse, teised mitte.

Eespool on juba selle peale tähendatud, et kõdunemine ja roiskumine toimub mullas bakterite ja narmasseente kaastegevusel, kellede elutsemiseks ja teotsemiseks kõige pealt tarvilik on orgaaniliste ainete olemasolu ja hapniku juurdepääs mullas. Aga ka mulla niiskuseoludest sõltub palju nende tegevus ja eriti halvasti mõjub sellesse vahelduv mulla niiskusemäär. Niisama väheneb mikroorganismide arv seal, kus maa oma katte on kaotanud, mis takistab niihästi niiskuse auramist kui ka päikesekiirte ligipääsu, sest bakterid ei salli päikesepaistet ja edenevad kõige paremini pimeduses.

Kõige suurem on nende arv pealmises mullakihis; 25 sm sügavuses leidub neid juba vähesel arvul ja 40—50 sm sügavuses on maa bakteritest ja narmasseentest vaba.

Hästi tuuldunud, kohedas, neutraalses ja rammusas mullas on bakterid ülekaalus, hapudes, niisketes ja kinnistes muldades — narmasseened, kes eriliselt vastu peavad muldades, kus katte puudusel niiskus alaliselt vaheldub.

RAMANN leidis metsa pinnakattes 1 grammis kuivolluses:

	bakterеid	narmasseeni:
Kuusemetsa kohedas okaskattes	50000000	lugemata arvul
vana, tiheda männimetsa all	5153000	1360000
männimetsa mustikavars- ja sammalkattes	1687000	343000
männimetsas pöögi alarindega.	35000000	60000
noore saaremetsa aluses kattes	40000000	3430000
savikas lehekõdus	4860000	
liivakas „	2500000	
liivamaas tooreshuumus-katte all. . . .	247000	

Bakterite liikide arv on suur; igaühel nendest on oma teatav tegevusala ja erinevad nõuded. Ühed kasvavad ning jagunevad 0-kraadilises temperatuuris, teiste elutegevus algab alles 12° temperatuuril, kuna kolmandad täieliseks arenemiseks 50° või rohkem vajavad. Suurem osa nendest suudab madalat temperatuuri ilma kahjuta välja

kannatada. Samuti mitmekesine on nende tegevus: ühed hävitavad tselluloosi, teised tekitavad lämmastikku, kolmandad salpeeterhapet, neljandad väävlit jne. Isegi tuntud mullalõhn on bakterite töövili.

Narmasseente erilise tegevuse üle on vähem teateid olemas. Mõned uurijad on arvamisel, et õieti nemad ongi huumuse tekitajad. Tõepoolest võib tähele panna, et sügisel mahalangenud lehed seenekeste mütseelidest niivõrt on läbi koetud, et nad üksteise küljes hoiduvad. Kuivanult muutuvad valged mütseelid tumedaiks sarvetaolisteks niitideks, mis väga raskesti kõdunevad ja kaaslasteks on ebasoodsa metsahuumuse tekkimisel. RAMANN arvab, et narmasseentel on eriti suur tähtsus liivaste metsamaade sõmeruse parandamise suhtes, sest et üksikud liivaterakesed mütseelide varal koos hoiduvad.

Võib oletada, et ühenduses mikroorganismide tegevusega tekib soodsail mulla niiskuse-, soojuse- ja struktuurioludel n. n. mulla „muhenemine" ehk „käärimine", mis põllumaas kõige soodsamat vastuvõtlikkust ja sigidust ära tähendab ja ka metsamaadel üks paremaist abilistest on loomulisel uuenemisel. Säärane soodus mulla seisukord ei ole mitte jääv, vaid kaob mõne aja järel ajutiselt. Suuremate ja vähemate loomade tegevuse mõjust murenemisse, mulla struktuuri ja tuuldumisse on eespool räägitud; siinkohal jääks tähendada, et nende tegevus edendab ühelt poolt metsa loomulikku uuenemist, teisest küljest aga hävitavad needsamad loomad suurel arvul seemneid ja puutaimi.

Katsete põhjal selgub, et kastides, kuhu hiired, tõugud jne. juurde ei pääsnud, ühesugustel tingimustel ja seemnerohkusel 2—10 korda rohkem taimi saadi kui lahtisel maal.

P i n n a k a t e. Metsamaad on kaetud mitmesuguse kattega, mis oma koosseisu ja iseloomu järele niihästi maasse kui ka metsasse hästi või halvasti võib mõjuda. Katte mõju on mitmekülgne; temast sõltub osalt maa niiskuse ja soojuse määr, mineraalpinna kaitse atmosfääriliste tegurite vastu (mulla ärauhtmine ja kinnilöömine vihma puhul), mitmesuguste omadustega huumuse tekkimine, edukas või raskendatud loomulik kui ka kunstlik metsauuendus jne.

Kate võib olla anorgaaniline, atmosfääriline ja orgaaniline. Anorgaanilistest pinnakatetest oleks nimetada kivi- ja liivkate, atmosfäärilistest — vesi- ja lumikate. Kivi-, liiv- ja vesikatted esinevad võrdlemisi harva ja on selle tõttu üldises mõttes vähema tähtsusega, lumikate on üldise ilmega ja teatava aasta-ajaga seotud.

V e s i k a t e on niihästi maa kui ka metsa suhtes alati halbade tagajärgedega. Alaliselt vee all seisval maal on metsa kasvamine äärmiselt raskendatud või peaaegu võimatu; nõndasama on ka ajutiselt veega kaetud maal ainult üksikud puuliigid kasvuvõimelised. Erakordsed, lühikeseajalised üleujutamised võivad maad pealekantud mulla varal parandada, kasvava metsa peale mõjuvad nad aga enamasti halvasti.

K i v i k a t t e kohta võiks öelda, et ta takistab niiskuse äraauramist, kuid suurendab temperatuuri vankumisi, sest et kivid kergemini soenevad, nõndasama kergesti aga ka jahtuvad. Mis kivimaadest öeldud, maksab ka kivikatte kohta.

Liivkate võib kas vee või tuulega peale kanduda. Soo- ja turbamaadel võib ta maa peale parandavalt mõjuda, kuival, kõrgel maal on ta soovimata ning kahjulik.

Lumikate takistab maa sügavat läbikülmumist ja annab head kaitset seemnetele ja noortele puukestele külma vastu, sest et paksema lume all valitseb ühtlane 0-kraadiline temperatuur. Lumikatte all ei sula maa kevadel liiga kiiresti; seeläbi saab ka liiga varast puude elutegevust tagasi hoida ja hiliskülma häda vähendada. Pikaldasel sulamisel võimaldab lumikate maal rohket niiskust koguda, mis kõrgetel, kuivadel kohtadel metsa kultiveerimisel tähtis; harukordadel võib lumikate metsa peale aga ka halvasti mõjuda — puude ja oksade murdmise ja mahavaalimise läbi. Ka hukkuvad liiga sügava lume vajutamise all noored männi- ja kuusetaimed. Lumikattest oleneb suuresti talvine metsatöö, niisama koristusraied ja kevadiste tööde algus.

Kõige suurem tähtsus metsa elus on orgaanilisel pinnakattel, mis jaguneb surnud ja elusaks katteks. Surnud kate koosneb leht-, okas- ja sammalrisust ning sellest tekkinud huumusest. Elusa kattena esineb mitmekesine taimestik, alates sammaldega ja lõpetades õistaimedega, mis metsapinnal kasvavad. Suuremalt osalt on surnud ja elus kate metsa all koos leida.

Huumuse omadustest ja tema mitmesugusest väljakujunemisest oli juba eespool juttu; jääks üle siinkohal üksikasjalisemalt peatuda metsa-aluse iseloomustavate taimeliikide juures, mis huumuse tekkimisel pea-osa etendavad.

Sammal-, leht- ja okaskatte kõrval, mis harukordadel saab tooreshuumuse tekitajaks, leidub metsapinnal suuremal määral tooreshuumuse kihte, mille tekkimiseks materjali annavad mustika- ning palukavarred ja kanarbik. On teada, et tooreshuumuse tekkimine sõltub suuresti kliimast ja et orgaaniliste ainete kõdunemine raskem on seal, kus temperatuur madal ning niiskus suur või kus õhu juurdepääsmine takistatud. Kuivõrt üks või teine asjaolu selleks kaasa mõjub, ei ole veel täiesti kindel, kuid tähelepanekud näitavad, et

1) metsa all kõdunemine kiiremini edeneb kui lagedal,

2) et kokkupaakinud lehekihid pärast liigutamist ja segamist varssi täieliselt kõdunevad,

3) et puht kuuseokas-kate kujuneb kergesti tooreshuumuse lademeks.

Mustika- ja palukavartest tekkinud tooreshuumuse ülemine kiht on vilditaoline, marjavarte juurtest läbikoetud ja tundub niiskest peast alumises osas rasvane. Lisana leiduvad selles kihis ka lehed, okkad ja sammal.

Nõmmehuumust tekitab peaasjalikult kanarbik, mis esineb tüübilise nõmmetaimena. Kuigi nõmmetaimede hulka veel mõned teised taimed kuuluvad, näit. kukemari (*Empetrum*), ei ole neil kanarbiku kõrval suurt tähtsust pinnakattena. Nõmmetaimed kasvavad niihästi vesisel, kui ka kuival liivamaal. Ehk nad küll suurt kuivust ei salli, on nende kasvamine küllalt kindlustatud, kui aga õhuniiskus ja -temperatuur selleks küllalt soodsad on.

Kasvagu aga nõmmefloora kuival liiva- või niiskel soostunud maal, alati on ta kindlaks märgiks, et seal tegemist on eriti viletsa

maaga, sest ainult seal, kus toitainete vähesus teistele taimedele kasvamist enam ei võimalda, asub nõmmetaimestik, ja maa väetamine ning parandamine mõjub tema peale hävitavalt. Nähtavasti ei suuda nõmmetaimestik, nagu GRÄBNER väidab, isegi säärasel vähesel määral toitaineid ära tarvitada, millest teistele taimedele vaevalt elamiseks jätkuks.

A. BÜHLER'il on, nagu ta tõendab, katseviisil korda läinud ka heal savimaal kanarbikku kasvatada; ta lisab aga juurde, et kanarbiku kasvatamine ei ole kerge töö: ta on mitme aasta jooksul mitmesuguse maa peal katseid teinud, kuid tal pole korda läinud seemnest kanarbikku kasvatada. Siinkohal oleks veel tähendada, et niihästi kanarbik kui ka mustikavarred kuuluvad lubjapõlgajate taimede liiki, kuid KRAUS leidis neid sellegi pärast kasvamas maapinnal, mis 3,41% lupja sisaldas. Nõnda on siis veel palju küsimusi, mis nõmme asumise põhjuste ja arenemise tingimuste selgitamist ootavad.

Rohelise sammalkatte all tekib mitmesuguste omadustega huumus: *Hypnum*'i (okssambla), *Hylocomium*'i ja *Dicranium*'i liikide all leidub enamasti lahe ja kohe huumusekiht, olgugi et kohati ka siin tooreshuumuse või kuivturba taolised moodustised võivad tekkida. Üldiselt leidub sammalkate meie paremate ja keskmiste kuuse- ja nõmmemetsade all ühiselt okas- ja lehtrisuga; ta hoiab niiskust hästi kinni (umbes 10 korda rohkem oma õhukuivast kaalust), ei moodusta väga pakse lademeid ja annab seemnetele head idanemisvõimalust.

Polytrichum- (karusammal-) kate mõjub juba halvemalt, sest ta juured asuvad kindlasti mineraalpinnas, mis sagedasti muutub kinniseks, niiskeks ja rasvaseks. Hea sõmerusega savimaad muutuvad karusambla all juba mõne aasta jooksul niiskeks ja rasvataoliseks. Kuused idanevad temas hästi.

Soosambla (*Sphagnum*) liigid hoiavad rohkesti vett kinni ja asuvad pea erandita tooreshuumuse peal kui üleliigse niiskuse ja algava maasoostumise märgid. Kokkukuhjatult peavad nad mädanemisele 10 aastat või kauemini vastu. Veel tuleks arvesse turvaskate, mis sagedasti paksu kihina katab mineraalpinda ja seesugusel korral esineb juba erilise maaliigina, mille eriomaduseks on orgaaniliste ainete valdav ülekaal (90% või rohkem) ja mis võimaldab männile, kasele, pajudele, osalt ka lepale ja kuusele vaevalist kasvu.

Eelmistest seletustest järeldub, et metsapinna-kattel on suur mõju metsamaa pealmise huumusekihi tekkimise ja sellega siis ka maa omaduste ning metsa kasvu peale, sest huumusekiht võib loomulikuks väetiseallikaks ja pinna parandajaks olla, hapuks ehk tooreshuumuseks kujunedes võib ta maa omaduste peale aga halvendavalt mõjuda, millega ühendatud on ka puude kasvu halvenemine. Seega võime surnud pinnakatte kõrvaldamise teel ühel juhtumusel maad halvendada, teisel juhtumusel saadab see aga kasu või vähemalt ei mõju ta maa peale mitte halvendavalt.

Ehk küll eespool üldiselt huumuse omaduste peale on tähendatud, ei oleks ülearune siinkohal huumuse kui pinnakatte mõju niiskuse ning soojuse reguleerimise suhtes ligema vaatluse alla võtta.

Niiskuse suhtes tuleb vaatlusele võtta pinnakatte omadusi, sedavõrt, kui need on ühenduses niiskuse kinnihoidmise ja äraauramisega. Katte mõju avaldab end esiteks sel teel, et ta ühe osa sademeist eneses kinni peab, ilma et see mineraalpinnani jõuab, teiseks, et ta takistab vee pealiskaudset ning rutulist ärajooksmist pealispinnast ja sel teel aitab maa sisse nõrguva vee hulka suurendada. Niiskuse äraauramisse mõjub surnud kate takistavalt, sest et okste- ja lehtedekiht kokku on surutud ja temas on kapillaarsus väheldane või puudub koguni. Katsed näitavad, et soosammal-kate suudab vett 12 korda, okssammal-kate umbes 10, lehtkate 2,6, kuuseokas-kate 1,4 korda rohkem oma õhukuivast kaalust kinni pidada.

Niiskuse kinnihoidmise ulatus oleneb katte koosseisust, kihi paksusest ja tihedusest. Üldiselt võiksime surnud katte mõju maa niiskusesse ära tähendada sellega, et 1) kohe, mitte väga paks, kõdunev ning kõdunenud surnud kate ei lase sademeid pealiskaudselt ära joosta ja mõjub selle tõttu niiskust-koguvalt; 2) kattest palja maa ülemistes kihtides on niiskusemäära vaheldus suur, kuna ta katte all ühetaolisem püsib ja selle tõttu puu kasvu peale paremini mõjub; 3) paks ning tihe surnud katte kiht peab eneses suure osa sademeid kinni, mille tõttu ta aluspinnasse kuivendavalt mõjub, nagu seda tõendavad RAMANN'i katsed.

Surnud katte mõju maa soojuse suhtes põhjeneb sellel, et ta on oma koosseisu ja rohke õhuruumi tõttu halb soojuse edasiandja, mille tagajärjel mulla temperatuur hoidub ühtlane ja öö-päevased vankumised tasanduvad.

Pinnakate on oma koosseisu järele mitmesuguse raskuse ja ruumalaga. Katsed näitavad, et õhukuiva okaskatte kaal ühe ha peal ulatub 3000—4000 kg, lehtkattel 4000—8000 kg, sammal- ning marjavarskattel umbes 9700 kg, sammalkattel ilma marjavarteta umbes 4500 kg.

Mineraalainete hulk, mis katte riisumisel ehk hävitamisel 1 ha peal kaduma läheb, oleks kilogrammides järgmine:

	puht-tuhk	kaali	lubi	fosforhape
pöögileht-kate . . .	216	10,6	97,8	11,1
kuuseokas-kate. . .	161	5,3	64,0	8,0
männiokas-kate . .	49	5,1	18,4	4,1
sammalkate	135	22,0	19,3	10,3

Peale toitainete kao mõjub pinna paljastamine, kui see laialisel alal ette võetakse, halvendavalt mulla struktuurisse.

Niiskust hoiaks sammalkate 1 ha peal eneses umbes 25500, lehtkate 4800—18000 liitrit ehk kg, mis mineraalpinnasse ei jõua. Kuigi kattes kinnihoitud niiskus pole võrdlemisi väga suur, iseäranis rikkaliste sademete puhul, jääb väikeste sadude aegu suurem osa veest puuvõradesse ja kattesse peatuma, nii et eriti noored taimed kuivuse all võivad kannatada, vaatamata selle peale, et pind on niiske sambla- või lehekorraga kaetud.

Oleks veel tähendada, et segametsad katte koosseisu peale oma jagu mõju võivad avaldada. Kuna näiteks pöök ja mänd eraldi kasvades teatavail oludel hapu huumuskatte tekitamise poole kalduvad, annavad nad segametsades pehme, laheda huumuse, sest et pikad okkad lehtedega vahelduvad, mis takistab tiheda, kokkupressitud katte tekkimist. Ka kuusk ja haab kalduvad üksikult hapu huumuskatte tekitamise poole. Nähtavasti on need nähtused ühenduses okaste ja lehtede vormi suuruse, anatoomilise ehituse ja keemilise koosseisuga.

Surnud katte kõrval katab metsapinda elus kate, mis koosneb mitut liiki marjavartest, kõrs- ja õistaimedest. Nende kasvamine ja arenemine sõltub suurel määral metsa-aluse valguse oludest; metsa-aluse maa peale avaldavad nad omalt poolt mõju, mis avaldub niiskuse, soojuse, valguse ja maa koheduse parandamises või ka halvendamises. Metsa vanadusele ja liitusele vastavalt on elusa katte koosseis, tihedus ja kasvu jõudsus väga vahelduv. Mida hõredam liitus ja mida parem maa, seda kirjum on taimestiku esindajate rida, mis leiab metsa all elamisvõimalust; mida koomale end puude võrad tõmbavad ja mida vähem valgust nende vahelt alla jõuab, seda hõredamaks jääb taimestik, kuni lõppeks ainult kõige varjukannatavamad seal suudavad püsida. Nõnda siis leiame vastavalt valgusemõõdule ja maaoludele mitmesuguseid taimede kogumikke, mis on elusa kattena meile teejuhiks maa hindamisel. Aga ka metsa kasvatuses, hooldamises, puhastus- ja põimendusraiete puhul, loomulise uuenduse kergenduseks ettevõetud järguliste raiete puhul on meil alati tegemist elusa pinnakattega, mis kord takistavalt, metsa-umbrohuna meie tööd metsastamisel raskendavad, kord näitavad, kas me ei ole põimendus-, valgustus- ja seemendusraietes mitte liiga palju või liiga vähe voli annud kirvele.

Elusa katte mõjust maasse rääkides peatume kõige pealt selle tüüpilisemate esindajate juures, mille hulka kuuluvad marjavarred ja kanarbik. Siin on, nagu teada, mitmed küsimused, mis veel küllalt pole selgitatud. Võtame näit. mustikavarred (*Vaccinium myrtillus*). Neid leidub rohkem okasmetsa kui lehtmetsa all; me näeme ka, et nad hõredamat metsa rohkem näivad armastavat kui tihedat; aga millega seda seletada, et mustikavarred näit. kuusemetsades kohati laial alal üleni pinda katavad, sealsamas kõrval aga alasid ette tuleb, kus nad peaaegu täiesti puuduvad, selle kohta puudub alles selgus. Neid loetakse lubjapõlgajate taimede liiki. RAMANN ütleb, et nad ei armastavat kohedat pinda. Nad ei kasva mitte ainult metsa varjus, vaid ka lagedal ja tõusevad mägedes kanarbiku seltsilisena üle puu kasvupiiri. Kisume mustikavarre-põõsa üles, siis näeme, et ta juured asuvad tooreshuumuse-kihis, vaevalt mineraalpinda puutudes, ja moodustavad tiheda läbikasvanud lademe, kus ka sammal ei puudu. Mustikavars-katte all on maa kõva ja ta ülemine kiht leetunud.

Täisliitusega noore metsa all on valgust niivõrt vähe, et mustikavarred ei suuda elutseda; kus aga tekivad hõredamad kohad ja paranevad valguseolud, sinna asuvad nad otsekohe, ja kuhu nad korra asunud, seal on nende kõrvaldamine raske: põhjalik rookimine, huumuse segamine mineraalpinnaga ja tihe vari viivad eesmärgile.

Palukavarred (*Vaccinium vitis idaea*) ajavad vähem juurevõrseid kui mustikavarred, aga tooreshuumuse-kiht, mida nad tekitavad, on RAMANN'i arvamise järele tihedam; sel põhjusel halvendavad nad maad rohkem kui mustikavarred. Palukaid leidub niihästi lehtkui ka okasmetsa all; nad asuvad kuival, liivasel ja kruusamaal, kuid ka niiskeil ja soostunud mail.

Kanarbik (*Calluna vulgaris*) kasvab kuival liivamaal, aga ka vesisel soomaal. Armastab rohkeid sademeid ja õhuniiskust, mispärast ta iseäranis merekliima-vöös püsib. Põhja-Saksa rannamail, Belgias ja Hollandis katab ta suuri lagedaid maa-alasid, mille pindala ulatub mitme tuhande hektaarini. Kontinentaalkliimas poetab ta end metsa varju, üksikuil piiratud aladel kasvades, ilma et end laiutaks. GRÄBNER'i andmete järele kestab kanarbiku eluiga 10—12 aastat, WARMING hindab ta eluiga 20—30 aasta peale. Kus kanarbik esineb ülekaalus, seal on raske teistel taimedel elutingimusi leida, mis osalt ka sellega ühenduses, et kanarbik kõige vaesemad maad oma alla võtab. Aga ka need viib ta tooreshuumuse tekitamise kaudu veel halvemasse seisukorda. Kanarbikualune nõmmehuumus on tumepruun ja rasvataoline, tihedalt kanarbiku juurtega läbi koetud. Ülemine mullakiht selle all on kinnine, väljauhetud leetliiv, mille all leiduvad leetmiku moodustised mitmesugusel vormil. Kus aluspõhi ehk leetmik niiskust läbi ei lase, seal soostub maa; kanarbiku vahel asuvad soosamblad, ta seltsiliseks sookailud ja jõhvikad.

Nõmmede metsastamine on kulukas ning vaevarikas. Et kanarbikku hävitada, tuleb teda põhjalikult rookida, mida tehakse harilikult ribade viisi. Kõige täielisemalt saab teda aga maa väetamise varal ära kaotada. Selleks mõjub niihästi lauda- kui ka kunstsõnnik. Kuigi ta alguses peaks lopsakalt kasvama, läheb ta maa nuumamise tagajärjel lõplikult hukka. Hollandis ja Saksamaal peetakse ülesküntud ja väetatud nõmmemaad mõni aasta põllu-, heina- või karjamaa all, millele järgneb metsastamine.

Metsaalune roht- ja heintaimestik mõjub maasse sel kombel, et ta palju niiskust ja toitaineid ära tarvitab. Rohtkatte all on maa külmema ning vähema õhuvaheldusega ja hea osa sademeist jääb kattesse peatuma. Juba nendel põhjustel on tihe rohukasv võistlejaks puutaimedele, aga ta takistab peale selle veel metsa loomulist ja kunstlikku uuendamist selle läbi, et ta seemneid takistab mineraalpinnale pääsmast, idanenud ja kasvavaid puutaimi aga varjab ja lämmatab. Selles suhtes ei mõju mitte kõik taimeliigid ühteviisi. Asjaolu, kas teatava liigi esindaja armastab kasvada üksikult või pinda katab tihedate puhmastena, mõjub hoopis mitmel viisil niihästi maapinna kui ka puude suhtes. Enamasti on vähe niisuguseid liike, mis eriti tüütavaks saavad ja metsastamisel raskusi sünnitavad, kuna teised maapinna omaduste peale sel teel koguni parandavalt mõjuvad, et nad oma juurtega tooreshuumusekihti kohendavad, õhule ja soojusele sinna juurdepääsmist kergendades ja sel teel halbade omadustega huumuse paremaks muudavad. Ka noorte puutaimede kasvu peale ei mõju nad takistavalt, eriti siis, kui nad üksikult armastavad kasvada. Seesugusel korral ei lämmata ega mata nad puukesi oma alla, vaid moodustavad paraja

soodsa turbe ning kaitse kuumuse ja külma vastu. Mida tihedam taimestik, mida rutemini ta oma kasvus areneb ja mida pikem on ta eluiga, seda suuremat mõju avaldab ta maapinnasse. Tähendada tuleb siinjuures, et ka maa avaldab suurt mõju taimestiku kasvusse ja teatava taimeliigi esindaja erisugusel maal ka eriviisi areneb.

Kõige tähtsamad on taimed, mida teataval maal rohkel arvul ette tuleb, s. o. mis nõnda-öelda selle maa iseloomustavaiks taimedeks kujunevad, kuna teised liigid suuremal või vähemal arvul seguna ette tulevad ja nii suurt mõju ei avalda. Alati näeme, et valgusemäära suurenemisega metsa all laieneb taimestiku koosseis ja tiheneb nende liitus. Noore, täie liitusega metsa all puudub elus kate peaaegu täiesti, aga juba pärast esimest põimendusraiet ilmuvad kohe ühe või teise liigi esindajad.

Iseloomustavamaist taimestiku esindajaist oleks tähendada põdrasambla (*Cladonia rangiferina* ja *Cl. alpestris*) peale, mis kasvab kõige vaesemal, kuival V boniteedi männimaal. Ta mõju pinnasse on rohkem positiivne, sest et ta mitte alati ei tekita tooreshuumust, ja kuigi seda sünnib, siis õige õhukese kihina. Selle tõttu mõjub põdrasammal-kate nagu surnud pinnakate.

Iseloomustavaks nähtuseks värskemal liivasel männimaal, mis valgusele kättesaadav, on kastikud *(Calamagrostis)*. Mida värskem maa, seda tihedam ja pikem on kastiku kasv ja seda kangekaelsemalt hoiab ta maad oma all. Paljastatud, loomulise uuenduse lootusel kultiveerimata jäetud raendikud ehk raendud võivad aastakümnete jooksul ainult kastikut kanda, mille seast mõni üksik puuke välja paistab, mis mingisugusel õnnelisel juhul sellest rohurägastikust välja on pääsnud.

Sügisel on ta tihe kulu heaks peidukohaks hiirtele, kes sinna igalt poolt talvekorterisse asuvad.

Kevadel, kui lumi sulanud, on säärased kuluheinaga kaetud raendikud kõige kardetavamad tule suhtes. Mõne nädala pärast peale põlemist haljendab aga raendikul lokkav värske rohi, kuna puukesed täieliselt hukkuvad.

Kultiveerimine kastikuga täiskasvanud maadel on kulukas ning raske. Istutamist võiks ainult laiadel sügavalt kohendatud ja ümberkaevatud platsidel ette võtta ja sealgi tugevate mätastaimedega. Aga igakord ei õnnestu ka seesugune istutamine: tiheda varju tõttu jäävad männitaimed peenikesteks ja pikemaks sirgudes vajuvad nad ühes rohuga lume all küljeli. Järgmisel kevadel katsub latv end üles ajada, ja nii kordub trepitaoline kasv, kuni puuke kas jäädavalt otsa saab või pikapeale kasvus rohust üle hakkab jõudma. Kuigi suurte kulude ja mitmekordsete kultuuriparanduste tagajärjel lõpuks noor mets rohust välja hakkab paistma ja lämbumis-hädaohust õnnelikult on pääsnud, ähvardab kultuure ometi veel hulga aastate kestusel tulehäda, mis enne ei lõpe, kui noor mets täiesti on liitunud ja tihe vari rohukasvule piiri paneb. Vanemas eas aga, kui liitus hõredamaks läheb või kui puistus lagendikud tekivad, ilmub kastik jälle platsi. Ta juured tungivad kaunis sügavale ja laialduvad igale poole, tihedat juurtevõrku moodustades, mis niihästi toitaineid kui ka niiskust suurel mõõdul oma jaoks ära tarvitab ja ka selle läbi iseäranis vastikuks metsa-umbrohuks saab.

Peale kastiku oleks nimetada kastevarte (*Aira*), aruheinte (*Festuca*) ja libleheinte (*Poa*) liike, mis tihedat pealmaist ja juurtevõrku tekitavad.

Calamagrostis'est lähevad lahku pajulilled (*Epilobium*), mida eriti värskel maal raendikkudel suurel arvul kasvab. Et nad pikka vart vähese lehestikuga kasvatavad, siis ei ole nende turve mitte väga tihe, nii et puukesed isegi niisugustel kohtadel, kus ta tihedamalt kasvab, tema all kasvamiseks ikkagi küllalt valgust saavad. Ka sügisel kuivades ning maha langedes ei sünnita ta varred nii tihedat rägastikku, et nad puukesi sel mõõdul oma alla mataksid ning lämmataksid nagu *Calamagrostis*. Pajulille juured arenevad rohkem pealmises pinnas ja ei moodusta tihedat narmasvõrku, vaid esinevad tüsedate üksikute juurtena, mis ära mädanedes õhuruume mullasse jätavad ja sel teel teda lahedamaks muudavad.

Peale pajulillede on murakate (*Rubus*) liigid, vaarikad, mõned liblikõielised (leetpõõsad), osalt ka sõnajalad niisugused, mis maapinna peale nähtavasti head mõju avaldavad või teda vähemalt ei halvenda.

Maapinna-katte hulka tuleb teatavas mõttes ka alusmetsa lugeda, mis koosneb põõsastest ja puudest. Alusmetsa tähtsus seisab peaasjalikult selles, et ta pinda tuule ja päikese eest varjab ja selle läbi maa niiskusesse ja struktuurisse mõjub. Eriti tähtis osa on alusmetsal pinna turbena valgusearmastajate puude all, kes ise juba varakult lahedalt armastavad kasvada (näit. mänd, tamm, lehtmänd ja kask) ja selle tõttu pinna halvendajate hulka kuuluvad. Nende all väheneb surnud pinnakate ja aset võtab rohukasv, mis palju niiskust ära tarvitab ja ära aurab, kuna vihma mehaaniline jõud pealispinna kinni lööb.

Alusmetsa ülesannete hulka võiks lugeda: 1) et ta metsapinda ei lase ära rohtuda, 2) pinda kaitseb vihma kinnilöömise eest, 3) hoiab pealmise pinna värske ning koheda ja on turbeks päikese kõrvetuse kui ka tuulte kuivatamise eest ja laheda huumuse kihti aitab suurendada ning hoida. Nendel põhjustel on metsakasvatuses isegi harukordadel tarvilik kunstliku alusmetsa asutamine. Mida rohkem on maa otsekohesele päikesepaistele ja tuulele kättesaadav, mida kuivem ta oma loomu poolest üldse, mida vähem on teatavas maakohas sademete rohkus või mida suurem külma-hädaoht, seda suurem tähtsus on metsa all kasvavail põõsail. Seepärast tuleb lagendikkude metsastamisel sagedasti põõsad esialgselt alale jätta.

RAMANN leidis, et alusmetsaga männimetsas ülemine pinnakiht niiskem, keskmine kuni kesksuveni niiskem ja alumine 75 sm sügavusest peale alati kuivem oli kui ilma alusmetsata üherindelise männimetsa all. Alusmetsa moodustajate puuliikide ja metsa-aluse maa füüsiliste omaduste vahekorras leidis RAMANN, et kuuse-alusmetsa all on pind kõvem, vähema sõmerusega kui näit. pöögi-alusmetsa all. Männimetsas pöögi-alusmetsaga leidis ta hea sõmerusega mulla, rohkesti vihmausse ja teisi loomakesi, koheda, õhku ja vett kergesti läbilaskva katte. Ilma alusmetsata maa sellevastu oli harilikult plink, pinnakatteks mustikavarred, tihe rohi, mitut liiki samblad, hapukas huumusekiht, kuna vihmausse vähe leidus või nad täiesti puudusid.

Kuuse-alusmetsal ei ole palju häid omadusi: ta hoiab võrdlemisi rohkesti sademeid tagasi niihästi oma võras kui ka okaskattes, mis kergesti kaldub hapu huumuse tekkimisele, tiheda kihina maa peal lasub ja õhuvaheldust takistab. Mõned uurijad väidavad isegi, et ta mõjuvat maasse külmendavalt, eriti savimaadesse, mis põhjusel teda ka tamme-alusmetsaks ei soovitata. Kõige kohasem oleks kuuse-alusmets niiskeil mail, sest tähelepanekud näitavad, et soostumisele kalduvad maad muutuvad kuuskede all kuivemaks ja et seesugused maad pärast kuusemetsa maharaiumist hakkavad rohkem soostuma.

Et meil pöök puudub, siis tuleks siin alusmetsana arvesse võtta pärn, harilik lepp, jalakas ja osalt ehk veel vaher. Need armastavad kõik värsket, rammusat maad, nii et nende tarvitamine on piiratud aladel võimalik, kuna keskmistel ja kehvematel maadel, kus alusmetsal kõige suurem tähtsus, ainult kuusk küsimusse võib tulla. Nagu juba tähendatud, tundub kunstlik alusmetsa asutamine kohati tarviline; kuid kerge ei ole sellega mitte toime saada, just sel põhjusel, et kergetel ja kuivadel maadel, mis teda kõige rohkem vajavad, selleks kõige vastavamad puuliigid ja põõsad puuduvad; arvatavasti võiks mägimännist *(Pinus montana)* selles suhtes mõnda loota. Meil puuduvad sel alal üldse katsed ning kogemused. Mina isiklikult olen ainult ühes kohas (Laanemetsas, Karula metskonnas) kunstlikult asutatud kuuse-alusmetsa hõreda, vana männimetsa all juhtunud nägema; niisama on mul senini ametivendadest teada üks ainus, kes männikülvi puhul vagudesse või platsidele leetpõõsa-seemneid viskab, mis mändidele turvet, lindudele ja jänestele aga toitu annavad.

Kus alusmetsa asutamine tarvilik, seal sünnib see enamalt jaolt ridadesse või rühmiti istutamise teel; kus seemet küllaldaselt saada, võiks ka külimine aset leida. Tähendatud töö tuleb ette võtta vanametsa all, kui see niivõrt hõredaks on jäänud, et rohukasv suuremal mõõdul hakkab maad võtma.

Siinkohal oleks vajalik mõne sõnaga ka j ä r e l k a s v u puudutada, mis sagedasti vana- ja keskealise, mõnikord isegi latimetsa all loomulisel külvil tekkinult, üksikult või gruppides kasvab. Teda moodustab kas samane puuliik, mis kasvab ülarindes, või mõni teine liik, mille seemned tuule või loomade õlul sinna kantud. Kõige sagedamini leidub männi- ja haavametsa all kuusk-järelkasvu, harukordadel aga ilmuvad kasemetsa alla isegi männid.

Teguritest, milledest sõltub alusmetsa ilmumine ja arenemine, oleksid nimetada: a) valgusemäär vanametsa all; b) metsa-aluse maa niiskusemäär, mis oleneb sademeist, põhjavee seisust, puistu lumekogumisest ja võravõlvi tihedusest; c) maa füüsilised omadused — sõmerus, kapillaarsus, vee-kinnihoidvus; d) huumuse omadused; e) surnud katte paksus ja elusa katte tihedus ja koosseis; f) puuliikide omadused, nimelt seemnekandmise sagedus, seemne rohkus, idanemisvõime, puuliikide varjusallivus jne.

Männimetsades leidub mänd-järelkasv sagedamini paraja liitusega keskealise metsa all, kus värske pind samblaga kaetud, kui hõredama liitusega, aga kuiva pinnaga metsa all. Kus aga sambla all

juba paksem kiht pooleldi kõdunenud ning hapukat huumust sisaldab, seal otsime mänd-järelkasvu asjata.

Kõige suurem tulunduslik tähtsus on järelkasvul sel korral, kui ta peab vanametsa loomuliseks järeltulijaks jääma. Võrdlemisi harva esineb juhtumusi, kus järelkasv suuremail aladel paljasraiete puhul uue metsana püsima suudaks jääda, ehk olgu siis õige hõreda vanametsa all, kus raiumise ajal järelkasv alles niivõrt madal on, et teda vanametsa koristamisel üleliia ei rikuta. Enamalt jaolt tuleksid küsimusse üksikud alusmetsa rühmad, mis nii heas seisukorras, et neid kasvama maksab jätta ja sel teel saab kultiveerimiskulusid vähendada, ja siin seisab pearaskus küsimuse lahendamises, kuivõrt on järelkasv kasvuvõimeline. Ei tohi silmast lasta, et vanametsa all kasvavate, seal pealegi kauemat aega püsinud puukeste kasvutingimused teised on kui vabalt kasvavail: vähesem valgus, jahedam, ühtlasem temperatuur ja niiskem õhk mõjuvad puukeste arenemisse suuresti. Okaste ja lehtede arv on vähem, juured asuvad peaasjalikult pealmises, niiskemas huumusekihis, ja satub seesugune järelkasv äkitselt täide vabadusse, siis on tagajärjeks kauane põdemine ja rohke hukkumine. Eriti silmapaistev on äkilise vabastumise tagajärg kuuskjärelkasvu suhtes, mille juured pealmises huumusekihis asuvad, ilma mineraalpinda küündimata. Peale vanametsa kõrvaldamist kuivab huumusekiht kokku ja algab kuusekeste hukkumine, mis seda põhjalikumalt ja kiiremalt sünnib, mida kuivem ja soem suvi järgneb lageraiele.

Üldises mõttes võiks järelkasvu seismajätmise suhtes järgmisi põhimõtteid silmas pidada: Kõhnal maal tuleks juba pinnakaitse mõttes esialgu võimalikult palju järelkasvust puutumata jätta, isegi kui ta meid metsakasvatusliselt ei rahulda; kas teda aga lõplikult kasvama jätta, on juba teine küsimus, sest eriti männiga juhtub kehval pinnal nii, et kasvama jäetud eksemplarid (sakslased nimetavad neid „Vorwüchse", eelkasvud, sest et nad enne uut kultuuri kohal asuvad) end nõnda laiutavad, et nende ümbruskonnas kultiveeritud männid kängu jäävad ja nad ka ise midagi ei suuda pakkuda. Säärastel puhkudel tuleb nad aegsasti kõrvaldada, niipea kui kultuuri seisukord seda lubab.

Paremal maal võime juba alguses suurema väljavaliku teha ja ainult need puukesed kasvama jätta, millede kohta kahtlust ei teki nende eneste kasvamises ja teiste kasvu takistamises. Seda on aga kergem öelda, kui tegelikult läbi viia, sest meil puudub kindel mõõdupuu selleks, et vahet teha, missuguses rõhumisjärgus puukesed veel on kosumisvõimelised. Puuliigid lähevad selle poolest väga lahku: kuna mänd võrdlemisi lühikese varjamisperioodi kannul hukkub või vähemalt alaliseks invaliidiks jääb, suudavad kuused, kes koguni mõnikümmend aastat varjus on kasvanud, peale vabastamist end üles upitada. Lehtpuudega saame asjast kergesti üle sel teel, et vigased või elujõuetud eksemplarid maha raiume ja kännuvõsust uue, tugevama järelkasvu saame.

Väliselt eraldub varjus kasvanud puuke valguses kasvanud seltsilisest selle poolest, et 1) ta virved on palju nõrgemad ja lühemad; 2) tal on pungasid vähesel arvul olemas ja need on nõrgalt arenenud;

3) sellega ühenduses on ka okaste ning lehtede arv vähem ja nende värv kahvatum kui valguses kasvanud puudel; 4) nende alumised oksad on kuivanud, ülemised aga ebaloomulikult pikaks veninud ja 5) nende juurtekasv on nõrgem ja asub pealispinnas.

Aga ka need välised tunnismärgid ei aita meid alati, sest varjus kasvanud puu edaspidine arenemine ja kõlblikkus oleneb tema enese varjukannatavusest kui ka teda varjava puuliigi omadusest, mille all ta enne vabastamist kasvas. Võib näiteks tähele panna, et mänd kannatab meelsamini kase või tamme varju kui iseenese emametsa oma ja peale vabastamist võõra metsa varjust paremini ja kiiremini kosub kui männimetsa alt vabanedes. Paremal maal kannatab järelkasv kauemini ja paremini varju kui kõhnal maal, niisama mõjub varjukannatavusse paremini suurem soojuse- ja valgusemäär. Lõppeks oleks tähendada, et mida vanemas eas järelkasv vabastatakse, seda vähem on lootust tema edaspidiseks paranemiseks.

Järelkasvu kõlbmatuse välisteks tunnismärkideks on: üksik kasv ning kandelaabrivorm, võrdlemisi suur okstest puhastatud tüveosa, mis näitab, et siin on tegemist juba vanade eksemplaridega, milledest ka sel korral vähe loota, kui nad suuremais gruppides kasvavad; lame võra, kus kõrvalised oksad ebamääraselt laiali lähevad, kuna peavirves lühike ja selle tõttu kõrgusekasv lühike ning vaevaline, ja lõppeks pealmises katekihis laialiminev juurekava, mis on ühtlasi sagedasti mäda südamega.

K l i i m a. Pinnase mitmekesiste omadustega tutvudes leiame, et need teataval määral ja võrdlemisi lühikese aja kestusel võivad muutuda, mis metsa kasvusse paremat või halvemat mõju avaldavad. Erilist huvi pakub seejuures veel asjaolu, et metsamehel võimalus ei puudu iseenese tegevusega neid muutusi teatavais piirides esile kutsuda. Iselugu on kliimaga ehk ilmastuga, mis on, nagu teada, enam alalise ilmega või muutub oma üldjoontes vähemalt nii aeglaselt, et inimese eluea kestusel pole seda märgata. Ka ei ole inimese võimuses üht või teist kliimategurit muuta; ta peab neid võtma säärastena, nagu nad on. Selle tõttu loetakse kliimategureid metsa suhtes relatiivselt ka tähtsamaiks.

Kliima mõju metsasse on laialine ja suur: Temast oleneb esimesel joonel puuliikide levimine horisontaal- kui ka vertikaalsihis, ja sellega ühenduses seisab ka mitmekesine metsade koosseis. Samuti sõltub kliimast puude vegetatsiooni kestus, kasvu arenemine, seemnekandmine; ka mitmesugused hädad, mis metsi ähvardavad, on kliimaga ühel või teisel teel seotud. Metsa-alade suurus, puu tarvitamise vajadus, mitmesugused tööd metsas, alates kultiveerimisega ja lõpetades kasutamisega, on suuremal või vähemal määral sõltumuses kohalisest kliimast või selle üksikuist tegureist: v a l g u s e s t, t e m p e r a t u u r i s t, s a d e m e t e s t, õ h u n i i s k u s e s t ja õ h u l i i k u m i s e s t.

Kliimategurid on üksteisega mitmesuguses vahekorras; ühe mõju leiab teiste poolt nõrgendamist või süvendamist; on aga ühel nendest erinev ülekaal, siis annab ta kohalisele kliimale teatava ilme, ja meie räägime säärasel korral karedast, pehmest, niiskest, kuivast jne. kliimast.

Valgus. Valgus on kõrgemate taimeliikide, seega ka puude otsekohene eluallikas. Ainult valguses tekib leheroheline (klorofüll), ainult valgus võimaldab sarnastamist (assimileerimist), millega on ühendatud tärklise tekkimine ja ühes sellega taimede ülesehitus kui ka edasikasvamine. Assimileerimine algab teatavas valgusemiinimumis ja suureneb valguse kasvamisega kuni optimumini. Valguse ülemmäär toimib juba halvasti niihästi leherohelise kui ka võrsete kasvamisse, ja selle tagajärjeks on asjaolu, et liiga heledas valguses edeneb pikkusekasv halvemini kui tasandatud valguses. Sellega kooskõlas on ka nähtus, et kõige parem taimekasv ei ole mitte maakohtades, mis kõige päikesepaistelisemad, vaid valguseoptimumis, kus valguse heledust tasandab pilvkate. Me näeme seda ka puude juures, et tüvede pikkus on parem piiratud valgusega tihedas metsas kui vabalt, täisvalguses kasvamise korral. Vahet võib märgata ka põhja- ja lõunanõlvadel kasvavate puude pikkusekasvus. Pikkusekasv areneb taimeosadesse kogutud ainete varal; et aga väheses valguses assimileerimine väike, pimedas koguni võimatu, siis ei suuda need taimeosad, mis küllalt valgust ei saa, niipalju aineid soetada, kui nad ära tarvitavad, jäävad selle tõttu nälga ja surevad lõppeks. Seega on seletatav, miks teatava valgusemäära puudusel puud ja oksad kuivavad, vabalt kasvavad puud on okslised ja madalad, liitmes kasvavad aga pikad ja okstest puhtate tüvedega. Edasi selgub meile, miks lahendus-, põimendus- ja valgusraied puu jämedusekasvu edendavad ja miks ühevanuses metsas harilikult kõige pikemad puud on ühtlasi ka kõige parema jämedusekasvuga.

Et valguse ülemmäär halvasti toimib leherohelisse, võib juba väliselt tähele panna sellest, et kauakestva, heleda valguse käes lähevad lehed ja okkad kollaseks, teatava varjamise tagajärjel aga rohelise värvi jälle tagasi saavad. Taimedel on valguse ülemmäära vastu mitmesugused kaitse-abinõud olemas, mis peituvad osalt lehtede anatoomilises ehituses, osalt nende seisus ja kihituses. Nii võivad nad lehtede seisu alaliselt valgusemäärale vastavalt muuta: on see suur, siis pöörduvad lehed nõnda, et lehepinnast väike osa valgusele kättesaadav oleks; valguse vähenemisel sünnib vastupidine lehtede asetus.

Peale üldise, elulise tähtsuse on valgusemääraga ühendatud veel teised, enam sekundaarsed puu- ja metsakasvu arenemised: metsa harvenemine ühenduses metsa vananemisega, tüve vorm ja sirgus, metsa uuenemine vana metsa varjus ja alusmetsa kasvamisvõimalus on ühendatud valgusemääraga. Kui kitsamalgi alal ümber vaadata, paistab meile silma valguse mõju puudesse ja pinnakattesse: puud, mis kiratsevad metsas teiste varjus, kasvavad sihtide või lagendikkude äärtel priskesti ja vahe varjus ja täielises valguses seisva puu kasvus on suurem kui vahe parema ja halvema maa peal kasvavate vahel. Suur vahe on ka elusas metsakattes: tiheda, vähese valgusega metsa-alust pinda katavad samblad, jänesekapsad, mõned üksikud ülased ja piibelehed, harva leidub seal mõni üksik põõsas; metsa äärelt, kuhu juba kõrvalt valgus juurde pääseb, leiame isegi võrdlemisi tiheda metsa alt kaunis rikkaliku rohukasvu, mitmesuguseid lilli ja rohkesti põõsaid.

Mis metsamehele valguseolusid eriti huvitavaks teeb, on asjaolu, et tal mitmesuguste metsahooldamistööde varal võimalik on metsas valgusemäära osaliselt reguleerida, mis sünnib puhastus-, valgustus-, põimendus- ja paljasraiete, tihedama või hõredama külvi ja istutamise, niisama ka puuseltside valiku kaudu. Metsamehel on sellepärast tähtis teada, missugused nõuded on üksikuil puuliikidel valguse suhtes ja missugusel määral nad valguse vähenemist kannatavad. Nende küsimuste lahendamiseks on teiste teadlaste seas iseäranis WIESNER ja CIESLAR oma katsetega kaasa aidanud.

Nagu teada, ei ole puuliikide nõuded valguse suhtes mitte ühesugused; ühed nõuavad oma heaks arenemiseks täisvalgust, niipalju kui see antud geograafilisel alal üldse kättesaadav, teised lepivad vähema valgusemääraga, kuna kolmandad teataval määral isegi varju armastavad. See omadus laseb puid valguse- ja varjuarmastajateks liigitada. Juba väliselt erinevad mõlemad oma võrade tiheduse, lehestiku rohkuse ja tüvede liituse poolest teineteisest. Mida hõredamad on võrad ja lehestik, mida hõredamalt armastavad puud kasvada, seda rohkem nõuavad nad valgust. Vahe meie valgusearmastaja männi ja varjukannataja kuuse võra tiheduse vahel paistab silma, niisama ka kase või haava kui valguse- ja pärna kui suurema varjuga leppiva puu vahel.

Valgusenõue ja varju sallivus ei ole aga alaliselt ühesugused, vaid vahelduvad kasvukoha olude ja puu eaga. Heal maal lepivad ka valgusenõudjad puuliigid vähema valgusemääraga, kehval maal aga nõuavad varjuarmastajad rohkem valgust kui harilikult. Veel suuremaks kujuneb vahe mitmesuguses puu vanaduseastmes: noores eas lepivad puud suurema varjuga, isegi valgusenõudjad kohanevad ajutise varjuga, vanemas eas tõuseb valguse nõudmine niihästi ühel kui ka teisel. Varjamise kestuse suhtes lähevad mõlemad aga suuresti lahku: kuna näit. kuusk meelepärasel maal aastat 50 või ka kauemini suudab varju kannatada ja pärast vabanemist heasse kasvuhoosse satub, läheb meil mänd hukka, kui ta 5—8 aastaks suurema varju alla jääb. Põhjamaades võivad männid aga aastakümneid vanade varjus kiratseda, kasvavad pärast sellegi pärast hästi. Hakkavad tammed teiste puude varju jääma, siis lõpeb nende pikkusekasv ning võrade arenemine, ja kui abi ei tule, surevad nad välja. Samasugune lugu on ka saarega, kui ta segametsades liiga teiste puude varju jääb. Missugused põhjused selleks eriti kaasa mõjuvad, ei ole kindlasti teada; vististi põhjustavad seda assimileerimise ja transpiratsiooni vähenemine, juurte arenemise kitsendamine, võib-olla ka temperatuuri ja niiskuse alanemine.

Suur mõju on asjaolul, missuguste puuliikide varjus valgusenõudjad puud kasvavad: hõredavõralise kase all suudab mänd kauemat aega püsida, kuna ta kuusemetsa all, kus kuuse enese järelkasv veel hästi edeneb, varssi kaob. Järsk vabastamine varjust täisvalgusele mõjub kõigisse puuliikidesse halvasti.

Siinkohal tuleb tähendada, et on suur vahe *varju* ja *turbe* vahel, mida vanem mets oma all asuvale noorele põlvele pakub. Turbe all tuleb mõista kaitset ja varju, mida teatava kraadini hõrendatud

vana mets annab oma all kasvavale noorele metsale päikese kõrvetuse, liigse auramise ja jahtumise vastu, ilma et teda alaliselt varjaks. Säärast ühetaolist, mahedat turvet ei põlga oma esimesil eluaastail ka valgusearmastajad puuliigid; suuremat, mõnikord isegi elulist tähtsust omab aga vanametsa turve varjuarmastajate ja külmakartjate puuliikide suhtes, nagu seda on meie kuusk. Sagedasti esineb juhtumusi, kus kuusekultuurid enne ei õnnestu, kuni kask kohale on asunud ja turvet hakkab andma.

Valguse heledus sõltub: päikese seisust taevaruumis, pilvitusest ja õhu puhtusest. Niihästi aastane kui ka päevane maksimum on ühenduses päikese kõige kõrgema seisuga, aastane — juuni- ja juulikuus, päevane — kella 11—1-ni. Enne lõunat on ta üldiselt suurem kui peale lõunat.

WIESNER teeb vahet ülemise, alumise, eesmise ja tagumise valguse vahel.

Ülemiseks valguseks nimetab ta seda, mis langeb otse rõhtpinnale.

Eesmine valgus satub päikeselt või taevalaotusest vertikaalpinnale.

Alumiseks nimetab ta valgust, mis maa- või veepinnalt tagasi peegeldub (reflekteerub), ja

tagumiseks valguseks seda, mis langeb valgustatava objekti peale tagantpoolt (näit. seinalt või kaljult eeskasvava puu peale).

Sagedasti tarvitatakse mõistet „kõrvalvalgus“, mille all tuleb mõista lagedalt väljalt puuvõrade alla sattuvat valgust.

Ülemine valgus on kõige heledam, sest et siin on koondunud kogu taevalaotuse valgus.

Eesmine valgus on seda mööda, kust ilmakaarest ta tuleb, mitmesuguse heledusega (intensiivsusega).

WIESNER'i katsete järele on vertikaalsele pinnale sattuva valgusemäära suhe järgmine:

	selge ilmaga	pilves ilmaga
põhjakaare valgus	1,00	1,00
läänekaare „	1,19	1,23
idakaare „	1,25	1,17
lõunakaare „	3,12	1,33
päevase valguse kogu heledus. . .	4,50	2,70

Tabelist on näha, et selge ilmaga on lõunakaar kolm korda heledama valgusega kui põhi, kuna pilves ilmaga on vahe palju vähem.

Katsed, mis selgitavad valguse toimet puude kasvusse, võtavad aluseks puu tüve-, juurtepikkuse- ja jämedusekasvu, lehtede rohkuse ning kaalu ja puu üldkaalu vahe ühe või teise heledusega valguses.

Näidetena järgnevad keskmised suhtearvud, mis leiti Wieni Metsmäestiku 1-aastastel pöögitaimedel:

	vabalt kasvavail	metsa ääres kasvavail	metsa all kasvavail
lehtede arv	100	26	13
lehtede raskus . . .	100	16	8
juurte raskus . . .	100	26	15
tüve „ . . .	100	18	16
üld- „ . . .	100	21	13
tüve pikkus	100	49	54
juurte pikkus . . .	100	87	67

Kuidas mitmesuguse heledusega valgus toimib üksikute puuliikide üldkaalusse, näitavad järgmised Tübingeni ligiduses tehtud katsete andmed:

Puuliigid	Vabalt täies valguses kasvamisel 1	lagendik 100-a. pöögimetsas: ülemine valgus 2	lagendik 100-a. pöögimetsas: lõuna-kaare valgus 3	lagendik 100-a. pöögimetsas: põhja-kaare valgus 4	100-a. tiheda pöögi-metsa all 5	40-a. tiheda aabiese-metsa all 6
kuusk . .	100	32	29	29	15	5
mänd . . .	100	23	15	15	—	—
lehtmänd .	100	7	3	4	—	—
jugapuu . .	100	350	100	50	—	50
kask . . .	100	3	4	1	—	—
saar . . .	100	100	21	29	14	14
pärn . . .	100	100	100	50	50	50
sanglepp. .	100	12	3	3	2	—
tamm . . .	100	32	11	5	5	—
jalakas . .	100	168	100	20	16	8
Aabies pectinata . .	100	133	133	117	50	17

Kus arvud puuduvad, on taimed enne katsete lõppu otsa saanud.

Seletuseks tabelile on juurde lisada, et lahter nr. 2 esitab 100-a. pöögimetsas lääne–ida sihis käivat paljaksaetud riba, mis 11,8 m lai, 22,6 m pikk. Katsetaimed istutati 1 ja 2 aasta vanuselt ühesugustel tingimustel 5. aprillil 1904. a. Katse lõpp 29. apr. 1909. a.

Katsed, mis Grossholzi katseaias varjuraamidega toime pandi, kus-juures $^1/_4$, $^1/_2$ ja $^3/_4$ täiest valgusest tagasi hoiti, andsid suhtearvudes järgmisi andmeid, aluseks võttes taimede k a a l u:

Puuliigid	Täis-valgus	Täisvalgusest varjuraamidega tagasi hoitud: 1/4	1/2	3/4	
Kuusk . . .	100	90	65	17	Keskmised suhte-arvud on:
austria mänd .	100	68	33	8	
lehtmänd . .	100	80	75	44	
kask	100	52	49	14	täies valguses = 100,
saar	100	100	91	50	1/4 võrra varjatud=84,
pärn	100	97	80	44	1/2 „ „ =74,
lepp	100	88	80	56	3/4 „ „ =35.
tamm. . . .	100	92	75	53	
aabies . . .	100	128	120	44	

TURSKI toob andmeid kuuse- ja männitaimede kohta, mis olid üheaegselt ühesugusele maale külvatud ja suve jooksul osaliselt raamidega varjatud. Keskmised andmed kujunesid järgmisteks:

	suure varju all		vähese varju all		ilma varjuta	
	mänd	kuusk	mänd	kuusk	mänd	kuusk
taimekeste pikkus idulehtedest kuni ülemise pungani mm	4,62	3,84	8,78	6,46	8,39	6,37
tüvekese üldpikkus (pealmine osa) mm	29,9	25,4	26,9	23,9	17,19	17,00
100 taime tüveosa kuivolluse kaal gr (tüveke idulehest kuni pungani) .	0,66	0,80	1,76	1,54	3,11	2,27
20 tüvekese kuivolluse kaal (pealmine osa) gr	0,19	0,22	0,47	0,34	0,81	0,36

Vene metsateadlane ning botaanik J. MEDVEDEV võttis puuliikide valgusetarvituse määrajaks suhte puu kõrguse- ja jämedusekasvu vahel, välja minnes vaatekohast, et vabalt kasvav puu edeneb rohkem jämedusekasvus, varjus kasvav aga kõrgusekasvus. Sellest järgneb, et suhe pikkuse- ja jämedusekasvu vahel on vähem vabalt kasvavail puil ja et vahe kujuneb seda suuremaks, mida tihedamas metsas puu kasvab. Medvedev leidis oma katsete najal, et pikkuse- ja jämedusekasvu suhte alam- ja ülemmäärad on:

	männil	kuusel
vabalt kasvaval . .	24,9	39,8
tihedas metsas kasv.	126,0	130,0

Nende arvudega opereerides leidis ta oma katsete põhjal järgmise järjekorra, mis puude varjukannatust ära määrab. Kui võrdluseks võtta k a s e — kui kõige valgusenõudjama — varjukannatuse suhtearvu = 1,000, siis oleks varjukannatamise suhtearv männil 1,333,

saarel 1,400, haaval 1,598, tammel 1,645, pärnal 1,747, *Carpinus*'el 1,889, kuusel 2,000, pöögil 2,058, aabiesel 2,250, jugapuul 5,795.

Nende katsete najal järeldas MARČENKO, et tihedas metsas rõhutud puudel on jämedusekasv alarindes 2,3—3,1 korda, pikkusekasv aga 1,3—1,5 korda vähem kui ülarinde valitsevatel puudel. ROB. ja TH. HARTIG, NÖRDLINGER, FLURY näitavad oma katsete najal, et valitsevates puudes paigutub aastane juurdekasv rohkem tüve alumisse ossa, rõhututes aga tüve ülemisse ossa. Tuleb ette juhtumusi, kus rõhutud tüvedel jääb aastasüüde ehk -ringide rohkenemine rinna kõrgusel seisma ehk iga aasta ei tekigi aastasüüsid, nii et puu vanaduse määramine aastasüüde järele ei tarvitse mitte alati olla tõelise vanaduse mõõdupuuks.

Puuliikide erinevad nõuded valguse suhtes on leidnud väärilist tähelepanu ja käsitlemist metsameeste peres juba 18. aastasajal ja kuni viimase ajani on kõik tähtsamad metsamehed selle küsimuse selgitamisega tegemist teinud. Kuna varemini põhjenes puuliikide järgutamine varjukannatamise poolest isiklikele tähelepanekuile, on viimasel ajal püütud, nagu teisteski puude elusse puutuvais küsimusis, mitmekesiste katsete läbi selle üle selgusele jõuda. Esimesi katseid tegi sel alal KRAFT 1866. a., kuid need katsed olid kaunis puudulikud: katsetükid ei olnud ühesugusel maal, osa taimi rikkus külm katse kestusel jne.

Kuivõrt üksikute metsateadlaste liigitamine puude varjukannatamise suhtes lahku läheb, näitab järgmine tabel, milles on puuliigid järjekorda seatud, alates varjukannatavamaga:

G. HEYER (1852)	KRAFT (1878)	GAYER (1880)	TURSKI (1891)	BÜHLER (1918)
kuusk, aabies	pöök, aabies	aabies,	aabies	aabies
pöök	*Carpinus*	jugapuu	pöök	pöök
pärn, *Carpinus*	vaher	pöök	kuusk	jalakas
tamm	kuusk	*Carpinus*	*Carpinus*	saar
saar	saar	kuusk	pärn	vaher
vaher, lepp	kask,	pärn, vei-	harilik lepp	kuusk
veim. mänd	veim. mänd	muudi mänd,	jalakas	tamm
haril. mänd	lehtmänd	vaher	sanglepp	pärn, lepp
jalakas	austria mänd	jalakas, sang-	vaher	veim. mänd
kask, haab	har. mänd	lepp	saar	kask
lehtmänd		tamm, saar	tamm	haab, paju,
		mänd, haab,	haab	pappel
		paju	mänd	lehtmänd
		lehtmänd,	kask	mänd
		kask	lehtmänd	

FRICKE hindab puude liigitamist valguse- ja varjunõudjateks kui põhjendamata ja iganud dogmat ja leiab varjamise tagajärjest sõltuva halvema kasvu põhjuseks vähendatud transpiratsioonivõimaluse. Mida suurem transpiratsioon, seda vähem sobib puule varjamine. Kuivõrt see väide edaspidi kinnitamist leiab, tuleb ära oodata, sest kuigi

transpiratsioonimääral ei puudu mõju puu kasvusse, on siiski küsitav, kas assimilatsiooni vähenemine pole valguse puudusel samase või suuremagi mõjuga.

Valgusenõudlikkusega ühendusse seatakse ka puuliikide maahalvendamise ja -parandamise omadus, ja nimelt loetakse valgusenõudjaid puuliike maahalvendajaiks, varjusallijaid — maaparandajaiks. Maa halvenemise põhjuseks on vähesem lehe- ja okkakogu, mis iga aasta huumuseks muutub, peale selle lasevad hõredad võrad ja puude eneste hõre seis, eriti vanemas eas, palju valgust metsa alla, mille tagajärjeks on selle rohtumine, kinnilöömine vihma puhul ja kõrbumine päikesekiirte käes. Maa halvendajaiks loetakse kaski, haabu, tammesid, pajusid, papleid ja vanemas eas mände ja lehtmände.

Maa parandamine on ühenduses suurema huumusematerjaliga ja tiheda liituse ning võravõlviga, mis takistab rohtumist ning kõrbumist. Selle järele oleksid kuusk, aabies, pärn ja nooremas eas, kuni liitus hea, ka mänd ja lehtmänd maaparandajad. Et see alati nõnda ei tarvitse olla, selgub eelmistest seletustest, mille järele kuusemetsa all sagedasti tekib toores huumus ja et selle parandamiseks on metsa hõrendamine mõjuvamaks abinõuks.

Praktiliseks tegevuseks metsakasvatuse alal annavad tähelepanekud ja katsete najal kogutud andmed väärtuslikke näpunäiteid segametsade asutamisel, metsa uuendamisel vanametsa turbel, hooldusraietel (valgustus-, lahendus- ja põimendusraied) ja pinnakatte vaheldusel.

Mida rohkem puu valgust nõuab, seda suuremat kasvuruumi tarvitab ta oma normaalseks arenemiseks ja seda vähem puid mahub teatavale pindalale kasvama. Varjukannatavad puud, kes lepivad osalise valgusega, tarvitavad selle tõttu vähem kasvuruumi ja liituvad tihedamalt. Ühenduses sellega on neil võimalus valgusenõudjate puude vahel ja all võrdlemisi soodsaid kasvutingimusi leida, kuna valgusenõudjad samastes oludes ainult lühikest aega suudavad püsida (männi loomulik uuendus vana metsa all).

Valgusenõudjate hõredama seisu ning hõredamate võrade tõttu pääseb metsa alla suuremal määral valgust ja soojust, millega ühenduses metsa pinnakatteks on põõsad, marjavarred, kanarbik ja mitmesugused roht- ja õistaimed; tihedas liituses kasvavate varjukannatavate puude all on valguse ja soojuse juurdepääs rohkem piiratud; selle tõttu esineb seal pinnakattena surnud leht- ning okasrisu ja sammal, kuna roht- ja õistaimedest seal vähesed liigid asuvad. Orgaaniliste ainete lagunemine sünnib siin aeglasemalt, tooreshuumuse tekkimine kergemini kui hõreda metsa all.

Need nähtused on *harilikud*, kuid mitte alatised, ja nagu teistes metsaelusse puutuvais küsimusis mitmete tegurite kogumõju saab põhjuseks ühele või teisele nähtusele, nii muudavad ka valgusenõudlikkusega ühendatud nähtused oma ilmet vastavalt mitmesuguste tegurite kokkusattumisele.

Praktilises metsanduses on puuliikide valguse- ja varjuarmastusel suur tähtsus loomuliku metsa-uuenduse alal. Missugused liigid vana metsa varju all võivad asuda, kui kaua nad seal suudavad

püsida, missugune vanade puude võrade liitus lubab järelkasvule ehk alusmetsale elamisvõimalust jne., on küsimused, mis ühendatud puuliikide varjukannatamise omadustega. Sellest oleneb ka seemendus-, valgustus- ja koristusraiete järkude kestus.

Tähelepanu väärib praktilisest seisukohast hinnates asjaolu, et ka r o h u ja p õ õ s a s t e varjamise all v a r j u s a l l i v a t e puuliikide taimed vähem kannatavad kui valgusearmastajate omad ja et v a r j u k a n n a t a j a i s t puuliikidest koosnevad puistud hoiduvad kauemini tihedas liituses kui valgusearmastajad.

Sel põhjusel võib varjuarmastajate põimendusraietega kauemini oodata ja iga raie korral puid vähemal arvul välja võtta, kui valguse-armastajate raie puhul. Viimased kalduvad ühtlase ülarinde moodustamise poole, kuna esimestest kergesti alarinne tekib, mis on tähtis metsapinna varjamise, niisama ka segametsade asutamise suhtes. Kas metsa all surnud kate, rohi, sammal, mustikavarred või põõsad aset leiavad, ka see sõltub osalt varju- või valgusepuude ülekaalust puistu koosseisus.

Metsapraktikas on sagedasti tähtis teada, kuivõrt idutaimed varju kannatavad ja kauemat aega varjatud puukesed pärast vabastamist kasvuvõimelised on. Kas suudavad nad niivõrt kosuda, et nendest pärast asi saab, või jäävad nad nähtava paranemise peale vaatamata invaliidideks?

A. BÜHLER'i kaua-aegsed katsed, mis peaasjalikult vana metsa varju külvatud ja istutatud taimede arenemiskäiku selgitavad, annavad selle kohta mõndagi näpunäidet.

Katsed tehti 15-—100-a. kuuse-, aabiese- ja pöögimetsade alla valmistatud peenardel, kuhu osalt külvati, osalt istutati. Selgus, et ka kõige suuremas varjus idanevad kõikide puuliikide seemned, kuid idanemisaeg kestab seal umbes kolm korda kauemini kui valguses; ka idaneb seemnest väike osa — peale aabiese, kuuse, sanglepa ja männi, kelle seemned idanevad rohkemal arvul ka varjus. I d u t a i m e d e e l u i g a t i h e d a m e t s a v a r j u s o n õ i g e l ü h i k e: 1 kuu kestusel said otsa: lehtmänd, kask, tamm, lepad, 2—3 kuu jooksul lõppesid: harilik mänd, veimuudi mänd, must mänd, pöök, saar, 4—6 kuu jooksul: vaher, *Carpinus*, pärn, kuusk, aabies ja mägimänd.

N o o r e a a b i e s e m e t s a varjus said pea kõik idanenud taimed esimese suve jooksul hukka; vana pöögimetsa varjus oli asi parem: ka seal hukkus suur osa taimi esimese suve jooksul (mänd 2, kask 3, lehtmänd 4, lepp 6 kuu jooksul), mõned aga elasid 6, 8, 9 aastat, näit. kuusk, aabies, pöök, vaher, tamm ja jalakas.

Istutatud taimedest kuivasid 15-aastase aabiesemetsa all kõik lühema või pikema aja järel ära, lehtmänd 2, mänd 5, kuusk 7, saar 15 ja tamm 25 kuu kestusel. Vana, 100-a. tiheda pöögimetsa varjus olid isegi 9 aasta järel mõned taimed veel elus.

Kui kaua varjamine noore puu kasvusse pärast vabastamist mõju avaldab, näitavad BÜHLER'i katsed, kes taimi 3—4 aasta jooksul varjuraamide all hoidis, pärast seda neid täisvalguses 4 aastat kasvada laskis ja siis täies vabaduses kasvanud taimedega võrdles.

Keskmine taimede kõrgus sm:

	täisvalguses üles kasv.	3/4 valguses üles kasvanud	1/2 valguses üles kasvanud	1/4 valguses üles kasvanud
istutatud lehtpuud . .	22	22	24	21
istutatud okaspuud . .	13	13	12	11
külvatud okas- ja lehtpuud	20	21	20	9

Varjamise ajal ja peale raamide koristamist paistis selgesti silma kõrgusekasvu vahe, mis 4 aasta jooksul üksikuil liikidel mitmeti muutus. Kõige suurem varjamismäär on aga kõikide liikide kasvusse niivõrt mõjunud, et vahe puude kasvus end veel aastate järel tunda annab.

Õhu soojus. Samane eluline tähtsus, nagu valgusel, on ka õhusoojusel, ja nagu teistegi tegurite mõju, kujuneb ka tema oma äärmistes piirides taimedele kahjuliseks. Soojusest sõltub taimestiku geograafiline levimine ja ta elutegevus. Tema toimel sünnib rakkude rohkenemine ja suurenemine, niisama transpiratsioon, mille läbi rakud tühjenevad ja juurte kaudu toitainetega varustatud veega uuesti täituvad. Soojusest oleneb puupungade puhkemine, õitsmine ja seemne valmimine.

Puude elutegevus algab teatavas soojusemiinimumis, areneb kõige jõudsamini optimumis ja raugeb maksimumis. Iga elutegevuse-järk on seotud erilise soojusemääraga. Näit. seemne valmimiseks on tarvilik kõrgem soojusemäär teatava aja kestusel. Ei tõuse see soojusesumma mõnel suvel tarvilise kõrguseni, siis jääb seeme valmimata. Nii näeme ka, et mitmed soema kliima puud suudavad meil elada, kuid ei kanna siiski seemneid, misläbi nende loomulik asumine võimatuks saab. Langeb keskmine talvine soojus alla seda määra, mida teatav puuliik oma olemasolemiseks vajab, siis ei suuda ta seal enam vabas õhus kasvada. Arenemiseks tarvilik soojusemäär on vastavalt puuliikidele väga mitmesugune. Miinimum kõigub 0—16° C., optimum 24—34° C. ja maksimum 26—46° C. vahel. Igasugune elutegevus kustub 54° C. temperatuuril. Laiad piirid on puuliikidel ka madala temperatuuri väljakannatamises. Üldiselt võib tähendada, et senini tuntud madalam temperatuur maakeral ei takista puude kasvamist, nõndasama ka kõrgem õhusoojus, mis vähestes kohtades maakeral üle 50° C. tõuseb. Kuigi mõlemad temperatuuri äärmused ise väheses ulatuses saavad puude otsekoheseks hukkumise põhjuseks, on siiski kahju, mida kõrge või madal õhutemperatuur metsadele toob, tunduvalt suur. Kõrge õhusoojus suurendab vee äraauramist ja kui sealjuures maa niiskus niivõrt väheseks jääb, et juured äraauratud vett ei suuda täiendada, järgneb puude kuivamine.

Niisama on lugu ka madala temperatuuriga, mis vähestel juhtudel saab puu surma otsekoheseks põhjuseks, rohkem aga kevadel ja sügisel hilise ja varase külma näol puudele kahju toob. Eriti maksab see hiliskülmade kohta, mis surmavad värsked võrsed, virved, lehed ja õied, niisama ka idanenud taimekesed. Kohtades, kus hiliskülmad

alaliselt korduvad, saab seeläbi isegi mõne puuliigi loomulik uuenemine küsitavaks.

Et madal temperatuur edendab tooreshuumuse tekkimist ja maa soostumist, sellest oli juba eespool juttu; loomulik, et ka metsakultiveerimis-tööd, metsamaterjalide kuivamine jne. sõltuvad õhusoojusest. Metsas on õhusoojus madalam kui lagedal. EBERMAYER'i andmete järele on keskmine aastatemperatuur kuusemetsas 1,4, männimetsas 0,8 ja pöögimetsas 0,7 kraadi, Rootsi katsejaamade andmeil kuusemetsades 0,25 kraadi madalam kui lagedal. Ka taimestik avaldab omajagu mõju õhusoojusesse, mis on ühenduses suurema vee-auramisega. Rohtkatte kohal olev õhk on külmem ja niiskem kui paljal või surnud katte alusel maal. VOLLNY leidis rohtunud maal õhusoojuse madalama olevat kesamaast: pinna peal 1,37°, 40 sm kõrgusel pinnast — 2,10°, 75 sm kõrgusel — 0,84°, 2 m kõrgusel — 0,34°. Niiskel maal on vahe veelgi suurem, millega ka seletatav suurem külmakahju niiskeil mail.

Metsa võrakatus takistab päeval metsa all liigset soenemist, öösi aga jahtumist, ja selles peitub osaliselt see hea mõju, mida vanametsa turve avaldab noortesse puukestesse, sest noores eas on puud külma vastu eriti hellad, kõige suuremal määral aga tamm, saar, kuusk ja aabies, kuna mänd, kask, lepp ja haab on külmakindlad. Kuumuse all kannatavad kõige rohkem saar ja aabies, kõige vähem tamm ja mänd.

GAYER jaotas puud soojusenõudlikkuse järele järgmisse järjekorda, alates soojusenõudjamatega: jalakad, söödav kastan, tamm, aabies, pöök, pärn, mänd, kask, saar, lepp, seedermänd, merimänd, lehtmänd. MOROSOV leiab õigema olevat järgmise skaala: söödav kastan, tamm, saar, jalakad, *Carpinus*, merimänd, austria mänd, harilik mänd, lepp, kask, aabies, kuusk, seedermänd ja lehtmänd.

Õhutemperatuur Eestis (1866.—1915. a.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Kuu ja aasta keskmine t° . . .	— 6,60	— 6,56	— 3,25	3,38	9,88	14,96	17,02	15,20	10,57	4,86	— 0,58	— 4,93	4,50
Äärmine maksimum	6,5	7,5	17,2	24,9	31,4	34,0	34,5	35,2	27,8	21,1	12,2	8,5	35,2
Äärmine miinimum	—36,2	— 33,1	— 24,9	— 17,6	— 5,0	— 0,8	3,9	1,4	— 3,6	— 12,4	— 22,2	— 34,3	— 36,2

Õhu niiskus. Õhu niiskuse all mõistetakse õhus leiduvat veeauru-määra. Keskmiseks õhu niiskusemääraks loetakse 70—80% veeauru sisaldust. Langeb niiskuseprotsent alla 60, siis tundub õhk kuiv. Õhu niiskusemäär oleneb temperatuurist ja osalt suurte veekogude lähidusest. Mida soem õhk, seda rohkem sisaldab ta niiskust, samuti mõjub mere lähidus, kus õhuniiskus tõuseb 90 või rohkema protsendini, kuna teda mandril, näit. Venemaal, on kohati ainult 45, 50, 60%. Aga ka mandril leidub kohti, kus õhu niiskus ulatub 80—85%. Ta vaheldub aastaaegade ja päevade jooksul, ühenduses temperatuuriga. Katsetel saadud keskmised andmed näitavad kõige vähemat õhu niiskust aprilli-, mai- ja juunikuul; see asjaolu on metsakasvatuses tähtis,

sest et idanevad seemned ja noored taimekesed kuivuse all võivad kannatada. Meil Eestis on õhu keskmine niiskus (relatiivne) 78%.

Õhu niiskus mõjub kõige pealt puude transpiratsioonisse. Mida niiskem õhk, seda vähem on transpiratsioon, kuigi ta kõrgel temperatuuril on küllalt suur ka niiskes õhus. Õite arenemiseks ei ole niiske õhk soodus; ka on harilik nähtus, et lehtmänd, kuusk ja tamm niiskes õhus kasvus alaliselt kiratsevad ja sammalduvad, eriti kui ühes sellega ka õhu liikumine vähene on.

Katsed näitavad, et metsa all on õhu niiskus suurem kui lagedal. Aasta keskmised andmed näitasid, et Bernis oli õhu niiskus kuusemetsa all suurem kui lagedal: kevadel — 9,59%, suvel — 11,04%, sügisel — 10,78% ja talvel — 8,41%. Üldiselt on ta maist juulini metsa all 9—10% võrra suurem kui lagedal, muul aastaajal aga on vahe vähem.

Õhu liikumine mõjub niiskusemäära vahe vähenemisse tunduvalt: katsed on näidanud, et metsa õhk oli niiskem kui lagedal:

	vagase ilmaga	tuulise ilmaga
	5 m kõrguses üle maapinna	
hommikul	13,5%	7,5%
lõunal. .	13,1%	8,0%
õhtul . .	10,5%	5,5%

Õhu niiskuse protsendil on metsa kasvamisse võrdlemisi väike mõju. Arvesse võiks võtta, et paljasraiete järel võib noor asumets õhu niiskuse vähenemise tagajärjel kannatada transpiratsiooni suurenemise tõttu. Lahendus- ja põimendusraied vähendavad õhu niiskust, kuuskede rohkus segametsas suurendab teda. Üldiselt on põhjanõlvad madalama temperatuuri tõttu niiskemad; sammaldunud tüved ja oksad näitavad, et õhu niiskus on seal suur ja õhuvaheldus väike. Samane pilt ilmub ka n. n. külmalohkudes.

S a d e m e d. Saab veeauruga küllastatud õhk veelgi niiskuselisa või jaheneb õhu temperatuur, siis tiheneb vee-aur pisikesteks piiskadeks, mis esinevad koondatult — madalas uduna, kõrgemal aga pilvedena. Kordub niiskuse lisandumine või õhu jahenemine, siis tihenevad piisakesed ikka rohkem, kuni nad nii suureks ja raskeks kujunevad, et nad õhus enam ei suuda heljuda ja vihmana või — kui õhusoojus juba alla külmumispunkti on langenud — lume või rahena maa peale langevad. Jahenevad öösiti maa ja alumine õhukiht niivõrt, et veeaur enam õhus ei suuda heljuda, siis langeb ta kastena maha; on jahtumine nii suur, et veepiisakesed külmuvad, siis on tegemist hallaga. Kaste tekkimine on kõige suurem vagasel, selgel ööl peale sooja päeva. Pilved takistavad soojuse lahkumist, tuul segab õhukihid segi ja ei lase alumisel õhukihil jaheneda; sellepärast ei teki pilvise ning tuulise ilmaga kastet. Ilmub pikema külma järel, mille tõttu maa, puud ja muud väljas seisvad asjad tublisti jahtunud, soe ja niiske õhuvool, siis muutub vee-aur külmade kehadega kokku puutudes jääkristallideks; need esinevad härmatisena; üksikute jääkristallide ühinemise taga-

järjel kujuneb härmatis jäätiseks, mis võib puudele okste ja latvade murdmise läbi suurt kahju tekitada.

Kõik moodustused, mis tekivad vee-auru tihenemisel ja sulas või külmanud olekus maa peale langevad, kannavad ühist nimetust — s a d e m e d, ja nende hulka määratakse veekihi paksusega millimeetrites ühe-ruutmeetrilisel pinnal.

Valguse ja soojuse kõrval omavad sademed elulist tähtsust puude kasvamises ning arenemises. Sademeist oleneb mulla niiskusemäär ja põhjavee seis; nendega on teatavas ühenduses mulla temperatuur ja huumuse kujunemine. Sademed kutsuvad mullas aga ka keemilisi moodustusi esile, sest vesi sisaldab eneses mitmeid toitaineid, näit. lämmastikku, kloornaatriumi ja väävelhapet, mida ta enesega mullasse viib, sellevastu uhab nirgvesi ka suure osa mineraalaineid ülemistest mullakihtidest alla ning viib allikate ja jõgede kaudu merre. Mehaanilises mulla koosseisus põhjustavad sademed muutusi, nimelt peen-osiseid ehk peenestikku ära uhtes ühes kohas ja neid setitades ehk leetes teises kohas.

Sademeist sõltub puude transpireerumine, sellega ühes nende toitumine, ja lõppeks, vastavalt sademete määrale pikendub või lühendub aastane vegetatsiooni-aeg, kusjuures peab tähendama, et sademeist vaesed ajajärgud, s. t. põuaperioodid korduvad sagedamini ja on metsale raskemate tagajärgedega kui vihmaperioodid.

Aga nagu teistegi tähtsate teguritega, on lugu ka sademetega: nende ülemmäär mõjub halvasti, nagu see juba selgus mulla niiskuseolude kirjeldusel. Aastane sademete hulk vangub geograafilistes piirides umbes 300 ja 2500 mm vahel. Mida vähem kuskil maakohas sademeid, seda vähem on seal ka puuliike esinemas. Euroopas tulevad sademetemiinimumi-vöötes harilik ja austria mänd metsakasvatuseliselt küsimuse alla, kuna sademerikastes maakohtades tõuseb puuliikide arv mitmekümne peale. Teadagi avaldab rohke sademete hulk metsadesse head mõju ainult seal, kus vastavalt kõrge õhutemperatuur sellega käsikäes käib. Kui näit. Lõuna-Saksamaal kõige parem ja rikkalikum mets 1200—1500 mm sademete vöötes kasvab ja seal, kus ta alla 1000 mm langeb, ainult väga headel maadel I järgu headusega metsa kasvatamist võib loota, tundub meil 588 mm sademete hulk juba suur, sest et siin on soojus ja sellega ühes niiskuse äraauramine märksa vähem.

Kõige sademerikkamad ilmajaod on Põhja-Ameerika läänerand, Lõuna-Ameerika loodeosad, Kesk-Aafrika, poolitajast kuni 10. p.-l. kraadini, India, Lõuna-Aasia saared ja Ida-Hiina (keskm. 2000 mm). Need maakohad on aga ühtlasi ka kõrge temperatuuriga ja selle tõttu taimestikust ülirikkad. Euroopas on kõige sademerikkamad (1300 mm) Hispaania, Prantsusmaa, Inglise rannamaad ja Norra läänerannikud. Nendele järgnevad Alpid ja Püreneed (1200 mm). Kesk- ja Ida-Euroopas kõigub sademete rohkus 400—600 mm, Põhja-Rootsis kuni 300 mm. Vähesed sademed on Venes: Peterburis 475 mm, Odessas 408 mm, Kaasanis 398 mm, Arhangelskis 387 mm, Bakus 246 mm.

Läänemere-maade sademete rohkus kõigub 487 ja 681 mm vahel; Eestis on keskmine aastane sademete hulk 588,2 mm. Kuidas sademed üksikute kuude peale jagunevad, näitab järgnev tabel:

Tabel nr. 1. Tartu sademed (1866.—1915. a.).

Kuu ja aasta keskm.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
sademed mm	36,05	30,03	27,31	29,87	46,82	61,29	83,89	78,04	56,49	48,60	46,00	43,80	588,19
auramine mm	4,34	5,01	12,27	29,39	56,95	64,34	60,21	46,25	30,15	17,40	8,81	4,78	339,78
vihm mm	5,30	4,00	6,47	19,62	44,24	61,28	83,89	78,04	56,49	40,65	24,33	11,66	435,97
lumi mm	30,75	26,03	20,84	10,25	2,58	0,01	—	—	—	7,95	21,67	32,14	152,22
sademe-päevade arv	17,9	14,7	14,5	12,6	13,8	12,3	14,8	16,4	15,3	15,9	18,8	19,0	186,1

Sademete rohkus teatavas maakohas on vahelduv niihästi kuude kui ka aastate järele. Kesk-Euroopas vangub aasta keskmine hulk umbes 15%, kuude keskmine 45—60% võrra ühele või teisele poole.

Maakohtades, mis ei tarvitse geograafiliselt üksteisest kuigi kaugel olla, võib sademete rohkus suuresti lahkuminev olla. Harilikult on läänepoolsed maaosad rikkamad idapoolseist. Nii näit. on Inglismaa lääneosades sademete hulk kuni 3000 mm, idapoolsetes osades 600 kuni 700 mm, Norras vastavalt 2000—400 mm.

Varemalt anti metsadele sademete rohkenemise mõttes suur tähtsus. Senised katsed on lahkuminevaid tagajärgi annud: Rootsi ja Preisi katsete järele suureneb metsa läbi sademete rohkus umbes 2% võrra, Austrias ettevõetud katsed on selles mõttes eitavate tagajärgedega.

Nagu teistes elulistes nõuetes, lähevad puuliikide nõuded ka niiskuse suhtes märksa lahku. Üldiselt jagatakse taimestikku vee tarvitamise suhtes *hügrofüütideks* ehk *niiskusetaimedeks* ja *kserofüütideks* ehk *kuivikutaimedeks*, milledest esimesed palju, teised vähe vett tarvitavad. Kummadki erinevad teineteisest oma juurekava, lehtede anatoomilise ehituse ning seisu poolest. Esimestele on omane vähene juurekava, laiad ning õhukesed lehed, kuna teisi iseloomustab laialiminev juurekava ja väike lehepind, mis mõnel korral vahakorraga kaetud. Nende kahe äärmuse vahel on *mesofüüdid*, kes lepivad keskmiste niiskuseoludega, nagu seda suurem osa meie puuliikidest teeb, kuigi nendest mõned tingimata rohkesti vett nõuavad (sanglepp), teised aga oma anatoomilise ehituse ja kalduvuse järele kserofüütide hulka kuuluvad (mänd). Erinevat nõudlikkust niiskuse suhtes aluseks pannes on metsamehed katsunud puuliikidele sel alal kindlat järjekorda määrata. Nii on GAYER'i skaala, alates kõige nõudlikumatega, järgmine: sanglepp, saar, vaher, tamm,

Carpinus, kask, haab, pöök, pärn, kuusk, lehtmänd, aabies, mänd. TURSKI oma, mis läheb sellest kohati lahku, käib järgmiselt: sanglepp, saar, vaher, pöök, *Carpinus*, künnapuu, pärn, tamm, haab, kuusk, aabies, lehtmänd, kask, mänd.

Kuna eelmised järjestamised on tähelepanekutele põhjendatud, katsusid teised uurijad katsete najal puude niiskusetarvidust kindlaks teha, aluseks võttes lehtede ja okaste kaudu transpireerunud niiskust. KLAUBRECHT ja TH. HARTIG leidsid, et lehed öö-päeva jooksul oma esialgsest kaalust niiskuse äraauramise läbi kaotasid: lepp — 43%, tamm — 37%, pöök — 36%, kask — 29%, lehtmänd — 18%, aabies — 12%, mänd — 11%, kuusk — 10%.

Samal alusel VÕSSOTSKI poolt toimepandud katsed andsid järgmisi andmeid:

Puudelt nopitud lehed sisaldasid niiskust		Sellest auras 1 tunni kestusel ära
künnapuul . .	52%	19%
jalakal. . . .	57%	8,9%
vahtral. . . .	49%	10,5%
tammel . . .	51%	9,6%
saarel	57%	9,4%
haril. männil .	50%	2,1%
krimmi männil.	52%	0,7%

HÖHNEL leidis oma katsete varal, et vegetatsiooniperioodi kestusel aurasid puud iga 100 gr lehtede kuivolluse kohta vett ära kilogrammides ehk liitrites:

saar. . .	85,5 kg	vaher	53,0 kg
kask . .	81,4 „	kuusk	13,5 „
pöök . .	74,8 „	harilik mänd .	9,4 „
Carpinus .	73,0 „	aabies	7,2 „
künnapuu.	66,2 „	austria mänd .	6,7 „
tamm . .	54,6 „	lehtmänd võrdub transpiratsiooni suhtes lehtpuudega.	

Nagu neist andmeist näha, transpireerivad lehtpuud umbes 10 korda rohkem vett kui okaspuud.

HÖHNEL'i katsed on selgitanud, et mulla niiskuse määra suurenemisega suureneb ka puude äraauramine, väheneb aga niiskuse vähenemisega. Saar näit. transpireeris mullaniiskuse miinimumil 100 gr lehtede kuivolluse kohta 54,69 kg vett, maksimumil aga 98,31 kg, mänd miinimumil 5,80 kg, maksimumil 12,10 kg.

Need katsed tõendavad, et transpireerimine ei ole mitte ainult füüsiline tegevus, vaid on ka füsioloogiline protsess, mida puu suudab oludele vastavalt korraldada.

Huvitav on veel asjaolu, et ühed puud rohkem päikesepaistel, teised rohkem varjus transpireerivad; nii näit.

	päikesepaistel	varjus
pöök . . .	76,2 kg	107,8 kg
Carpinus .	81,3 „	98,9 „
aabies . .	13,9 „	4,8 „
mänd . . .	19,1 „	5,0 „

Et selgemat pilti saada lehtede kaudu transpireeritud veehulgast, olgu tähendatud, et üks ainus üksikult lagedal kasvav kask, mille lehtede arv on umbes 200000, suudab sooja suvepäeva jooksul 60—70 kg ehk liitrit vett transpireerida. Mõned teadlased arvestavad veel suuremat veehulka. HÖHNEL väidab, et 115-aastane pöögimets, kus kasvab 400—600 puud ha peal, vegetatsiooniperioodi kestel 2,4—3,5 milj. kg ehk liitrit lehtede kaudu ära aurab.

Transpiratsioonimääraga on ühenduses puu varustamine mineraalainetega: mida rohkem vett käib läbi puu, seda suurem on ainete määr, mis puus peatuma jäävad ja kasvamiseks ära tarvitatakse. KOHL'i, HARTIG'i ja JOST'i tähelepanekud kinnitavad, et suurema transpiratsiooniga suureneb ka puumassi juurdekasv.

EBERMAYER leidis, et ühenduses niiskuse suurema tarvitamisega on puulehtede tuhaprotsent. Nii on puuliikidel, mis kõige rohkem niiskust nõuavad, nagu saar, lepp, jalakas, vaher ja paplid, lehtede tuhaprotsent 7—10, keskmise niiskusega leppijail — pöögil ja tammel 4—5%, lehtmännil, aabiesel ja kuusel 2,9—3,5% ja kõige vähema niiskusega leppijal — männil 1,5%.

Peab tähendama, et puude niiskusetarviduse küsimus, vaatamata mitmekesiste katsete peale, kaugeltki veel selge pole. Samuti nagu toitainete tarvitamise suhtes vahet tuleb teha puude nõudlikkuse ja tõelise tarviduse vahel, mille lisaks veel ainete ülevõtmise võime arvesse tuleb võtta, on vaja niiskuse tarvitamisel vahet teha tõelise tarviduse ja äratarvitamise vahel, kusjuures arvestada tuleb kokkuhoidlikkust. Kask näit. tarvitab, nagu katsed näitavad, rohkesti vett, kuid suudab ometi kuival maal kasvada, mänd tarvitab vähe vett, kuid kasvab ka niiskel maal. TH. HARTIG tegi kindlaks, et männil on äraauramise puhul kokkuhoidlikkus kaks korda suurem kui kuusel, kuigi auramise intensiivsus on mõlematel peaaegu ühesugune. Samane uurija leidis, et 5-aastased männi- ja tammetaimed päeva jooksul umbes 75% eneses sisalduvast veest ära auravad, kuna kuusk ja pöök umbes 1,5—2 korda rohkem päevas ära auravad, kui nad eneses vett sisaldavad, nõnda et ühed ei tarvita päeva jooksul enese tagavaragi ära, kuna teised seda mitu korda peavad uuendama.

Kõike eespool ettetoodut arvesse võttes võiks praktika jaoks tähendada, et transpiratsiooni suurenemisega on ühendatud toitainete rohkenemine ja sellega ühenduses puude parem kasv, mille tõttu ka tööde peale, mis transpireerimist soodustavad, nagu lahendus-, põimendus-

ja valgustusraied, tähelepanu tuleb pöörata, silmas pidades, et ainult soodsad maa niiskuseolud lubavad edukat tagajärge loota.

See maksab ka võrade vabastamise kohta; kui aga väheselt arenenud võraga puud järsku vabastatakse, siis käib sagedasti selle kannul ladva või terve puu kuivamine, paremal korral kasvu seisak. Hädaoht suureneb maa niiskuse vähenemisega, sest et ei jätku suurendatud äraauramis-määrale vastavat niiskust. Vähese ja liiga rohke niiskuse mõju puude kasvusse oleneb suurelt osalt teistest kasvuteguritest (valgus, soojus, maa tuuldumine, huumuserohkus jne.), nii et nende ühinemine mitmesuguses vahekorras võib halvendavalt või parandavalt mõjuda niiskusemääraga ühendatud tagajärgedesse. Kõrge õhusoojus ja tugev õhuliikumine avaldavad niiskuse rohkuse korral parandavat mõju, niiskuse puuduse korral aga süveneks kuivusehäda veelgi nende mõlemate tegurite läbi.

Et mets maa niiskuseoludesse mõjub, on juba eespool käsiteldud; siinkohal tuleks eriti vaatlemise alla, missugusel määral mets sademeid tagasi hoiab. Meie sademerohkuse juures saaksime aastas 5—6 milj. liitrit, mis vihma ja lume näol 1 ha peale maha langeb. Sellest pääseb ainult osa maapinnani, kuna osa puuvõradel peatub ja sealt ära aurab.

Kui palju üksikud puuliigid oma võrades sademeid kinni peavad, näitavad järgmised saksa andmed: Kõigest sademete hulgast peatub võradel keskmiselt: männil 175 mm, lehtmännil 200 mm, kuusel 300 mm, aabiesel 400 mm.

Sademetest jõuab metsapinnasse:

Üldine sademete hulk mm	mändide all	pöökide all	kuuskede all	aabieste all
400	225 mm ehk 56%	200 mm ehk 50%	100 mm ehk 25%	—
500	325 „ „ 65%	300 „ „ 60%	200 „ „ 40%	100 mm ehk 20%
700	525 „ „ 75%	500 „ „ 71%	400 „ „ 57%	300 „ „ 43%
1000	825 „ „ 83%	800 „ „ 80%	700 „ „ 70%	600 „ „ 60%
1500	1325 „ „ 88%	1500 „ „ 87%	1200 „ „ 80%	1100 „ „ 73%
2000	1825 „ „ 91%	1800 „ „ 90%	1700 „ „ 85%	1600 „ „ 80%

Puutüvede kaudu nirgub maapinnasse 2—8% kõigest sademetehulgast, nõnda siis kaunis väike osa. On ühekordne sademete hulk vähem kui 1 mm, siis ei satu sellest maapinda enam midagi.

Männi kasvamist kuivades vöödetes võimaldab peale vähese niiskusenõude osalt ka ta hõre võra, mis ei hoia sademeid suuremal määral tagasi. Et aabies rohkem niiskust nõuab kui kuusk, põhjeneb osalt sellel, et aabiese võra hoiab sademeid suuremal määral tagasi. 700 mm sademete puhul jõuab tihedas aabiesemetsas ainult 300 mm maapinnale, mida aga sellele puuliigile vähe näib olevat (Saksamaa oludes).

Suur osa sademeist langeb maa peale lumena. Ka suure osa lund hoiavad puuvõrad tagasi, kooskõlas puuliikide ja metsa tihedusega. Katsete järele hoiavad puuvõrad lund järgmisel määral kinni:

aabies	15—100 a.	47—74%	lagedale sadanud lumest
kuused	15—80 „	42—75%	„ „ „
männid	15—100 „	25—44%	„ „ „
lehtmännid . . .	20—55 „	17—30%	„ „ „
saar	50 „	26%	„ „ „
lepp	40 „	26%	„ „ „
tamm	60 „	5—15%	„ „ „
keskmine lehtmets	20 „	10—25%	„ „ „

Üldiselt hoiavad võrad rohkem lund kui vihma tagasi, ja mida tihedam võra, mida rikkalikum on okste kogu, seda suurem osa lund jääb neile peatuma; mõnel juhtumusel moodustab see $^3/_4$ kõigest sadanud lumest. Selle tagajärjel on lumekord kuusemetsa all ka harilikult õhem kui lehtmetsades ja sellega ühenduses seisab harilik nähtus, et keskmiselt madalama temperatuuriga okasmetsa alt kaob lumi kiiremini kui lehtmetsa alt.

Õhuliikumine. Õhuliikumise mõju avaldub otseteel mehaanilises jõus, mis puuvõrasid ja -tüvesid vangutab, sellega ühenduses juuri lõdvendab ning katki rebib ja tüvede murdmisele või heitele võib viia.

Alaliselt kõva tuule käes seisvad puud on ühekülgse võraga ja kõvera tüvega, nagu seda mererannal ja metsa-äärtel kasvavate mändide, lehtmändide ja ka kuuskede juures võib tähele panna. Nad on kidura kasvuga ja kuivavad kaunis varakult.

Eriti kuusemetsast leiame iga kõvema tuule järel heidetud ja murtud puid, mis osalt mäda südamega, osalt, niiskel maal kasvades, õhukeses mullakorras juuri laiali ajavad. On metsas juba kord väike auk murde läbi tekkinud, siis laieneb ta alatasa, ilma et eriti suuri torme tarvis oleks.

Mida kõrgem mets, seda suurem on temasse tuule mõju ja seda mitte üksi põhjusel, et pikem tüvi kergendab murdumist ja heitmist, vaid ka selle läbi, et kõrgemas õhukihis tuule kiirus suureneb.

STEVENSON'i katsed näitavad tuule kiirust mitmesuguses kõrguses maapinnast:

I.

kõrgus . .	0	3	6	9	12	15,2 m maapinnast
tuule kiirus	3,6	8,2	8,7	9,0	9,1	9,4 „ sekundis

II.

kõrgus . .	0,4	1,1	2,7	4,3	7,6	15,5 m maapinnast
tuule kiirus	9,8	11,4	14,2	15,1	16,8	19,2 „ sekundis

Selle järele võib arvata, et 30—40 m kõrgusel on tuule kiirus 3—4 korda suurem kui maapinnal. Tegelikult näeme ka, et parema maa peal kasvav kõrgetüveline mets kannatab tuule läbi rohkem kui halvema maa peal kasvav madal mets.

Peale selle otsekohese kahju, mida tuul ja torm metsale ajutiselt ja otseteel puude murdmise ja heitmise läbi sünnitavad, mõjuvad nad metsasse kaudselt sel teel, et tegurid, milledel metsa kasvamisse teatav mõju, tuule kaastegevusel muutuvad.

Õhutemperatuur on otsekoheses ühenduses tuultega. Külmad ida- ja soojad läänetuuled mõjuvad eriti kevadel puu kasvusse, kusjuures ka maapinna temperatuur osaliselt tuultest sõltub.

Õhuniiskus ja sademed on nõndasama ligemas ühenduses õhuvoolustega. Euroopas on läänetuuled niisked, vihmatoojad, mägedes avaldavad päevased ja öösised orgudest puhuvad tuuled mõju õhuniiskusesse, sademete ja pilvede tekkimisse.

Lume ja liiva tuiskamine tekib tuulte toimel; iseäranis võib liivatuisk mitte ainult metsale, vaid ka kultuuripinnale saatuslikuks saada. Rohkem kohalist tähendust omab tuule toime metsa all ja -äärtel lehtkatte ärakandmise ja kuhjamisega.

Õite tolmutamisse mõjub paras õhuliikumine edendavalt, karedad tuuled aga mõjuvad õite sugutamisse halvasti, hävitades isegi õrnemat vilja. Metsapuude seemne edasikandmine ja laialilaotamine on suures ulatuses ainult tuule abil võimaldatud.

Vee auramine taimedest suureneb tuulte toimel; ta võib niikaugele minna, et noored taimed ära kuivavad. Teatavat kaitset selle vastu annavad kunstlikud takistused: müürid, seinad või ligistikku kasvavad puud, põõsasaiad, põõsad ja kasvav mets, mis teatava kauguseni mõju avaldavad.

Tähelepanekud on viinud katseteni, kuivõrt mõjub tuulevari, olgu selleks mets või muud tuule takistajad, mulla auramise vähendamisse. T. KING'i katsed näitavad, et ära-auranud vee hulk oli tunni aja jooksul sm^3:

1) kaugus metsa äärest:	20 jalga	40′	60′	280′	300′	320′
auranud niiskus:	12,5 sm^3	11,6 sm^3	11,9 sm^3	14,5 sm^3	14,2 sm^3	14,7 sm^3
Kokku		36,0 sm^3			43,4 sm^3	

vahe 7,4 sm^3 = 21%.

2) kaugus aiast:	20′	150′	300′
auranud niiskus	10,8 (=100)	12,5	13,4 (= 125).

T. KING mõõtis ka tuule kiirust tasasel, rullitud ja konarlisel pinnal. Tasasel pinnal oli kiirus märksa suurem, nimelt 571′ minutis, konarlisel pinnal 332′ (= 42% vähem).

Kus puhuvad sagedad valjud tuuled, nagu näit. mägedes, seal on silmapaistev, et noored puutaimed on märksa parema kasvuga niisugustel kohtadel, kus neil on tuule varjuks mõni kivi või känd ees. Alalised kanged tuuled mõjuvad puu kasvusse igal pool halvasti; selle peapõhjuseks on suurendatud auramine, mis viib puu kuivamiseni. Seda juhtub sagedasti mägedes; ka Ungari lagendikkude ja mitmete mereäärsete kohtade raske metsastamine arvatakse ühenduses olevat tuulte mõjuga, mis paljudes kohtades (Schleswig-Holsteinis, Taani Jytlandis ja Hollandis) põhjust annab põõsasaedade istutamiseks, kunstlikuks tuulevarjuks.

Tuule mõju pinnasesse on HENSELE oma katsete najal katsunud selgitada: iseäranis huvitas teda tuule mõju mulla õhurõhu vaheldusse, süsihappe rohkusesse, niiskusesse ja temperatuuri.

Ta leidis, et õhuvaheldus mullas oleneb õhusurve vankumisest, mulla- ja õhutemperatuuri vahest, mulla niiskusest ja suurel määral tuulest. Tuulele vastavalt on ka mullas olev õhk suuremas või vähemas lainetamises, mis ülemisel pinnal suurem, sügavamal aga nõrgemaks jääb. Mida suuremad mullaosised, mida suurem ta sõmerus, seda suurem on ka õhuliikumine mullas. Niiskes maas on ta vähem, kuivas suurem.

Mullas leiduva süsihappe rohkusesse toimib tuul vähendavalt.

Kõige suuremat mõju avaldab tuul ometi maapinnas leiduva vee auramisse. Mida suurem tuule kiirus, seda suurem ka auramine. Ülemistes kihtides on see mõju suurem ja väheneb sügavusega. Järgmine tabel HENSELE katsete andmeist pakub selleks kõige paremat näidet:

Tuulekiirus m/sek.	põhjaveega: auratud vee hulk 100 sm² maapinnalt 1 tunni jooksul grammides Maakihi sügavus: 10 sm	20 sm	30 sm	põhjaveeta: Maakihi sügavus: 10 sm	20 sm	30 sm
	kollane liivamaa:					
0	0,67	0,44	0,40	0,48	0,38	0,23
3	3,73	3,47	3,03	3,47	3,43	3,03
	kollane liiv:					
6	6,23	5,23	5,10	4,93	4,87	4,57
9	7,60	6,83	6,67	6,00	5,77	5,50
12	9,33	7,40	7,33	8,48	6,60	6,43
	sõmerline savimaa:					
0	0,59	0,50	0,39	0,43	0,35	0,31
3	3,33	3,00	2,83	3,03	2,93	2,70
6	5,47	5,30	5,00	5,10	4,70	4,50
9	6,80	6,43	6,10	6,60	6,43	6,23
12	8,63	8,17	7,87	8,17	7,97	7,80

Kuivõrt elus taimkate auramist suurendab, surnud kate aga vähendab, näitab järgmine tabel:

Tuule kiirus m/sek.	Huumusene lubjaliiva-maa: põhjaveega: auratud vee hulk 100 sm² pinnalt 1 tunni jooksul grammides rohtkattega	paljas	õlgkattega	põhjaveeta: rohtkattega	paljas	õlgkattega
0	0,89	0,70	0,48	0,69	0,45	0,32
3	4,97	3,40	2,63	4,50	3,33	2,20
6	7,80	6,03	3,90	6,03	4,70	3,30
9	8,90	7,43	5,00	7,60	6,07	4,13
12	10,57	8,93	6,10	9,50	8,03	5,30

Kui tuul ei puhu mitte horisontaalses sihis, vaid langeb rohkem viltusihis maapinnale, siis suureneb auramine.

kiirus m/sek.	tuule siht horisontaalne auratud vee rohkus 100 sm^2	tuule siht 30° nurga all pinnalt 1 tunni jooksul gr
3	3,53	5,37
6	4,47	6,03
9	6,93	8,33
12	8,53	10,57

Kuivõrt niiske ja kuiv tuul mõjub auramisse, näitab järgmine tabel:

Tuule kiirus 6 m/sek.
Auramine 100 sm^2 pinnalt 1 tunnis gr

	niiske tuul	kuiv tuul
kollane liiv	5,1	9,7
lubjaliiv	3,8	7,9
peenike savi . . .	4,8	9,2
sõmerline savi . . .	4,7	9,0
huumusene lubiliiv .	4,2	8,5

Tuule mõju mulla temperatuurisse on ühenduses auramisega: mida suurem auramine, seda rohkem läheb soojust kaduma ja seda madalamale langeb mulla temperatuur.

Temperatuuri langemine oleneb tuule sihist ning kiirusest ja mulla koosseisust. Vahe vangub 0,22 ja 2,12° vahel. Keskarvus oleks ta umbes 1°.

Tuulesihtide sagedus Eestis (1871.—1915. a.)

Aasta	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Vaikus
	6,2%	7,7%	10,0%	11,6%	13,4%	17,3%	20,7%	9,1%	4,0%

Tuule keskmine kiirus:

Kuu ja aasta keskmine	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tuule kiirus m/sek.	3,82	3,71	3,67	3,49	3,21	2,97	2,77	2,96	3,14	3,25	3,64	3,65	3,36

II. Puude elulised omadused.

Puude sigimine. Puude sigimine sünnib seemnete, kännuning juurevõsude ja juurdokste kaudu. Nendest on metsakasvatusliselt tähtsad seemendamine ja juure- ning kännuvõsu ajamine, kuna juurdokstest sigimist vaevalt arvesse tuleb, kuigi ei puudu juhtumused, kus leht- ja ka okaspuud (kuusk ja aabies) sel teel paljunevad. Kuna lehtpuud niihästi seemnete kui ka võsude varal sigivad ning uuenevad, on okaspuude sigimine rajatud ainult seemendamisele, sest kui

ka nendel võsude ajamist ette tuleb, on see niivõrt haruldane, et tal metsakasvatusliselt mingit tähtsust ei ole. Suurem osa okas- ja lehtpuid kannab kerget seemet, mis peale selle veel kandepinnaga varustatud, nii et ta õhus tuule õlul emapuust kaugele kantakse ja sel teel laialist asumisala leiab. Rasked, tiibadeta seemned, nagu tammetõrud, seedermänni- ja pöögipähklid kukuvad emapuu alla või selle ligemasse ümbrusesse maha, kust neid edasi kannavad linnud (pasknäär), loomad (hiired ja oravad) või vesi.

Seemnekandmine algab puuliikidel mitmesuguses vanaduses, valgusenõudjail üldiselt varemini, varjukannatajail hiljemini, üksikuil liikidel mõjuvad varasema või hilisema seemnekandmise algusesse kasvukoht ja liitus. Kehvemail maadel algab seemnekandmine varemini, niisama hakkab vabalt kasvav puu 10—20 aastat varemini seemet kasvatama kui liituses. Oma kasvamisoptimumi-vöötes algab puuliigi seemnekandmine varemini; sealjuures on seemnehulk suurem ja seemneaastad sagedamad kui kasvuvööte äärmustes. Teatav vahekord on puuliigi seemne raskuse ja tema kasvatamis-ea vahel; mida kergemaid seemneid puuliik kannab, seda varemini hakkab ta neid kasvatama. Kõige varemas eas hakkavad seemet kandma kergeseemnelised pajud, paplid, kased ja lepad, hiljemas eas mänd, kuused, lehtmännid ning aabiesed ja veel hiljemini tammed ning pöögid. Sama vahekord laseb end jälgida seemne rohkuse ja seemneaastate sageduse suhtes.

Kuigi metsas teatav arv puid igal aastal seemneid kasvatab, korduvad rikkalikud seemneaastad ühel ja teisel puuliigil pikemate või lühemate vaheaegade järel. Üldiselt võiks arvestada Saksamaa andmetel, et iga aasta või üle aasta kannavad rikkalikult seemet: kased, pajud, lepad, jalakad, haavad; 2-—4-aastase vaheaja järel männid, kuused, lehtmännid, saared; 4-—6-aastase vaheaja järel vahtrad ning pärnad ja 6-—10-aastase vaheaja järel aabiesed, seedermänd, tammed ja pöögid. Need vaheajad on, nagu juba tähendatud, üldise ilmega ja muutuvad vastavalt maa- ja kliimaoludele. Nii näit. kannavad tammed Doonau madalikus pea iga aasta rikkalikku seemet, Saksa lõunapoolsetes osades 5-—6-aastase vaheaja järel. Vene lõunapoolsetes osades (Voronež) 7-aastase, põhjapoolsetes osades (Tuulas) 10-aastase vaheaja järel. Sama lugu on ka teiste puuliikidega: Meil korduvad männi seemneaastad krahv Bergi tähelepanekute järele 7-aastaste vaheaegade järel; sama vaheaeg kulub ka kuusele ära. Lõuna- ja Kesk-Soomes on männil head seemneaastad 6—7 a. järel, Põhja-Soomes 10—20 a. järel ja männi polaarvöös 100 a. järel. Tuleb juhtumusi ette, et üks puuliik geograafiliselt laial alal ühel aastal rikkalikult seemet kannab, teisel seemneaastal aga kitsais piirides, nagu saartena siin ja seal esinevalt. Mõnel aastal kannab mitu puuliiki hästi seemet, teisel aga üks või paar puuliiki.

Vastuvaidlemata on kohalistel kliimaoludel suur mõju iga-aastasesse seemnekandmisse ja seemnerohkusesse, eriti õitseaja ilmad avaldavad suurt mõju. On nad külmad ja vihmased, siis on ka seemnesaak vähene ja kohtades, kus sagedad korduvad hiliskülmad, on seemnesaak üldiselt väike, sellega ühes ka loomulik uuenemine kehvavõitu. Peale tarvilise soojuse mõjub valgusemäär seemne rohkusesse. Juba

väliselt paistab silma, et vabalt kasvavad ja metsa ääres seisvad puud palju rohkem seemneid kannavad kui liituses kasvavad. Ei tohi unustada, et seemne produtseerimiseks tarvitab puu rohkesti toitaineid ära, millede uueks kogumiseks tal pikem või lühem aeg ära kulub. Sellega ühenduses on ka asjaolu, et seemne rikkalik kasvatamine peale hakkab, kui puu oma pikkusekasvu haripunktist üle on jõudnud ja toitainete tagavarasid seemneks tarvitama võib hakata.

Huvitavaid andmeid on männi- ja kuuseseemne kasvatamise alal Vene metsateadlaste OGIEVSKI, FOMIČEV'i ja SOBOLEV'i katsed annud.

OGIEVSKI leidis, et männid peale vabastamist (seemnepuud) 17—20 korda rohkem seemet kannavad kui liituses kasvades. Ühes vabastamisega suureneb väikeste okste arv võrades, ja kuna liituses kasvaval puul iga oksa peale 1—3 käbi tuleb, tõuseb nende arv peale vabastamist 5—12-ni. SOBOLEV ja FOMIČEV leidsid, et kuusepuistus kannavad I, II ja osalt ka III Krafti klassi puud seemet, IV klassi esindajad annavad nii vähe, et see arvesse ei tule, V klass ei produtseeri teda sugugi.

Järgnev tabel pakub kokkuvõtte andmeist, kusjuures ülemised arvud tähendavad protsente üldseemne saagist, alumised seemnepuude protsenti nende üldarvust:

Krafti klassid:	I	II	III	IV	V
	24	45	29	2	0
	8	27	28	17	20

Neist andmeist järeldasid uurijad, et 98% kõigest seemnesaagist langeb valitsevate puude, s. t. esimese kolme klassi esindajate arvele, 2% annab IV klass, kuna V klass midagi ei anna. Kõige suurem osa seemnesaagist langeb II klassi kui kõige rohkearvulisema peale (45%), sellele järgneb III kl. (29%), kolmandal kohal on I kl. (24%) ja lõppeks IV kl. (2%). Kui aga üksikute klasside esindajate seemne rohkus jagada puude arvu peale, siis selgub, et I kl. puud annavad kolm korda (24 : 8 = 3), II kl. puud kaks korda (45 : 27 = 2) rohkem seemet kui III kl. puud (29 : 28 = 1), kuna IV kl. (2 : 17 = $^1/_8$) kolmanda klassi puudest kaheksa korda, I kl. puudest aga 24 korda vähem annab.

FOMIČEV väidab oma katsete andmete põhjal, et vahekord seemne rohkuses klasside vahel on järgmine: I kl. puul 100%, II — 53,4%, III — 33,5%, IV — 0,2% ja V — 0%. Kui aga üksikute klasside esindajate arvu puistus aluseks võtta, siis langeb 97,4% üldsaagi kaalust II ja III kl., 2,5% I kl. ja 0,1% IV kl. arvele.

Kuivõrt valgus mõjub seemne kandmisse, näitavad sama autori andmed, kes võra ülevalt alla 2 m vöödeks jagas ja iga vöö peal leiduva seemne rohkuse kindlaks tegi, kusjuures selgus, et esimene, kõige ülemine vöö andis 43,7%, selle järgmine 22,8%, kolmas vöö 25,5% ja kõige alumine 8% tervest saagist. Puud, mille võra teiste läbi kitsendatud, kannavad ainult ülemises ladva tipus käbisid; ka võib tähele panna, et ühe puu lõunapoolne külg rohkem käbisid kannab kui põhjapoolne.

Kui suur oleks seemnesaak keskealises puistus? Selle küsimuse peale annavad SOBOLEV'i ja FOMIČEV'i katsed mudelipuudelt saadud seemnerohkuse najal järgmise vastuse: ühel juhul andis üks tiin kuusemetsa 142,256 kg, teisel 88,870 kg ja kolmandal (Ohta metsandikus 75-a. I bon., I headusega, 1,0 tihnusega mets) 98,944 kg. See seemnehulk peitus 133544 käbis, sisaldas 23000000 seemnetera, milledest umbes 16000000 olid idanemisvõimelised.

OGIEVSKI ja SAMARAJEV tarvitasid seemnehulga määramiseks vihmamõõtjate eeskujul ehitatud seemnemõõtjaid. SAMARAJEV seadis kaks sarnast mõõtjat 100- —120-a. kuusemetsa alla, kolmanda metsa äärde ja neljanda raendule, ühest metsaseinast 10, teisest 20 sülda kaugele. Katsed algasid 24. märtsil ja kuni 9. maini oli esimeses mõõtjas 378, teises 323 või keskmiselt metsa all 1 ruutarssina peal 350 seemnetera, kolmandas, metsa ääres, leidus 272 ja raendupealses kõigest 38 tera. Seemnest varises:

	märtsil	aprillil	mail
nr. 1	9	341	28
nr. 2	23	272	28
nr. 3	2	228	42
nr. 4	—	27	11

Kõige rikkalikum varisemine oli 16.—19. apr., mil soojus tõusis keskpäeval 21—22°; kõige paremini mõjusid varisemise peale lõuna- ja edelatuuled. Arvates naelas kuuseseemnes 68000 tera, leidis SAMARAJEV seemnehulga tiinu peal = 126 naela.

J. SUROSZ tegi seemnemõõtjatega katseid 4 aasta kestusel Lublini kub. ja leidis, et selle aja jooksul iga ruutmeetri peale varises keskmiselt 292 seemet. I vanaduseklassi metsa all oli langenud 51 tera, II kl. all 268, IV kl. — 442, V kl. all 496. Seemne varisemine algas aprilli keskel, kestis mail edasi ja ulatus juunikuusse, kuid suurem osa aastasest seemnehulgast (üle 50%) varises 7—15 päeva kestusel, mil õhutemperatuur kõige kõrgem oli. Arvesse võttes, et heal seemneaastal 1 ruutmeetri peale 292 seemnetera varises, annab see arv tiinu peale 3,2 miljonit tera ehk umbes 37 naela. Katsete kestuse ajal oli üks hea seemneaasta, mil seemet 6—18 korda rohkem sai, võrreldes teiste aastatega.

Nagu neist katseist selgub, kannab loodus puude loomuliku sigimise eest hästi hoolt ja külvab meie mõistete järele ohtralt seemneid. Sellegi peale vaatamata ei rahulda meid looduse külv alati ja sunnib kunstlikule metsauuendamisele.

Mis sünnib siis selle võrratu hulga seemnega, mis iga aasta puudelt variseb? Vastuse leiame, kui seemne idanemiskäiku ja puude kasvutingimusi jälgime.

Kõige pealt on seemne idanemiseks tarvilik teatav määr soojust, niiskust ja vastav idanemissäng, kus idu saaks juurduda; puukestele

tuleb sinna lisaks veel teatav valgusemäär. Ei ole üht või teist tarvilisel määral olemas, siis saab sellega ka seemne idanemine ja puukese arenemine küsitavaks. See ei maksa mitte ainult seemne idanemisaasta kohta, vaid ka järgneva aasta või aastate kohta. Nõnda hukkub suur osa idanevast seemnest ja idutaimekestest külma läbi, enne kui nad õieti kasvama saavad hakata.

Nõndasama on lugu niiskusepuuduse või -rohkusega. Esimene hädaoht on kuivadel maadel alaline, teine niisketel, ja nii näeme, et kuivadel maadel suudab loomulik järelkasv püsida värskemail nõgudel, niiskeil mail aga vanade kändude ümber, küngastel või teistel kõrgemail kohtadel. Kuivadel maadel ei mõju mitte ainult üldine vähene maaniiskus halvavalt noortesse puukestesse, seda süvendab suuresti vanametsa juurte dreneerimine. Säärastes kohtades võime alati tähele panna, et mõne sülla kaugusel vanametsa seinast puudub järelkasv kas täiesti või on väga vilets; niisama on seemnepuude ümbrus taimedest lage. Kuna ennemini arvamine valitses, et selle nähtuse põhjuseks on vanapuude tüvedelt tagasiheidetud päikesekiired, lasevad katsete tagajärjed oletada, et suuremaks põhjuseks võib olla liigne maa kuivus vanade puude dreneerimise tõttu.

Kuivõrt see oletus on põhjendatud, näitavad muu seas FRICKE katsed. Ta kaevas ühe katsetüki ümber kraavi, raius vanade puude juured kraavis läbi ja täitis pärast seda kraavi jälle mullaga. Seega oli ühendus vanade puudega ühe katsetüki peal katkestatud, kuna ta teise peal terveks jäi. Mulla niiskus oli katsete puhul järgmine:

katse-aeg	sügavus sm	kraaviga ümbritsetud	kraavita tükil	vanametsa all
28. juunil 1902. . .	3	11,9%	8,9%	10,8%
	15	10,7 „	5,8 „	6,4 „
	30	7,9 „	4,7 „	5,2 „
15. juulil 1902. . .	3	13,6 „	12,2 „	12,5 „
	15	9,7 „	8,5 „	8,2 „
	30	7,9 „	6,3 „	6,1 „
15. augustil 1902. .	3	14,3 „	9,0 „	10,4 „
	15	7,4 „	6,2 „	6,8 „
	30	6,7 „	5,1 „	5,8 „
4. septembril 1902 .	3	15,4 „	7,7 „	8,3 „
	15	8,9 „	4,1 „	3,4 „
	30	6,2 „	3,5 „	3,3 „

Eelolevad andmed näitavad selgesti küllalt, mil määral vanade puude juured maad kuivatavad ja et see noortele taimekestele saatuslikuks saab kuivadel kergetel maadel, vaatamata vanametsa turbe peale või õigemini vanametsa turbe tõttu.

Kuivõrt soodus idanemissäng järelkasvusse mõju avaldab, näitavad NOVAK'i uurimised surnud pinnakatte paksuse ja koheduse suhtes. Uurimised tehti segametsas (mänd, lehtmänd, tamm, pärn, kask, haab),

kus kate oli mitmekesise koosseisu, koheduse ja paksusega (0,3—7 sm). 50 proovitüki peal olid andmed järgmised:

katte paksus sm	loomuliku järelkasvu arv
0,3	11424 = 100%
0,5	3771 = 33 „
1,0	9948 = 87 „
1,5	3096 = 27 „
1,8	5657 = 50 „
2,0	4416 = 38 „
2,5	2718 = 24 „
2,8	2292 = 20 „
3,0	1228 = 10 „
3,5	ITQ = 7 „
4,0	380 = 3 „
5,0	138 = 1 „

Kus katte paksus oli 6—7 sm, puudus järelkasv täiesti. Nagu tabelist näha, on peale teise ja neljanda rea, kus arvud liiga madalad, kindel, järjekordne taimede vähenemine käsikäes katte paksuse tõusmisega. Need kaks erandit ei ole mitte juhulised, vaid ühenduses sellega, et mõlemate proovitükkide peal oli eriliselt kinnine kate, mis hallitusega läbi kootud, kuna esimesel, kolmandal ja viiendal tükil oli kate ühesuguse kohedusega ja ilma hallituseta. Needsamad proovitükid andsid, katte koheduse järele korraldatult, järgmisi andmeid:

kohedal kattel . . .	3774 taime	= 100%
keskmise kohedusega .	1700 „	= 75 „
kinnise kattega . . .	442 „	= 12 „

NOVAK leidis Busuluki männikus, mis mitmesuguse tihnusega, järgmisel arvul järelkasvu:

0,9 tihnusega metsa all	636 tükki	= 18%
0,8 „ „ „	1488 „	= 42 „
0,7 „ „ „	1363 „	= 36 „
0,6 „ „ „	3493 „	= 100 „
0,5 „ „ „	2700 „	= 78 „
0,4 „ „ „	2695 „	= 76 „
0,3 „ „ „	480 „	= 13 „
0,2 „ „ „	312 „	= 8 „

Nagu neist andmeist näha, valitseb ka vanametsa tihnuse ja järelkasvu rohkuse vahel teatav järjekindlus: Kõige suuremal arvul leidub järelkasvu 0,6 tihnusega vanametsa all, tihedamas ja hõredamas langeb ta arv. Selle nähtuse põhjuseks on need mitmesugused muutused, mis vanametsa tihnusega valguse, niiskuse, auramise ja pinnakatte suhtes ilmsiks tulevad. Langeb valgusenõudjate puuliikide järelkasvu arv vanametsa tihnusega, siis on peapõhjusteks vähene valgus ja kui-

vadel kasvukohtadel niiskuse vähenemine vanade puude dreneerimise tõttu; hõredama metsa all takistab rohke ja rikkalik rohukasv seemnetel mineraalpinnani jõudmast ja seal tarvilist idanemissängi leidmast, ehk kuigi seeme on idanemisvõimalust leidnud, noorte taimekeste kasvamist ja arenemist lämmatamisega.

Vanametsa alt leiame kõige rohkem ja kõige paremat järelkasvu kohtadel, kus võrakatus on lahtine, rohkesti valgust metsa alla pääseb ja kus peale selle pinnakate head idanemisvõimalust lubab.

Kännu- ja juurevõsude ajamine ehk nõndanimetatud vegetatiivne sigimine omandab silmapaistva koha lehtpuudel ja allub mitmekesistele vaheldustele, mis on ühenduses osalt puuliikide eluliste omadustega, osalt aga väliste mõjudega. Mitte kõikidel lehtpuudel ei toimu vegetatiivne sigimine ühel määral: mõnel juhul tundub ta nagu täiendusena seemendamisele — kordadel, kus puud enne seemnekandeeasse jõudmist mõni häda ähvardab, mis ta pealmist osa rikub või hävitab. Seesugusel korral algavad kännu ja juurte peal asuvad pungad oma tegevust ja kindlustavad võrsete abil sugu edasiandmist. Teistel liikidel on vegetatiivne sigimine peaaegu ainsaks sigimisabinõuks, nii näit. paplitel, milledest mitmed liigid laiemail maa-aladel ühesugulistena esinevad, kuna teine sugu kas mitte sugugi või vähesel arvul esineb, mille tõttu nende sigimisest seemnete kaudu palju loota ei ole.

Võrsete ajamine on kõige hoogsam nooremas eas ja väheneb vanadusega kuni täielise kadumiseni. Ta kestus on seda pikem, mida parem on emapuu tervisline seisukord ja mida paremal kasvukohal ta asub. Kändude ja juurte peal annavad võrseid kõige rohkem niisugused kohad, kus koor õieti õhuke, sile ja värske, nagu haavadel kohad, mis värske koorega kaetud, juurte lahknemiskohad kännu kaelas jne. Võrsete arenemiseks metsakasvatusliseks otstarbeks on tingimata tarvilik rohke valgusemäär, sest varjus arenevad nad kas õige vähesel arvul või ei ilmu üldse.

Kõige varemini kaob võrsete ajamise võime kaskedel, vahtrail ja saartel (40—60 a.), kõige kauemini püsib ta tammedel, jalakail ja sangleppadel (60—100 a.). Kännuvõrseid ajavad suurel määral jalakad, pärnad, sanglepad, saared, vahtrad, kased ja pajud, juurevõrseid — haavad, paplid ja harilik lepp. Nendest on haab iseloomustav selle läbi, et ta ajab juurevõrseid seda energilisemalt ja rikkalikumalt, mida rohkem vanu juuri purustatakse; nii sai tuntud metsateadlane P. KNORRE kõige parema ja tihedama järelkasvu haavaraiestikkudel sel teel, et ta peale langi koristamist laskis maa tihedalt läbi künda adraga, millel ainult nuga maa sisse ulatus ja seal juured katki lõikas.

Vegetatiivsel sigimisel põhjeneb osaliselt lehtmetsa vorm, mida m a d a l m e t s a k s nimetatakse, vastandiks seemnest kasvanud metsale, mis kannab k õ r g m e t s a nimetust. Kummalgi lähevad niihästi puude arenemiskäik kui ka nende tervisline seisukord ja osalised puu omadused lahku. Vastavalt vanas kännus ja juurtes leiduvale rohkete toitainete tagavarale areneb kännu- ja juurevõrsete kasv alguses palju jõudsamini kui seemnest kasvanud puukestel; nii näit. kasel 10, haaval 15, vahtral kuni 30 korda. Kuid seesugune energiline kasv ei kesta kaua; mõne aja jooksul jõuavad seemnest kasvanud puud kasvus

võrsetest arenenud puudele järele ja jätavad nad lõppeks enesest kaugele maha, nii et madalmets oma nimetust õigusega kannab. Peale lahkuminekut esimeses kasvuperioodis on madalmetsa tervisline seisukord palju halvem kui seemnemetsa oma: juure- ja tüvemäda on võrsetest tekkinud puudel palju sagedamini leida, niisama on puude eluiga lühem ja puu ise halvemate tehniliste omadustega. Suuremalt osalt suudab madalmets küttepuud anda, kuna ta tarvitamine tarbepuuks piiratud on. Aga ka sellel kitsamal kasutusealal on vegetatiivsel puude sigimisel metsanduses laialine tähtsus: tema puudumisel jääksid suured metsa-alad peale vanametsa maharaiumist kauaks ajaks lagedaks ja kasutamata, sest oma esialgse kiire kasvu tõttu suudavad kännu- ja juurevõrsed juba esimesil eluaastail rohust üle kasvada ja pääsevad nõnda lämbumisest, mis seemnest tekkinud taimekestele paratamata osaks saaks. Võrsete suhtes võib sedasama tähele panna, mis seemnetaimede juures ilmsiks tuleb, nimelt võistlust valguse ja kasvuruumi pärast. Mitmekümnest võrsest, mis esialgu kännu ümber asuvad, suudavad kaks-kolm end välja eraldada ja püsima jääda, kuna nõrgemad alla jäävad ja hukkuvad.

Eralduvad esimestel eluaastatel võrsed oma jõudsama kasvuga ja eriliselt suurte lehtedega seemnetaimedest, siis jääb vanemas metsas selle tunnismärgiks, kas puud seemnest või kännuvõrsetest on tekkinud, viimaste pesitiseis ja alumise tüveosa kõverus, mõnikord ka veel vanade kändude jäänused. Analüüside puhul näitavad algusest peale laiad aastasüüd, et puu on võrsest tekkinud, sest seemnepuudel on süüd esimesil eluaastail kitsad.

Kuivõrt seemnetest ja võrsetest siginud puude kasv teineteisest esialgu erineb, näitavad ŠUSTOV'i andmed tamme kohta Harkovi kub.

Vanadus	Läbimõõt sm		Kõrgus m	
	seemnetaim.	võrstaimed	seemnetaim.	võrstaimed
10 a.	2,6	8,0	4,27	6,6
20 „	9,6	17,0	6,60	12,6
30 „	12,6	23,1	13,20	17,20
40 „	15,4	27,0	17,60	21,4
50 „	17,6	29,4	20,40	23,6
60 „	19,9	30,9	22,40	26,2
70 „	22,9	33,3	24,13	27,8
80 „	25,3	34,5	25,47	28,6
90 „	26,8	37,1	27,54	29,3

Puude eluiga ja tervisline seisukord. Tulundusmetsades tulevad puud ammu enne oma elu loomulikku lõppu kasutamisele, nii et puude elukestusel on moodsas metsanduses vähe olulist tähtsust. See tähtsus koondub aga puude omaduse peale, kuivõrt edukalt nad suudavad kõiksugustele hädadele vastu panna, mis puude elu juba enne tulunduslise vanaduseni jõudmist võivad lõpetada. Siin on tähendada, et okaspuud kõiksuguste hädade all üldiselt palju suuremal

määral kannatavad kui lehtpuud, ja õige sagedasti on nende ajutiselt ilmuvate hädaohtude tagajärjed nii suured, et nad tulunduskava muutmise esile kutsuvad.

Metsamehe üheks tähtsaks ülesandeks on metsa tervislise seisukorra järele valvata ja abinõusid tarvitada, et hädade tekkimise korral neid kiiresti kõrvaldada või vähemalt vähendada, enne kui nende hävitustöö laiema ulatuse suudab võtta. See hool algab ühes metsa asutamise või loomuliku uuendamisega ja kestab tema lõpliku kasutamiseni. Nagu igal pool looduses terve ja tugev organism kõiksugustele hädadele südikamalt vastu paneb, võib ka metsa paremat tervislist seisukorda loota seal, kus puude kasvu- ja arenemisvõimalused on soodsamad.

Nõnda tuleks siis kõige esimeses järjekorras küsimusse kasvukoht, sest kõige pealt on hea tervis ja pikk iga kindlustatud toitainerikka ja soodsa pinnase läbi, milles puu alaliselt hoidub täies kasvujõus. Sellele lisaks tulevad valguseolud, mille toimel edeneb võra ja juurte arenemine, mis omakorda otsekoheses ühenduses on puu toitumisega.

Kui me iga puuliigi esindajad neile kõige soodsamaisse maa- ja kliimaoludesse paigutaksime, siis leiaksime ikkagi suure vahe üksikute liikide tervislises seisukorras ja ühes sellega ka nende pikemas või lühemas elueas. Üks liik kannatab kõiksuguseid hädasid kergesti, jäädes seejuures kõrge vanaduseni terveks ning vastupidajaks, teine hakkab juba väheste vigastuste tagajärjel põdema või mädanema ja hukkub ammu enne oma vanadusepiiridesse jõudmist.

Tervisline seisukord ja hädadele vastupidavus on kõige parem tammel, millele järgnevad pärn, jalakas, paju, jugapuu, mänd; halvema tervisega ja hädadele vähem vastupidavad on lepp, haab, vaher ja lõppeks kuusk.

Kõige halvemini mõjuvad puude tervisesse mitmesugused seenekesed, mis asuvad puu lihasse ja viivad teda mädanemisele; meil kannatavad haab ja kuusk nende all kõige rohkem, aga ka mujal on kuusk selles suhtes valulaps. FLURY tegi vaatlusi Shveitsi kuusemetsades ja leidis 76,4% kõikidest kuuskedest punamäda all kannatamas. Ka meil on kuusemetsi, milledes mädasüdamega puude arv sellest määrast maha ei jää. Juba varakult, 20—25 a. vanaduses, asuvad seened puusse ja algavad oma hävitustööd, mille tagajärjel meie kuusemetsad hõrenevad. Kahju, mis selle läbi metsadele iga aasta sünnib, ulatub miljonitesse ja annab põhjust järelemõtlemiseks, kas tulevikus mitte mõni välismaa puu kuuse aset osaltki ei suudaks täita, ühes sellega aga paremas tervises püsiks. Suuri lootusi pandi *Pseudotsuga Douglasi*'i peale, mida endised metsaomanikud katseviisil kasvatama hakkasid ja mille vanemad kultuurid on 15-—20-aastased. Kas ta suudab kuusest paremat pakkuda, on alles tulevikuküsimus. Aabiese liikidest, mis oma tehniliste omaduste poolest kõige rohkem võiksid kuusega võrduda, on meil juba vanemates eksemplarides *Abies sibirica*'t ja *A. balsamea*'t olemas; viimaseid leidub Õisus isegi 40-aastase puistuna, kuid nad on seal samuti mädasüdamega nagu kuusedki.

Ka haavaga on meil lugu paha: juurevõrsed on tihti esimestest eluaastatest peale punase südamega või kohtadega, kus mädanik juba on alanud, ja et seesugune mets tuleviku suhtes suurt väärtust ei tõota, on ilma pikema seletuseta selge; sinna juurde tuleb veel arvata, et haige mets aastakümnete kestusel maad oma all kinni peab, mis tervemaile puuliikidele sündsaks kasvukohaks ei saa olla.

Peale seente rikuvad kuuski suurel arvul üraskid (kooremardikad), misläbi iga aasta suur hulk puid osa oma kasutusväärtusest kaotab ja metsadesse suuremad või vähemad lüngad tekivad. Ei leidu palju vahtkondi, kus kuusepuistuis metsavahi teate järele „ussid“ ei pesitaks. Meil puuduvad omade metsade kohta selles suhtes statistilised andmed; Saksamaa andmed näitavad, et läbistikku iga 4—5 aasta järel suuremad rikked metsi külastavad ja sealseid metsatulunduskavasid enam või vähem rööbastest välja viivad. Paljudes okasmetsades võetakse kuni 10% normaal-kasutusnormist vähenemisarvele, ja selle põhjuseks on kõiksugused metsade rikked.

Otsekohese kahju kõrval, mida alaväärtusline haige ehk rikutud puu hinnavahes annab, ei ole ka kahju, mida metsade enneaegne ja korratu hõrenemine enesega ühes toob, mitte väike. Meie metsad on suuremalt osalt hõreda ja korratu liitusega, ja kuigi selle osaliseks põhjuseks on valikraie endiste omanikkude ajal, jääb üraskite ja mädahaiguse arvele ikkagi suur osa. Et me seeläbi lõppkasutusel oma metsadest $^1/_3$—$^1/_2$ võrra vähem massi saame, paistab tõenäolisena, ja see on küllaldaseks põhjuseks, et sellele küsimusele tulevikus suurem tähelepanek osaks saaks.

Soodsais kasvamisoludes võiks puuliikide keskmiseks loomulikuks elueaks lugeda 300—500 aastat jugapuul, tammel, pärnal ja jalakal. Üksikuil juhtudel saavad need puuliigid märksa vanemaks, kuid harva on nad siis veel täiesti terved. 200—300 aastat on künnapuu, saare, pöögi, aabiese ja kuuse keskmise loomuliku eluea pikkus, kuni 250 aastat männil ning lehtmännil ja kuni 150 aastat haaval, kasel, lepal ja pajul.

Puukasvu omadused.

Juurte arenemine. Juurtel on kaks ülesannet täita: 1) puud pinnases kindlustada ja 2) puud toita ning tagavara-aineid koguda. Selle tõttu, et vanemate puude juured sügavale maa sisse tungivad, on need rohkem ühesuguseis kasvutingimusis kui näit. noored puutaimed, vili ja rohi, millede juured asuvad pealmises mullakorras ja rohkemal määral sõltuvad välistest teguritest.

Juurte arenemisse avaldavad mõju: a) maa niiskus, b) maa toitainete rikkus, c) õhu ligipääsmine, d) maa soojus. Peale selle avaldab puude tihedam või hõredam liitus juurte arenemisse suurt mõju. Mida suuremas vabaduses kasvab puu, seda rohkem arenevad ta juured, nii et näit. kuusk, mida torm sel puhul, kui see puu metsas liituses kasvab, ta väheste ja pealispinnas asuvate juurte tõttu kergesti maha murrab, vabalt kasvades ja eriti mägedes niivõrt oma juuri süvendab ning kindlustab, et ta seal tuulekindlamaks puuks muutub.

Juurte paremat arenemist ühenduses vabama seisuga selgitavad ka võrdlused viljapuude ja metsapuude juurte rohkuse vahel. Viljapuude juurte raskus on kogu puu raskusest umbes 30%; tüveosa kaalub nõndasama palju, kuna okste raskus on umbes 40%. Metsapuudel moodustab juureosa harilikult 10—15%, harukordadel 20%.

Puid jagatakse juurte arenemise järele sügavjuurdujaiks ja madaljuurdujaiks. Tehakse vahet rõik- ehk sammasjuurte, südajuurte, kõrvaljuurte ja narmasjuurte vahel, aga mitte alati ei ole see vahe täiesti eralduv; eriti rõik- ja südajuure kava vahel pole alati silmapaistvat lahkuminekut; nõndasama ei lähe alati ka rõik- ja südajuur kõige sügavamale maa sisse, sagedasti on see mõni ülemine kõrvaljuur. Alaline nähtus on, et pinnas mõjub suuresti juurekava arenemisse, nagu seda võib männi ja tamme juures tähele panna, kes õhukesel ja kivisel pinnal rõikjuurt sugugi ei kasvata.

Juurte arenemise kohta võiks seniste uurimiste põhjal otsustada, et see kõige edukam on seal, kus juur leiab kõige vähem vastupanekut oma edasitungimisel ja kus niiskuseolud kõige soodsamad. Nõnda näeme, et juured kivisel ja kaljupinnal iga lõhet ja pragu viimase võimaluseni ära kasutavad, nõndasama ka vihmausside käikusid, mis püstloodis maa sisse lähevad. Jõuavad juured niisugusesse kohta, kus niiskuse- ehk toitainete-olud on soodsad, siis tekib seal suur hulk narmasjuuri, et aineid põhjalikult ära kasutada. Kuivades ja toiduvaestes kohtades kaovad narmasjuured ja edasitungiv pikk juur jääb sealkohal paljaks.

Mida paremal maal puu kasvab, seda suurem on narmasjuurte hulk, kuna sealjuures kõrvaljuured mitte väga laiali ei lähe; mida kõhnem maa, seda enam peavad kõrvaljuured laialduma, et tarvilist toiduosa saada. See vahe annab end puu pealmaises osas tunda. Hea maa peal areneb tüve- ja võraosa jõudsasti, kõhna maa peal peab aga puu esimesel järgul juurte laialdumise ning kasvatamise eest hoolt kandma, mille tõttu pealmaine puuosa puudust kannatab. Samasugune vahekord on ka niiskes ja kuivas maas. Paraja niiskusega maas on juurte arenemine vähem, kuivemas suurem. Iseäranis rohke on ta liivamaal, savimaal sellevastu vähem, eriti narmasjuurte poolest. Selgub, et juure- ja pealmaise osa arenemine ei pea ühtlast sammu. Noor puu hakkab pealmaist osa ainult siis jõudsasti kasvatama, kui juured küllalt on arenenud. Selle ajajärgu kestus sõltub peaasjalikult maa headusest ja niiskuseoludest.

Neid üldisi seadusi tuleb ka metsa uuendamisel ning asutamisel silmas pidada. Maa kohendamine istutamise ja külimise korral kui ka värske, kohe, huumuserikas pealispind loomuliku uuendamise aegu avaldavad oma mõju, ja suur osa halbadest metsakülvi tagajärgedest tuleb sellest, et maapinna-olud ei luba alguses küllalt head juurte arenemist. Eriti tähtis on, et juured juba eelsuve jooksul oleksid niivõrt arenenud, et nad juuli- ja augustikuul rohkele transpiratsioonile vastavalt niiskust suudaksid muretseda.

Metsakasvatuses on tähtis veel see asjaolu, et juurte arenemine on ühenduses võra arenemis- ning täienemiskäiguga, sest et juured

sõltuvad toitainete vastuvõtmisel lehtede rohkusest, mis põhjusel juurte ja lehtede rohkuse vahekord on otseses ühenduses ja mõjuvad teineteisesse (juurte lõikamine ühenduses okste kärpimisega).

Tihe külv ja istutamine, puhastus-, valgustus- ja põimendusraied, puude hõre või tihe liitus ja segu avaldavad oma mõju võrade ja sellega ühenduses juurte arenemisse. Kui seda arenemiskäiku mitmes puu vanadusajajärgus jälgida, siis tuleks loomulikult esimeses järjekorras noore metsaga alata, ja siin näeme, et niihästi loomulikul uuendamisel kui ka istutamisel või külvamisel sõltub hea kordaminek esimesel joonel juurte arenemisest. Heale idanemisele ja esimesele kasvujärgule mai- ja juunikuul teeb juuli- ja augustikuu kuivus sageli kurva lõpu. Taimekeste kuivamine sünnib seda varemini ja seda kiiremini, mida lühemad on ta juured ja mida kergemini pealmine mullakiht läbi kuivab. Mida pikemad puukese juured, mida sügavamale nad maa sisse ulatuvad, seda kauemini peavad nad põuale vastu. Kuna madaljuurdujad puutaimed juba ammu ära on kuivanud, seisavad sügavjuurdujad männid, lehtmännid ja tammed värsked. Loomuliku segametsa uuendamisel on juurte arenemisel tähtis osa täita. Põuase suve kestusel võib esialgne segu vahekord muutuda selle läbi, et ainult sügavjuurdujad puuliigid põuaperioodi üle suudavad elada, kuna lühikesejuurelised ära kuivavad.

Katsetest, mida juurte arenemiskäigu vaatlemiseks mitmesugustel pinna-, temperatuuri- ja niiskuseoludel toime pandi, saadi järgmised andmed:

Juurte ja muude taimeosade kaalu vahekord pakub savimaa peal MARSTALLER'i katsetele vastavalt järgmist pilti:

	Taime üldraskusest langeb	
	tüve ja okste peale %	juurte peale %
2-aast. kuusel . . .	75	25
„ aabiesel . .	55	45
„ männil . . .	87	13
„ lehtmännil .	61	39
„ pöögil . . .	39	61
„ tammel. . .	23	77
„ vahtral. . .	42	58
1-aast. saarel . . .	39	61

Nagu need andmed näitavad, on esimesel eluaastal lehtpuudel juurte kaalu arenemine suurem kui okaspuudel. Viimastest on silmapaistev vahe männi ja aabiese vahel.

Neilsamul taimedel võeti ka juurte pindala mõõtmine ette. Headuse, pikkuse ja võra järele jaotati okaspuud 3, lehtpuud 2 klassi.

Keskmise pikkuse kõrval tähendati ka maksimum üles. Taimede pikkus sm (savimaal, GROSSHOLZ'i katseaed).

	Keskmine pikkus			Kõige pikemate juurte keskm. pikkus	Iga 10 peenra peal vangub maksimum
	I-kl.	II-kl.	III-kl.		
2-a. kuused . . .	14,3	10,5	7,6	27,5	38 — 33
„ aabies . . .	20,6	17,7	15,2	28,5	36 — 25
„ mänd . . .	16,6	13,1	10,7	28,8	38 — 25
„ lehtmänd . .	23,6	10,4	15,1	33,4	42 — 28
„ pöök . . .	25,6	19,3	—	39,5	47 — 30
„ tamm . . .	36,3	27,9	—	55,2	36 — 45
„ vaher . . .	24,0	17,0	—	41,7	46 — 36
1-a. saar	12,0	9,0	—	26,3	32 — 21
2-a. sanglepp . .	31,0	—	—	30,0	43 — 17

Nagu tabelist näha, on lehtpuude juured kohedas savikas maas peaaegu kaks kord pikemad kui okaspuudel. Viimastest läheneb lehtmänd selles suhtes lehtpuudele. Tüvede ja juurte vahekord oli igas klassis otseses ühenduses: mida pikem tüvi, seda parem juurte arenemine.

Koolitatud taimede juurte suhtes on BÜHLER järgmised andmed saanud:

2-aastaselt koolitatud 4 aasta vanused kuused	Keskmine pealmaine taime pikkus sm	juure pikkus	juure pikkus taime pikkusest %	Kõige pikem juur sm	
				maks.	miin.
I grupp, 39 tükki	20,2	15,5	76	55	20
II „ 37 „	19,9	15,4	77	84	15

Katsed näitasid, et lühikestel taimedel on juurte ja pealmaise osa pikkus peaaegu ühesuurune; mida pikemad tüved, seda võrdlemisi lühemaks jäävad juured.

BÜHLER tegi katseid ka sel alal, kuivõrt peente narmasjuurte rikkumine taimede väljavõtmisel puu pärastisse kasvusse mõju avaldab. Ta arvab katsetest järeldada võivat, et taime aias välja võttes mitte väga kartlik ei tarvitse olla.

5-aastastest, 30 sm kõrgustest kuusetaimedest võeti osa ettevaatlikult, ilma juurte vigastusteta välja ja istutati ümber. Nendega ühes lihtsalt kisti taimed sealsamas välja ja istutati ümber. Kui need taimed ühe aasta pärast välja kaevati, oli väljakistud taimedel samasugune tihe ja rohke juurtekogu kui ettevaatlikult väljavõetuil.

BÜHLER'i katsed näitasid suurt vahet ka koolitatud ja koolitamata taimede juurestiku vahel. Koolitatud taimedel oli kärbitud kõrvaljuurte küljest tihe narmasjuurestik arenenud, kuna koolitamata taimedel olid küll pikemad kõrvaljuured, kuid väheste narmasjuurtega. Sellest järeldab BÜHLER, et istutamise aegu narmasjuurte rohkus palju ei tähenda, et suur osa nendest ära lõpeb ja et lõigatud või rebitud juure otsast uued narmasjuured kasvavad, mis puu toitmises peaosa

etendavad. Et osa katseid viljapuudega tehti, siis on säärane vaade kooskõlas praktikas saadud tagajärgedega. Et ka metsaistutamisel juuri kärbitakse, iseäranis lehtpuudel, on ka vana praktikavõte; nõndasama soovitatakse okaspuu-taimede üleliia pikki juuri vaheda noaga kärpida. Et aga tugev juurte kärpimine või isegi taimede lihtne üleskiskumine alati hästi mõjuks, tundub kahtlane olevat, sest teadmata on, kuidas pärastine puu tervisline seisukord selle tagajärjel kujuneb. Igatahes oleks vististi varane ettevaatust taimede väljavõtmisel ja istutamisel täiesti kõrvale heita.

Juurte arenemine vanemail puil. Katsete varal, mis õige laial alusel Württembergis ette võeti, leidus, et kuusemetsades on juurte pea-asukoht maapinnas 30—50 sm sügavusel. Kohati oli sügavus ainult 20 sm, kohati läks ta ka kuni 60, 70, isegi 80 sm. Need mõlemad äärmused leidusid aga üksikuil juhtudel. Üksikuid juuri leiti 120—150 sm, harvemini 170—180 sm ja harukordadel 200 sm sügavusel.

Aabiese juured hoiduvad natuke sügavamal — 50—60 sm, harva 30—40 sm sügavuses, 80—90 sm sügavusel ainult harukordadel. Üksikud juured leidusid 150, 170 ja harva 200 sm sügavuses.

Pöögi juured on 20 sm, enamasti aga 30—50 sm sügavuses, harva 60—80 sm. Kõige sügavamale minevad juured leiti 120—150 sm, harukordadel 180—200 sm sügavusel.

Tamme juured tungivad sügavamale kui teiste puude juured. Kõige pikemad ulatuvad kuni 3 meetri sügavuseni; harilik juurte asumiskiht on 50—70 sm sügavuseni, pikemad küünivad 150—200 sm sügavuseni.

Männi juured on maa sitkuse ja niiskuse järele väga mitmesuguses sügavuses. Kõige rohkem leidub juuri 30—85 sm sügavuses. Mida niiskem maa, seda õhemas pinnas asuvad juured. Maakihtide vaheldusel harunevad juured iseäranis rohkesti või teevad suuri kõverusi. Pikemad juured on umbes 180—190 sm sügavuses, harukordadel üle 200 sm (2,4 m). Diluviaalsel liival leidis ZIDASKOVSKI 45-aastase männi ja 60-aastase pöögi juurte mõõtmisel järgmist: Pöögi rõikjuur ulatus kuni 1 m sügavuseni, suur osa narmasjuuri oli 60 sm sügavuses. Männil ulatus rõikjuur 1,60 m sügavuseni, suurem jagu peeni juuri leidus 30 sm sügavuses. 65 sm sügavuses lahutas rõikjuur end mitmeks osaks, mis igale poole laiali läksid.

ENGLER on oma laialiste katsete najal juurte kasvamise suhtes otsusele tulnud, et juurte pikkusekasv sünnib aasta vältusel perioodiliselt, mis aga pealmaise puuosa kasvukäiguga mitte ühte ei lähe. Novembrist märtsini või aprillini seisab okaspuu juurte kasvamine madala temperatuuri mõjul täiesti, kuna lehtpuude juured ka talvise sula ilmaga kasvu jätkavad.

Vegetatsiooniaja kestusel jääb juurte kasvamine augusti- ja septembrikuul maapinna kuivuse mõjul ajutiselt seisma. Kõige energilisem on juurte kasvamine kevadel, eriti okaspuudel, kuna lehtpuud sellevastu suve lõpupoolel neid jõudsamini kasvatavad. Okaspuudel on temperatuuri alammäär, milles juured võivad kasvada, 5—6°C, lehtpuudel, eriti vahtral ja pöögil, 2—3°C.

Nende katsete tagajärgede põhjal võiks istutamisaja suhtes juhtnööriks võtta, et maakohtades, kus kevade ja suvi harilikult vihmarikkad, on kevadine istutamine, kus aga suvi kuiv ja sügis vihmarikas, sügisene istutamine, umbes septembri keskelt oktoobri alguseni, kõige soovitavam.

Pikkusekasv. Puude pikkusekasvu omadusel on praktilises metsakasvatuses mitmekesine tähtsus. Mis metsameest kõige pealt huvitab, on asjaolu, et puu pikkus on senini maa headuse ehk boniteedi mõõdupuuks. Mida meelepärasem maa puule, seda pikem on puu kasv. Aga on veel teisi põhjusi, mis meile selle puuomadusega ligemat tutvumist soovitavad. Nii oleme sagedasti sunnitud metsa asutamisel ühele või teisele puuliigile eesõigust andma, arvesse võttes peaasjalikult pikkusekasvu omadusi. See võib sündida näit. niisugusel korral, kui meil tuleb tegemist teha lagendikkude metsastamisega, mis nõuavad rutulist maapinna varjamist (kaitsemetsad), või kus tarvis on kiiret kaitset kas teistele puuliikidele või maapinnale — kuivamise ja tuulte vastu.

Ka sel juhul, kus meil tarvis on varasemat kasutusvõimalust luua, peame kiirelt kasvavaid puuliike kasvatama. Segametsade loomisel ja kasvatamisel on pikkusekasvu omadusel eriti suur tähtsus, nõndasama on põimendus-, puhastus- ja valgustusraied pikkusekasvuga ühenduses ja lõppeks on üksiku puu ja üldine metsasaak ja -väärtus pikkusekasvuga otseses ühenduses.

Pikkusekasvu käiku on eriti FLURY oma katsete varal kindlamale alusele seadnud, olgugi et puude liigitamine selle omaduse järele juba vanemail metsameestel tarvitusel oli, kes tegelikkude nähtuste najal sel alusel mitmesuguseid järjekordi üles seadsid, mis peajoontes ka katsete tagajärgedest kinnitust leidsid. Et siin mitmesugused mõjud kaasa aitavad, siis on arusaadav, et järjekord mitte igas kohas ja igasugustes oludes ühtlane ei või olla.

FLURY valis oma katsealaks noorte puukeste pikkusekasvu käigu ja sai sellel alal järgmised andmed:

Keskmine taimede pikkus vanaduseaastal.

Aastad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kuusk	6	14	22	35	49	59	89	113	138	
mänd	4	9	21	41	63	150				
lehtmänd . .	4	21	50	80	91	109	118	130	160	
aabies	4	7	9	14	19	30	36	46	70	
veimuudi mänd	3	5	10	22	53	102				
seedermänd . .	4	5	6	7	8	11	13	18	28	44
tamm	17	33	51	84	115	135	144			
saar	11	35	76	104	175	215				
vaher	15	28	92	173	259	302				
sanglepp . . .	22	94	269	417						
jalakas . . .	13	75	157							
kask	3	50	149	311						
harilik pärn. .	8	13	35	66	125	188				
pöök	13	20	35	58	79	106				

Nende katsete järele oleks okaspuude pikkusekasv esimesil eluaastail kõige edukam lehtmännil, sellele järgneksid mänd, veimuudi mänd, kuusk, aabies ja pähklimänd (*Pinus cembra*).

Lehtpuudest on esimeses reas sanglepp, sellele järgnevad kask, vaher, saar, tamm, pärn ja pöök.

FLURY jaotas katsetel taimed nende arenemise järele kolme klassi. Keskmine pikkus oli klasside järele:

	I kl.	II kl.	III kl.
	%	%	%
Okaspuud, 3 a. vanad	17 sm (100)	13 sm (76)	8 sm (47)
„ 6 „ „	72 „ (100)	50 „ (69)	33 „ (46)
lehtpuud, 3 a. „	99 „ (100)	63 „ (63)	38 „ (38)

Ühtlaste kliima- ja maapinna-olude peale vaatamata on ühepikkused taimed juba aasta jooksul niivõrt lahku läinud, et nende pikkusevahe vaheldub 50—60% võrra. Mis on lahkumineva pikkusekasvu arenemise põhjuseks, pole selgitatud; arvatavasti peitub see juba seemnes, osaliselt võivad aga ka maapinna-olud kitsamas piiris niivõrt erineda, et see taimede kasvusse mõju avaldab.

Kuivõrt maapinna omadused puu pikkuse kasvusse mõjuvad, näitab järgmine tabel, mis selgitab keskmist pikkusekasvu üksikuil puuliikidel, mida kasvatati mitmesuguse headusega maa peal. Selle järele vaheldub keskmine aastane pikkusekasv järgmistes piirides:

kuusk . . 10—52 sm	lehtmänd. . 73—134 sm
mänd . . . 28—72 „	pähklimänd. 8—12 „
aabies. . . 9—19 „	saar . . . 44—207 „
veim. mänd. 29—71 „	vaher . . . 27—225 „
pöök . . . 36—90 „	pärn . . . 37—73 „
tamm . . . 15—63 „	

Neist katseist järeldub, et heal maal kasvava puu pikkus on 1,5—8, keskmiselt 4—6 korda suurem kui halvemal maal kasvaval.

Pikkusekasvu arenemine ei ole vegetatsiooniperioodi kestusel mitte ühtlane: esialgu on virvese kasv aeglane, edeneb siis kiiremini kuni maksimumi piiridesse, mis kestab harilikult üks nädal, ja laskub peale seda jälle tagasi. See normaalne kasvukäik sõltub ilmade seisust ja teda võivad külmad ilmad takistada.

Virveste kasvamine algab keskmiselt aprillikuus, kõige jõudsam on ta maikuus. Maikuu kolmanda nädala ilmad mõjuvad kõige rohkem virveste arenemisse, juunikuu ilmad sellevastu ei mõju enam palju.

Ka on virveste aastane kasvu lõpp puuliikide järele mitmesuguse kestusega. ENGLER'i katsed andsid järgmise tabeli:

	mai	juuni		juuli		aug.		sept.	
	II pool	I pool	II	I pool	II	I pool	II	I pool	II
kuusk			1						
mänd			1						
lehtmänd . . .						1			
aabies			1						
pähklimänd . .		1	—						
veimuudi mänd .		—	1						
pöök	1								
tamm	1								
saar		—	1						
vaher						—	1		
jalakas						1	—		
sanglepp . . .				—	1				
valge lepp . . .				—	1				
kask						1	—		
haab		1	—						
paju		1	—						
pärn				1	1				
akaatsia						—	1		

Kõige pikemad nädala-aegsed virvesed olid 10—12 sm pikad. Et lehtpuud esimesil aastail okaspuudest jõudsamini kasvavad, on ühenduses nende kasvuhoo pikema kestusega vegetatsiooniperioodis. Välismaa puuliigid lõpetavad oma kasvu alles augusti- ja septembrikuu jooksul, mispärast virvesed sagedasti talvel ka ära külmuvad, sest et nad külma tulekuni täiesti ei suuda puustuda.

Puuliikide järele avaldavad kas suve esimese või teise poole ilmad virveste kasvusse kõige rohkem mõju. Sellest sõltub ka, et mõnikord segametsas üks puuliik kas rohkem mõjule pääseb või kasvus alla jääb.

Katsed näitavad, et aastase varasema või hilisema pikkusekasvu lõpetamisse pinnas mõju avaldab. Mõnedel kordadel oli vahe 4—5 nädalat. Liivamaal lõpetab enam jagu puid aastase pikkusekasvu varemini kui savimaal, kivisel varemini kui lahedal. Ka taimede suurus avaldab selles suhtes mõju: mida vähemad taimed, seda rutemini lõpetavad nad oma aastase kasvu, mida tugevamad taimed, seda pikemaks venib kasvu-aeg.

Huvitav on, et mändidel mõjub seemne päritolek kasvuaja pikkusesse. Mida põhjapoolsematest maadest seemned pärit olid, seda varemini lõppes taimede aastane kasvuhoog. Vahe oli 2—3 nädalat.

Aastased pikkuse juurdekasvu normid on väga vahelduvad, ja harva on üksteisele järgnevaid aastaid, kus nad enam-vähem ühtlased oleksid. Näiteks olgu järgmised tabelid GROSSHOLZ'i katseaiast.

10-aastaste taimede virveste pikkus sm.

	1909	1910	1911	1912	1913
kuusk	14	14	21	15	22
mänd	32	41	45	39	44
lehtmänd . . .	41	48	52	46	52
aabies	16	23	21	11	10
pähklimänd . .	4	5	11	10	20
tamm	45	38	43	58	70
saar.	38	29	56	47	38
kask	25	68	66	52	70
sanglepp . . .	42	39	37	45	31
pärn	35	47	45	39	31
jalakas . . .	48	32	39	57	52
pöök	21	24	38	34	41

Vahe pikkusekasvus kõigub üksteisele järgnevail aastail 20—50%. Et katseteks valitud maapinna olud on ühtlased, siis tuleb arvata, et siin tegemist on kliimaliste mõjudega. Aga nii kui tabelist selgub, ei mõju ka kliimalised olud ühteviisi kõikide puuliikide kasvusse. 1912. a. on peaaegu kõikide liikide kasvus vähest arenemist märgata, tammel ja sanglepal leiame aga kõige pikemad virvesed just sel aastal. 1913. a. tõuseb peaaegu kõikidel puuliikidel virveste pikkus, peale saare, ~~jalaka~~, pärna lepa ja aabiese, millede virveste pikkus isegi 1912. a. pikkusest taha jääb.

Et segametsas üksikute puuliikide kõrgus vahelduva aastase pikkusekasvu kohaselt alatasa vaheldub, on selge. 110 aasta vanuses segametsas Württembergis leiti virvesed järgmiste pikkustega olevat:

	kuusk	aabies	mänd	pöök
1904. a.	10 sm	19 sm	10 sm	21 sm
1903. „	11 „	14 „	10 „	19 „
1902. „	10 „	21 „	12 „	16 „
1901. „	14 „	17 „	16 „	25 „
1900. „	15 „	20 „	10 „	19 „
Keskmiselt	12 (100)	18 (150)	12 (100)	20 (167)

Nagu sellest tabelist selgub, on ühtlastes pinnase- ja kliimaoludes vahe üksikute puude pikkusekasvus 50—70%. See vahekord tuleb ilmsiks niihästi okas- kui ka lehtpuudel.

Puude kõrgus seisab otseses ühenduses maa headuse ehk boniteediga. Nii on igas vanaduseperioodis boniteetidele vastavalt keskmine metsakõrgus meetrites:

Männil:

	10 a.	20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.	120 a.	140 a.
I bon.	3,5	7,3	14,0	19,8	23,8	26,8	28,9	29,9
II bon.	2,0	4,9	10,4	15,2	19,2	21,9	23,8	
III bon.	1,0	3,5	8,0	11,5	14,0	16,0		

Kuusel:

	10 a.	20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.	120 a.	140 a.
I bon.	2,5	6,5	16,0	24,0	29,0	32,5	35,0	36,5
II bon.	1,0	3,0	9,5	16,0	20,5	24,0	26,0	24,0
III bon.	0,5	1,5	4,5	8,0	11,0	12,5		

Kasel:

	20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.
I bon.	9,7	15,8	21,3	25,2	27,0
II „	8,4	14,2	19,1	23,4	25,2
III „	6,9	12,4	17,3	20,3	21,9

100-aastases vanaduses on puuliikide keskmine kõrgus meie oludes:

		%
kuusel	32,5 m	(100)
männil	29 „	(89)
kasel	27 „	(83)

Saksamaal on ta järgmine:

		%
kuusel	33 m	(100)
aabiesel	32 „	(97)
pöögil	32 „	(97)
männil	29 „	(88)
tammel	29 „	(88)

Meie põlistest okaspuudest on mänd umbes 30 aasta vanaduseni igal boniteedil kasvus eesotsas, siis astub aga kuusk etteotsa ja mänd jääb oma pikkusekasvus temast maha.

Keskmiselt suureneb metsa kõrgus 20. aastast kuni 100. aastani 3—6-kordselt. Kasvu vahe boniteetide järele on 80—100-a. vana-

duseastmel kuusel 3,5 m, männil 3 m. Võrdlevalt on ta üksikutes vanadusejärkudes boniteetide järele järgmine (I boniteet = 100):

Mänd:

Boniteet	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.
I	100	100	100	100
II	85	84	88	88
III	70	73	77	76
IV	58	60	65	65
V	47	51	54	55

Põimendusekraad mõjub metsa kõrguse kohta järgmiselt:

38-aastases kuusemetsas:	62-aastases kuusemetsas
A kraad 10,9 m	
B „ 13,7 „	B kraad 27,2 m
C „ 13,6 „	C „ 28,5 „
D „ 12,0 „ (ülevalitsevad puud on välja võetud).	

Jooksev pikkusekasv on kõige suurem esimestes vanadusejärkudes. Mida kõhnemal boniteedil puu kasvab, seda hiljemini jõuab pikkusekasv oma haripunktini. Keskmiselt sünnib see I boniteedi maal 20 a. vanaduses, II bon. 25—30 a., III bonit. maal 40 a., IV ja V bon. maal 40 ja 50 a. vanaduses. Ka puuliikidel on pikkusekasvu kulminatsioon mitmesugusel vanaduseastmel. Männil on ta näit. 15—30 a., kuusel 20—50 a., aabiesel 30—70 a. 50—60 aastast langeb jooksev pikkusekasv järsult, pärast aga aeglasemalt.

Keskmiselt on pikkuse juurdekasv oma kulminatsiooniperioodis: I boniteedil 50—60 sm, II bon. 40 sm, III 35 sm, IV 30 sm, V 25 sm; 100 aasta vanuses metsas on ta ainult 10—15 sm.

Jämedusekasv. Eespool oli sellest juba juttu, et kultiveeritud metsas jõuab esialgsest taimede arvust vaevalt paar protsenti küpsuseni, kuna suurem osa hukkub nooremas eas.

Ka sel korral, kui inimene oma tulunduslikkude võtetega end metsa elusse ei segaks, kujuneks tüvede arvuline vahekord noores ja vanas metsas samasuguseks, ainult selle vahega, et ürgmetsas kõik aja vältusel surmale pühendatud puud metsa all kõdunevad, kuna tulundusemetsas inimene nad enne loomulikku kadu välja raiub ja ära kasutab.

Juba varakult algab metsas võitlus olemasolemise eest, mis nooremas eas kõige intensiivsem.

Võrdlevates arvudes saame tüvede kahanemise käigu üle järgmise tabeli:

	Boniteet	vanadus					
		20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.	120 a.
kuusk. . . .	I	100	41	24	16	11	—
	III	100	37	19	11	8	—
mänd. . . .	I	100	50	26	16	12	10
	III	100	68	35	22	16	12
tamm. . . .	I	100	26	12	8	6	4

Nagu nendest võrdlustest näha, on puude arvu kahanemine kõige kiirem kuni 50, 60 aastani, peale seda läheb ta aeglaselt. Kõige suuremal arvul surevad loomulikku surma peenema ja lühema kasvuga, s. t. allajäänud puud, kuna parema jämeduse ning pikkusekasvuga puud, s. o. ülevalitsevad ja valitsevad, hukkuvad enam erilistel põhjustel.

Ka maapinna headuse ja tüvede rohkuse vahekord paistab tabelitest otsekohe silma. Nimelt näeme, et mida alam boniteet, seda suurem on teataval pinnal kasvavate puude arv.

Võrdlevais arvudes kujuneb, kui I boniteedi maal kasvava puude arvu 100 peale määrame, puude arvuline suurenemine halvemail maadel järgmiselt:

	Boniteet	40 a.	80 a.	120 a.
kuusk	I	100	100	100
	II	134	128	126
	III	193	164	164
	IV	—	220	212
	V	—	333	312
mänd	I	100	100	100
	II	126	116	109
	III	146	121	—
	IV	159	—	—

Et tüvede rohkus ühesuurusel pindalal geograafiliselt lahkuminevail maakohtadel vaheldub, on loomulik, sest, nagu juba selgus, oleneb puude tihedam või hõredam seis valgusenõudest, pinnaseoludest ja kliimalistest teguritest, eriti valgusemäärast. Üldiselt annavad kõige suurema tüvede arvu ühesuurusel alal ja igal vanaduseastmel: kuusk, aabies ja pöök, kõige vähema kask, tamm ja lepp. Mänd seisab mõlemate äärmuste vahel.

Tüvede rohkusega teataval pindalal on praktikas mitmeid küsimusi ühendatud. Nii näiteks: mil viisil tuleks põimendusraieid igal vanaduseastmel kõige otstarbekohasemalt korraldada? missugune tüvede arv lubab kõige kõrgemat kasutamist eelkasutustes ja peakasutuses? kas on soovitav kunstliku metsa-uuendamise puhul istutamisel näit. kuusele ja männile ühesuurust vaheruumi tarvitada? kas tuleb segametsades iga puuliigi tüvede arvu eraldi arvesse võtta? kas külv,

istutamine ja loomulik uuendamine mõjuvad kõrgemates vanadusejärkudes tüvede vähenemisse kiirendavalt või pikendavalt? jne.

Jämedusekasvust oleneb metsa väärtus; nii on ta siis tähtsam tulundusline tegur, mispärast ka metsakasvatusse ja -hooldamisse puutuvad võtted, mis jämedusekasvusse edendavalt mõjuvad, juba ammu metsameeste erilist tähelepanu on leidnud.

Mida mitmekesisemaks kujuneb metsa kasutus, mida vähemaks jäävad metsa-alad ja mida lühema aja kestusel puu kasutamisele tuleb võtta, seda enam ollakse huvitatud neid tegureid mõjule aidata, mis jämedusekasvu võivad kiirendada. Peaasjalikult sõltub jämedusekasv puude liitusest ja samane mass, mida saadi endisel ajal tüvede rohkusega, saadakse nüüd varakult algavate põimendusraiete teel, järjekindla harvendamise ja sellega ühendatud valguse-juurdekasvu kaudu.

Huvitav on selles mõttes andmeid võrrelda, mida näit. G. L. HARTIG oma raamatus „Taxation der Forste, 1795" puistu normaalse tiheduse kohta annab.

Seal on I boniteedi maal okasmetsades tüvede arv 1 ha peal üles antud:

20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.
9100	4550	1820	1360	1360

Praegusel ajal aga on samas I boniteedi normaalses kuusepuistus tüvede arv järgmine:

7348	2210	1037	598	396.

Sellest näeme, kuivõrt metsad viimase 100 a. jooksul hõredamaks on jäänud, ja seda massi, mis tüvede vähenemine enesega kaasa on toonud, peab valgus suurendatud jämedusekasvuga tasa tegema.

Kasvavate puude jämedust mõõdetakse rinna kõrguselt (1,3 m) ühes koorega. Sel teel saame puude rinnaspinna summa 1 ha kohta.

Võtame puuliikide tüvede rinnaspinna summa puuliikide järele ligemale vaatlusele, siis näeme, et see on igal puuliigil isesugune, kõige suurem aga aabiesel ja kuusel. Nooremas eas on mänd kuusest ees, peale 30 a. vanadust jääb ta kuusest aga maha, 60 ja 100 a. vahel kasvab männil rinnaspinna summa 1—2, harva 3—4 m, kuusel aga sagedasti 10—15 m ha peal.

30 ja 40 a. vanaduseni areneb kõikide puuliikide jämedusekasv hoogsalt ülespoole, kuusel ja aabiesel vältab see ka veel vanemas eas edasi, männil, tammel ja pöögil jääb ta aga tublisti maha. Kui suur vahe rinnaspinna summas on ühel puuliigil mitmesugustel geograafilistel aladel, näitavad järgmised andmed: I bon. 100 a. vanusel

kuusel		männil	
Šveitsis	76 m	Hessenis. . . .	57 m
Braunschweigis .	52 „	Põhja-Saksamaal.	— „
Preisimaal . . .	48 „	Hollandis . . .	49 „
Peterburi kub. .	46 „	Peterburi kub. .	47 „

Tüvede rinnaspinna summa langeb käsikäes boniteedi langemisega. Nooremas eas on vahed suuremad kui vanemas eas, nagu järgmine võrdlus näitab:

Kuusk:					mänd:				
bon.	vanadus				bon.	vanadus			
	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.		40 a.	60 a.	80 a.	100 a.
I	100	100	100	100	I	100	100	100	100
III	75	82	82	80	II	83	85	85	84
V	53	59	60	57	III	67	65	62	71

Keskmiselt võttes oleks vahekord boniteetide vahel nagu 100:90:80:70:60 või 50, harukordadel langeb ta V boniteedil isegi 40 ja 30%-ni.

Ka puistu keskmiste tüvejämeduste alal saame kindla vahekorra vanaduseastmete, puuliikide ja boniteetide järele. Üldiselt tuleb arvesse võtta, et keskmine tüvejämedus on ülarindes üksi ikka suurem kui üla- ja alarindes kokku, sest esimese saame pärast läbiraiet, teise aga enne läbiraiet, ja et läbiraiumisel suuremalt jaolt peenemad puud välja võetakse, siis on peale läbiraiumist keskmine jämedus pea alati suurem, välja arvatud kõrgema, D-kraadilise põimendusraie järel, kus ka jämedamad, valitsevad puud välja võetakse ja selle tõttu keskmine tüvejämedus vähem võib olla kui enne põimendamist. Ka keskmise põimenduskraadi (B) puhul läheb üksikute tüvede jämedus keskmisest puistu jämedusest märksa lahku ja see vahe võib ulatuda 10—20 sm, isegi säärastel kordadel, kus mets on istutamise teel asutatud, see tähendab, ühesuguste taimedega, ühel vanaduseastmel, ühesuguses kasvuruumis ja enam-vähem ühesugusel kasvukohal.

Jämedusekasvus on mänd esimesed 30 aastat kuusest ees, siis aga jääb ta maha.

Üldiselt läheb üksikuil puuliikidel keskmine jämedus ühtlases vanaduses ning ühtlasel maal lahku. Ka geograafiliselt erinevail seisukohtadel kõigub keskmine jämedusevahe ühtlasel vanaduseastmel ning boniteedil mitme sentimeetri võrra.

Võrreldes tüvede rinnaspinna suurust keskmise jämedusega näeme, et kõrge rinnaspinna arv ei lange ühte kõrge jämedusega. Kuuse ja tamme keskmine jämedus 100 a. vanaduses on keskmiselt 40 sm, kuuse rinnaspinna suurus on 70 ruutmeetrit, tammel aga ainult 28 ruutmeetrit. Selle eest on aga kuuse tüvede arv 500, kuid tammel ainult 200 tüve 1 ha kohta. Samasugune vahekord on kuuse ja männi vahel. Mõlemad jõuavad teatavas vanaduses ühesuguse jämeduseni, aga mände kasvab 1 ha peal vähem kui kuuski, nii et ka tüvede rinnaspinna summa ja sellega ka puumass on männimetsas ha kohta vähem kui kuusemetsas. Viimane asjaolu on segametsade asutamisel eriti tähtis.

Jooksev jämeduse-juurdekasv kulmineerub võrdlemisi noores eas ja jääb siis kauemaks ajaks püsima. Metsamehe ülesandeks on metsaravitsemise ja raiete teel selleks kaasa aidata, et jämedusekasv vanema eani hea püsiks.

Massi juurdekasv. Puude pikkuse- ja jämedusekasv kokku annab massi juurdekasvu, mis on tulundusemetsade kasvatamisel üheks peaeesmärgiks. Pealmaine puuosa jaotatakse 1) jämepuuks, kui ta on üle 7 sm jäme, ja 2) okspuuks, kui ta on alla 7 sm jäme. Allmaine puu koosneb känd- ja juurpuust ja leiab seal, kus puu kasutamine mitte küllalt intensiivne pole, ainult osalist kasutamist, kuna suur osa maa sees ära mädaneb, ehk ta küll 10—25% kõigest puumassist moodustab ja läbikaudu 100 m^3 1 hektaarilt annab. Kus metsa vähe, saab ka känd- ja juurpuu niivõrt kasutatavaks, et ta kauniks sissetuleku-allikaks kujuneb. Sedasama võib ka oksapuu osast öelda: kus metsa rohkesti, seal ei tasu ta kokkupanemine ja ülestöötamine end ära ja on tulundusliselt kasulikum hagusid metsa alla jätta, kus nad mõne aasta järel ära mädanevad ja huumuseks muutuvad. Senised normaalmassi tabelid, mis on puuliikide, -vanaduse ja boniteetide järele kokku seatud, võtavad arvesse ainult pealmaise puuosa.

Et massitabelite andmed vastavalt geograafilistele piiridele ja kasvukohtadele üksteisest lahku lähevad, on eelmiste seletuste järele arusaadav.

Suhe massi ja boniteedi vahel on sellevastu igal pool peaaegu ühesugune.

Vanadusega langeb aastane (jooksev) juurdekasv, kuna ta maksimum avaldub 30—40 a. vanaduses.

100 a. vanuses metsas moodustab aastane juurdekasv ainult veel 10—20% maksimumi-ajajärgu juurdekasvust.

Suurt huvi pakub massikasvu vahekorra selgitamine sega- ja puhtmetsades. Segametsade kasuks toovad nende poolehoidjad tähtsama põhjusena ette, et massikasv on seal suurem kui puhtmetsades. Vähesed katsed, mis sellel alal senini on tehtud, ei küüni veel selle küsimuse lõplikuks lahendamiseks, lasevad siiski oletada, et vahe väga suur ei ole. Et katsed segametsades on ette võetud, kus peale kuuse ja männi veel aabies ja pöök tähtsate segapuudena on esinemas, siis ei paku üksikasjaline katsete andmete jälgimine meile suurt huvi ja me võime leppida üld-kokkuvõtetega, mis sellel alal on saadud: Männi jämedusekasv on segametsas natuke suurem kui puhtmetsas, sellevastu on tüvede arv 1 ha kohta segametsas vähem kui puhtmetsas. Üldine puumass on selle järele, missugused puuliigid segus enamikuna esinevad, mitmesugune; kus kuusk ja aabies ülekaalus, seal on segametsas mass peaaegu sama suur kui puhtmänni- või -pöögimetsas, jääb aga kuni 33% vähemaks kui puhtkuuse- või -aabiesemetsas. Kus mänd on segus enamuses, seal seisab mass puhtmänni- ja -kuusemetsade massi vahel.

Üksikute puude massi võrdluses andsid katsed järgmise vahekorra:

115 aasta vanused puud I bon. maal andsid massi:	puhtmetsas	segametsas	
		nr. 1	nr. 2
kuusk . .	2,31	2,51	5,72
aabies . .	2,90	3,08	—
mänd . .	2,12	1,92	2,93
pöök . .	1,56	2,50	1,68

Nagu neist andmeist näha, on segametsas üksikute puude mass enamalt jaolt suurem kui puhtmetsas, aga kohati ka vähem, nõnda et selles küsimuses on puuliikide rohkus ja asjaolu, kas nad ülevalitsevatena, valitsevatena või alistuvatena esinevad, otsuseandjad.

Üldse on katseid alles vähe tehtud, nii et varane oleks selles küsimuses mingit kindlat seisukohta võtta. Igatahes ei ole vastus seniste katsete järele mitte alati segametsade kasuks, ja asjaolu, et suurem osa puid segametsas on jämedama kasvuga kui puhtmetsas, räägib üksikute liikide vähema tüvede arvuga puhtmetsade kasuks. Igatahes peavad edaspidised laiemad katsed näitama, kuidas pilt selle poolest igal pool kujuneb.

III. Puude ühiskondlikud omadused.

P u u d e l i i t u s. Liituse määrajaks on üksikute puuvõrade vaheruum. Kasvavad puud niivõrt tihedalt, et nende võrad üksteise sisse ulatuvad, siis nimetatakse liitust t i h e d a k s, puudutavad võrad äärmiste okstega üksteist, moodustub t ä i s l i i t u s, jäävad võrade vahele väikesed vaheruumid, siis on liitus l a h e, suurenevad aga võrade vaheruumid seevõrra, et seal veel ühe või mitme puu võrad aset leiaksid, siis on tegemist h õ r e d a liitumisega, kuna seesugused metsaosad kannavad h a r v i k u nimetust.

Üldjoontes samastub liituse mõiste metsa t i h n u s e mõistega, kuid mitte alati ei kata mõlemad mõisted teineteist, ja sellepärast tuleb nende vahele teatav piir tõmmata. Liituse määraks jääb võradevaheline vaba ruum, kuna tihnuse ehk täiuse määraks on teataval pindalal kasvavate puude rinnaspinna üldsumma, ja terve tihnusega mets ehk metsaosa oleks niisugune, kus kasvab tõeliselt niipalju puid, kui teatava headusega maa teataval pindalal teatavas vanaduses normaalselt suudab kasvatada. Sellest välja minnes võib näit. metsas, kus on puud kultiveerimisel või loomulikul uuendusel hõredasti paigutatud, võrade laienemise tõttu liitus enam-vähem täis olla, ilma et see tihnuse kohta maksev oleks; vastandiks võib soomännikus või ka vanas männimetsas heal maal puude arv vastata tervele tihnusele, ilma et seejuures võrade liitus täieline oleks. Vaatamata nende võimalikkude lahkuminekute peale jääb liitusekraad harilikult ka tihnusekraadi määrajaks metsa takseerimistöödel, kusjuures puuliikide valgusenõudlikkust tuleb arvesse võtta, sest kui näit. 90-aastane 24 m kõrgune männi-

mets annab täie liituse mulje, kui seal 500 puud kasvavad, oleks sama vanas ning kõrges kuusemetsas see arv väheneb, kuna umbes 700 puud annaksid täie liituse ilme.

Metsast leiame harva suuremas ulatuses ühtlase liitusega pindalasid; harilikult vahelduvad hea liitusega metsaosad hõredatega juba õige kitsais piirides; nooremad metsad on keskmiselt parema, vanemad halvema liitusega, üldiselt on aga meie metsad kaunis korratu liitumisega, mille põhjuseks võivad olla osalt valikraied, tuulemurded, kooremardikad või muud ohud, kuid sagedasti on juba metsa uuendamisel korratule liitusele alus pandud.

Liituse mõju avaldub niihästi puude kasvu ja vormi kui ka metsaaluse maa suhtes: täies liituses kasvavate puude tüved on pikemad ja siledamad, nende võraosa vähem kui lahedas või hõredas liituses kasvavail; tiheda või täie liitusega metsa all on valgus, niisama ka õhu- ja maasoojus, auramine, õhuvoolus ja sademete hulk vähem, sellevastu õhu- ja ülemise mullakihi niiskus suurem kui laheda või hõreda liitusega metsas. Ka huumusemoodustusse ja pinnakattesse mõjub liitus.

Peale eespool-tähendatud erakordsete põhjuste oleneb mitmesugune liitus puuliikide kasvuomadustest, peaasjalikult valgusenõudlikkusest, vanadusest ja maa headusest. Okste harunemine ja rohkus, lehtede ja okaste arv ning kestvus lähevad eri-puuliikidel lahku, ja nõnda on arusaadav, et lehtmänd annab oma üheaastaste, mänd oma kahe- ja kolmeaastaste okastega hõredama liituse kui kuusk oma 5-—7-aastaste okastega. Et nende kahe esimese liigi valgusenõue on suur ja kasvuenergia nooremas eas eriti jõudus, siis kalduvad nad juba võrdlemisi varases eas hõreda liituse poole ning sellega ühenduses on ka nende liikide omavaheline võistlus valguse ja kasvuruumi pärast energiline. See võistlus algab juba puukeste esimesis eluaastais, tõuseb 20—40—60 aasta vanaduse perioodis haripunktini ja raugeb vanemas eas.

Juba taimeaias, kasvupeenral erinevad taimekesed oma arenemiskäigus üksteisest. MARSTALLER jaotas kaheaastased puutaimed külvipeenral 3 klassi ja leidis üksikute klasside esindajate arenemises järgmise vahe:

	Taimede kõrgus		Juurte pikkus	
	II kl.	III kl.	II kl.	III kl.
	keskmiselt vähem kui I kl.		keskmiselt lühem kui I kl.	
kuusk . .	3 sm	5—6 sm	4 sm	7 sm
mänd . .	3 „	2 „	4 „	8 „
lehtmänd .	9 „	12 „	4 „	7 „
aabies . .	1 „	2 „	4 „	7 „
tamm . .	12 „	19 „	11 „	18 „
sanglepp .	7 „	11 „	7 „	12 „

Nagu sellest tabelist näha, on klasside kasvuvahe lehtpuil suurem kui okaspuil, kuid nii ühel kui teisel suureneb ta aastatega,

nõnda et 5-, 6-aastastes kultuurides kõrgusejärgud juba silmapaistvalt eralduvad. Niikaua kui puukesed ei liitu, käib nende arenemine vastavalt igaühe kasvuenergiale oma loomulikku rada, puutuvad nende oksad aga juba kokku, siis on võra laienemisele piirid pandud, milledest üleastumine on võimalik ainult kasvus tahajäänud naabrite kulul. Algab võistlus kasvuruumi pärast, võistlus, mis viib esmalt nõrgemate rõhumisele ja lõppeks hukkumisele.

Kuivõrt üksikute puude kasvuruum vanadusega laieneb, näitavad muu seas MOROSOV'i andmed kuuse kohta:

Vanadus	puude arv	puu kasvuruum m^2	rõhutud puude %
20 a.	23162	0,43	49
40 „	3123	3,20	42
60 „	1509	6,50	32
80 „	971	10,30	21
100 „	700	14,10	11
120 „	596	16,90	4

Nõrgemate puude kadu elujõulisemate rõhumisel ei sünni mitte kõigil puuliikidel ühesuguse hooga: mida valgusenõudlikum puuliik, seda kiiremini ja energilisemalt sünnib kadu, mida rohkem puuliik varju suudab kannatada, seda kauemini püsivad ta esindajad võistluses ja seda suurem arv leiab teataval pindalal teatavas vanaduses kasvuvõimalust. Järgnev tabel näitab, kuivõrt puuliigid ses suhtes üksteisest erinevad.

1 hektaaril leiavad kasvuvõimalust (MOROSOV'i andmed):

Vanadus	20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.	120 a.
aabies .	13250	3053	1347	816	569	440
kuusk. .	6720	2380	1170	755	555	465
mänd . .	4240	1740	820	545	448	385

Ühenduses sellega on ka puuliikide kasvuruum teatavas vanaduses mitmesugune; keskmiselt vajavad varjusallijad puud 50—75% sellest kasvuruumist, mis valgusenõudjaile tarvilik. 50 aasta vanuses puistus tarvitab iga puu kasvuruumi:

mänd . .	7,3	ruutmeetrit	= 100
kuusk . .	6,4	„	= 87
pöök . .	5,8	„	= 79
aabies . .	4,6	„	= 63

Sellest järeldub ka asjaolu, et valgusenõudjaist koosnevas puistus algab liitumine varemini, ühes sellega ka erinemine üla- ja alarindeks, valitsevaiks, alistuvaiks ja rõhutud puudeks. Pikkusekasvu ja võrade arenemise järele jagatakse puid puistu koosseisus klassidesse, milledest kõige tuttavam on KRAFT'i oma, kes paigutab I klassi ülevalitsevad puud, mis on pikkusekasvus teistest kõige ette jõudnud ja eriliselt hästi arenenud võraga. II klassi kuuluvad valitsevad. Need

on hästi arenenud võradega puud, ülarindes kõige suuremal arvul esinemas. III klassi moodustavad k a a s v a l i t s e v a d; need laskuvad pikkusekasvus esimestest vähe järele, mille tõttu nende võrad, mis veel kenasti arenenud, kitsenduvad. Nende kolme klassi esindajad moodustavad ü l a r i n d e (Hauptbestand), kuhu kuuluvad kõige parema pikkuse ja jämedusega puud, annavad sellega ühenduses ka peatoogi. IV klassi moodustavad a l i s t u v a d, millede võrad on oma arenemises takistatud ja hakkavad teistele alla jääma. Nendest on ühed ülevalt veel vaba, kuid kõrvalt rõhutud võraga, teised ühelt poolt rõhutud võraga. V klassis esinevad r õ h u t u d puud; need on osalt veel haljaste, kuid arenemisvõimetute, osalt kuivamisel või juba kuivanud võradega. Mõlemad viimased klassid moodustavad a l a r i n d e (Nebenbestand), mis nõrkade põimendusraiete puhul eeltoogina kasutusele tulevad.

Kui arvesse võtta, et loomuliku uuenduse ja külvi aegu taimede arv mitmekümne tuhandeni, istutamisel kuni kümne tuhandeni ulatub ja 100-aastases metsas ainult veel 400—600 puud järel on, siis selgub, et esialgsest puude arvust jõuab ainult $^1/_2$—5% raieküpsuseni. Vahekord üla- ja alarinde vahel muutub puistu vanadusega. Puude üldarvust kuuluvad kuusepuistus:

	ülarindesse	alarindesse
20—40 a. vanaduses	60—40%	40—60%
41—60 „ „	85—60%	15—40%
61—100 „ „	90—75%	10—25%

VARGAS de BEDEMARI tabelite järele jääb I boniteedi männipuistus (Peterburi kub.) 20—80 a. vanaduse perioodis (s. t. 60 aasta kestusel) alarindesse 4310 puud, järgneva 60 a. kestusel, 81—140 a. vanaduse perioodis aga ainult 310 puud.

Mida kehvem maa, seda suuremal arvul leidub pinnaühikul puid. Esimesel silmapilgul tundub see võõrastav, kuid ligemal vaatlemisel näeme, et see nähtus põhjeneb loomulikul alusel, sest mida parem kasvukoht, seda kiirem ja parem on iga üksiku puu arenemine ning kasv, seda varemini liitub puistu ja algab võistlus ning rõhumine, mille tagajärjel püsima jäävad kõige elujõulisemad, kes oma arenemiseks aga rohket kasvuruumi tarvitavad ja selle tõttu vähemal arvul pinnaühikule mahuvad. Võtame näit. VARGAS de BEDEMARI andmed Peterburi kub. normaalmännikuist ja -kuusikuist, siis kujuneb pilt järgmiselt:

		20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.	120 a.
mänd	I bon.	5060	2800	1300	750	580	490
	III „	6620	3640	1950	1200	830	700
	V „	8400	4830	2780	1750	1300	—
kuusk	I „	5750	2250	1170	740	600	540
	III „	7700	3230	1710	1130	810	710
	V „	9950	5270	2660	1720	1250	1110

Täielisemaks saab pilt, kui arvesse võtta, et samade andmete järele 100-aastases männikus on:

I bon. maal keskm. tüve rinnasmõõt 12,2 tolli, keskm. pikkus 88 jalga.
III „ „ „ „ „ 9,1 „ „ „ 72 „
V „ „ „ „ „ 5,8 „ „ „ 54 „

Samasugune järjekindlus tuleb ilmsiks kliima muutumisel: mida soodsamad on kliimaolud puuliigile, seda varemini algab võistlus jõudsa arenemise tagajärjel. Eelmise autori andmed männi ja kase kohta Peterburi ja Samara kubermangus kujutavad seda näitlikult.

Puude arv 1 tiinu peal:

mänd	20 a.	40 a.	60 a.	80 a.	100 a.	120 a.
Peterburi kuberm.	5060	2800	1300	750	580	490
Samara „	3230	1500	850	610	540	—
kask:						
Peterburi „	5160	1830	850	590	520	—
Samara „	2850	1120	540	380	—	—

Nõndasama kujuneb asi maapinna-kõrguse tõusuga merepinnast: mida kõrgemale tõuseb maapind, seda enam suureneb puude arv pinnaühikul. SCHUBERG jaotas Baadenis pöögi kasvuala 3 vöötesse, kusjuures I vööde tõusis kuni 400 m, II vööde 401—800 m ja III vööde 801—1200 m. Vastavalt sellele leidis ta ühesuguse headusega maal puude arvu 1 ha peal ühtlasel vanaduseastmel järgmises vahekorras: 100 : 126 : 244.

Kasvab puude üldarv maa- ja kliimaolude halvenemisega teataval pindalal, siis tuleb ilmsiks vastupidine nähtus, kui aluseks võtta jämedate ja pikkade puude arvu samal pinnaühikul. Nende arv tõuseb ühes maa headuse ja paremate kliimaoludega. Võtame jällegi näit. VARGAS de BEDEMAR'i tabelid, siis leiame, et 78 jala pikkusi mände kasvab I bon. maal 750, II bon. 730 ja III bon. 700 tükki. Sama vahekorra saame ka, kui aluseks võtame ühtlase jämeduse, näit. 10,3 tolli, kus kasvab sama arv puid vastavail boniteetidel. Paremais kliimaoludes kujuneb see vahe märksa suuremaks. Nii näitavad Saksamaa andmed 23 m keskmise kõrguse juures I bon. normaalmännikutes 800, III bon. 470 puud hektaaril.

Me näeme, et võistlus üksikute puude vahel on kõige kibedam puu nooremas eas, kuna ta vanaduses enam-vähem raugeb. Otseses ühenduses sellega on puude pikkusekasvu hoog, tema tõus ja lange. Kiirelt kasvajail ja valgusenõudjail liikidel algab ta varemini, aeglaselt kasvajail ja varjukannatajail hiljemini, paremail kasvukohtadel ja soodsamas kliimas varemini kui kehvadel maadel ja ebasoodsais kliimaoludes.

Kuivõrt kõrgusekasvu käik puuliikidel ja mitmesuguse headusega maal üksteisest lahku läheb, kujutab järgnev MOROSOV'i andmetel koostatud tabel:

Jooksev pikkuse-juurdekasv meetrites mitmel vanaduseastmel.

Vanadus a.	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
mänd I bon. . .	0,37	0,43	0,44	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,37
„ III bon. . .	0,17	0,23	0,27	0,30	0,31	0,30	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26
„ V bon. . .	0,07	0,08	0,10	0,13	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15
kuusk I bon. . .	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,39	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38
„ III bon. . .	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27
„ V bon. . .	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16
aabies I bon. . . .	0,07	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,23	0,26	0,27	0,29	0,30
pöök I bon. . . .	0,16	0,21	0,25	0,30	0,33	0,35	0,37	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35

Nagu kõrgusekasvus, tuleb ka jämedusekasvus kindel järjekord maa ja kliima vaheldusel ilmsiks, samuti ka puuliikide varasem või hilisem jämedusekasvu haripunkt.

Toogitabelites on näidatud keskmine puistu jämedus teataval vanaduseastmel ning maal, üksikute puude jämedus tõuseb aga sagedasti 10, 15 sm või rohkema võrra üle keskmise jämeduse. Nähtavasti ei mõju jämedusekasvu arenemisse ühtlaselt jaotatud kasvuruum kuigi palju, sest juba noortes istandustes erinevad üksikud tüved oma jämeduses ja vanemas, loomulikul uuendusel tekkinud metsas leiduvad kord jämedad ja peenemad puud segi, kord ainult peenemad või jällegi ainult jämedad ühes rühmas, kus nende tüve-vaheruum ei ulatu sagedasti üle 1—2 m.

Tüve läbimõõt kasvab 5 aasta jooksul 1—2 sm, nii et puistu keskmine jämedus suureneb 2—3 aasta kestusel 1 sm võrra. Mitmesugustes kliimavöödes on vahe puuliikide jämedusekasvus ühtlasel vanaduseastmel keskmiselt 2—3 sm. Tüve läbimõõt langeb halvema boniteediga keskmiselt 2,5—3 sm (Peterb. kub.) ja alama boniteedi puistu läbimõõdu tõusmiseks ligema kõrgema bon. läbimõõduni kulub 10—15 aastat ära.

Et puude liitusest sõltub, nagu eespool juba tähendatud, ka tüvede vorm ja peaasjalikult tüve pikkus ning siledus, siis on huvitav jälgida, kuivõrt tihedam või hõredam puude seis kultiveerimisel nende omaduste peale mõju avaldab ja kuivõrt loomulikult uuenenud või külvatud ja istutatud metsas tüvede laasumine üksteisest lahku läheb. Külvi pooldajad toovad muu seas üheks ta paremuseks ette, et külvatud metsas on tüved siledamad ning vähemate okstega kui istutatud metsas, istutamise pooldajad omalt poolt väidavad, et mitmesaja tuhande taime asemel, mis külvi teel tärkavad ja milledest valdav osa juba noores eas ilma kasuta hukkub, istutamisel mõne tuhande taimega võib leppida, kusjuures algusest peale iga puuke oma arenemiseks küllaldaselt kasvuruumi leiab ja seejuures küllalt rikkalikku eeltooki võimaldab. Sagedasti tõuseb küsimus, kas ei jätkuks näit. männistandustes tiinu kohta küllalt 4800 või isegi 2400 puukesest, kuna me ometi teame, et raie-eas neid üle 400 või 500 ei leidu.

A. BÜHLER'i andmed istutatud ja külvatud metsas kasvavate puude võra- ja laasunud tüveosa suhte üle aitavad seda küsimust lahendada.

A. Kuusk istutatult:

puistu kõrgus m	a) puistu keskmise kõrguse järele					
	keskm. kõrgus klassides m	võra pikkus		laasunud tüveosa pikkus		haljaste pööriste arv
		absoluutne m	% keskm. kl. kõrgusest	absoluutne m	% keskm. kl. kõrgusest	
5,1—10	8,74	5,01	57,3	3,73	42,7	10
10,1—15	12,46	5,83	46,8	6,63	53,2	11
15,1—20	17,52	7,01	40,0	10,51	60,0	13
20,1—25,O	21,84	7,21	33,0	14,63	67,0	15
25,1—30,P	27,58	9,34	33,9	18,24	66,1	20
vanadus a.	b) puistu vanaduse järele					
21—40	13,10	6,03	46,0	7,07	54,0	11
41—60	18,80	6,84	36,4	11,96	63,6	14
61—80	22,42	8,01	45,7	14,41	64,3	20

B. Kuusk külvatult või loomulikult uuenenud:

puistu kõrgus m	a) puistu keskm. kõrguse järele					
	keskm. kõrgus klassides m	võra pikkus		laasunud tüveosa pikkus		haljaste pööriste arv
		absoluutne m	% keskm. kl. kõrgusest	absoluutne m	% keskm. kl. kõrgusest	
5,1—10,0	5,84	2,83	48,5	3,01	51,5	9
10,1—15,	11,32	5,16	45,6	6,16	54,4	10
15,1—20,	19,29	7,06	36,6	12,23	63,4	14
20,1—25,	23,63	7,86	33,3	15,77	66,7	20
25,1—30,0	27,62	8,89	32,2	18,73	67,8	24
vanadus a.	b) puistu vanaduse järele					
21—40	8,26	3,83	46,7	4,40	53,3	10
41—60	21,40	7,23	33,8	14,17	66,2	16
61—80	24,92	8,18	32,8	16,74	67,2	20

Istutatud metsa külvatud või loomulikul uuendusel tekkinud metsaga võrreldes paistab silma, et kõige suurem vahe tüvede laasumises on 5—10 meetri kõrguses kasvujärgus, sest kuna istutatud metsas laasunud tüveosa peale 43% puu pikkusest langeb, tõuseb ta külvatud ja loomulikult uuenenud metsas 52% peale. Kerkib kõrgus juba üle 10 meetri, siis hakkavad vahed ikka rohkem kaduma, ja 50-aastastes metsades on vahe õige väike.

Kuigi külvatud mets paistab silmanähtavalt puhtatüvelisem olevat, laseb see end seletada sellega, et tihedamalt kasvavad puud tuule

käes liikudes oma naabrite tüvesid kuivanud okstest paremini puhastavad kui hõredamalt seisjad istutatud puud. Kui võrrelda aga haljaste pööriste arvu, siis näeme, et see on mõlematel ühesuurune.

Et istutatud puistus vaheruum üksikute puude vahel tüvede laasumise ja sileduse peale mõjub, on silmanähtav ja katsed, mis selle küsimuse selgitamiseks on läbi viidud, näitavad, et vaheruum, mis üle ulatub 1,2 m, end tüvede laasumise suhtes maksma paneb selles sihis, et seal on võra osa pikem, laasunud tüveosa aga lühem kui kitsama vaheruumiga istutatud puistus, kuid vanemas eas kaob see vahe ikka rohkem ja rohkem. Arvamine, nagu mõjuks puude vaheruum ridades tüvede laasumisse kõige rohkem, nagu ei oleks 1,5—1,8-meetrilisel ridadevahel halba mõju laasumisse, kui aga puud ridades enestes küllalt tihedalt seisavad, ei leia katsete põhjal küllalt kinnitust, sest säärasel korral laasuvad tüved küll kahelt poolt, kus naabrid seisavad, sellevastu arenevad oksad külgedel, mis ridadevahede poole pöördud, takistamatult ja võra omandab loperguse vormi (lipulatv), mille järele ka tüvi ümmarguse vormi asemel loperguseks kujuneb.

Kuidas vaheruum puude ladva- ja laasunud tüveosa vahekorrasse mõjub, selgub BÜHLER'i katseist:

Puistu kõrgus m.	Vahe ridade ja puude vahel meetrites:				
	0,9—1,0 0,6—0,9	1,0—1,2 0,75—1,2	1,5 0,9	1,35—1,5 1,35—1,5	1,9 1,0—1,1
	1) tõeline võra pikkus m				
5,1—10	5,03	4,80	5,10	—	—
10,1—15,0	5,16	5,88	6,42	6,24	6,43
15,1—20,0	6,40	6,29	7,04	7,71	7,98
20,1—25,0	—	6,93	—	—	—
	% tüve üldpikkusest:				
5,1—10	60,6	54,2	58,4	—	—
10,1—15,0	43,0	46,0	49,7	48,0	44,5
15,1—20,0	37,1	38,1	49,9	42,4	43,7
20,1—25,0	—	29,6	—	—	—
	2) laasunud tüveosa pikkus:				
5,1—10,0	3,27	4,06	3,63	—	—
10,1—15,0	6,84	6,90	6,49	6,75	8,03
15,1—20,0	10,86	10,20	10,16	10,49	10,29
20,1—25,0	—	16,46	—	—	—
	% tüve üldpikkusest:				
5,1—10,0	39,4	45,8	41,6	—	—
10,1—15,0	57,0	54,0	50,3	52,0	55,5
15,1—20,0	62,9	61,9	59,1	57,6	56,3
20,1—25,0	—	70,4	—	—	—

Puistu kõrgus m.	vahe ridade ja puude vahel				
	0,9—1,0 0,6—0,9	1,0—1,2 0,75—1,2	1,5 0,9	1,35—1,5 1,35—1,5	1,9 1,0—1,1
	3) haljaste pööriste arv (keskmine):				
5,1—10,0	9	11	9	—	—
10,1—15,0	11	11	11	12	12
15,1—20,0	13	11	13	12	14
20,1—25,0	—	17	—	—	—

Kõige suuremat mõju tüvede laasumisse avaldab maa headus. Puhta tüveosa pikkuse vahe paremal ja halvemal maal ulatub 2—5 meetrini ja seejuures on ka paremal maal kasvava puu võra 1—3 meetri võrra pikem kui kehvemal maal kasvaval. Pööriste arv on peaaegu ühesuurune kõikidel boniteetidel; et aga heal maal kasvades aastavirvesed palju pikemad on, siis on ka kogu võra märksa pikem.

Järgnev tabel selgitab paremal ja halvemal maal kasvavate puude võra ja laasunud tüveosa suhet.

Kuusk:

vanadus	puistu kõrgus m	keskmine võra pikkus m		keskmine laasunud tüveosa pikkus		haljaste pööriste arv
		absoluutne	% üldpikkusest	absoluutne	% üldpikkusest	
28 a.	12,17	6,37	52,3	5,8	47,7	11
28 „	8,79	4,07	56,5	3,82	43,5	11
38 „	18,91	8,0	42,3	10,91	57,7	14
37 „	15,31	6,92	45,2	8,31	54,8	12
61 „	23,58	7,47	31,7	16,11	68,3	17
61 „	18,45	6,99	37,9	11,46	62,1	21
70 „	27,58	9,34	33,9	18,24	66,1	20
70 „	21,98	8,10	36,9	13,88	63,1	23
83 „	28,3	10,83	37,6	17,97	62,4	34
80 „	25,09	9,24	36,8	15,85	63,2	24
93 „	34,62	10,37	30,0	24,25	70,0	28
90 „	29,49	8,14	27,6	21,35	72,4	30

O. LAKARI on Soome metsades männivõrade arenemist ühenduses maa headuse, tüvekoonduse ja laasuvusega uurinud, mille tulemused näitavad, et tüvekoondus on seda suurem, mida lühem on laasunud tüveosa, ja et see omakord on seda lühem, mida halvem maa ja mida nooremas eas on puu.

Mis puutub paremasse või halvemasse tüvede laasumisse, siis paistavad männikultuuride võrdlemisel suured lahkuminekud silma. Kohati on tihedad kultuurid 20—25 aasta vanuselt alles nii okslised,

et see ebaloomulise nähtusena silma paistab; kohati on palju hõredamad kultuurid samas vanaduses juba kenasti laasunud. Kuigi männid on harilikult savikail mail okslisemad ja laasuvad hiljemini kui liivamail, tuleb ka viimastel raskeid laasumisnähtusi ette, nagu see raamatu kirjutajale silma puutus Rannu metsandikus Lombi vahtkonna kv. 24 Võrtsjärve kaldal, kus 19-aastane männi-kuuse kultuur, kus üle 22000 taime tiinu peal (3′ × 1,5′) alles niivõrt oksline on, et see tahtmata sunnib mingisuguseid erilisi põhjusi otsima. Maa on liivane, kuigi puude kasv kultuuris (kõrg. 24′, keskm. jäm. 2,5″) I bon. laseb oletada, 3—4 jala sügavusel leidub kivirähk ja savi. Ka vaheruum kultuurides annab pealtnäha ühtlastel maadel lahkuminevaid tagajärgi. Näitena võiks ette tuua 30 a. vanuse männikultuuri Räpina metskonnas (vastu Kahkva piiri), kus ridade vahe = 3 m (9,8′), puudevahe reas = 1 m (3,3′), puude kõrgus 15 m ja keskmine läbimõõt 16 sm näitab, et siin tegemist on eriti hea maaga; liitus ja tüvede laasumine on rahuldavad, vaatamata ebamääraselt laia ridade-vaheruumi peale. Vastandiks oli juhus näha Kabala metskonna kv. 274 24-aastast männikultuuri, istutatud 7′ × 7′ vahega endisele põllule (liivakas). Puude keskmine kõrgus ulatub 10 m, keskmine jämedus 20 sm, kuid puud on alt peale nii tugevate okstega kaetud, et nendest tulevikuski vaevalt tarbepuud võib loota. Kavatsetud oli ridade ja puude vahele pärast veel rida kuuski istutada, kuid tookordse metsaülema ümberpaigutamise tõttu jäänud see kavatsus teostamata. Need näited meie metsadest lasevad oletada, et tähelepanekud, millede järele puude vaheruum ridades võra arenemisse ja tüvede laasumisse kõige suuremat mõju avaldavad, on ikkagi niivõrt kaaluvad, et seda tuleb arvestada.

Sagedasti võetakse männi ja kuuse juures kunstlik okste kõrvaldamine ette. Enamalt jaolt leiduvad säärased kunstlikult laasitud puud talumetsades või karjamaadel, kus laasimise põhjuseks on okste kasutamine aluspõhuks; kuid ei puudu ka juhtumused, kus endistes mõisametsades seda ette on võetud, osalt paremaks tüvede puhastamiseks, osalt „ilunõuetel“, osalt aga tulehäda vähendamiseks.

O. LAKARI uurimistel saadud andmed kuuse laasimise kohta Soomes (Evol) näitavad, et selle tagajärjed kuuse suhtes on negatiivsed. Uurimismaterjaliks olid kuused, mis olid 20 aasta eest laasitud ja sel korral 30—70 a. vanaduses, 5-—7-tollise läbimõõduga. Laasitud oli ettevaatlikult, oksi saega tüve ligidusest ära lõigates, koort vigastamata; laasitud olid puud umbes poole tüve kõrguseni; töö ise oli korda saadetud varakevadel (märtsi- ja aprillikuul), üksikuil juhtudel ka hilissügisel, ja ta otstarbeks oli 1) okste kasutamine aluspõhuks, 2) sileda tüve saamine ja puu tehnilise väärtuse tõstmine, 3) karjamaa parandamine üleliigse varjamise kõrvaldamise läbi, 4) metsa ilu tõstmine. Uurimisel paistis kõige pealt silma, et laasimise jäljed olid 15—20 aasta järel selgesti nähtavad ja puud ajasid rohkesti vaiku, puude saagimisel oli tüves pea erandita mädanemise jälgi vähema või suurema arenemisjärguna näha.

Uurimise andmeist on tähtsamad: 1) laasimine ei mõju otsekohe kõrgusekasvusse, kuigi järgnevail aastail kõrgusekasvu vähenemist

tähele võib panna. 2) Jämeduse-juurdekasv väheneb kohe järgmisel aastal peale laasimist, nimelt võrdub jämeduse-juurdekasvu protsent peale laasimist 30—50% laasimiseelse juurdekasvu protsendist. Jämedusekasv väheneb alumises tüveosas suuremal määral kui ülemises, mille tõttu tüve vorm paraneb. 3) Pinna-juurdekasv suureneb peale laasimist ülemises tüveosas rohkem kui alumises, kuna see enne laasimist ümberpöördud oli. Selles suhtes võrdub laasimine alarindes kasvavate puude varjamisega. 4) Massi-juurdekasvu protsent langeb laasimise tagajärjel poole võrra. Kuigi võra pärast laasimist suudab paraneda, jääb oksamass võrreldes tüvemassiga isegi 12—18 aastat pärast laasimist vähemaks, kui see oli enne laasimist. Tüvemäda ilmumine on üldine, eriti puuosas, mis on pärast laasimist kasvanud ja kust oksad kõrvaldatud.

Eespool on juba tähendatud, et puid liigitatakse pinnaparandajaiks ja pinnahalvendajaiks. Ka see omadus on ühenduses liitusega ja omab erilist tähtsust kehvematel maadel; sellepärast on just kehvematel maadel liituse parandamised hõredais metsaosades tarvilised täiendavate kultiveerimiste või alusmetsa asutamise teel. Ka puude tõuparandamises on liitusel suur tähtsus: kõige paremate kasvuomadustega varustatud ning kõige elujõulisemad puud suudavad end heas liituses hoida, kuna nõrk ning jõuetu element temas armuta hukkub. Et puude seemnekandmine liituses märksa hiljemini algab kui vabalt kasvamisel ja et kõige kõrgemad ning paremavõralised puud ka kõige rohkem seemet kasvatavad, siis andub sugu edasi kõige tugevamaist ja energilisemaist eksemplaridest, kuna alaväärtuslik materjal saab selles õige vähe või pea mitte sugugi kaasa aidata.

Puht- ja segametsad. Nende mõistete täpsamaks määraks on Saksa katsejaamade otsuse põhjal puuliikide esindajate arv puistu koosseisus. On üks puuliik kuni $^{9}/_{10}$-na puistu koosseisus esinemas, siis loetakse seesugust metsa puhtmetsaks, tõuseb aga teise ehk teiste liikide lisa üle $^{1}/_{10}$, siis kuulub mets segametsa liiki.

Puhtmetsade tekkimise põhjused on loomulikud, mille all tuleb mõista ühesuguselt kujunenud kliima- ja maaolusid, või nad on kunstlikud, kui inimese tegevus annab ühele liigile ülekaalu. Mida enam mets ligineb oma loomuliku kasvu piiridele vertikaalses ja horisontaalses suunas, seda enam kaldub ta puhtmetsade poole, näiteks põhjamail ja mägede kõrgemais regioones; mida kehvem või niiskem on maa, seda vähemal arvul asub sinna puuliike, ja püsima jäävad üksikud, vähesega leppijad või eriliste nõuetega puuliigid, nagu näiteks meie oludes rabadel, kuivadel ja kõhnadel maadel mänd ja liiga niiskel maal sanglepp. Üldiselt leidub looduses vähestel aladel puhtmetsi, sest kus kliima ja maaolud vähegi paranevad, seal on kasvamine võimaldatud juba mitmele puuliigile, nii siis ka ülekaal segametsadel.

Puuliigid iseenesest kalduvad rohkem kasvama segus teiste liikidega; mõnda puuliiki ei saa me enesele puhtmetsana kasvavana ettegi kujutada, nii näit. jalakat ja vahert. Ka valgusenõudlikkus ja varjukannatus omalt poolt ei ole seotud puhtmetsas kasvamisega, sest mõlemate esindajad kasvavad loomulikult niihästi puhtalt kui ka segatult ja kuigi varjukannatajad, näit. kuusk, on sagedasti oma tiheda liitu-

mise tõttu noores eas piiratud aladel esinemas puhtpuistuna, on see nähtus ometi ajutine, mööduv, ja niipea kui liituseolud lahedamaks muutuvad, asuvad seguna teised puuliigid lisaks. Märksa suuremas ulatuses on puhtmetsade tekkimine ühenduses inimese tegevusega, ja nimelt algab see tegevus metsanduse arenemisega. Tõukeks said tulunduslikud paremused, mida puhtmetsade läbi arvati kättesaadavaks teha; nimelt olid 19. aastasaja esimesel poolel mõõduandjaks Saksamaa metsade ümbermoodustamisel puhtmetsadeks: 1) võrdlemisi lihtne ja kerge käitus, mille lõpp-eesmärgiks seati paljasraietega ühendatud loomulik metsa uuendamine; 2) võrdlemisi suur ning üheväärtuslik took, mida annavad puhtad ja ühevanused metsad. Sellega ühenduses lihtne metsa ülestöötamine ja arvestamine, mis järelevaatamiseks ja juhatamiseks vähem tööjõude nõuab, peale selle end kindlate ettekirjutuste ning ühtlustamise alla laseb painutada ja kergemini allub kontroleerimisele. Need põhjused on praegugi maksvad oludel, kus puuduvad vilunud ja eriliselt ettevalmistatud metsa-ametnikud või kus metsa-ala on nõnda väike, et ta eriteadlase ametissepanemist ei õigusta, nagu see erametsades sagedasti aset leiab. Sellele lisaks tulevad erilised metsakasutamis-viisid, kus puhtmetsade asutamine on kõige otstarbekohasem ja tulunduslikult kõige soovitavam, nagu näit. pajude kasvatamisel ja tammekoore kasutuse käitusel, mis on aga niivõrt väikese ulatusega ja kohalise tähtsusega, et nad üldises mõttes mõõduandjaks ei saa olla.

Segametsade poolt räägib palju põhjusi; nendest on küllalt kaaluv juba see, et looduses valitsevad suuremas ulatuses segametsad, kus olud selleks vähegi soodsad on. Edasi järgneb, et sel korral, kui me metsakasvatuse aluseks seame käituse jäävuse, see tähendab, et metsamaa pole mitte ühekordseks kasutamiseks määratud, vaid et üks metsapõlv võiks teisele vahet pidamata järgneda, siis see läbiviidav on niisugustes oludes, kus maa metsa all mitte ei halvene, vaid paraneb. Nagu eelmistest seletustest selgub, räägib palju põhjusi selle poolt, et segametsade all on lugu selle poolest parem kui puhtmetsades. Esinegu puhtmetsades valgusenõudjad või varjusallijad puuliigid, maasse ja pinnakattesse mõjub ühekülgne metsa koosseis halvemini kui segametsades: valgusenõudjate all, mis armastavad hõredalt kasvada, halveneb pinnaturve ja sellega ühenduses tekivad muutused pinnases, mis metsakasvusse üldiselt negatiivselt mõjuvad; ka varjukannatajate all tulevad ebasoodsad nähtused valguse, soojuse ja sademete tagasihoidmises ja huumuse ümbermoodustuses ilmsiks, mille lõpptulemus niisama negatiivseks võib kujuneda. Kõige paremini saab väliseid tegureid, nagu valgust, sademeid ja temperatuuri, ära kasutada ja jaotada segametsade all, niisama ka pinnase toitaineid sügav- ja madaljuurdujate puude tuluks mitmesugustes kihtides. Peale selle selgus, et puuliikide tarvidus toitainete suhtes ei ole ühtlane, et üksikuil liikidel on ühe või teise aine tarvitus üldiselt või aasta-aegade järele vahelduv, mis jällegi paremat ning ühetaolisemat tarvitamist lubab segametsades. Ka kasvuruumi äratarvitamises annab valgusenõudjate ja varjukannatajate puuliikide segu paremaid võimalusi kui see võimalik on valgusenõudjaist koosnevas puhtmetsas. Võiks öelda, et

üldiselt kõik pinnase omadused, nagu struktuur, niiskus, soojus ja nõndasama ka huumuse omadused, on segametsade all paremad kui puhtmetsade, eriti valgusenõudjate all, kes pinnase parandamise omaduse õige varakult kaotavad. Kõige varemini sünnib see kasemetsade all, nendele järgnevad lehtmänni-, tamme-, lepa- ja männimetsad. Sellest võiks järeldada, et puhtmetsad leiavad õigustamist lühikesekasutusealises käituses, eriti kui sellega ühendatud on kõige tulusam kasutusevõimalus.

Segametsade poolt räägib peale selle palju põhjusi, mis on ühenduses metsakaitsega: nii on lumemurd segametsades, kus okaspuud lehtpuudega vahelduvad, vähem kui puht-okasmetsas, sest et paljaste lehtpuu-okste peale ei jää nii suur lumelade peatuma kui okaspuude võradele. Samuti on lugu ka tuulehädaga, kus madaljuurdujad puuliigid sügavjuurdujate segu toetusel tuulekindlamaks saavad. Siin võib aga ka vastupidine nähtus ilmsiks tulla, nimelt sel juhul, kui tuulekindla puhtmetsa hulka tuulekartjad liigid segatakse, mille läbi puistu üldiselt tuulekartjamaks muutub. Tulehäda on segametsades vähem kui puht-okasmetsades, eriti siis, kui lehtpuud pikemate vöödetena okaspuudega vahelduvad või okasmetsa osasid ümbritsevad.

Putukahäda väheneb segametsades selle läbi, et suuremalt osalt asuvad röövikud ühel puuliigil, ja uute söödapuude otsimisel hukkuvad nad kergemini või jäävad hõlpsamini nälga kui puhtmetsades, kus iga puu, mille otsa röövik ronib, talle uueks söödamaaks saab.

Hiliskülmad on külmahelladele puuliikidele segametsades vähemate tagajärgedega kui puhtmetsana kasvamise korral.

Ei või tähendamata jätta, et segametsades loomulik metsauuendus kergemini korda läheb kui puhtmetsades. Kui võrrelda järelkasvu puht-kuusemetsas ja kuuse-segametsas, siis paistab vahe segametsade kasuks silma. See nähtus on ühenduses eespool-kirjeldatud huumuse parema omaduse, pealispinna muheduse ning vastuvõtlikkusega ja soodsamate välistegurite mõjuga. Segametsade paremuseks arvatakse ka paremat tüvede laasumist ning väljakujunemist, nõnda et see ühenduses suurema massi produtseerimisega metsa väärtust aitab tõsta.

Et pinnas on oma keemilistes ja füüsilistes omadustes isegi vähemail aladel väga vahelduv, siis on ka kergem üksikuid puuliike paigutada segametsas vastavaile kasvukohtadele, selle asemel, et iga liiki eraldi puhtpuistuna kasvatada. Nii on maa kõige paremini ärakasutatav; seejuures on teatav võimalus olemas iga liiki segus kasutada kõige vastavamas kasutuseas. On segametsas esinemas näit. kased, haavad, jalakad, vahtrad, saared ja tammed, siis võiks selle asemel, et puhtmetsades põimendusraiete teel ühe liigi puid välja võtta, segametsades 40. ja 50. aastal kased ja haavad raiumisele võtta, nendele järgneksid 60—100 aastani jalakad, vahtrad ja saared, kuna tammed 120—150 aasta vanaduses peakasutust annaksid; osa tammedest, saartest ja jalakaist jääks järgmisse raieringi kasvama.

Peab tähendama, et kõik need paremused, mida segametsad metsakasvatuslikust ja -kasutuslikust küljest võivad pakkuda, on ühendatud suurema hoole ja tööga. Segametsad nõuavad hooldamisel

rohkem vaeva ning tähelepanu kui puhtmetsad. Iga liik tahab individuaalset hoolitsemist. Šabblooniliselt ei ole siin midagi peale hakata, hooletus ja mitteasjalik ümberkäimine üksikute puuliikidega annavad lõpptulemustes halvemaid tagajärgi kui puhtmetsades. Selles peitub põhjus, miks segametsade asutamine ja otstarbekohane hooldamine võrdlemisi vähe pinda on leidnud, mitte ainult meil, vaid ka mujal. Meil leidub rohkesti metsaosasid, kus maa on soodus segametsade kasvatamiseks, eriti vääriliste lehtpuude, tamme, saare ja jalaka abil. Senini on sääraseid alasid katsutud kultiveerida suuremalt osalt kuusekülvi läbi, mis pea erandita eitavaid tagajärgi on annud. Tulevikus peaks asi selle poolest paranema ja soodsad kasvukohad produktiivsemalt ära kasutatama, kui see senini on sündinud. Võimalust selleks pakub segametsade kultiveerimine. Puuliik, mis esineb segametsas kõige suuremal arvul, moodustab *enamusliigi*, kuna teised *vähemusliikideks* jäävad. Puuliik aga, mis on kõige väärtuslikum ja mille kasuks hooldamistöödel ohverdatakse teiste liikide huvid, kannab *pealiigi* nime, kuna teised *kõrval-liikidena* esinevad. Sellest järeldub, et pealiik ei tarvitse alati enamusliik olla. 100 tamme või saart võivad suurema väärtusega olla kui 1000 haaba, mis ühes tammega samal pindalal kasvavad. Järjelikult tulevad ka tammed suurema hoole alla võtta, kuigi haavad selle all kannataksid.

Segus tehakse vahet *jäävа* ja *ajutise* segu vahel. Jääva ilmet omab segu, kui ta pea-puuliigiga kasvama jääb kuni selle kasutamiseni, vaatamata selle peale, kas ta asutati enne, pärast või ühel ajal pealiigiga. Ajutist ilmet omab segu sel korral, kui ta enne pealiigi kasutamist puistu koosseisust lahkub. Segu võib olla kas *ühevanune* või *erivanune*, pikkusekasvu järele kas *üherindeline* või *mitmerindeline*. Alarindes võib segu, kui ta kauemat aega peale pealiiki on asutatud, alusmetsa ilmet omada. Lõppeks võib segu jaotuse läbi kujuneda *üksikseguks*, kui ta seisab üksikute puudena pealiikide vahel. Ta võib olla vähene või rikkalik ja annab võimalust kõige paremini pinnase- ja puistuolusid ära kasutada. Vastavalt sellele on ta ilma erilise korrata ning ühtluseta, ja see on ühtlasi ta varjuküljeks, sest et hooldamine ja ülevaatus on raskendatud.

Reassegus on segaliik ehk -liigid ridade viisi pealiigi vahele paigutatud kas korraliselt, vahelduvate või mitmesuguste vahedega. Reassegu muutub *ribas-* ehk *vöötesseguks*, kui ta ilma vahelduseta mitmesuguses laiuses läbi pealiigi läheb.

Reassegu oma teisenditega annab võimalust kergemat ja ülevaatlikumat segapuude hooldamist läbi viia; tema varjukülgedeks on, et maaolud ei leia vastavat kasutamist ja segapuude read ehk ribad lähevad pinnastest üle, mis on puuliigile vähe soodsad. Reassegu kasvatamisel tuleb hoolsasti silmas pidada kõrvalolevate puuliikide mõju. Sagedasti lämmatavad kõrvalkasvavad pealiigi read segaliikide üksikridu.

Salksegus on sega-puuliigid vähemate või suuremate salkadena pealiigi-puude vahele paigutatud, aluseks võttes pinnase ja puistu seisukorda. Suuremad salgad esinevad teatavas mõttes juba puhtpuistuina, milledes pealiikide mõju salkade äärtes end tunda annab.

Salksegu annab võimalust pinnast hästi ära kasutada ja kergendab hooldamistöid salkades enestes.

Üksik- kui ka salksegu läheneb kõige enam loomulikule segule ja leiab laialist tarvitamist kunstlikul metsastamisel.

Puht- ja segametsade eelistamises lähevad metsamehed lahku, nagu mitmeski muus põhjapanevas küsimuses metsanduse alal. Üldiselt kaldub aga poolehoid viimasel ajal rohkem segametsade poole, kuid vale oleks metsastamisel küsimust rajada „kas puht- või segametsade" peale. Õigem oleks aluseks võtta: „puht- ja segametsad". Mõlemad on teatavail tingimusil õigustatud, mõlemad esinevad looduses ja õige lahendus seisab olukorra tabamises ning hindamises, aluseks võttes puuliikide erilisi nõudeid ning kasvuomadusi ja tegelikult saavutatud kogemusi. Kuivõrt üks või teine puuliik puhtalt ja seguna kasvades metsakasvatuslikult arvesse tuleb, leiab käsitlemist vastavate liikide metsakasvatuslikkude suhete kirjelduses; siinkohal võiksid aset leida mõned üldmäärused segametsade asutamise ja hooldamise alalt:

Segametsade paremusi ära kasutades parematüveliste puude ja sellega ühes kõrgemaväärtusliku metsa kasvatamiseks tuleb pinnaseoludele vastavalt seguliike nõnda paigutada, et selle läbi kõige paremini ning kergemini võimalduks vastastikune tüve kujunemine ja laasumine. Seejuures tuleb silmas pidada, et puuliigid maaparandamises üksteist vastastikku täiendaksid. Maahalvendajate juurde tuleb võtta ka maaparandajaid.

Puuliikide mitmesuguse kõrgusekasvu hoog teataval vanaduseastmel tuleb arvesse võtta ja õigel ajal appi minna, kus üks liik hakkab teise pärast kannatama, mis võib sündida niihästi üleulatuva kõrgusekasvu kui ka kõrvalvarju läbi. Ei tohi unustada, et kõrgusekasvu käik vaheldub maa headusega. Paremail lehtpuu-maadel võiks ühevanuse seguna kasvavas metsas järgmine kasvu arenemine aset leida: tamm jääks ilma hooldamata varssi teistest alla, saar edeneks jõudsasti kõrgusekasvus, mänd hakkaks 15—20-aastaselt harunema, laiutaks võra ja kasvataks okslist tüve, kui ta hõredalt ja üksikult on segatud. Kuusk jääks esialgu kasvus teistest maha, jõuaks aga varssi nendele järele ja pärast nendest isegi ette. Paremail kuusemaadel jõuab kuusk juba 15—20 a. vanuselt männist ette ja hakkab teda mõlemalt poolt ridades varjama. Kuigi väike mahajäämine kasvus noores eas männile mõnikord kasulik on ja teda paremat tüve kasvatama sunnib, peab teda hoolega silmas pidama ja appi minema, kui asi halvaks kipub kujunema. Samane lugu kordub ka lehtmänniga, ja kuigi see end sirutab, et oma võra vaba hoida, jäävad ta tüved peeneks ja hukkuvad lõpuks ikkagi. Tamm üksikult või reas segatult hukkub paratamata kuuse vahel, isegi kui segu pole ühevanune. Kehvemail boniteetidel kujuneks aga kõrgusekasvu vahekord üksikute liikide vahel teisiti ja sellega ühes oleksid segamise tagajärjed teissugused. Võivad isegi juhud ette tulla, et tamm kasvus end üle kuuse suudab pidada seal, kus alumised mullakihid rikkamad on pealmistest. Selle küsimuse õige lahendamisega on suuremalt osalt seotud segamise kordaminek, ja selle tõttu ei või vanametsa koosseisu uue asu-

tamisel tähele panemata jätta. Eriti tuleb silmas pidada, et ka uues metsas endine „pea- ehk põhiliik“ valdava enamuse omandaks.

On varjukannataja liik segus eelkasvav (ülarindeks), siis on järelkasvajatele (alarindes) seda rohkem abi tarvis, mida valgusenõudlikumad nad on, mida tihedamalt seisavad eelkasvavad ja mida suurem on mõlemate kõrgusekasvu vahe. See abi võib vabaksraiumiseni minna, kui ümberseisvad liigid järelkasvavaid ähvardavad lämmatada.

On sellevastu valgusenõudjad eelkasvus, siis tuleb kõige pealt küsimus otsustada, missugune liik peab pealiigiks jääma, eelkasvav või järelkasvav. Jääb selleks eelkasvav valgusenõudja, siis on järelkasvavale ainult niivõrt abi tarvis, et ta suudaks elutseda. Tahetakse osa nendest ülarindesse paigutada, siis tuleb nende võrad vabad hoida. Peab aga järelkasvav liik pealiigiks jääma, siis võib eelkasvavaid ainult niikaua sallida, kuni need kahju ei hakka sünnitama või kuni nad oma otstarbe, järelkasvavatele turbeks olla, on täitnud. Valgusenõudjate omavaheline segu on õigustatud ainult parematel maadel; kehvematel maadel on tarvilik, et pinna kaitseks kohe mõni varjukannataja kaasasumist leiaks.

Varjukannatajate omavahelises segamises on peaasjalikult mõõduandjaks, et seeläbi puistu üldväärtus suureneks. Kooskõlas selle põhimõttega tuleb ka kõik halvavormilised puud aegsasti kõrvaldada. Segamisel tuleb arvesse võtta üksikute liikide kasutuseiga ja tervislikku seisukorda, et varemalt väljaraiutud puude läbi mitte suured lüngad puistu liituses ei tekiks. Ajutine segu asutatakse harilikult selleks otstarbeks, et väärtuslikele liikidele tarvilist turvet külma vastu muretseda. Nii näit. asutatakse tammed, saared või isegi kuused kaskede alla, mis muidugi teada ülarindena esinevad ja oma otstarbe täitmise järel segust lahkuvad. Ka võib juhtumusi ette tulla, kus valgusenõudjad vanade eelkasvavate varjusallijate alla asutatakse, mis peale loomulikku seemendamist kõrvaldatakse, kuna noores metsas valgusenõudjad ja varjukannatajad jääva seguna kasvama jäävad.

Praktikas võivad lahendamisele tulla küsimused, mil teel noored, loomuliku või kunstliku uuenduse läbi tekkinud puhtpuistud segapuistuiks võivad moodustuda või mil viisil uus segapuistu loomulikul või kunstlikul teel tuleb asutada.

Esimesel juhul tuleb enamasti leppida hõredate või lagedate kohtadega, mis siin ja seal puistus ette tulevad ja kuhu külvi või istutamise teel segaliigid asetatakse. Loomulikult uuenenud metsas on seesugused lagedad osad mingil põhjusel põhiliigile ebasoodsad, mille tagajärjel nad ka lagedaks jäid; nii siis tuleb seda arvestada, et segaliikide asumine seal alati ei õnnestu. Harvemad on juhud, kus kasvavasse noorde metsa eriliselt koridorid või platsid raiutakse ja nendesse segaliigid istutatakse või külvatakse.

Loomulikult tekib uus segamets vana metsa asemele endises koosseisus kaunis kergesti: Lagedatel kohtadel tekivad kõrvalt pealekantud okas- ja lehtpuude seemneist segametsad, osalt aitavad ka linnud ja loomad selleks kaasa. Kunstlikul uuendusel võib segametsi niihästi külvi kui ka istutamise teel asutada, kusjuures segamisviisid ettevõtte heaks kordaminekuks palju kaasa võivad mõjuda.

Puuliikide vaheldus. Pealiskaudsel vaatlemisel esineb meile mets püsiva puude seltskonnana, milles meile küll on silma paistmas vahelduv koosseis, mitmesugused vanaduseastmed, kasv ja pinnasuurus, kuid milles me sellegi pärast harjunud oleme ette kujutama midagi jäävat, püsivat ja oma üldkarakteris vähe muutuvat ning vahelduvat. See on aga, nagu tähendatud, ainult pealiskaudse vaatlemise tagajärjel saadud mulje ja laseb end seletada osalt asjaoluga, et metsa eluiga on — võrreldes inimese omaga — märksa pikem, et kaks või kolm inimesepõlve läheb tarvis seks, et üht metsapõlve ta arenemisest kuni lõikuseni jälgida, ja nii siis näibki meile mets meie elu kestusel kui midagi alalist, muutumatut ning püsivat olevat. Jälgime aga kaugemale ja tähelepanelikumalt metsade elu, siis selgub, et alaline muutus, alaline vaheldus siingi aset leiab, et üks puuliik perioodiliselt teise asemele astub, teda tagasi tõrjub ja lõpuks ise kolmandale aset peab andma — ja me saame metsa suhtes samasuguse alaliselt vahelduva, alaliselt muutuva pildi, nagu see igal pool looduses aset leiab.

Säärase vahelduse põhjusi on mitmeid: vaatamata geoloogiliste ja kliimaliste muutuste tagajärjel tekkinud vahelduste peale, mis puuliikide elus nende geograafilise laienemisala muutumise, ülekaalu-võtmise või allajäämise suhtes pikemate ajajärkude kestusel on mõjunud, tuleb arvesse võtta esiteks puuliikide erilisi elulisi omadusi, mis neile võistluses teiste liikidega suurema või vähema ülekaalu kindlustavad, kasvuenergia tervislise seisukorra jne. läbi, teiseks puuliikide suhet väliste mõjudega, milledest maapind ja kliima esimeses reas seisavad. Loomulikult saab teistest ülekaalu see liik, kes valguse, niiskuse, temperatuuri ja toitmise suhtes vähemaga lepib. Viimast omadust võiks ehk kõige mõõduandjamaks arvata, aga et ta mitte ainus tegur ei ole, selgub sellest, et sagedasti teised puuliigid niisuguse liigi, millele kliima- ja maapinna-olud kohati täitsa soodsad, sellegi peale vaatamata välja tõrjuvad. Lõppeks tuleb veel arvesse võtta see mõju, mida inimene oma tööga, olgu see positiivset või negatiivset laadi, metsasse avaldab. See mõju ei ole mitte väike ja annab end kõige kiiremini tunda. Meie silmade all sünnib alaliselt muutus metsade koosseisus ja puuliikide vahelduses, seal, kus inimene metsaga kokku puutub, ja kuigi üksikult võttes kohalised muutused vahest harjumuse tagajärjel meile mitte otsekohe silma ei paista, on nende kogumõju pikema aja vältusel ometi väga suur. Võiks ainult näiteks Saksamaad tuua, kus okasmetsad aastasaja jooksul inimese mõjul suure ülekaalu lehtpuude üle on saanud.

Mil teel avaldab siis inimese töö mõju puuliikide vaheldusse? Väga sagedasti tuleb ta nähtavale a) kuusemetsades, kus peale paljasraiet kuuse asemele lehtpuud hakkavad kasvama: kask, haab ja kohati harilik lepp, kes endises vanas metsas vähese seguna ette tulid, võtavad peale lagastamist ülevõimu eneste kätte. Samasugune lugu juhtub, kui metsa põlemise tagajärjel kuused suurel arvul ära kuivavad. Ka seal poetavad end lehtpuud sinna, kus vähegi ruumi ja valgust leidub.

Vaatame ligemalt, missugused kohalised muutused sündisid kuusemetsa raiumise tagajärjel metsa all: Kõige pealt muutuvad valguse-

ja temperatuuriolud. Tiheda kuusemetsa all valitseb poolhämarus ja päikesekiired leiavad ainult harva läbi tiheda võrakatte teed metsapinnale. Metsa-alune õhk on selle tõttu niiskem, külmem ja vagusam kui lagedal maal, pinda katab tihe ja pehme sammalkate, kus ainult harva mõni varjukannataja rohi või lill end näitab. Pärast paljasraiet muutub asi korraga teiseks: sünnib äkiline vaheldus valguse, niiskuse, temperatuuri ja õhuliikumise suhtes. Kaob ära sammalkate, kaovad ära jänesekapsad ja teised varjutaimed, maad andes rikkalikule rohukasvule, valgusearmastajatele lilledele ning põõsastele. Ühtlasi on aga ka niisugustel puudel, kes oma nooremas arenemis-eas külmakaitset ja varju armastavad, nagu seda näit. kuusk vajab, asumistingimused raskendatud, kuna säärased puuliigid, millede elamistingimusteks külmakaitse ja vari alguses mitte tarvilikud pole, näit. kask, haab ja lepp, otsekohe seesugustel kohtadel asuvad; viimaste edu on suurem veel seeläbi, et need puuliigid peaaegu iga aasta rohket seemet kannavad, mis iseenesest kerge, kuid peale selle veel lennuaparaatidega on varustatud ja sel teel tuule õlul kaugele edasi kantakse.

Varssi katab noor, tihe kase-, haava- või lepavõsa endist kuusemetsa pinda, kas osaliselt või ka täiesti. Oma kiire kasvu tõttu on nad varssi rohtkattest üle jõudnud ja hakkavad omalt poolt pinda varjama, mille tagajärjel rohukasv järk-järgult kaob ja selle asemele surnud pinnakate tekib. Seega aga on ka aeg kätte jõudnud, et kuusk oma endisele pinnale võib asuda. On olemas külmakaitse ja turve kõrvetavate päikesekiirte eest, peatingimused uue asumise võimaluseks. Juba on tähendatud, et lehtpuu-liigid katavad raiestikke osaliselt või täiesti. Osaliselt küll sagedamini, sest vana kuusemetsa all leidub ikkagi kohti, mis olid niivõrt harvendatud, et selle all noor kuuse järelkasv võis tekkida, ja nii leiame peale paljasraiet raiestikkudelt suuremais või vähemais salkades kuuse järelkasvu mitmesuguses vanaduses. Suur osa sellest järelkasvust saab vana metsa maharaiumisel ning koristamisel otsa, ja see osa, mis terveks jäi, teeb põdemisaja läbi, enne kui ta harjub uue olukorraga, mida äkiline valgusevaheldus valguse ja varju suhtes enesega kaasa tõi. Mida nooremas eas säärane järelkasv lagastamise ajal, seda kergemini harjub ta uue olukorraga; nõndasama kannatavad ka salkades kasvavad kuused vähem muutuse all kui üksikult kasvavad eksemplarid. Oli vana mets ja vari tihe, siis kannatab ka järelkasv pärast paljasraiet suuremal määral ja pikemat aega, enne kui ta uutele olukordadele vastavalt oma juured on sügavamale asetanud ja okkad ümber kasvatanud. Seesugusel korral saame juba algusel lehtmetsa osalise kuuseseguga, mis esiotsa ühise rindena kasvab.

On lehtmetsa alt rohukasv kadunud ja surnud kate selle asemele astunud, siis asub sinna alusmetsana kuusk, mis kasvab alguses aeglaselt ja oma aastases juurdekasvus palju taha jääb oma seltsilistest, kes vabalt kasvavad. Esialgselt tarvilik ülarinde turve muutub pikapeale tüütavaks rõhumiseks — ja algab võistlus valguse ja kasvuruumi pärast üla- ja alarinde vahel. Jõuab kuusk oma pikkusekasvus lehtpuile järele ja poetab oma võra nende vahele, siis algab uus võistluse-ajajärk, mis seisab selles, et lehtpuud, eriti kask, kuuski

hakkab piitsutama, mille tagajärjel need sagedasti ühekülgse võraga jäävad.

Mets on nüüd üherindeliseks saanud; aga see ajajärk ei kesta kaua, sest lehtpuude pikkusekasv on oma kulminatsioonipunktist üle jõudnud, kuuskede oma aga alles täies hoos, mille tõttu kuused varssi üle kaskede või haabade ulatuvad ja lõppeks suuremalt jaolt ülarinde moodustavad, kuna alarindena lehtpuud ja mahajäänud kuused esinevad. Kask ja haab — kui valgusearmastajad — ei suuda kaua alarindena püsida ja kaovad peale üksikute, kes kõrgusekasvus kuusega sammu suudavad pidada. Nii leiame 60-—80-aastases puistus veel rohkesti segatult lehtpuid kuuskedega, vanemas eas aga — aasta 20 järel — on pea ainult kuused järele jäänud, kus harvad lehtpuu esindajad leiduvad.

Ring on kokku tõmbunud: kuusk on jälle ainuvalitsejaks saanud maa-alal, kus ta päriskoht oli ja kus lehtmets ajutiselt ülevõimu võttis. Ühe raieringi kestusel astusid lehtpuud kuuse asemele, kust kuusk nad jälle tagasi tõrjus. Vaheldus oli kahekordne ja vastastikune.

Nüüd võiks küsimus tekkida: mil viisil on võimalik kuusemetsapinnal puht-lehtmetsadel tekkida, kui lõpuks kuusk ikkagi oma bioloogiliste omaduste tõttu ülekaalu enese kätte võidab?

Siin tuleb just inimese mõju nähtavale, mis liikide vahelduses suuremas või vähemas ulatuses mõõduandjaks võib saada ja mille peale kui ühe teguri peale selles vahelduseprotsessis tuli tähendada.

Kujutame omale ette, et vanad kuusemetsad lagastati suurtes, laiades lankides või et tule läbi kannatanud laialised kuusemetsa-alad pidid maha raiutama. Siin asuvad igal pool esimesel järjekorral kerge ning rohke seemnega varustatud lehtpuud, millele peale seemne kännuja juurevõsud lisa annavad. Kuuseseeme on raskem, tal enesel puudub võsude ajamise võime, ja nii on ta asumisvööde piiratud. Vanametsa läheduses läheb see korralikult ning võrdlemisi kiiresti; mida kaugemale aga vanametsa seinast, seda harvemini satub sinna kuuseseeme ja seda pikemat aega kestab kuuse asumine. On vanametsa seinad üksteisest õige kaugel, siis ei ulatu lagendiku keskele kuuseseeme sugugi ja sinna jääb püsima lehtmets.

Säärane oleks üldjoontes vaheldus kuuse ja lehtpuude vahel. Nagu kirjeldusest selgub, läheb ta kaunis pikkamööda, nii et meie oma igapäevases töös muutusi, mis selle vahelduse alal metsas tekivad, vaevalt tähele paneme; võtame aga võrdlused metsa koosseisu üle pikemate ajajärkude järel, milleks meile endised metsaosade takseerimiskirjeldused ja vanad plaanid tõendavate dokumentidena esinevad, siis näeme, kuidas puuliikide vahekord aastakümnete jooksul muutub. MOROSOV toob oma teoses «Смена пород» näiteks Lisino metsa Peterburi ligidalt, kus oli 1841.—42. a. takseerimiskirjelduse järele kuusemetsa all 60% maa-alast ja 28% lehtmetsade all. Aga 1896./97. a. oli kuuse all ainult veel 30%, kuna lehtmetsad juba 47% kõigest maa-alast oma alla olid võtnud. Nõnda oli siis 55 aasta jooksul kuusemets 30% võrra vähenenud, lehtmets aga peaaegu sama võrra laienenud, mille põhjuseks olid, takseerimiskirjeldust tõendavaiks dokumentideks tarvitades, kuusemetsade paljasraied.

Peale paljasraiete ja metsapõlemiste võivad kuusemetsades veel teised katastroofid liikide vahelduseks kaasa aidata, eriti tuuleheited, mis suuremalt osalt ettevaatamata raiesuuna tagajärjel ilmsiks tulevad, kui tuulekindel vööde maha võetakse ja tuulele uksed metsa avatakse.

Kased ja haavad ei vahelda mitte ainult kuuske, vaid ka mändi, kuuse-männi segu, tamme ja aabiest. Valitsevad nad seal ajutiselt ja tõrjuvad endised liigid nad varemini või hiljemini jälle tagasi, siis omandavad säärased kase- ja haavametsad ajutise tüübi ilme.

Meil on tarvis maapinna ja aluspõhjaga tutvuda, et otsusele jõuda, kas meil tegemist on ajutise tüübiga ja missuguse liigi vaheldusena esineb kask või haab. On maapinna- ja aluspõhja-olud soodsad näit. männile, siis tuleb seal asuvat lehtmetsa ajutiselt tüübiliseks lugeda, kuna alaliseks tüübiks jääb ikkagi mänd, kuigi teda seal vähemuses leiduks. Ainult niisugustel kordadel, kui maapinna-olud on säärased, et seal teised puuliigid alaliselt ei suuda hoiduda, omandavad kase- ja haavametsad alalise tüübi ilme. See vaade kui ka sellega ühenduses olev mitmesuguste metsatüüpide eraldamine leidis laialist arendamist nooremate Vene metsateadlaste seas; eriti võiks MOROSOV'i kui kõige tähtsama ning tuttavama algataja peale tähendada.

Harvemini kui kuusega vahelduvad lehtmetsad m ä n n i g a. Põhjuseks on siin maapinna-olud, mis pole mõlemaile liikidele ühteviisi soodsad. Eriti haab ei tüki hea meelega männi kasvukohale, ja kuigi ta juhtumisi sinna ilmub, siis on ta kasv kiduravõitu. Kasega on lugu teisiti; ka tema leiab veel kasvuvõimalust kergel liivamaal; sel põhjusel on siis ka enamasti kask see, kes männi aseme ajutiselt enesele võtab. Vaheldus sünnib kõige sagedamini paremail maa-aladel, värskel liivasel savi- või savisel liivamaal, ja siin ei ole männi hilisema ilmumise põhjuseks mitte külmakartus, vaid lopsakas rohukasv, mis pärast metsa lagastamist pinda tiheda rohukamaraga katab ja männi seemendamist raskendab. Kaasa mõjub selleks asjaolu, et mitte iga aasta pole hea männiseemne-aasta, kuna, nagu teada, kask selles asjas paremais tingimusis on ja oma kiire kasvu tõttu ka rohust varssi üle ulatub. Need männitaimed, mis kõige peale vaatamata kasvama on suutnud hakata, käänduvad oma arenemise esimesil aastail talvel lume all järjekindlalt kulu alla maha, mille tõttu nende tüveke mitu käändu teeb, enne kui ta sellest hädast välja pääseb; palju taimekesi saab aga ka hoopis hukka. Kõigil neil põhjusil on männi ilmumine tagasi hoitud, ja seda kasutavad oma heaks kask ja haab, kes otsekohe platsis on, niipea kui vana mets ja sellega ühes vari on kadunud. Enne veel kui rohukasv tihedaks muutub, on nad kasvamas ja rohu lämmatamishädast väljas. Leidus vanas metsas lehtpuid seguna, siis on juure- ja kännuvõsud juba esimesel aastal nii tugevasti kasvanud, et neil pole enam midagi karta. Järgneb samasugune asjakäik, nagu eespool kuuse suhtes kirjeldatud. Niipea kui lehtpuud juba maad hakkavad varjama, kaob rohukasv ikka enam ja enam, andes männile paremaid asumistingimusi. Vahe männi ja kuuse vahel seisab ainult selles, et mänd oma kiirema ning energi-

lisema noorusea-kasvu tõttu peab lehtpuudega kasvus enam-vähem sammu, nii et siin enam üherindeline mets üles kasvab, kus peaküsimus seisab selles, missugune liik aja jooksul ülekaalu oma kätte saab. M. TURSKI toob näitena ette metsatüki takseerimiskirjelduse Permi kubermangust, kus liikide vaheldus omandas ülekaalu alusel järgmise käigu: 5 aastat pärast paljasraiet oli raiestikul puhas kasemets harva männiseguga; 15 aasta vanuses metsas oli aga mände juba $^{6}/_{10}$; kaski $^{4}/_{10}$; 40-aastases metsas — mände $^{7}/_{10}$; kaski $^{3}/_{10}$ ja lõpuks 60-aastases metsas esines mände juba $^{8}/_{10}$, kaski $^{2}/_{10}$.

Männimetsades, mis kasvavad nõmmedel, kus pinnakatteks kanarbik, ei tule vaheldust lehtpuudega ette, sest pärast lagastamist ei muutu pinnakate; kanarbikus leiab aga mänd kergesti idanemisvõimalust ja ei ole ka oma arenemises palju takistatud. Soodsaid idanemistingimusi pakub männile ka *Sphagnum*-kate, kui ta liiga paks pole.

Pehmete lehtpuu-liikide vaheldus tammega.

Ehk sellel vaheldusel praegu meie oludes küll suurt praktilist tähtsust pole, arvesse võttes meie tammemetsade vähesust, ei oleks ometi ülearune siinkohal neid andmeid ette tuua, mida esitab MOROSOV tamme vahelduse kohta pehmete seltsidega näitena Tuula kubermangu tammikuis. Need tammikud asuvad 7 metskonnas ja nende pinna suurus ulatub 35000 tiinuni.

1895. a. tulundusekava revideerimisel leidus seal järgmine jaotus:

	tamme	pärna	haava	teisi liike
1) Keskmine jaotus üksikute liikide vahel üle 50 a. vanas puistus. .	$^{4}/_{10}$	$^{4}/_{10}$	$^{2}/_{10}$	—
2) Keskmine jaotus alla 50 a. vanas puistus	$^{2}/_{10}$	$^{1}/_{10}$	$^{6}/_{10}$	$^{1}/_{10}$
3) Kõigis vanadusejärkudes keskm.	$^{2}/_{10}$	$^{2}/_{10}$	$^{5}/_{10}$	$^{1}/_{10}$

Sellest tabelist paistab silma, et üle 50 a. vanustes metsades on tammel ülekaal, nooremais aga on tamm juba vähemuses ja haab on suure ülekaalu võitnud mitte ainult tammede, vaid ka pärna üle.

50-aastane vanadus ei ole mitte juhuliselt võetud, vaid seisab ühenduses paljasraietega, mis Tuula tammikuis sel ajal algasid ja mida nii otsekoheseks liikide vahelduse põhjuseks tuleb lugeda.

Paljasraiete puhul on tamme uuendamine seemendamise teel piiratud, kännuvõsude ajamise võime on aga puude vanaduse tõttu juba vilets, peale selle lämmatati seegi järelkasv, mis seemnest oli tekkinud, pehmete puuliikide ja sarapuu-võsu läbi suuremal arvul ära, mille tagajärjeks oli tamme vähemusse jäämine ja haava ülekaal noores generatsioonis.

Täiendavalt valgustavad seda vaheldusekäiku W. STURMI andmed Tuula tammikute üle.

1906. a. leidus üksikuis vanaduseklassides järgmisel arvul tammi ja haabu:

vanadusejärk (a.)	tammi	haabu
I (1—20)	2900 tükki	908 tükki
II (21—40)	2130 „	516 „
	265 „	
III (41—60)	1600 „	1600 „
IV (61—80)	20 „	2600 „
V (81—100)	270 „	2220 „
VI (101—120)	1200 „	1100 „
VII (121—140)	930 „	91 „
VIII (141—160)	280 „	340 „
IX (161—180)	270 „	—

Siin paistab IV ja V vanaduseklassi piirides otsekohe silma vähene tammede arv ja rõhuv haava ülekaal, mis kooskõlas eespool-tähendatud paljasraietega. See tabel näitab aga ka, et vaatamata edasikestva paljasraie süsteemi peale, tammel sellegi pärast on täieline ülekaal, mis end sellega laseb seletada, et tamme otsekohe kunstlikult uuendatakse ja puhastusraiete läbi pehmete liikide lämmatamise eest kaitstakse. MOROSOV järeldab, et sel korral, kui inimene tammele appi ei tule, tammede ülevõimu kättesaamine aja jooksul järgmiselt võib sündida:

1) Sünnib paljasraie heal seemneaastal või otsekohe peale head seemneaastat, kus vana metsa all rohkesti tamme järelkasvu leidub, siis kasvab see esialgselt alusmetsana, järgmises astmes alarindena, jõuab siis kasvus haavale järele ja surub ta lõpuks täiesti oma alla.

2) Sünnib paljasraie sel ajal, kus seemet ja noort järelkasvu vähe, siis kasvavad ainult harvad tammed haabade all ning vahel üles, kes muidugi mõista vähemusse jäävad.

Nõnda võib tammemetsade uuenemine ilma inimese abita oma esialgsel kasvu-alal õige pikaliseks venida ja maa kauaks ajaks haava valitsuse alla jääda, kuni pasknäärid ja teised loomad tõrude külvamise läbi tammele jälle tasa- ja ülekaalu muretsevad.

MOROSOV näitab edasi, et Lõuna-Venemaa metsa rohtla- ehk stepivöös Voroneži kuberm. tamm paljasraiete järel mitte pehmete lehtpuudega ei vaheldu, vaid vanale tammemetsale järgneb tugevast kännuvõsust tekkinud uus põlv, ilma et pehmed liigid suudaksid vahele tükkida. MOROSOV arvab selle nähtuse põhjuseks kauemat aega kestvat tammekändude võsumisvõimet ja vähemat maapinna niiskust võrreldes Tuula kubermanguga. Edelaraioonides vaheldub tamm *Carpinus*'e ja pöögiga.

Peale nende juhtumuste, kus inimese töö kaudselt liikide vaheldusse mõjub (paljasraie, metsapõlemine jne.), sünnib sagedasti vaheldus otsekohe maa kuivatamise tagajärjel. Lastakse näiteks soo, mille turbakiht mitte väga paks ei ole, kuivaks, siis vajub turbakiht kokku ja puujuured ulatuvad turba all oleva mineraalpinnani. Tagajärjeks on, et endise kidura soomänni asemele tekib parema kasvuga männimets,

selle alla ilmub aegamööda aga kuusk, mis viib lõpuks männi-kuuse segametsani. MOROSOV toob näiteks Lisino metskonna, kus mineva aastasaja 40. aastail täielik soode kuivakslaskmine ette võeti, mille tagajärjel männimetsa-ala nimetatud metskonnas kahekordselt suurenes.

Teisel juhul võivad kuivakslaskmise tagajärjel sanglepa asemele kuuse- või tammemetsad ilmuda, seda mööda, missuguse raiooniga meil tegemist on. Harilikult on vesiste sanglepa-alade kuivemad ääred ümbritsetud kuuse- või tammeseguga, ja juhitakse ka keskelt üleliigne niiskus ära, siis asuvad kuused sinna peale ja tõrjuvad lepa välja, seda enam, et sanglepp peale maa kuivakslaskmist latvu hakkab kuivatama.

M ä n n i v a h e l d u s k u u s e g a. Tihti näeme vana männimetsa all tihedat kuuse järelkasvu, kuna männi enese järelkasv ilmub ainult lagedamail kohtadel ja metsa-äärtel. Selle nähtuse põhjuseks on mõlemate liikide mitmekesine varjukannatamine. Kuna mänd — kui valgusenõudja — tiheda metsa all ei suuda kasvada, leiab kuusk — kui varjukannataja — seal parajaid asumistingimusi. Loomulikult on kuuse arenemine kõige jõudsam seal, kus maapinna olud temale soodsad, nõnda siis eriti värskeil savikail mail. Aga esineb ka niisuguseid juhtumusi, kus kuusk asub männi alla säärastel maa-aladel, mis pole kuusele sugugi soodsad või on seda vähesel mõõdul. Seal jääb kuusk alaliselt alusmetsaks, kes oma päevi kiratsedes surma poole saadab, ilma et ta ülevõimu suudaks männilt ära kiskuda. Nõnda siis ei või mitte alati, kui vana männimetsa all kuuse järelkasv ilmub, oletada, et siin tuleb tegemist liikide vaheldusega. Seesugustel juhtumustel võib kuusk küll kauaks männi loomulist uuendamist takistada, ilma et ta ise suudaks uuele põlvele alust panna. On ainult tarvis mõnd metsa põlemist, putukatehäda, tuulehäda, kui kuusk kaob ja mänd oma loomulikus kasvukohas jällegi peremeheks ning ainuvalitsejaks jääb. Siin ei aita kuusele ta varjukannatus, otsustajaks jäävad maapinna omadused. Kus need soodsad on mõlemaile, seal kasvavad mõlemad ühises rindes teineteisele vastukaaluks ja seejuures vastastikku teineteist täiendades, ilma et kumbki alla jääks. Kus aga maapinna olud muutuvad, olgu selle põhjuseks kas kõrgemad kuivad kohad, leetmiku ligidus, põhjavee sügavus või niiskuse ülirohkus, seal jääb kuusk kängu ja kaob lõppeks täiesti, männi seltsiliseks vesisel maal kaske jättes, kuna kuivadel kohtadel ja leetmikul pinnakatteks ja alusmetsaks kanarbik jääb. Ainult niisugustel kohtadel, kus maapinna olud kuusele täiesti soodsad, nagu savikail mail, kus mänd lihava kasvu tõttu pehmet liha kasvatab, sellepärast lumemurde ja -vaalimise vastu vähese vastupidavusega on, vaheldub mänd kuusega, kellele ka ta suurem varjukannatus tuluks tuleb.

Nõnda saaksime männi-kuuse vahekorras kolm astet, mis sõltuvad peaasjalikult maapinna omadustest:

1) Heal maal astub männi asemele kuusk.

2) Kehvadel maadel jääb kuusk alaliselt alusmetsaks, ilma et ta mändi vaheldaks.

3) Keskmistel maadel kasvavad mõlemad ühises rindes, teineteist kasvus täiendades ja mõlemaile uuendusevõimalust andes.

MOROSOV toob näitena ette liikide vaheldust, mis sünnib stepi ülemineku-vöötes, kus vaheldub mänd tammega ja tamm männiga. Selle ülemineku-vööte all on tumehall savikas liivamaa ja kannab kolmerindelist metsa, milles ülemine rinne koosneb hõredalt kasvavast männist, keskmine tammest ja alumine põõsastest. Oma seisukohale vastavalt (metsata stepi läheduses) on seesugused metsad pühendatud röövmajandusele, mille tagajärjeks laialised lagastavad raied männirinde hävitavad ja aja jooksul kolmerindelise metsa kaherindeliseks lehtmetsaks muudavad. Kuhu aga mõni mänd kasvama jääb, seal asub tamme alla männi järelkasv ja võidab ajaga ikka rohkem pinda, kuni endine kolmerindeline puistu uuesti on tekkinud. Kus inimene aitavalt vahele astub selle läbi, et lageraietel männi seemnepuid kasvama jäetakse, seal võtavad nad seemendamise oma hoolde ja tekitavad männimetsa, mis endise kolmerindelise asemele asub.

Sagedad on ka juhtumused, kus männimetsa alla isegi kaunis kuival pinnal oravate ja pasknääride vahendusel läheduses leiduvailt tammedelt tõrusid kantakse, millest aja jooksul tammemets tekib. Seesugusel juhtumusel jääb tamm kaua aega viletsavõitu alusmetsaks, mahalangenud lehtedest on aga maapinna katteks aja jooksul kohe lehemulla-kiht tekkinud, rohtkate kadunud ja mõne aja kestusel peale vana männimetsa maharaiumist asub tammede alla üksikute seemnepuude või kõrvalkasvava männimetsa läbi uus männi järelkasv, mis peale vaheperioodi ülevõimu jälle oma kätte saab. Seal, kus tamme ja kuuse kasvupiirid ühised, vaheldub sagedasti tamm kuusega, kusjuures kuusk oma varjukannatuse tõttu kergesti kauemat aega tamme varju välja suudab kannatada, kuni ülarinde harvenemise tagajärjel valguse- ja ruumiolud niivõrt soodsaks saavad, et ta tammele kasvus järele jõuab. Sellest ajajärgust peale on kuusele tee kasvamiseks vaba ja varssi jätab ta tamme enese alla, kes selle läbi veel rohkem kannatab, et kuusk on pinna paranduse suhtes eriti savistel või savimaadel kaunis negatiivsete omadustega.

Kuivõrt puuliikide bioloogilised omadused vahelduse puhul survealusest perioodist üle saamiseks kaasa aitavad, näitavad Kaasani tammemetsades tehtud tähelepanekud, milledest jutustab MOROSOV.

On teada, et tamme järelkasv emametsa all juba õige lühikese aja jooksul (2—3 a.) ära kaob. Sel põhjusel võeti Kaasani metsades peale vana tammemetsa maharaiumist kunstlik uuendamine ette, kusjuures tiinu peale 1200 taime istutati. Kui mõne aja pärast järele vaadati, leiti, et igal pool suur hulk tammetaimi loomulikul teel juurde oli ilmunud, millede arv ulatus tiinu kohta 7—10 tuhandeni ja rohkemani. Kust ilmus see loomulik järelkasv? — küsib MOROSOV, ja leiab vastuse selles, et kultuurisid kaitsti kariloomade eest, mille tõttu ka loomulik järelkasv, mis enne vana metsa all leidus ja mida loomad alaliselt ära närisid, kasvama pääsis. Eriti tamm suudab kaua aega niihästi kodu- kui ka metsloomade närimist välja kannatada, ilma et ta täiesti hukka saaks. Suur arv magavaid pungi, iseäranis seal kohal, kus tüvi juurteks areneb (kännu kaelas), annab temale võimaluse ikka uusi võrseid ajada, mille tõttu tamm kohtadel, kus alaline karjatamine

aset leiab, nagu Venemaal külade päralt olevais metsades, aastakümnete jooksul elutseb, kuna teised lehtpuud, nagu saared, vahtrad ja pärnad, närimise tagajärjel ammu on kadunud. Muidugi ei suuda säärastes oludes kasvanud tamm tüve kasvatada, vaid jääb käharaks põõsaks, mida loomad iga aasta korduvalt kärbivad. Isiklikult oli mul juhus Pensa kubermangus näha suuri alasid, kus vanade männiraiestikkude peal, mis aasta 40-ne eest paljastatud, rohkel arvul tammi kasvas, küll üksikult, küll salkadena. Kõik nad olid aga tolli 3—5 jämedad käharad jändrikud ja ei saanud alalise karjatamise tõttu loomade suu alt kõrgemale kasvada. Kui neile raiestikkudele männikultuurid tehti, tuli need tammejändrikud maha raiuda, ühes sellega keelati ka karjatamine ära. Juba paari aasta kestusel ilmus tugev tammevõsa, mis kenaks tamme-männi segametsaks tõotas saada, kus ravitsemise tagajärjel kirves olukordadele vastavalt ühele või teisele soodsaid kasvutingimusi oleks aidanud muretseda. Revolutsioon avas aga kultuurid jälle karjadele, mille tagajärjel niihästi mänd kui ka tamm kadumisele olid pühendatud.

Tuntud metsateadlane KORŽINSKI leidis, et emametsa all ei ilmu tamme järelkasv mitte alati üksikute võrsete näol, vaid koosneb sagedasti võrsete kimbust, milledest suurem osa ära kuivab, kuna ainult mõned üksikud võrsed elutsema jäävad.

MOROSOV järeldab, oma tähelepanekut sel alal laiendades, et üldine arvamine, nagu ei suudaks tamme loomulik järelkasv emametsa all kauemini vastu pidada kui 2—3 aastat, on ainult osaliselt põhjendatud. Ta arvab, et nende võrsete tüvetüükast, mis ses kimbus elutsevad ja 2—3 aasta pärast ära kaovad, puhkavate pungade kaudu uued võrsed ilmuvad, paari aasta järel otsa lõpevad ja jälle uutele aset annavad. Sel kombel võib see kesta aastakümneid, kuni mõned muutused emametsa koosseisus võrsetele paremaid arenemistingimusi võimaldavad. Metsa äärtes, kus kõrvalvalgus paremat kasvamist lubab, tekib otsekohe tamme alusmets, ilma et seal säärane kimpudeviisiline arenemine aset leiaks.

Seesugustel bioloogilistel põhjustel on seletatav ka nähtus, et paljasraiete järel ilmuvad raiestikul sagedasti haava juurtevõrsed, isegi kui vana metsa koosseisus haab puudub. On arvamine, et siin tegemist on endisel ajal kuusega segatult kasvanud haabade juurtega, kelle tüved juba ammu kadunud, juured aga niikaua võrsumisvõimet alal hoidsid, kuni soodsad valguseolud võrsete kasvamist võimaldasid.

Puuliikide vaheldusest võiks teataval määral juttu olla ka liivaväljade kinnitamisel, kuhu kõige esiti pajud asetatakse, ja kui need juba maapinda katavad, asub sagedasti loomulikul teel lähedal-olevaist metsadest mänd või kask ja võtab aegamööda pinna oma alla.

Mägede kõrgemais raioones sellevastu ilmub peale vana metsa lagastamist kadakas või põõsataoline mägimänd, ja ainult nende varjus ilmuvad aegamööda päris puuliigid kuuse või seedermänni näol.

Puuliikide vaheldus on juba varakult metsameeste tähelepanu enese peale tõmmanud, ilma et selle nähtuse põhjusi senini teadusli-

kult vastuvaidlemata kindlaks oleks tehtud. Oletus, nagu oleks meil siin tegemist alalise looduseseadusega sarnasel määral, nagu see näit. põlluviljade vahelduses ilmsiks tuleb, leiab osalist kinnitust selle läbi, et Saksamaa metsamehed pöögi suhtes kindlaks on teinud maapinna pöögiväsimuse alalise pöögikasvatamise tagajärjena. Vaevalt võiks see aga ainsaks põhjuseks olla, kui arvesse võtta neid juhulisi põhjusi, mille tagajärjeks on puuliikide vaheldus ja milledest oleksid nimetada: inimese mõju paljasraiete ja valikraiete kaudu, metsa põlemised, putukate- ja tuulehädad, mille tagajärjel üks liik puistus väheneb ja teine tema asemele asub; kohalised pinnaseolude muutumised, kui näit. pöögimetsa all tekib hapu huumusekiht, kuhu võib kõrval-olevast metsast kuusk asuda ja pöögi välja tõrjuda või lõpuks juhuline liigi ligidus, mis oma varjukannatamise suhtes on paremais tingimusis ja end aegamööda, aga kindlalt teiste liikide alla poetab ning lõpuks võitjaks jääb, ilma et sealjuures mingisuguseid muutusi pinnaoludes või puistu koosseisus oleks sündinud (näit. kuusk tamme- või männimetsa all), kusjuures asi sääraseks võib kujuneda, et vaheldus kannab jäävat iseloomu, kuna ta harilikult juhulisil põhjusil tekkinud vahelduse korral ajutine on.

Tulunduslikult on puuliikide vaheldus enamalt jaolt negatiivsete tagajärgedega ühendatud; ainult mõnel juhul on nad positiivsed, kui meil näit. pajude või kadakate asemele asub männimets. On sellevastu aga, nagu harilikult, pärast kuusemetsa maharaiumist haavametsa, pärast männimetsa raiumist kasemetsa oodata, siis on tulundulikud tagajärjed enamasti halvemad, olgugi et harukorril ka seesugusel juhul võib positiivne tulunduse külg ülekaalu omandada, näit. metsavaestes maakohtades, kus on küttepuud kõrges hinnas ja lehtmets võib lühikese raieringiga kasutoovam olla kui okasmets või, nagu praegu meil, kase- ja haavapakud on kõrges hinnas.

Vaheldus on seda põhjalikum, mida puhtamal kujul olid liigid vanas puistus esinemas. Segametsades ei ole vahe vana ja noore puistu koosseisus mitte väga lahkuminev. Iga puuliik leiab omale seal soodsaid asukohti vastaval maal ja teiste kasvufaktorite alal, ilma et uus puistu koosseis selle all tarvitseks põhjalikult muutuda. Tahame aga puhtmetsades vanametsa koosseisu noorele edasi pärandada, siis jääb meile peale kunstliku metsastamise võimalus veel järguliste raiete varal sihile jõuda. Ühes sellega peavad ka hooldamisvõtted puhastus- ja põimendusraiete näol tarvitusele tulema. Ka niisugustel kordadel, kui liikide vaheldus juba sündinud, võime harukordadel kaasa aidata endise liigi asumisele. See nõuab aega ning kulu ja sünnib aeglase, järgulise haava- või kasemetsa kõrvaldamise teel, mille läbi endisel liigil, näit. kuusel, asumine võimaldatakse.

Tuleb aga ka juhtumusi ette, kus ilma üleminekuteta, see tähendab, ilma liikide vahelduseta isegi kunstlik metsastamine teatavate liikidega ei anna tagajärgi. Sääraste juhtumustega on meil tegemist juba eespool-nimetatud tuiskliiva-väljade metsastamisel, kus on eelnev pajude kasvamine tarvilik. Samasugune lugu on järskudel mäekülge-

del, kus pärast vanametsa lagastamist mullakord on kas ära uhetud või päikese kõrvetatud. Ka siin ei viiks otsene metsastamine paremate puuliikidega meid otseteed eesmärgile. Loodus tekitab siin ülemineku-sillaks esialgse katte põõsaist, mille all pind paremaile liikidele ette valmistatakse. Samasugune asjakäik on juhtumustel, kus mets rohtlaisse ehk steppidesse edasi nihkub. Seal ei asu mitte otsekohe puuliigid rohtlapinnale, vaid metsa pioneeridena ilmuvad esialgselt põõsad, vähese niiskusega leppivad liigid, kes on varustatud rikkaliku juurevõrsete ajamise võimega. On nad kuhugi kord asunud, siis laialduvad nad järk-järgult; ühtlasi hoiavad nad lund kinni, mille tõttu niiskuseolud paremaks muutuvad ning paremaile lehtpuu-liikidele asumist võimaldavad. Peale viimaste liitumist jäävad põõsad uues metsas alarindena püsima ja algavad sealt uut edasitungimist rohtlaisse. Seda rada käib ka kunstlik rohtlate metsastamine, kus eelnevaks tööks on kohaste põõsaste istutamine, millele järgneb alles puudega metsastamine.

Sagedasti ei sünni puude edasitungimine rohtlasse mitte metsavöötest järk-järgult edasi nihkudes, vaid saartekaupa, rohtlais leiduvate madalikkude kaudu, kus niiskuseolud soodsamad. Ka seal on alarindeks põõsaspajud, ülarindeks aga kergeseemnelised lehtpuud, haab või kask. Asub näit. haab esialgselt seemnete läbi seesugusesse kohta, siis laialdub ta juurevõrsete kaudu ikka rohkem ja võidab maad enese alla. Aegamööda asuvad ka teised lehtpuud, eriti tamm, neile saartele, aga mitte enne, kui seal olud alaliseks asumiseks teiste liikide läbi on ette valmistatud.

Puistu vormid ja nendega seotud tulunduskäitused.

Kasvukoht, puude sigimisviis ja mitmesugune vanadus kutsuvad esile mitmekesiseid puistu vorme, mis on tulundusmetsades ühenduses mitmesuguste käitustega (Betriebe). Senini on puistu vormide eraldamisel ühiseks aluseks tema sigimisviis püsinud, millele vanadusevahede juurdelisamise teel mitmekesised puistu vormid välja kujunesid.

Sellest kinni pidades võime eraldada kolm põhivormi, nimelt: kõrgmets (seemnemets), madalmets (võrsemets) ja keskmets.

1) Kõrgmets on seemnest siginud, kas loomuliku seemendamise, kunstliku külvi või istutamise teel. On puud puistus enamvähem ühevanused, see tähendab, kui vanadusevahe ei tõuse üle 20 aasta, siis nimetatakse teda ühevanuseks. Ühevanuses kõrgmetsas lasevad end arenemise järele järgmised kasvujärgud eraldada: a) kasumets ehk kultuurmets — asutamisest ehk uuenemisest kuni puude liitumiseni; b) tihnik — liitumisajast kuni tüvede laasumise alguseni; c) latimets, peenike — kuni 10—20 sm rinnasmõõduga; d) palgimets, üle 20 sm rinnasmõõduga ja nimelt: peenike — 20—35 sm, keskmine — 35—50 sm, ja jäme — üle 50 sm rinnasmõõduga.

Ühevanused puhtpuistud on harilikult ka üherindelised, see tähendab, tüved omavad seal enam-vähem ühist kõrgust ja võrad moodus-

tavad ühtlase rinde. Moodustab osa puid ülemise võrarinde all veel mõne rinde, siis on mets ehk puistu mitmerindeline. Mitmerindeline puistu on harilikult ka mitmevanune ja sealjuures segapuistu, kus ülarindes valgusenõudja, alarindes ehk-rinnetes aga varjukannataja liik kasvab, ja nimelt seda varjukannatavam, mida alamas rindes ta esineb. Viimast puistu vormi, kus esineb mitu liiki mitmes vanaduseastmes ja mitmes rindes, nimetatakse koosnevaks vormiks, vastandiks lihtvormile, kus esinemas üks puuliik.

Ühevanuse kõrgmetsa vorm on meil ühenduses enamalt jaolt paljasraie-käitusega, kusjuures eesmärgiks on võimalikult kiiresti peale vanametsa mahavõtmist uuele metsale alus panna kultiveerimise teel, nii et uus põlv jällegi ühevanuseks kõrgmetsaks kujuneb.

Kõrgmetsa uuenemine võib toimuda aga ka loomulikul teel, kas ühenduses paljasraietega või nagu seda sünnib suuremalt osalt ja eriti varjukannatavate puuliikidega, järguliste raietega, kusjuures vanametsa kõrvaldamine sünnib mitte korraga, vaid järgukaupa ja mille otstarbeks on loomuliku seemendamise paremaks kordaminekuks pinda ette valmistada, puude seemnekandmist suurendada ja tärkavaile puutaimedele esimesel elujärgul emametsa turvet võimaldada. Järgulised raied võivad mitmesuguse kestusega olla, mis sõltub puuliikide varjukannatusest, seemneaastate vaheajast ja seemendamise kordaminekust. Nõnda võib esimese ja viimase raiejärgu vahel mööduda mõni või mõnikümmend aastat, nii et uus mets mitte alati ühevanune ei saa.

On kõrgmetsas puud mitmesuguses vanaduseastmes esinemas, alates I vanadusejärguga ja lõppedes kõrge-ealistega, nagu see näit. ürgmetsades aset leiab, siis nimetatakse seesugust kõrgmetsa vormi valikraie-metsaks (Plenterwald) ja tulunduskäitust valikraie-käituseks, mille iseloom seisab selles, et puud kasutamisele tulevad üksikult, vanaduse või oma kasutusomaduste järele, nii et kasutamine on alalise, vältava ilmega, kuna aga uuenemine toimub loomulikul teel.

2) Madalmets ehk võrsemets eraldub kõrgmetsast, nagu juba tähendatud, selle läbi, et ta tekib kännu- ja juurevõrsetest ja piirdub selle tõttu ainult lehtpuudega. Ta on ühenduses meil paljasraie-käitusega, võib alluda aga ka järgulistele raietele. On kasutamisobjektiks oksad, mis perioodiliselt ära raiutakse, kuna tüvi seisma jääb ja uusi oksi peab kasvatama, siis omandab ta uudistuskäituse ilme.

3) Keskmets on niisugune puistu vorm, kus puud on osalt seemnest, osalt võõrsetest tekkinud ja sellega ühenduses ligineb kord rohkem madalmetsa, kord kõrgmetsa vormile ja allub ühele või teisele käitusele. Keskmets on vähesel määral esinemas; headel kasvukohtadel võiks ta tähelepanu väärida ka meie oludes.

Üksikasjalisemalt ühe või teise puistu vormi ja käituseviisi vaatluse alla võttes tuleb tähendada, et igaühel nendest on oma head ja halvad küljed ja et igaühel nendest leiduvad metsameeste peres oma poolehoidjad ja

vastased. Ka siin, nii kui juba mitmel korral selle peale on tähendatud, ei lase küsimus end šablooniliselt lahendada, vaid nõuab igakülgset kaalumist ja mitmete olude arvestamist.

Kõrgmets paljasraie-käitusega. Tema iseloom seisab uuenemises seemnetaimede läbi, puistu ühevanususes või ainult vähestes vanadusevahedes. Kasutamine sünnib korraga, ja sellele järgneb uuendamine kas otsekohe või paariaastase vaheaja järel.

Tema paremuste hulka kuulub: tüvede parem väljaarenemine kõrgusekasvus ja elujõulisemate puude ülekaal, mis ühenduses liituse ja võitlusega valguse ja kasvuruumi pärast. Kõik, mis on nõrk ja pole küllalt vastupidav ega tugev, langeb selles võitluses ammu enne metsa küpsmist. Ühenduses hea liitusega omandavad puud siledad tüved, kasvatavad vähe oksi ja suurendavad sel teel puistu väärtust. Kuigi lahedas liituses kasvavad puud annavad suuremat jämedusekasvu, võib kõrgmetsade arvele siiski kirjutada kõige suurema väärtuse produtseerimist kõige vähemal pinnal. Isegi kõige suurema massi produtseerimine vähimal pinnal näib tõenäoline olevat, kuigi ei puudu ka vastuväited, mis valgustuse-juurdekasvule selles suhtes arvavad eesõigust võivat anda. Eelkasutused, mis saadakse kõrgmetsadest põimendusraiete näol, annavad võimalust varakult teatavat sissetulekut saada. Nõndasama kui liitus korralik ja hea, leiab metsa-alune pind kõrgmetsa all parandamist. Kasutamine ja toogi arvestamine on lihtne, järelevalve kerge ja iga puu leiab niisugust väljatöötamist, mis kõige paremat kasutamist võimaldab. Metsa korraldus ja jaotus on lihtne, niisama valitsemine ja hooldamine. Sedasama võib öelda ka metsa uuendamisest, mis sünnib külvi või istutamise teel või ka loomuliku seemendamise varal. Erandid ei puudu sel alal, iseäranis kui maa ära lastakse rohistuda, või vastavaid kultiveerimisvõtteid ei tarvitata, või kui erilised hädaohud aset leiavad.

Paljasraietega on ühenduses aga ka mitmed varjuküljed, milledest oleks nimetada asjaolu, et pinnas paljastub mitmeks aastaks ja selle läbi rohistub, kehvemail ja kuivadel kohtadel kõrbub ja suurel määral halveneb. Lisaks tuleb sellele huumuse täiendamise puudus mitme aasta jooksul. Ka kõrgete raieringidega, mis ühenduses kõrgmetsadega, võib maa halvenemine käsikäes käia. Kasutamise korral võime saada rohkesti sortimente, mis sel korral vähe nõutavad ja selle tõttu täit väärtust ei anna. Tormi-, tule- ja putukatehäda on suurem ühevanustes ja peaasjalikult puht-kõrgmetsades, igas kohas ei luba aga maa segametsi asutada, ka ei sünni selleks külmahellad puuliigid, sest et neil noores eas turve puudub.

Et jämedamate sortimentide vältavat kasutamist võimaldada, ilma et selleks kõik puistu ühe-ealiseks lastaks minna või liiga pika raieringi omandaks, jäetakse sagedasti paljasraietel osa puudest järgmisse raieringi kasvama, mis üle-ealistena noores metsas edasi kasvavad. Üle-ealisteks kõlbavad puud, milledest võib arvata, et nad tervisliselt on küllalt vastupidavad selleks, et järgnevat raie-iga üle elada. Nad ei tohi liiga pikad ega peened valitud olla, vaid peavad kaunis

tüseda kasvu ning hea võraga olema. On isegi tarvilik neid selleks ette valmistada sel teel, et nad juba varakult enne paljasraiumist ligidaist naabreist vabastatakse, et nad vaba kasvuga harjuksid. Tuulemurd ja -heide, ladva kuivamine, ka koorepõletik, seened ja putukad on üle-ealistele puudele hädatoojad. Kõige soovitavam on neid teede äärde kasvama jätta, kust neid kerge on tarviduse korral koristada, ilma et noor mets selle läbi palju rikunduks. Nad ei tarvitse alati üksikult seista, vaid võivad ka salkades kasvada. Arvestada tuleb seda, et nende ümbruses on noor mets halvema kasvuga või puudub täiesti, nii et puistus lülid tekivad. On üle-ealisteks kohased puud välja valitud ning ette valmistatud ja läheb korda neid heas tervises järgmise kasutuseni hoida, siis esinevad nad seal suureväärtuslikkude ühikutena; peavad nad aga hädise tervise või õnnetuste tagajärjel puistu koosseisust varemini lahkuma, siis rikundub nende mahavõtmisel ja väljaviimisel rohkesti noort metsa, nii et lõpukasu kaunis küsitavaks jääb. Üleea-käitus võib ka nõnda kujuneda, et üksikute puude asemel umbes 0,4 vanast metsast järgmiseks raie-eaks kasvama jäetakse. Säärane käitusviis oleks õigustatud seal, kus on tarvis raieringi vähendada. Tegelikult on tema läbiviimine raskustega seotud, milledest kõige kaaluvam on see, et valgusenõudjate liikide kasvamine ja arenemine jääb seesuguse turbe all kahtlaseks.

K õ r g m e t s l o o m u l i k u u u e n d u s e g a. Ta on mõnel juhul ühenduses paljasraietega, kus uuendamine peab toimuma näit. seemnepuude või kõrvalkasvava vanametsa läbi, enamalt jaolt põhjeneb ta aga järgulistel raietel. Paljasraie-käitusest eraldub ta selle läbi, et kultiveerimine kas täiesti ära jääb või ainult täiendusena või segamise otstarbel ette võetakse, kuna uuendamine peaasjalikult loomuliku seemendamise teel peab sündima. Selles seisab suuremalt osalt selle käituse paremus, sest loomuliku uuenemise kordamineku puhul jäävad kultiveerimiskulud ära; ka ei ole maa halvenemist niisugusel määral karta kui paljasraiete puhul, ja peale selle saab järelkasv vanametsa turvet ära kasutada, mis on eriti tähtis külmahellade liikide suhtes. Järguliste raiete puhul on ettevalmistus-raietega alates siin hea juhus üleea-puid välja valida ja tulevase kasvuseisu aegu kahaneda lasta.

Käituse halvad küljed seisavad selles, et loomuliku uuenduse tagajärjed sõltuvad seemneaastaist; korduvad need kiiresti, siis on head kordaminekut loota, pikemate vaheaegadega katkestatud loomulik seemendamine on ühendatud aga raskustega ja nõuab lõppude lõpuks täiendamist kultiveerimise teel. Ühes sellega tõusevad raskused ka raiejärkude läbiviimises, mis ebaloomulikult pikaldaseks võib kujuneda ja pinna kui ka toogi jagamise ebasoodsaks muudab. Tuulekardetavail kohtadel ja tuulekartjate liikide juures võib terve käituskava korraga üle pea paiskuda, vaatamata kahju peale, mida tuulemurd vanade puude rikkumisega sünnitab.

V a l i k r a i e - m e t s a v o r m j a k ä i t u s. Ta erineb kõrgmetsa-paljasraie vormist peaasjalikult selle läbi, et siin ühevanuse metsa asemele astub mitmevanune, mille liikmed kas üksikute puude või vähemate salkade näol üksteise kõrval asuvad ja alaliselt vahelduvad.

Sellest vanaduslikust mitmekesisusest sõltub ka kasutamisviis, mis end siduda ei lase korrapäraste raiete korduvuse ega sihitusega. Käituse loomuses seisab, et pinnad iga raiumise järel kiirelt kattuksid, ta ei arvesta aga mingisugust ühtlustust ja sallib niihästi väikesepinnalisi tiheda liitusega salku kui ka täies valguses üksikult seisvaid puid, küpsede tüvede kõrval noori puukesi niisuguses seisus ja segus, nagu loodus nad sinna on paigutanud.

Valikraie-metsa paremusteks loetakse käituse liikuvust, mis lubab üksikuid puid igal ajal ära kasutada kõige soodsama turuhinnaga; ühes sellega tulevad raiumisele ainult need sortimendid, mida just nõutakse, ja raiumine võib metsaosades sündida, kus ta transpordi suhtes kõige otstarbekohasem paistab olevat.

Maa ei halvene, arvesse võttes, et raiumisel tekkinud lülid varssi loomuliku külvi teel kattuvad või tarbekorral kunstlikult uuenduvad. Mäenõlvadel ei ole pealmise mullakihi allauhtmist karta, sest et pind suuremail aladel millalgi täiesti ei paljastu. Mitmesuguses kasvujärgus seisvad puud leiavad kõige paremat arenemisvõimalust, mille tõttu nad tuulele ja lumemurdele vastupidavuse omandavad; vahelduva koosseisu ja vanadusejärkude tõttu ei laiene putukate- ja muud hädad nõnda kiiresti ega nii raskete tagajärgedega kui ühevanuses ning puhtas kõrgmetsas. Nende paremuste kõrval ei puudu aga ka varjuküljed, milledest oleks nimetada: Noore metsa ja kasvamajäävate puude rikkumine raiumistel ja väljaveol. Ühe vana puu langetamine, ülestöötamine ja koristamine toob enesega kaasa rohket murdmist ja vigastamist, isegi ajutiste teede rajamist läbi ümberseisva noore metsa; ettevaatlik töö, okste laasimine enne mahaajamist, väljakandmine inimeste jõul jne. ajab ülestöötamis-kulud kõrgeks. Kontroll tööde üle on raskendatud, töölised peavad eriti osavad ja asjast huvitatud olema; kogu käituse korraldus on raske, nõuab suurt hoolt ja igakülgselt vilunud järelevalvet. Kus ainult loomulikku uuenemist lootma jäädakse, võivad metsas suuremad lagendikud tekkida; kultiveerimine ise aga on kulukas ja hooldamine raskem kui lageraietel. Noor mets kannatab tihti varjamise all, ja lõppeks võib käitus omanikku kergesti suuremale kasutusele avatella, kui seda metsa seisukord lubab. Kõik need põhjused on kaasa mõjumas, et valikraie-käitus, mis varemalt üldiselt tarvitusel oli, ikka rohkem pinda on kaotanud, püsima jäädes rohkem niisugustel aladel, kus ta on möödapääsmata, nagu näiteks mägedes kardetavail uhetavail kohtadel, pargitaolistes metsaosades, linnalähedais suvituskohtades ja sanatooriumide ligiduses, kus mets jäävat ilmet peab omama, paljasraied aga metsa ilu võivad rikkuda. Meie metsad kannavad õige suurelt osalt endise valikraie-käituse ilmet; kohati, kus kasutamine oli korralik ja endine metsaomanik mitte ainult metsa sissetulekust, vaid ka metsast enesest huvitatud oli, esinevad meile metsapildid rahuldavaina, kus aga korraldatud kasutamine puudus ja omanik sunnitud oli metsa liigselt koormama, seal kujunes valikraie-käitus metsa lagastamiseks.

Need kaks põhikäitust, paljasraie ja valikraie, on mitmesuguseid teisendeid elule kutsunud, milledest siinkohal lühidalt olgu nimetatud: Wagner'i valguskasvu-mets, mille otstarbeks on valguse mõju

juurdekasvu suhtes ära kasutada. Selleks raiutakse umbes 30 a. vanuses puistus valitsevad ja ülevalitsevad puud niivõrt vabaks, et nad 10 aasta jooksul saavad takistamata areneda, mille järel vabaksraiumist korratakse. Lõppraie sünnib alles siis, kui puistu teatava rinnaspinna summa välja annab. On pinnase halvenemist liiga hõreda liituse tõttu karta, siis võetakse kunstlik alusmetsa asutamine ette, milleks tarvitatakse maaoludele vastavaid puuliike. See käitus pole laialist tarvituselevõtmist leidnud, vaid piirdub vähemate pindaladega.

Lõuna-Saksamaal on aabiesemetsades tarvitusel nõndanimetatud kitkumiskäitus (Femelschlagbetrieb), mis valikraie-käitusest selle poolest lahku läheb, et siin ei esine vahelduvad vanaduseklassi esindajad mitte üksikute puudena ja väikeste salkadena, vaid suuremates osades, nii et nad teatavas mõttes ühevanuseid lankisid moodustavad, kust puud üksikult „kitkumise" viisil välja võetakse. Nende asemele astub loomuliku uuenduse teel noor mets, mille uuenemisperiood võib mõnekümne aasta kestusega pikeneda.

Wagneri valikraie-mets veer-uuendusega (Blendersaumschlag). Käitus põhjeneb tähelepanekuil, et põhja- ja loodepoolsed metsaäärед end kõige paremini loomulikult uuendavad, mil põhjusel raiumine põhja- või loode äärest algab ja lõuna- või kagusihis edasi nihkub. Raiumine sünnib kitsaste ribadena, mille laius vastab vanametsa poolele kõrgusele, nii et uuenemine toimub vanametsa seina varjuvöötes. Need kitsad ribad ei võeta aga mitte korraga paljaks, vaid neid hõrendatakse esialgu niipalju, kui loomuliku uuenduse tekkimiseks tarvilik on. Peale selle antakse vanametsa korduva harvendamise teel noorele metsale rohkem valgust või koristatakse riba peal vanamets lõplikult ja minnakse hõrendamisega järgmises ribas edasi. Et raiepinda suurendada, selleks alatakse raiumist mitmes ribas, mis mitte üle 300 meetri üksteisest kaugel ei ole, ühe korraga, kuni terve metsaosa vanamets on kasutatud ja noor loomulikul teel asemele astunud.

Wagneri veer-uuendusega valikraie-käituses seisab raskusepunkt selles, et raiesihitus läheb põhjast lõunasse, raie ise sünnib kitsais lankides ja mitte ühe korraga, vaid järguliselt. Sel teel on pind lõunapäikese kõrvetuse eest kaitstud ja talle on kindlustatud paremad niiskusetingimused, vanamets on aga tuule eest kaitstud. Vanametsa aeglase lahendamise tõttu saab uuendamine korralik, sest et see mitte ainult ühele seemneaastale ei tarvitse põhjeneda, vaid lisa saab järgnevail seemneaastail. Ülesandeks on segametsa arenemist võimalikult soodustada, nii et lõpptulemuseks peab olema mitmevanune segamets, mis põhjapoolses osas kõige vanem ja kõrgem, lõuna poole nihkudes aga nooremaks ning madalamaks muutub. Kus raiet mitmes kohas korraga alatakse, seal korduvad puistus nii mitu korda need trepitaolised järgud vanaduses ja kõrguses, kui mitu raiekohta on olemas.

Mitmesugused teisendid käitustes, mis ühenduses osalt puuliikidega (pöök, aabies), osalt maakoha topograafiaga (mäestik), jäävad siinkohal käsitlemata. Ometi tahaks ühte asja puudutada, mis käib esiteks männimetsade kohta maapinna oludes, mis meie omadega enam-

vähem ühised, ja mis teiseks viimasel ajal on üles kerkinud ning suuri laineid erikirjanduses löönud, ühtedele evangeeliumiks saanud, teistele kahtlustamiseks põhjust annud.

Mõtlen selle uuema käituse all püsimetsa-käitust (Dauerwaldbetrieb), millele v. KALITSCH oma väikeses, 667 ha suuruses metsas aluse on pannud. Juhtumisi sai ta Eberswaldes metsakasvatuse loengutel prof. MÖLLER'ile teatavaks, kes teda laiematele ringkondadele tutvustas ja Bärenthoreni (nii on mõisa nimi) metsameestele uueks Mekkaks tegi, kuhu seda uut ilmutust metsanduse alalt vaatama tõtati. Kui jälgida näit. MÖLLER'i järeltulija WIEBECKE kirjatööd: „Dauerwald", siis pidi uus käitus eneses lunastuse idu kandma kõigist senistest metsanduse alal tehtud pattudest ja seda väga lihtsal viisil. WIEBECKE jutustab selle üle järgmist: Oli mees, kes metsakorralduse järele oma metsast iga aasta võis raiuda 1000 tihkemeetrit (Festmeter), sest tema männimets oli 667 ha suur, suuremalt osalt IV ja V boniteedi maal, peale selle 500 hektaaril alla 40 a. vana ja üldjämepuumassi ainult 34560 tihkemeetrit. Mees arvas, et kui ta aastas ainult 1000 tihkemeetrit võib kasutada, siis ei tule ta omaga välja; sellepärast raius ta iga aasta 2200 tihkemeetrit ja ei teinud mingit kultuuri. Talle kuulutati ette, et ta oma metsaga varssi otsakorrale jõuab; kuid 30 aasta pärast oli tema teotsemise tagajärjeks massi-tagavara kasvamine 93 370 tihkemeetrini. Aastane juurdekasv oli endiselt 1,55 tihkemeetrilt 6,31 tihkemeetrile tõusnud, maa oli 1,24 astme võrra paranenud ja kultiveerimise peale ei olnud pennigi raisatud. Küsimuse peale, kuidas ta säärastele tagajärgedele on jõudnud, vastas see mees, nimelt v. KALITSCH: „Ma ei tee millalgi paljasraieid ja põimendan oma metsa iga aasta, kusjuures väljavõetavad puud isiklikult ära märgin."

Üksikasjaliselt selle käitusviisi juures peatudes tuleb tähendada, et iga-aastane põimendusraie piirdub kõige halvemate puudega; põhimõtteliselt ei tule ükski puu niikaua kasutamisele, kuni metsas leidub temast veel halvemaid. Põimendusraied algavad varakult (20 a. van. peale), peened haod, okkad jne. jäetakse maha, kus nad mädanevad ja seeläbi maad parandavad.

Käitus ei ole mingisuguse kindla raieringiga seotud, ja et kasvama jäetakse kõige paremad puud, kes valguse juurdekasvu hästi suudavad ära kasutada, siis suureneb massi juurdekasv, ühtlasi aga jääb puistu niivõrt hõredaks, et loomulik järelkasv tema all hästi suudab areneda ja rikkaliku seemendamise tõttu (heade võradega vanadelt puudelt) alalist lisa saab. Maa paranemisega leiavad ka teised puuliigid asumisvõimalust, nii et lõppeks endise kehva, puhtmännipuistu asemele tekib mitmevanune segapuistu, mis üldjoontes valikraiemetsa ilme omandab.

Need oleksid üldjoontes püsimetsa-käituse põhijooned, mis paberil midagi paremat soovida ei jäta. Kas see käitus on tegelikult igal pool ja igasuguseil oludel läbiviidav, jääb lahtiseks, ja suur arv kahtlevaid hääli metsameeste peres näitab, et tal vaevalt lootust on tuleviku metsaideaaliks saada suuremail aladel. Võimalusi ära kasutada materjali, mis noores metsas põimendusraietel saadakse, ei ole igal pool olemas, ja iga-aastane korduv väljavalik terves metskonnas nõuab

suurt tööjõudu, andumist ja täielist arusaamist selle töö otstarbekohasusest ning ülesandeist. 30 aastat, mis Bärenthorenis möödunud, on metsa kohta liiga lühike aeg, et lõpptulemuste kohta selget pilti saada. Vähemail metsa-aladel, soodsail kasutustingimusil on sellel käitusel vastuvaidlemata paremused, lunastuseprintsiibiks üldises mõttes suudab ta vaevalt tõusta.

Madalmetsa vormid ja käitused. Eraldatakse üksteisest harilikku madalmetsa-käitust, kus pinna järele raieküps mets korraga maha võetakse, madalmetsa üle-ealiste puudega, kus raiumisel mõned puud järgnevasse raieringi kasvama jäetakse, ja kahe vanusega madalmetsa, kus rohkesti puid järgnevasse raieringi jääb, nii et mets koosneb kahe vanusega puudest.

Madalmetsa-käitus on ühendatud lehtpuudega, kellele on omane suur võrsuvus. Ühenduses sellega on raiering madal, sest et vanemas eas kaotavad puud selle omaduse ja ta piirdub küttepuu, koore, okste või vitste kasutamisega (tamme- ja pajukoore-käitus, korvipajude, lookade kasvatamine jne.).

Madalmetsa-käitused võivad olukordadel väga tulutoovad olla. Kus küttepuudel hea turg külje all, võimaldab lühike raiering metsaalusest maast kõrget sissetulekut. Maa hoidub hea, kultiveerimiskulud jäävad ära ja käitus ise on lihtne. Kõige soodsam on harilik madalmetsa-käitus, sest üle-ealised puud võimaldavad küll jämedama materjali saamist, kuid neid tabavad kergesti haigused ja ladvad kuivavad. Järgneval raieringil kaotavad nad oma võrsuvuse ja varjavad oma ümbruskonnas noort metsa. Sel põhjusel on kahe vanusega madalmetsa-käitus ka õige vähe tarvitusel.

Madalmetsa raiumine nõuab erilisi võtteid: kännud jäetakse võimalikult madalad, et võrsed saaksid hästi juurduda ja ei jääks vanadele kändudele püsima. Erandiks on lepp, mille kännud nii kõrged jäetakse, et vesi neid üle ei ujuta. Raiepind peab kännul sile ja poolviltu olema, et vesi peale ei jääks ega kändu määndaks. Raie-aeg tuleb nõnda valida, et võrsed võiksid sügiseks täiesti puustada; lepametsades valitakse raieks külmem talve-aeg, et materjali saaks välja vedada ja korralikult töötada. Raie sihitus käib läänest idasse, misläbi hiliskülma-hädaoht noortele võrsetele väheneb.

Keskmetsa vormidest ei maksa siinkohal rääkida, sest et see vorm üldiselt piiratud aladel püsima on jäänud; meil ei ole teda vist kuskil esinemas. Ta on, nagu juba eespool tähendatud, kõrg- ja madalmetsa ühendus. Kõrgmetsa osa koosneb mitmeist kõrgete raieringidega okas- ja lehtpuu-liikidest, nagu tammest, jalakast, saarest, kasest, lehtmännist, männist ja kuusest, kuna madalmets lühikeste perioodide järel kasutusele tuleb ja alaliselt võrseist uueneb. Meil võiks seesugune kombinatsioon tarvitusele tulla värskeil ja niiskeil, rammusail lehtpuu-kuuse segametsa maadel, kus tamm, saar, jalakas, lehtmänd jne. moodustaksid kõrge raieringiga kõrgmetsa, kuna pehmed lehtpuud madalmetsana kasutusele tuleksid. See oleks käituse teoreetiline külg. Kuidas ta end aga praktiliselt laseb korraldada, selle kohta puuduvad meil kogemused. Arvestada tuleb kõrgmetsa varjamist,

mis alusmetsa uuenemise teataval määral küsitavaks teeb. Sel põhjusel on kõrgmetsa vististi kõige kohasem salkadena kasvatada. Saksamaal jäetakse headel maadel kõrgmetsa alla $^3/_4$ pindalast, kehvematel maadel $^1/_3$—$^1/_2$.

Metsakäitus vahelduva põllukäitusega. See kombinatsioon oli ennemalt laialt tarvitusel niihästi mujal kui ka meil ja suur osa meie metsamaadest on varemini ajutiselt vilja kannud. Oli aeg, kus Lääne-Euroopas mõlema käituse ühendamisest imet loodeti. Ta pidi ühe korraga metsa- ja maapuudust kaotama. Puude ridade vahel pidi vili kasvama, mets puud ning väetusaineid andma ja sealjuures ise hästi kasvada suutma. Et säherdune ühiselu üht ega teist ei suutnud rahuldada, nähti varssi ära, kuid püsima jäi ja tähtsa koha omandas vahelduv maa kasutamine puude ja vilja kasvatamiseks. Metsa läbi võidetud maa andis rikkalikku viljasaaki mõne aasta kestusel ja kui see tagasi laskus, asus mets sinna hea meelega peale, leides soodsaid tingimusi kohendatud ja umbrohust vabas mullas.

Ajutine viljakasvatus võib metsamaal kahjuliseks kujuneda ainult säärastes kohtades, kus pinnas tuule mõjul liikuma hakkab või vesi teda ära uhab; ei võiks ometi küll juttugi olla maa kurnamisest niisugusel määral, et see metsakasvus avalduks, sest igal pool, kus mets asutati põllumaale, mis enam vilja ei kannud, arenes ta veel suurepäraselt. Ajutine vilja kasvatamine metsamaal aitaks meil metsa kultiveerimise küsimust palju lahendada, kui ta laialisemat tarvitamist leiaks. Minu teada tuleb teda praegusel ajal veel Võrumaal Orava metskonnas tarvitusele, milleks Setumaa naabrus kaasa aitab. Olgu, et setul maad vähe või ei kohuta teda raiestiku kündmine, aga ka praegugi võtab ta, ehk küll juba vähesel määral, männiraendu harimiseks rukki alla, millele järgneb kaer. Kaera alla külvatakse männiseeme, nii et kolmeaastase viljakasvatamise järel maa jällegi metsa alla tagasi läheb. On tarvis näha neid keni ja laialisi männikultuure, mis sel teel Kahkva, Veriora ja Orava metsades on tekkinud, et selle käitusviisi pooldajaks saada, ja oleks aina soovida, et ta laiema ulatuse võtaks. Kasu oleks sellest niihästi põllu- kui ka metsatulundusele.

Metsatüübid.

Kui tutvuda üksikute puuliikide elunõuetega nende kasvuarenemisega omasuguste ja teiste liikide esindajatega ühiskonnaks koondatult, arvesse võttes pinnase ja kliima mõju üksikute liikide ja nende kogumiku arenemisse, siis selgub meile see mitmekesisus ning vaheldus vormides, mis metsas aset leiab. Isegi siis, kui inimene kunstliku kultiveerimise ja hooldamise abil metsale ühtlase ilme peale sunnib, erinevad seal aja jooksul üksikud osad teistest, mis selles ühises kunstlikus vormis kõrvalekalduvaid astmeid moodustavad. Mida rohkem aga mets looduse enese hoolde on jäetud, seda iseloomustavama ilme omandavad lahkuminevad puistu vormid, tingitud põhjustest, mis peituvad osalt puudes enestes, osalt aga välistes tegurites.

Kõige selle vahelduse, muutuse ja mitmekesisuse taga laseb end aimata suurejooneline metsa alalhoidmise põhisiht ühenduses maa-ala valdamise, oma all hoidmise ja tema parandamisega.

Loomulik, et metsateaduse arenemisega tarvidus tõusis metsas ettetulevaid puistu vorme, mis oma koosseisu, kasvu, liituse jne. poolest üksteisest lahku lähevad, süstematiseerida. Kõige lihtsam klassifikatsioon seisis selles, et metsad jaotati puuliikide järgi, näit. männi-, kuuse-, kase- või kuuse-kase segamets jne. GAYER võttis süsteemi aluseks eelolevas peatükis käsiteldud, puude sigimise viisiga ühendatud kolm põhivormi, mis vanaduse, kasvuseisukorra, varjusallivuse ja käitusviiside juurdelisamise teel end 14 vormiks laskis laiendada, ja ka TURSKI lõi samal alusel 15 erilist metsatüüpi. Täpsamaks iseloomustamiseks tuli ära tähendada puistu koosseis, headus, tihnus ehk täius, maa boniteet, reljeef, pinnakatte koosseis jne., nagu ta praegugi maksev on metsakorraldus-töödes.

Uuele seisukohale selles küsimuses asus MOROSOV, kes leidis, et metsatüüpe tuleb eraldada üldiste, põhjalikumate ja püsivamate tunnismärkide järele, mis võimaldaksid laiemal geograafilisel alal eritella suuremaid puistu komplekse, mis oma loomu järele ühesugused. Välised tunnismärgid, nagu näit. puistu koosseis, ei või selle liigitamise üldiseks aluseks olla, sest et juhulised põhjused võivad siin metsa põlemisi jne. ja inimese tegevus liikide vaheldust esile kutsuda. Niisama ei loe MOROSOV pinnakatet küllalt põhjapanevaks tüübi eraldamise aluseks, sest et ka temas võivad juhulised põhjused muutusi esile kutsuda. Ka boniteet, mille määrajaks on puude kõrgusekasv, ei rahulda MOROSOV'it, sest madal boniteet võib oleneda näit. niihästi maa liigsest kui ka vähesest niiskusemäärast, puude vilets kasv võib olla tingitud üldisest mineraalainete puudusest, aga ka mõnede ainete liigrohkusest jne.

Kõike seda arvesse võttes leiab MOROSOV, et ühiseks aluseks, millel võiks puistu eraldamist sisuliselt põhjendada, jääksid p i n n a s e füüsilis-geograafilised olud, see tähendab, seisukoht ühes maa pealispinna ja aluspõhja omadustega. Nendel ühtlastel oludel on metsailme ühtlane, ja kus inimene oma tegevusega metsa elusse vaheldust toob, olgu selle koosseisu või liituse muutmisega, seal sunnib ta metsa vägivaldselt ta loomulikust ilmest loobuma ja vormi omandama, mis metsa loomule võõras ja selle tõttu püsivaks ei jää, nagu seda tõendavad kunstlikud kultuurid, mis ei sünni teatavaisse pinnaseoludesse ja selle tõttu on vähese vastupidavusega. Säärasel juhul pöördub loodus lühema või pikema aja jooksul algtüübi juurde tagasi, mis sellele kohale kõige vastavam. Nii võivad puistud tekkida, mis oma loomu poolest a j u t i s t ehk ülemineku-tüüpi omavad, vastandiks l o o m u l i k u l e ehk ürgtüübile. Ajutised tüübid tekivad kõige kergemini paljasraiete ja katastroofide tagajärjel, millega ühenduses on liikide vaheldused.

Kui suur vahe peab aga pinnase oludes valitsema, et see uue tüübi aluseks saab? MOROSOV vastab selle küsimuse peale, et seal, kus pinnase olud niivõrt erinevad, et sellega käsikäes käivad lahkuminevad käitised, s. t. metsauuendus ja raieviis, on tegemist uue tüü-

biga; erinevad nad üksteisest ainult niivõrt, et sellest oleneb taksatsiooni andmete lahkuminek, siis on tegemist ühtlase tüübi mitmesuguste boniteetidega. Ta ei salga, et nende erinemismärkide peale vaatamata on võimalik vaadete lahkuminek teatava puistu kuulumise suhtes ühte või teise tüüpi, seda enam, et looduses leidub palju vaheehk ülemineku-tüüpe. Ta annab suure tähtsuse topograafilistele oludele, geograafilisele keskkonnale ja leiab, et laialises territooriumis, nagu seda esitab Venemaa, eraldada tuleb kõige pealt vööteid ja alamvööteid, ringkondi ja alamringkondi ja nendes metsamassiivide ning lõppeks puistute tüüpe. Tundra, mets, stepp — oleksid vööted; metsatundra, metsastepp, põhjasoode ja taiga-alad — alamvööted; volga-tagune, Kesk-Vene ala jne. — ringkonnad. Metsatüüp aga peab esitama teatava arvu kindlaid metsanduslikke omadusi, millede najal võimalik oleks välja arendada kõige soodsamaid metsa uuendamisi ning hooldamisviise ja neid ühesuguse eduga tarvitusele võtta igal pool — vastavates tüüpides. Metsakasvatuslikeks teguriteks, mille ühismõjule peab metsa loomulik klassifikatsioon põhjenema, tuleb lugeda: 1) puuliikide sisemisi, ökoloogilisi omadusi; 2) geograafilist keskkonda, kliimat, maapinna reljeefi, aluspõhja, pealispõhja; 3) biosotsiaalset vahekorda a) metsa kogumikku kuuluva taimestiku ja b) nende ning loomastiku vahel; 4) ajaloolis-geoloogilisi põhjusi ja 5) inimese tegevust.

MOROSOV võttis nimetused tüüpidele rahva suust, nagu see iseloomustavalt ära tähendab metsi, mis üksteisest oma koosseisu ja peaasjalikult maa omaduste poolest lahku lähevad. Nii leidsid tüüpides tarvitust mõisted „bor“, „bili“, „suradok“, „rada“ jne.

Peale MOROSOV'i on paljud Vene metsateadlased tüüpide üle kirjutanud ja uusi klassifikatsioone üles seadnud, nii näit. KRÜDENER ülevenemaalises mõõtkavas. Juba enne MOROSOV'it olid botaanikud metsakogumikke tüüpide järele liigitanud; nii näit. WARMING, kes jaotab Euroopa metsi iseloomustava alataimestikulise pinnakatte järele: *Pineta silvestris cladinosa, P. s. hylocomiosa, P. s. graminosa* ja *herbida* jne. Venelastest eraldab samal alusel SUKAČOV oma metsatüübid, kus leiduvad muu seas *Pineta cladinosa, P. callunosa, P. hylocomiosa sicca* ja *P. h. humida, P. herbosa* jne.

Silmapaistva koha on Soome metsateadlane prof. CAJANDER oma metsatüüpidega omandanud, millede eestikeelne kokkuvõte on G. Vilbergi sulest ajakirjas „Loodus“ ilmunud. CAJANDER läheb välja sellest vaatekohast, et looduses esinevad taimeliigid korrapäraste ühingutena, mis koosnevad enam-vähem konstantseist (püsivaist) liikidest, omavad püsivat ökoloogilis-bioloogilist iseloomu ja esinevad teatud asualal. Selle nähtuse peapõhjusteks peab CAJANDER 1) taimeliikide piiratud elutsemisvõimalust, 2) nende omavahelist võistlust ja 3) teadmatut sobivust (Begünstigung) ühe ja teise liigi vahel. Samasugust taimestiku-ühiskonda esitab ka mets, ja kui ta täiesti puutumata kasvaks ning ta koosseis ei sõltuks inimese meelevallast või juhusest, esineksid puude ühiskonnad loomuliku metsa tüüpidena. Tulundusmetsades aga, kus puude koosseis oleneb kas seemnepuude valikust või kultiveerimisest, ei ole puukogumik üksi küllalt iseloomustavaks

metsatüübi määrajaks. Siin võib ainult alataimkond tüübi määrajaks olla, mis sel korral, kui seal on tasakaalu-seisukord üksikute liikide vahel saavutatud, üheväärtuslikke kasvukohti iseloomustavad. Sel põhjusel on CAJANDER'i metsatüüpide määrajaks esimesel joonel metsa alataimkonna taime-ühiskonnad, milledest tüübid ka oma nime saavad, nagu *Calluna*- (kanarbiku-) tüüp, *Cladina*- (sambliku-) tüüp, *Myrtillus*'e- (mustika-) tüüp jne. Oleks aga ekslik oletada, et tüüpi iseloomustab üksnes nimetatud taimeliik. *Myrtillus*'e-tüübis on iseloomustav küll enam-vähem rikkalik mustikavarte esinemine, kuid selle kõrval tuleb arvesse võtta ka teisi püsiliike, kindlat bioloogilist iseloomu, isegi üksikute liikide arenemisastet jne.

Iga metsatüüp eraldub oma alataimkonna üld-kokkuseadega ja n. n. juht-taimeliikidega (Leitpflanzenarten), millede hulk vahelduv, kuid mis on esinemas alati või pea alati. Mõõduandvama juht-taimeliigi nime kannab ka vastav metsatüüp. Aga tuleb ette, et nimeandja taimeliik ise koosseisus puudub, nagu see paremate tüüpide, näit. *Sanicula*-tüübi puhul, kus liikide rohkus taimkonna koosseisus kõige suurem on, ette võib tulla. Kuigi *Sanicula* (metsputk) ise puudub, kuulub mets *Sanicula*-tüüpi, kui aga teised iseloomustavad omadused on ühised *Sanicula*-tüübiga. Seesugused nähtused lasevad end seletada juhusega, mida kui taimegeograafilist tegurit tuleb arvestada, sest ka metsade alataimkonna kokkuseade sõltub tähtsalt sellest, missugused liigid omandasid koha esimestena. Mõni tähtis liik võib üksikuil juhtudel puududa, ilma et see vegetatsiooni üld-iseloomu või koosseisu muudaks. Metsatüüpide asjus nõuab tähelepanu see asjaolu, et metsa-alune taimestik vaheldub metsa vanadusega, niisama ka ta liitusega, ja nimelt seda rohkem, mida parem on tüüp. Nii siis kuuluvad ühte tüüpi alataimkonnad kõigis nendes arenemis- või vaheldusjärkudes, mis ühe koha peal aset võivad leida ja ainult nendes omadustes lahku lähevad, mis on tingitud puistu vanadusest või liitusest. Arenemisjärkudes võib eraldada 3 lahkuminevat astet: 1) alataimestik noores, 2) keskealises ja 3) küpsnevas metsas. Igas üksikus tüübis on alataimestik kõige iseloomustavamalt välja kujunenud küpsnevas metsas, sest et seal on tasakaal üksikute liikide vahel kõige täielisemalt saavutatud ja sel põhjusel lasevad end metsatüübid alataimkonna järele kõige täpsamalt selles metsa vanaduses kindlaks teha. Eraldamine nõuab eriti salumetsades palju harjumust ja tähelepanu. Kehvemais tüüpides on see kergem, sest et vaheldused, mida puistu vanadus või liitus alataimkonnas esile kutsub, on vähemad. Loomulikult ei või ka juhuslikud ja mööduvad taimestiku muutused, näit. metsapõlemiste või karjatamise tagajärjel, uue tüübi aluseks saada.

Mustika- ehk palukatüüpi kuuluval põlendikul võib kanarbik esialgu täies ülekaalus esineda, kuid metsa vananemisega tuleb temas mustika- ehk palukatüübi iseloom ikka enam esiplaanile. Ka puuliikide koosseis avaldab tüübi iseloomusse niivõrt väikest mõju, et vähesest harjumusest jätkub, põhitüüpi pseudotüübist eraldada. Kõike seda arvesse võttes jõuab CAJANDER otsusele, et ühte ja samasse metsatüüpi kuuluvad kõik puistud, millede alataimkond on küpsnevas (algavas) raievanaduses

ja ligikaudu normaalse liitusega metsas, enamvähem ühtlase kokkuseadega ja ökoloogilis-bioloogilise ilmega, niisama aga ka niisugused puistud, mille alataimkond erineb ainult selle poolest, et ta kannab juhuslikku ehk mööduvat ilmet (näit. puistu vanaduse ehk hõrenduse tõttu), ei esine aga mitte jäävana. Jäävast vahest kujuneb uus tüüp, kui vahe on küllalt iseloomulik, alatüüp — kui vahe on vähem täielik, aga siiski tähelepandav.

Ruum ei luba siinkohal üksikasjaliselt peatuda väidete põhjendamiste juures; olgu ainult nimetatud, et ka CAJANDER ise selle peale tähelepanu pöörab, et tüüpide eraldamine ja liigitamine sõltub palju isiklikust arvamisest ja vaatest. Ta soovitab praktiliseks käsitlemiseks vähema arvu tüüpidega leppida, et nende tarvitamist mitte keeruliseks teha.

Ühesugusel alusel põhjenevate tüüpidega võiks CAJANDER'i väitel saavutada:

1) Ühelisi boniteete kõigile puuliikidele. Praegu ei vasta näit. männimetsa I boniteet kuusemetsa I boniteedile, see omalt poolt ei vasta pöögimetsa I boniteedile. Kasvukoha boniteetide liigitus peaks aga sõltumata olema puuliikidest.

2) Ühelisi boniteete mitmetes maades. Praegu lähevad boniteedid igal maal täiesti maade boniteetidest lahku, mis ühtlase metsastatistika võimatuks teeb.

3) Loomulikke boniteete saavutada, mis piirduvad bioloogiliselt ühesuguste kasvukohtadega ja metsade ning maa-alade kaardistamisel ilma suuremate raskusteta tarvitusele võetakse.

4) Toogitabelite kokkuseadmisel laseks arvude materjal end lahus igal boniteedil käsitella, mis praeguse boniteerimise meetodite najal raskustega seotud.

5) Lihtsaid ja tabavaid nimetusi kasvukoha iseloomustamiseks saada, mis on tähtis kirjeldustes ja võrdlevail katse- ning uurimistöödel.

6) Erilises, praktilises metsakasvatuses ühist alust leida. Teatavasti nõuavad mitmesugused maad erinevaid metsakasvatuslikke ja hooldamisvõtteid. Kuivadel palumaadel on need teissugused kui värskeil või soostanud mail. Harilikud boniteedid ei kõlba küllalt seesuguseks aluseks, sest et näit. männi III boniteet mitte ainult igas riigis, vaid ka ühes riigis mitmesuguse omadusega võib olla. Sellevastu moodustavad näit. *Cladina*-tüüpi männimetsad loomuliku grupi männimetsi, milledes erilised metsakasvatuslikud võtted tarvitusele tulevad; niisama on lugu *Calluna-*, (*Vaccinium*'i-) ja teiste tüüpidega.

7) Mitte ainult mitmesugustele puuliikidele ühiseid boniteete leida, vaid üldse igasugusteks metsanduslikeks, metsakasvatuslikeks, korralduslikeks, politilisteks jne.

otstarveteks võimalikult ühtlast metsade klassifikatsiooni saada.

CAJANDER'i metsatüübid, mis liigitavad kõige pealt kogu metsa kolme rühma, on järgmised:

I. Salumetsade rühm: Kõige lopsakamad metsad. Sammaltaimkond väheselt esitatud, samblikud puuduvad täiesti, välja arvatud kividel ja puutüvedel, kus nad liigirikkad võivad olla. Rohtja heintaimkond rikkalik, lopsakas, metsaaluse varju tiheduse järele vahelduv. Puhmaid (marjavarsi) leidub vähe või nad puuduvad täiesti, põõsaid on rikkalikumalt kui teistes rühmades. Puistu on loomulikus seisukorras segatud, lehtpuude enamusega, kus „poolväärsed" (sanglepp, toomingas j. t.) kui ka „väärsed" sagedasti tüübilistel juhtudel valdavalt esitatud. Mänd esineb, välja arvatud piiridel, lisaseguna. Taimkond on liigirikas. Üldine taimkonna iseloom on niiskuselembene ehk hügrofiilne (tropofiilne). Huumus on enam-vähem väljakujunenud pehme (mahe), leetimine võrdlemisi vähene. Siia rühma kuuluvad järgmised tüübid:

1. *Sanicula*- (metsputke-) tüüp *(ST)*. Puistu koosseis: peaasjalikult arukased (*Betula verrucosa*), sanglepad ja saared, seguna haavad, toomingad, pihlakad, metsõunapuud, vahtrad, mõnikord ka tammed ja pärnad. Karjatamise tagajärjel on kohati kuusk valdavaks saanud. Põõsaist on enamuses sarapuud, moodustades tihti puhtaid, omapäraseid kogumikke („sarapikud"). Teistest põõsastest leidub: magedat sõstart (*Ribes alpinum*), tuhkpuud (*Cotoneaster integerrima*), viirpuud (*Crataegus monogynus* ja *Cr. calycinus*), türnpuud (*Rhamnus cathartica*), koer-õispuud (*Viburnum opulus*), kuslapuud (*Lonicera xylosteum*), roose (*Rosa glauca, R. mollis, R. cinnamomea*), mõningaid pajusid, vahest musta sõstart (*Ribes nigrum*), kibuvitsa (*Rosa canina*), laukapuud (*Prunus spinosa*), jugapuud (*Taxus baccata*). Rohttaimedest on nimetada: metshärghein (*Melampyrum silvaticum*), leseleht (*Majanthemum bifolium*), piibeleht (*Convallaria majalis*), ussilakk (*Paris quadrifolia*), mets-kurereha (*Geranium silvaticum*), metsputk (*Sanicula europaea*), munalehine käopõll (*Listera ovata*) ja kevadelilledest sinilill (*Anemone hepatica*), võsaülane (*Anemone nemorosa*), kanakoole (*Ficaria ranunculoides*); peale selle kuutõverohi (*Polygonatum multiflorum*), metstulikas (*Ranunculus cassubicus*), lõokannus (*Corydalis solida*), lillakas (*Rubus saxatilis*), jänesekapsas (*Oxalis acetosella*) j. t. Heintaimedest esinevad mets-kukeleib (*Milium effusum*), salunurmikas (*Poa nemoralis*), karvane piiphein (*Luzula pilosa*), longus helmikas (*Melica nutans*) sõrmtarn (*Carex digitata*) j. t.

2. *Aconitum*'i (käokinga-) tüüp *(AT)*. K. LINKOLA järele oli puistul esialgselt segametsa ilme, kuigi kuusk suurt tähtsust omas. Nüüd moodustavad puukogumikke kaseliigid, haavad ja harilik lepp ühes toominga, pihlaka ja raeremmelgaga. Kultuurist puutumata metsades kasvab kuusk, sagedasti ka vaher ja pärn, harva jalakas. Põõsaid on kaunis rikkalikult, kuid vähem kui *Sanicula*-tüübis. Esinevad vabarn (*Rubus idaeus*), näsiniin (*Daphne mezereum*), kuslapuu (*Lonicera xylosteum*), kadakas (*Juniperus communis*), mustjas paju (*Salix*

nigricans), must sõstar, metsroos, koer-õispuu (*Viburnum opulus*), kahevärviline paju (*Salix phylicifolia*), paakspuu (*Rhamnus frangula*), taevassinine kuslapuu (*Lonicera coerulea*). Rohttaimi on palju ja liigirikkalt, kui liitus on küllaldaselt hõre (*Pteris aquilina, Phegopteris dryopteris, Polystichum filix mas, Equisetum pratense, Majanthemum bifolium, Paris quadrifolia, Aconitum lycoctonum, Anemone hepatica, Ulmaria pentapetala, Geum rivale, Rubus saxatilis, Fragaria vesca, Vicia sepium, Lathyrus vernus, Geranium silvaticum, Oxalis acetosella, Viola epipsila, V. mirabilis, Aegopodium podagraria, Anthriscus silvestris, Angelica silvestris, Trientalis europaea, Pyrola media, P. minor, P. secunda, Veronica chamaedrys, Melampyrum silvaticum, Stellaria nemorum, Stachys silvaticus, Crepis paludosa* j. t.). Heintaimedest: *Milium effusum, Calamagrostis arundinacea, Melica nutans, Poa nemoralis, Luzula pilosa* ja *Carex digitata.* See metsatüüp on kõige täielisemalt välja kujunenud mägisel sigusal lubjasel muldkonnal Laadoga järve põhjapoolses osas.

3. *Vaccinium-Rubus*'e (paluka-muraka) tüüp *(VRT).* Ülemineku-tüüp salu- ja nõmmemetsade vahel, mis esineb LINKOLA järele põhja pool Laadogat iseseisva tüübina kõrgemail, enam-vähem kuivemail mäekülgedel. Puistu liitus kivise pinnase tõttu hõre, koosneb kord männist, kord kasest või haavast; raeremmelgas ja pihlakas leiduvad sagedasti, kohati rikkalikult, vahest kasvab ka kuusk, harvemini harilik lepp, toomingas ja vaher, harva pärn. Põõsaist esineb kõige sagedamini kadakas, sagedasti vaarikas ja kuslapuu (*Lonicera xylosteum*), kaunis sagedasti näsiniin (*Daphne mezereum*), *Rosa acicularis, Cotoneaster nigra, Lonicera coerulea, Viburnum opulus, Salix nigricans* ja paakspuu (*Rhamnus frangula*). Puhmaist leidub eriti tihti pohle, vahest ka mustikavarsi ja kanarbikku. Ka samblaid on rikkalikumalt kui harilikult (*Hylocomium parietinum, H. triquetrum, Dicranum scoparium, Thnidium abietinum, Th. recognitum, Tortula ruralis* j. t. Ka samblikud esinevad vahel väheselt. Enam-vähem rikkalikest rohttaimedest olgu nimetatud: põld-sõnajalg (*Pteris aquilina*), piibeleht (*Convallaria majalis*), maasikas (*Fragaria vesca*), lillakas (*Rubus saxatilis*), aas- ja kevadine seahernes (*Lathyrus pratensis* ja *L. vernus*), mets-kurereha (*Geranium silvaticum*), imekannike (*Viola mirabilis*), harilik näär (*Pimpinella saxifraga*), värvmadar (*Galium boreale*), kuldvits (*Solidago virgaurea*) ja sarik-hunditubakas (*Hieracium umbellatum*). Heintaimedest leidub metskastik (*Calamagrostis arundinacea*), longus helmikas (*Melica nutans*), salunurmikas (*Poa nemoralis*) ja sõrmtarn (*Carex digitata*). Selle tüübi kohta ütleb CAJANDER, et tema esinemise kohta teistes Soome maakohtades teated puuduvad.

4. *Oxalis-Majanthemum*'i (jänesekapsa-leselehe) tüüp *(OMaT).* Soomes lihtsalt Oxalis'e-tüübiks *(OT)* nimetatud. Valdav puuliik on põliselt kuusk olnud e.-v. kasina vääris-lehtpuu seguga, kuid kultuuri (metsapõlemiste, kütiste jne.) mõjul on valdavas enamuses kord kask, kord harilik lepp, vahel ka haab, harvemini mänd ja kultuurist vähem puudutatud kohtades kuusk, siin ja seal tamm. Harilikult esinevad segametsad. Põõsaist leiduvad samad, mis *Aconitum*'i-tüübis, kuid vähemal arvul. Roht- ja heintaimi on rikkalikult, eriti hõredamail kohtadel. Rohttaimedest on tähtsamad: *Phegopteris dryopteris, Ph. polypodioides,*

Polystichum spinulosum, Pteris aquilina, Equisetum pratense, Majanthemum bifolium, Convallaria majalis, Rubus saxatilis, Fragaria vesca, Potentilla tormentilla, Geranium silvaticum, Oxalis acetosella, Viola canina, V. Riviniana, Aegopodium podagraria, Angelica silvestris, Pyrola rotundifolia, P. minor, P. secunda, Trientalis europaea, Veronica chamaedrys, Melampyrum silvaticum, Solidago virgaurea, Hieracium umbellatum. Heintaimedest: *Calamagrostis arundinacea, Aera caespitosa, A. flexuosa, Melica nutans, Carex digitata, Luzula pilosa* j. t. Puhmaist esinevad sagedasti mustika- ja palukavarred, kuid vähesel arvul. Samblaid ei ole väga rikkalikult (*Hylocomium triquetrum, Polytrichum commune, Mnium* j. t.). See tüüp on Lõuna-Soomes laialiselt esinemas, ei võta aga üldiselt suuri alasid oma alla. Esineb rõskjais sigusais orgudes või ka kaunis tasaseil mail, enamasti moreen- ja savipinnal.

5. Sõnajala- (Farn-) tüüp *(FT).* Põliselt oli puuliikidest valdav kuusk, kohati ka sanglepp, nüüd domineerub kord kask, kord harilik lepp, kuusk, mõnikord sanglepp ja haab. Pihlakas ja toomingas, mõnikord ka pärn seguna, harvemini vaher ja jalakas. Põõsaid on sagedasti, kuid mitte väga rikkalikult, nimelt: *Rubus idaeus, Ribes nigrum, R. rubrum, Daphne, Rhamnus frangula, Viburnum opulus, Lonicera xylosteum, Rosa acicularis* ja mõned pajud. Hein- ja eriti rohttaimed rikkalikult, väljapaistvalt sõnajalad: *Phegopteris dryopteris, Ph. polypodioides, Polystichum spinulosum, Athyrium filix femina, Onoclea struthiopteris, Equisetum silvaticum, Majanthemum bifolium, Paris quadrifolia, Ulmaria pentapetala, Geranium silvaticum, Oxalis acetosella, Viola epipsila, Angelica silvestris, Trollius europaeus, Solidago virgaurea, Crepis paludosa, Convallaria majalis, Actaea spicata* j. t. Heintaimedest oleksid nimetada: *Calamagrostis phragmitoides, C. arundinacea, Aera caespitosa, Melica nutans, Poa nemoralis* j. t. Puhmaid vähe (enamasti mustikas). Sambla-taimkond liigirikas, kuid vähe väljapaistev (*Mnium, Climacium* j. t.). See tüüp esineb sigusais, värskeis, kaunis niiskeis orgudes, ojakallastel, kuid mitte väga laialistel aladel.

6. *Geranium-Dryopteris*'e (kurereha-kolmisimara) tüüp *(GDT)* on peaasjalikult Põhja-Soome metsa tüüp, mis sigusail nõlvadel areneb *Geranium*'i-tüübiks *(GT).* Mõlemad lubjarikkal maal. Puistu koosseis: kask, kuusk, mänd, haab. Põõsaid vähe, kadakas, vaarikas, sõstrad, toomingas ja mõned pajud. Rohttaimed rikkalikult esindatud: *Phegopteris dryopteris, Lycopodium annotinum, Majanthemum bifolium, Rubus saxatilis, Geranium silvaticum, Epilobium angustifolium, Angelica silvestris, Pyrola rotundifolia, P. minor, P. uniflora, P. secunda, Trientalis europaea, Linnea borealis, Solidago virgaurea,* mõned *Archieracia*'d j. t. Heintaimedest: *Calamagrostis* ja *Luzula pilosa.* Puhmaid on rikkalikumalt kui harilikult salumetsades (mustikas, palukas), niisama samblaid, eriti *Hylocomium proliferum, H. parietinum* ja *H. triquetrum.* See tüüp seisab järgmise rühma piiril.

II. Värskete metsade rühm. Selle rühma tüüpe iseloomustab e.-v. katkestamata või väga lopsakas sambla-taimkond, mis

koosneb peaasjalikult *Hylocomium*'i-liikidest ja üldiselt kaunis või väga rikkalik mustikavegetatsioon. Roht- ja heintaimestik on sellevastu üldiselt kasin. Põliselt valitses igal pool metsas kuusk, kuid metsapõlemiste, „saatude" ning aletegemiste ja raiumiste tagajärjel võivad esineda kõik harilikud puuliigid (mänd, kuusk, kask, haab, harilik lepp) kas puhtpuistuna või segatult. Vääris-lehtpuud ja haruldased põõsad leiduvad ainult niisuguseis värskeis metsades, mis seisavad salumetsade piiril. See metsade rühm asub kõige pealt värskeil moreenmail. Huumus on e.-v. välja kujunenud tooreshuumus. Leetumine e.-v. tugev.

1. *Oxalis-Myrtillus*'e (jänesekapsa-mustika) tüüp *(OMT)*. See on ülemineku-tüüp *Myrtillus*'e- ja *Oxalis*'e-tüübi vahel, esineb aga kaunis iseseisvalt ja tuleb selle tõttu eritüübina käsitlusele. Harilikkude puuliikide kõrval esineb pihlakas sagedasti, niisama ka raeremmelgas, vääris-lehtpuudest leiduvad siin ja seal vaher ja pärn, Edela-Soomes ka tamm. Põõsaist on kõige sagedam kadakas, aga ka vaarikas; ka leiduvad, kuigi harvemini, sõstraliigid, näsiniin, *Viburnum* j. t. Roht- ja heintaimestik rikkalikum kui teistes värsketes metsades, aga kasinam kui salumetsades. Rohttaimedest leiduvad: *Phegopteris dryopteris, Lycopodium annotinum, Majanthemum bifolium, Convallaria majalis, Rubus saxatilis, Fragaria vesca, Potentilla tormentilla, Oxalis acetosella, Viola canina, Pyrola rotundifolia, P. minor, P. secunda, Trientalis europaea, Veronica chamaedrys, Melampyrum silvaticum, Linnea borealis, Solidago virgaurea* ja mõned *Archieracia*'d. Heintaimedest: *Calamagrostis arundinacea, Aera caespitosa, A. flexuosa, Melica nutans, Luzula pilosa* j. t. Puhmaist on mustikad ja palukad, eriti esimesed, pea alati e.-v. laialipillatult, rikkalikult leida. Samblataimkond rikkalik, aga mitte väga liituv (*Hylocomium triquetrum, H. proliferum, H. parietinum, Ptilium crista castrensis, Dicranum scoparium, Polytrichum commune* j. t.). See tüüp on sama laialine kui *OMaT*, kuid siiski sagedam ja esineb eriti moreenkinkudel ning -nõlvadel, niiskel, kaunis rammusal maal.

2. *Pyrola* (uibulehe-) tüüp *(PyT)*. Erineb eelmisest peaasjalikult selle poolest, et seal on palukad puhmastest ülekaalus, mustikad aga võivad sagedasti puududa, kuna uibulehed (eriti *Pyrola rotundifolia)* väga esile tulevad. Teistest taimeliikidest oleks *Succisa pratensis*'t (Peetri piibeleht) nimetada seal, kus on selle taime levimisala. Põline puuliik on ka siin kuusk olnud, kuigi praegu seal kõik meie harilikud puuliigid võivad esineda. Sammalkate on peaaegu katkestamata ja koosneb kolmest *Hylocomium*'i liigist *(Hyl. proliferum, H. parietinum, H. triquetrum)*, milledest kord üks, kord teine domineerub. Põõsaid leidub peale kadaka väga vähe (mõned pajud), roht- ja heintaimi rohkesti. Rohttaimedest on nimetada: *Majanthemum bifolium, Ranunculus acer, Rubus saxatilis, Fragaria vesca, Potentilla tormentilla, Geranium silvaticum, Oxalis acetosella, Pyrola rotundifolia, P. minor, P. secunda, Trientalis europaea, Brunella vulgaris, Viola canina, Veronica chamaedrys, V. officinalis, Melampyrum pratense, M. silvaticum, Galium uliginosum, Succisa pratensis, Solidago virgaurea, Antennaria dioeca, Hieracium umbellatum* j. t. Heintaimedest on tähtsamad: *Cala-*

magrostis arundinacea, Aera flexuosa, Festuca ovina, Luzula pilosa, Antoxanthum odoratum, Agrostis vulgaris, Aera caespitosa, Carex digitata j. t. See tüüp on savi- ja sauepinnaga seotud, sellepärast üks sagedamaist metsatüüpidest. Et need maad heaks põllumaaks kõlbavad, on see tüüp palju oma pindalast põllu alla annud.

3. *Myrtillus*'e (mustika-) tüüp *(MT)*. Kõige tähtsam tüüp Lõuna-Soomes. Väärsad lehtpuud ja haruldased põõsad esinevad ainult erandina. Sammalkate, välja arvatud kõige varjulisemad kohad, peaaegu või täiesti katkestamatu ja koosneb *Hylocomium*'i liikidest, *Ptilium crista castrensis, Dicranum scoparium, D. undulatum, Polytrichum juniperinum* j. t. Samblikke *(Cladinae, Cladoniae, Peltidea aphtosa* j. t. kasinasti. Rohttaimed pillatult, vahel ka kaunis rikkalikult: *Lycopodium annotinum, Majanthemum bifolium, Convallaria majalis, Rubus saxatilis, Fragaria vesca, Pyrola rotundifolia, P. minor, P. secunda, Trientalis europaea, Melampyrum pratense, M. silvaticum, Linnaea borealis, Antennaria dioeca, Solidago virgaurea,* mõned *Archieracia*'d. Heintaimi vähe: *Calamagrostis arundinacea, Aera flexuosa* j. t. Üldine taimeliikide koosseis on väga lihtne. See tüüp on kohati domineeruv ja esineb laialisel alal moreenpinnal.

4. Paksu sambla (Dickmoos) tüüp *(HMT)*. Põhja-Soome metsatüüp, mis iseloomustub paksu lopsaka *Hylocomium*-kattega, moodustatud *H. parietinum*'i, *H. proliferum*'i, *Polytrichum commune* ja *Dicranum scoparium*'i, harvemini *Dicranum undulatum*'i ja *Ptilium crista castrensis*'e liikidest. Samblikud on esitatud alati, kuid väheselt *(Peltidea aphtosa, Nephroma arcticum, Cladina silvatica, Cl. rangiferina* j. t.). Mets kaunis hõre, koosneb aeglasekasvulisest kuusest kase seguga. Kuused kuni maani tihedalt okstega kaetud, võra ülevalt kitsas, sagedasti kuivanud ja murdunud, rikkalikult „habemes". Mustikavarsi on alati kaunis palju või rikkalikult, alati või pea alati leidub palukavarsi ja kukemarja *(Empetrum nigrum)*. Roht- ja heintaimi kasinasti, esinevad *Lycopodium annotinum, Melampyrum pratense, Linnaea borealis, Solidago virgaurea, Pyrola secunda, Melampyrum silvaticum,* harvemini *Lycopodium complanatum, Majanthemum bifolium, Epilobium angustifolium, Aera flexuosa* ja *Luzula pilosa.* See tüüp esineb tihti suurtel aladel Põhja-Soomes.

III. Nõmmemetsade rühm. Enam-vähem kserofiilsed (kuivalembesed) metsad männi enamusega, mõnikord on aga ülekaal kuusel, eriti värskeil mail niisama ka kasel (Põhja-Soomes). Pinna katteks kaunis katkestamatu sammal- ja samblikvaip. Huumusekiht üldiselt õhuke ja kuiv, leetumine vähese intensiivsusega.

1. *Vaccinium*'*i* (paluka-) tüüp *(VT)*. Seisab eelmisele rühmale kaunis lähedal. Puistud moodustab harilikult mänd, aga ka kuuse, kase ja hariliku lepa puistuid tuleb ette. Sammalkate rikkalik, eeskätt *Hylocomium parietinum, H. proliferum, Ptilium crista castrensis, Dicranum undulatum, D. scoparium, Polytrichum juniperinum* j. t. Ka samblikud esinevad alati ja rikkalikult: *Cladina silvatica, Cl. rangiferina, Cl. alpestris* ja teised, *Cladonia*'d, *Stereocaulon paschale, Cetraria islandica, Peltidea aphtosa* j. t. Rohttaimestik kasin: *Lycopodium complanatum, Convallaria majalis, Epilobium angustifolium, Melampy-*

rum pratense, Linnaea borealis, Solidago virgaurea, Antennaria dioeca, Hieracium umbellatum. Harva või kaunis harva esinevad, aga sellele tüübile iseloomustavad on *Pulsatilla vernalis* ja *Pyrola umbellata.* Heintaimi kasinasti: *Calamagrostis arundinacea, Aera flexuosa, Luzula pilosa* j. t. Puhmaid rikkalikult, kõige rohkem palukavarsi, alati või peaaegu alati esinevad kanarbik ning mustikas ja tihti kukemari (*Empetrum nigrum*). Põõsaist on kadakas kaunis tihti esinemas. Selle tüübi levimine on ühtlane *Myrtillus*'e tüübiga, kuigi mitte nõnda domineeruv. Piirdub kaunis kuiva, mitte väga kehva kruusamaaga.

2. *Empetrum-Myrtillus*'e (k u k e m a r j a - m u s t i k a) tüüp (*EMT*). Põhja-Soomes ja Lapimaal peaaegu eelmise tüübi asetäitja. Puistud männi valdava enamusega, mille kasv märksa aeglasem kui eelmises tüübis; seguna leidub pea alati kask, esinevad ka kuusk ja haab. Puhmaist on ülekaalul mustikas, aga ka kukemarja tuleb e.-v. rikkalikult ette, nõndasama sinikaid (*Vaccinium uliginosum*) ja palukaid. Väga tihti esineb sookailu (*Ledum palustre*). Roht- ja heintaimi kasinasti. Pea alati leidub *Lycopodium annotinum, Melampyrum pratense, Solidago virgaurea,* sagedasti: *Lycopodium complanatum, Epilobium angustifolium* ja *Linnaea borealis, Pyrola secunda, Melampyrum silvaticum* ja *Antennaria dioeca.* Heintaimedest leidub pea alati: *Aera flexuosa* ja *Luzula pilosa.* Sammalvaip koosneb *Hylocomium parietinum*'ist, *H. proliferum*'ist, *Polytrichum commune*'st, *Dicranum undulatum*'ist ja *D. scoparium*'ist. Ka samblikud ei jää samblaist maha; neist on esinemas: *Cladinae, Peltidea ja Nephroma.*

3. *Calluna-* (k a n a r b i k u-) t ü ü p. (*CT*). Sambla- ja samblikutaimkond peaaegu ühevõrdne; kord domineerub esimene, kord teine. Samblikkudest on siin eeskätt *Cladinae* ühes *Cladoniae, Stereocaulon*'i, *Cetraria* ja teistega. Samblaist on *Hylocomium parietinum, H. proliferum, Ptilium crista castrensis, Dicranum undulatum, D. scoparium, Polytrichum juniperinum* j. t. Puhmaist võtab valdavalt maad kanarbik, millega sammu peab palukas, mõnikord koguni mustikas; veel leiduvad *Empetrum nigrum,* siin ja seal *Ledum, Arctostaphylus uva ursi* j. t. Roht- ja heintaimi vähe: *Lycopodium complanatum, Convallaria majalis, Melampyrum pratense, Solidago, Antennaria dioeca, Hieracium umbellatum* j. t. Heintaimedest eeskätt *Calamagrostis arundinacea.* Peaaegu sama laia ulatusega kui palukatüüp, kuid eelistab kehvi, kuivi liivamaid. Siin võib eraldada alatüüpe (*Vaccinium-Calluna, Calluna* ja *Cladina-Calluna* metsad).

4. *Myrtillus-Cladina* (mustika-põdrasambliku) tüüp (*MClT*). Üleminеku-tüüp *EMT* ja *ClT* vahel. Esineb kuivemail pindadel kui *EMT;* selle tõttu domineeruvad samblikud. Eriti *Cladina silvatica, Cl. rangiferina, Cl. alpestris, Stereocaulon paschale* ja *Nephroma arcticum.* Samblaist on enam-vähem vahele poetatult: *Hylocomium parietinum, Dicrana, Polytricha, Pohlia nutans* j. t. Puhmaist on alati leitaval mustikas ja kukemari, pea alati palukas, sagedasti sinikaid, sookailu ja tihtigi kanarbikku. Rohttaimi kasinasti: *Lycopodium complanatum, Epilobium angustifolium* ja *Solidago, Lycopodium clavatum* ja *Linnaea borealis.* Heintaimedest: *Aera flexuosa* ja *Luzula pilosa.* See tüüp esineb laialt ja peaaegu samal alal kui *EMT.*

5. *Cladina-* (põdrasambliku-) tüüp *(ClT).* Maapind on üldiselt põdrasamblikuga kaetud; selle tähtsam liik on *Cl. alpestris,* mis moodustab ilusaid, suuri, hallvalgeid torte. Lisaks tulevad *Cl. rangiferina, Cl. silvatica, Stereocaulon, Nephroma arcticum, Platysma nivale, Cetrariae, Solorina* j. t. Samblaid kasinasti: *Polytrichum juniperinum, P. piliferum, Dicranum scoparium* j. t. Puhmaist kasvavad siin kaunis sagedasti, kuid mitte esiletungivalt palukas, kukemari, kanarbik, sinikad ja leesikad (*Arctostaphylus uva ursi*). Roht- ja heintaimi kasinasti: *Aera flexuosa, Festuca ovina, Lycopodium clavatum, Solidago virgaurea.* Esineb kõige tüübilisemalt liivamaadel Põhja-Soomes ja Lapimaal.

Senini on Eesti metsade tüüpide alal üksikuid katseid tehtud: nii on A. REINWALD'i poolt Valga maakonna metsade tüpoloogilise klassifikatsiooni ja iseloomu üle („E. Mets" nr. 2. ja 3. 1924.) kirjeldus ilmunud, milles sealsed metsatüübid käsitlemist leiavad Morosov'i tüüpide alusel. Ka E. ŠABAK on teinud katseid meie metsi tüüpidesse jagada, aluseks võttes luha-, põllu- ja mäeterrassi, milledes esinevad osalt Morosovi, osalt omapärased „kuuse-põllutüübid, põllu-kuuse segametsa ja põllumänni-segametsa tüübid" („E. M." nr. 3. ja 4. 1923. a. ja nr. 1. 1925. a.).

E. SPOHR on peaasjalikult männimetsi tüüpidesse jaganud, aluseks võttes kaks rühma: kuivad ja rõsked-märjad. Kuivade männikute hulka kuuluvad tüübid: a) sammalde-, b) samblikkude-, c) pohla-, d) kanarbiku-, e) mustika-, f) kõrreliste- ja g) põldsõnajala-männikud. Rõskete ja märgade männikute hulka kuuluvad: tarna-, sookailu- ja villpeamännikud. Kuuse- ja lehtmetsad on mõlemad eraldatud ainult puht- ja segakuusikuteks ja lehtmetsadeks („Eesti Loodus", 1925. a.).

Kui siin Cajander'i tüübid laialisemat kirjeldamist on leidnud, siis peaasjalikult sel põhjusel, et nad ühisele alusele on rajatud ja selle tõttu rohkem püsiva ilme on omandanud. Morosov suri enne, kui ta oma tüüpe lõplikult oleks saanud välja arendada, ja tema õpilaste tüübid harunesid juba nõnda laiali, et nendes orienteerumine raskeks läheb. Küsimus seisab aga selles, kas Cajanderi tüübid suudavad seda ülesannet täita, mis nende loojal eesmärgiks on seatud, ja kas see alus, millele nad on rajatud, laiemates piirides küllalt on kindlustatud. Ei või unustada, et Soome metsad on looduslikkude metsade ilmega, kus alataimkond enam-vähem püsivaks jääb. Kuidas kujuneb asi selle poolest aga kultuurmetsades, teistes kliima- ja pinnaseoludes, on küsimus, mis veel lahendamist nõuab.

Mitmed Cajanderi tüüpidest tunduvad kodustena ka meie metsades; nende kirjelduse lugemisel ilmuvad otsekohe teatavad puistu pildid silmade ette, ja sellepärast võiks ehk meie metsade tüübid tulevikus suuremas või vähemas ulatuses ühist alust leida Soome omadega. Võrdlevad uurimistööd meie metsades aitaksid seda küsimust lahendada; ka annaksid ligemal ajal lõpule jõudvad metsakorralduse andmed rohket sellekohast materjali.

IV. Puuliikide metsakasvatuslikud omadused.

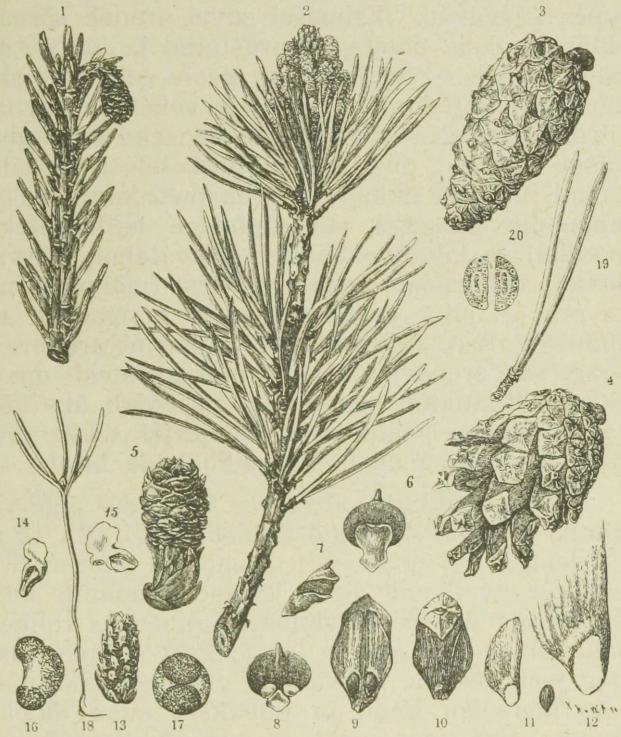
Mänd, pedajas, pettai, die Kiefer, Föhre, сосна, *Pinus silvestris* L., on kõige tähtsam metsapuudest mitte üksi meie kodumaal,

vaid kogu Euroopas. Ta tähtsus ei seisa mitte ainult puu kõrgeis tehnilistes omadustes, vaid ka selles, et mänd moodustab kõige laialisemaid metsi ja on kõige arvurikkamalt esinemas. Ühelgi puuliigil pole nii laialisi kasvupiire, mis umbes $^1/_3$ osa tervest põhjapoolsest maakerast oma alla võtab ja põhjas 70° p. l. alates kuni subtroopilise vööni, 37° p. l., seega siis Lapimaalt Väike-Aasiani ja Pärsiani ulatub. Läänest hakkab ta kasvupiir Püreneedest peale, ulatub läbi Euroopa ja Aasia, kuni Stanovoi ahelikuni ja Amuurini. Igas sihis läheb ta kaugemale kui kuusk, ainult vertikaalsihis, merepinnast kõrgemale tõustes, jääb mänd kuusest maha, olgugi et ta mitte ainult madalmaale peatuma ei jää, vaid mägedes kohati õige kõrgele kuusele järele läheb; nii näiteks: Soomes 260 m, Lapimaal 390 m, Norras 950 m, Schwarzwaldis 1000 m, Karpaatides 1200 m, Tiroolis 1500 m, Šveitsis ja Kaukasuses 1750 m, Püreneedes 2000 m ja Etnas isegi 2200 m. Harilik mänd puudub Inglismaal, Iiris, Taani saartel, Prantsusmaa lõuna- ja edelavöötes astub ta asemele *Pinus maritima* ja *Pinus halepensis*. Osaliselt puudub ta ka Appeniinides ja Balkani poolsaarel. Ta põhjapoolset kasvupiiri jälgides näeme, et ta Norras 70° p. l. peale hakkab, Koola poolsaare poolviltu läbi lõikab, ida poole edasi minnes ikka rohkem lõuna poole nihkub ja 67° p. l. all Uuralist üle läheb. Lõunapiir ei lähe mitte õiges sihis, vaid teeb, eriti Venemaal, suuri hüppeid. Alates Galiitsias 50 p. l. kraadil, läheb ta läbi Volõõnia, Kiievi, Černiigovi, Poltaava kuni Harkovini, pöördub sealt äkitselt põhja poole, läbi Kurski, Orelli, Kaluuga kuni Rjäsanini, pöördub siis jälle lõunasse kuni Voroonežini ja sealt kaunis õiges sihis läbi Tambovi, Saratovi ja Samaara, Ufa ja Orenburgi vahelt Uuralini, kust ta jällegi lõuna poole nihkub. Venemaal mustmulla-ala vahele jättes ilmub ta saartena Jekaterinoslavi kubermangus ja lõpuks Krimmis ja Kaukasuses.

Männi (*Pinus*) sugukond jaguneb laialiselt liikidesse, mida tuntakse ligikaudu 80 ja mis asuvad suuremalt osalt Põhja-Ameerikas. Euroopas on neid esinemas 4 sektsiooni; nendest kõige tähtsam on 1) *Pinaster*'i sektsioon, kuhu peale hariliku männi kuuluvad *Pinus montana* ja *P. Laricio* oma teisenditega ja millede üheks tunnismärgiks on kahekaupa ühes tupes asetsevad okkad, 2) *Cembra* ja 3) *Strobus*'e sektsioon; mõlemail on okkad viiekaupa üheskoos, ja 4) *Taeda* sektsioon (*Pinus rigida*), kolmekaupa koos asetsevate okastega.

Harilik mänd (pilt nr. 1.) õitseb kevadel, mai-, juunikuul ja kannab ühel puul isaseid kui ka emaseid õisi. Kollased või punakaskollased isased õied seisavad kobaras noorte virveste alumise osa ümber, emased õied, hernetera-suurused punased käbikesed, on üksikult või kahekaupa kevadise virve otsas. Käbikesed seisavad varre otsas, esmalt püsti, pärast sugutamist aga allapoole käändunult. Isaste õite tolm on sagedasti nii rikkalik, et ta veepinda ja maad väävlipulbri-sarnase korrana katab. Pärast õitsmist langevad isased õied virve küljest maha, sinna okastest paljast kohta jättes. Käbi ei kasva esimese suve jooksul palju, alles teisel kevadel hakkab ta suurenema, on kesksuvel juba täie suuruseni jõudnud ja valmib teise aasta sügisel (oktoobril), nii siis 18 kuu järel. Täiskasvanud käbi on munakujuline, pruunikashalli

värvi, 3—6 sm pikk, 2—3,5 sm paks ja on kõvera varre kaudu oksaga ühenduses. Sagedasti võib sügisel ühe oksa küljes kolme sorti käbisid leida: 1) vanu, seemnest tühje, 2- ja 3-aastase oksajao küljes, 2) valmivaid, eelmise aasta okste baasis, ja 3) valmimatuid, 1-aastaste virveste otsas. Valminud käbi hakkab juba vara kevadel, märtsikuus päikese paiste mõjul ennast avama; selle tõttu pääsevad seemned välja ja varisevad maha, kusjuures tuul neid 60—100 sammu edasi võib kanda. Seemned on 3—5 mm pikad, 2—3 mm paksud, ovaalsed, terava otsaga, tuhmid, osalt mustjashalli või mustjaspruuni, osalt kollakat värvi, mõned isegi mustatäpilised. Seemne lible ehk tiib on 15—20 mm pikk, hallpruuni-värviline, läbipaistev ja erineb kuuseseemne liblest selle poolest, et ta tangide kombel seemnetera ümbritseb, sellegi pärast seemnest väga kergesti lahkub. Ühe puu käbide arv on väga mitmesugune; läbistikku arvatakse täiskasvanud puu kohta 100—120 käbi, kus igaühes 15—40 seemet, nii et iga puu annab 1500—4800 seemet. ARNOLD teatab aga juhtumusest, kus halval seemneaastal 48-aastaselt männilt 1175 käbi korjati.



Pilt nr. 1. Harilik mänd (*Pinus silvestris* L.)
1 — emaõis; 2—isaõis; 3—valminud käbi; 4—avanenud käbi; 5 — emaõis kahekordses suuruses; 6, 7, 8, 9, 10 — käbi soomused; 11, 12 — seeme ja seemne tiib; 13 — isaõis; 14, 15 — tühjad tolmukakotid; 16, 17 — tolmuterad; 18 — tõuse; 19 — okkapaar; 20 — okkad ristlõikes.

Mida vabamalt männid kasvavad, seda rohkem kannavad nad käbisid. Head seemneaastad korduvad meil 3—7 aasta tagant, vähesel arvul võib aga iga aasta seemet ühelt või teiselt männilt leida.

Seemne idanemisprotsent on keskmiselt 70—80%, häil aastail 90% või veelgi rohkem. Idanemisvõime kestab keskmiselt 3—4 aastat, läheb aga iga aastaga halvemaks (1. aastal 74%, 2. aastal 49%, 3. aastal 28%, 5. aastal 5%; HESS, Holzarten). Viimasel ajal on katsete varal selgunud, et õhukindlalt pudelites kindlas ühtlases temperatuuris (6°—8°) hoitud seeme palju kauemini oma idanemisvõimet

alal hoiab. Seemne idanemiseks kulub keskmiselt 3—4 nädalat, iseäranis soodsail tingimusil lüheneb see aeg 1—2 nädalani, kuna külm ilm või niiskusepuudus teda pikendab; vana seeme idaneb sagedasti alles teisel aastal. Seemnikud on 5—7 (enamasti 6) eolehega (kotüledooniga), mis 18—20 mm pikad, kolmekandilised ja üksikult tupes kasvavad. Esimesel suvel areneb sõrmepikkune virves, mis on sakis-ääreliste nõeltega varustatud ja kuuse seemnikust selle poolest lahku läheb, et viimasel on peale esimeste okaste ka eolehed sakisäärtega, lehtmänni omast aga selle läbi, et sellel on mõlemad okkad siledate äärtega. Esimeseks sügiseks puustub tüveke ja lõpetab oma kasvu ülemise pungaga, millest teisel aastal virves areneb. Teisel aastal ilmuvad okkad on juba paarikaupa koos, aastakasv ei lõpe aga enam ühe pungaga, vaid mitmega, milledest keskmine järgmisel (kolmandal) aastal tüve hakkab kasvatama, kõrvalised aga oksteks arenevad, sellega siis esimest pöörist (männast) moodustavad. Tuleb aga ka ette, et juba esimesel aastal pungadest, mis asetsevad tüvekese alumises osas, väikesed kõrvalkasvud arenevad; rikundub aga harilik pung, siis arenevad kasvud pungakestest, mis peituvad mõlema okka vahel. Rikundub peavirves, siis võtab üks kõrvalvirvestest tüve kasvatamise oma peale; selle tagajärjel tekib tüves kõverus, mis sagedasti veel vanemas tüves end jälgida laseb.

Mänd hakkab vabaduses kasvades õige varakult käbisid kandma; mõnikord võib üksikuid käbisid isegi alla 10 aasta vanustelt puukestelt leida. Nii noore puu seeme on suuremalt osalt kõlbmata. Tihedalt kasvavail puil algab käbide kandmine alles 40—60 a. vanaduses; leidub aga 25—35 a. vanuses latimetsas rohkesti käbisid, siis on see halb tunnismärk puude tervislikust seisukorrast. Üldiselt algab kõhna maa peal seemne kasvamine varemas eas; näib, nagu aimaksid puud oma kasvujõu kadu ja püüaksid enne lõppu oma järelpõlvele aluse panna. Hea maa peal on lugu ümberpöördult. Puud ajavad kasvu taga ja ei mõtlegi nii pea seemne kasvatamise peale.

Männi laialine kasvuvöö ja asjaolu, et ta metsapuude seast kõige rohkemal arvul esineb, laseb oletada, et meil on puuliigiga tegemist, mis on niihästi kliimalises kui ka maapinna suhtes leplik ja vähenõudlik ja igasugustes oludes kasvamisvõimalust leiab. See on osalt ka põhjuseks, et kunstliku metsastamise teel mänd ülekaalu lehtpuudest on saanud, nagu see näit. Saksamaal XIX aastasaja jooksul on sündinud, kus mänd ta kerge kultiveeritavuse, väärtusliku puu, vähenõudlikkuse ja kiire kasvu tõttu tamme ja pöögi asemele asetati. Kõige soodsam kasvukoht männile on: värske, sügav, huumusene liivamaa, endine merepõhi madal- ja lausmaadel, kus temale ta pikk sammas- ehk rõikjuur mitte ainult kinnitust ei anna, vaid ka vee- ja toiduainete kättesaamist sügavamaist aluskihtidest võimaldab.

Männi nõuded mulla mineraal-ainete rohkuse suhtes on äärmiselt väikesed, mispärast ta isegi tuiskliival suudab edeneda. Aga ka soo- ja rabamail ei leidu männile seltsilisi peale kase. Seisvat niiskust kannatab ta paremini välja kui kuusk, ainult noores eas on ta selle vastu õige hell; niisama ei salli ta ajutisi vee üleujutusi. Sitke

savimaa mõjub ta tervislikku seisukorda ja kasvusse halvasti ja tekitab mädasüdant. Maapinna oludele vastavalt muudab ta isegi oma juurekava: lühikesed, tüsedad ja haralised on nad savimaal, pikad, peenikesed, nööritaolised, nii et neid punumistöödeks võib tarvitada, kehval liivamaal ja vesisel soomaal, sügavaleulatuv, tugev sammasjuur areneb tal kohedal liivamaal, madal, pealispinnas roomav juurekava kivisel pinnal. Võrreldes kuuse ja abiesega on männi juurte kogupind 5 ja 8 korda suurem, ja sel põhjusel on tal võimalik ka kõhnemas pinnas tarvilisi toitaineid omandada, sest mida suurem on kokkupuute-pind mullaosadega, seda laialisemalt maa-alalt saadakse aineid, järjelikult, seda kõhnema maaga suudab puu leppida. Kõige halvemini mõjub männi tervislikku seisukorda niiskuse ja kuivuse vaheldus, mille tagajärjeks on juurte mädanemine ja puu varane surm. Seepärast ei püsi mänd maa-aladel, mida vesi üle ujutab; sel põhjusel näeme ka, et mänd põua-aastail vesistel kasvukohtadel, kus ta alalise niiskusega harjunud, suurel arvul ära kuivab.

Ehk ta küll lepib kõhna maaga, ei ole ta ükskõikne hea maa vastu. Tugev kasv, pikad aastavirved, pikad tüsedad tumerohelised okkad annavad juba väliselt tunnistust headest maapinna oludest. Kuna kõhna maa peal ainult viimase aasta virved on okastega kaetud, leiame parema maa peal 2 aasta, hea maa peal isegi kolme aasta virved okastega ümbritsetud olevat. Võrdluseks olgu siinkohal tähendatud, et okaspuude okaste keskmine elukestus on järgmine:

lehtmännil 1 suvi,
harilikul ja veimuudi männil 2—3 a.,
Pinus Laricio'l ja *P. maritima*'l 3—4 a.,
P. Cembral ja *P. montana*'l 4—5 a.,
harilikul kuusel ja *Abies balsamea*'l 5—7 a.,
Abies pectinata'l 6—9 a.,
Taxus baccata'l 7—12 a.

Männi okkad muudavad aastaaja järele oma värvi: vegetatsiooniaja kestusel on nad mahlakad, rohelised, talvel aga rohkem kollakad, vahataolised. Noortel taimedel sügisel ja kevadel ilmsiks tulev okaste violetne värv kaob suve jooksul; seda seletab mõni uurija mulla vähese vosvorisisaldusega. Rammusal maal kasvatab mänd rohkesti massi; seejuures kaotab see aga palju oma tarvilistest omadustest. Laiades aastaringides on ülekaal pehmel maltspuu-osal, mille tõttu puu liha pehmeks, vähe vastupidavaks jääb. Kasvukoha järele teevad metsamehed ja metsakauplejad vahet ränimänni ja maltsmänni vahel. Ränimänd kasvab kehvematel, kõrgematel liivamaadel ja üldse rohkem põhjakliimas. Puu on ühtlaste, kitsaste aastaringidega (süüdega), vaigurikas, punakaspruuni värvi, lülipuu-osa on rohke, kuna valge maltspuu-osa ainult ahtakese viiruna seda ümbritseb. Maltsmänd sellevastu kasvab rammusal maal ning üldiselt rohkem lõunapoolseis maakohtades ja erineb tehniliselt eespool-esitatud põhjustel, s. t. rohke maltspuu-osa ja laiade süüdega. Ühtlane puutoim ja sellega ühendatud tehniline väärtus oleneb puuvööte sügisese ja kevadise laiuse vahekorrast aastaringis. Mida ühtlasem, tihedam ja tumedavärvilisem on sügisene, ja mida heledam, lõdvema koega on keva-

dine vööde aastaringis, seda paremate omadustega on puu tehnilises suhtes. Sellega on seletatav, et põhjapoolsetest, lühikese vegetatsiooniaja kasvuvöödetest tulevad männid on turul otsitud ning kõrgemalt hinnatavad kui lõunas kasvanud. Massi kasvatuses on aga põhjamännid palju halvemais tingimusis, sest kuna nad aasta kestusel 1—1,5 mm laiuse aastaringi suudavad kasvatada ja puu kasutus-iga 150—300 aasta järel kätte jõuab, on lõuna pool kasvavate mändide aastaringide laius 3—5 korda suurem, seega nõuab siis ka samasuguse massi kasvatamine 3—5 korda lühemat aega.

Jätame männi kasvupiiri äärmused kõrvale ja vaatame, kuidas on lugu männi kasvuga optimumipiirides. Ka siin on ühesugusel kasvupinnal massi kasvatamine mitmesugune ja sõltub valguse ning kasvuala oludest. Hõredas liituses on massi kasvatamine suurem, milleks avaram kasvuruum, paremad valguse- ja soojuseolud kaasa mõjuvad; selle tõttu aga, et need tingimused tihedas liituses halvemad on, jääb ka massi kasv vähemaks. Aga siingi jääb vahekord massi rohkuse ja headuse vahel vastoluliseks. Üldiselt vähenõudlik ja kehva kasvupinnaga leppiv, erineb mänd paremal ja halvemal kasvukohal oma kasvus ning väliskujus (haabituses) suurel mõõdul.

Meil tarvitseb ainult võrrelda ühevanust rabamändi ja esimese boniteedi maal kasvavat mändi, et selgusele jõuda, kuivõrt tänulik on mänd paremale kasvukohale. Liiga rammusal maal jääb ta haraliseks, ei puhasta end okstest nii pea ja kogu ta haabitus avaldab nuumatud ilmet.

SCHÜTZE katsed Eberswalde katsejaamas lasevad oletada, et eriti vosvorhape ja lubi männi kasvusse head mõju avaldavad. SCHÜTZE leidis neid aineid 100 osas mulla kuivainetes:

	I	II	III	IV	V
	boniteedi maa				
P_2O_5 (vosvorhape) .	0,0501	0,0569	0,0388	0,0290	0,0296
CaO (lubi)	1,8876	9,1622	0,0963	0,0470	0,0453
K_2O (kaali)	0,0457	0,0632	0,0392	0,0241	0,0215

Männi lubja-armastusest räägib seegi asjaolu, et ta isegi selgeil lubjamail kenasti kasvab.

Männi kõrgusekasv on esimeste 30 aasta jooksul kõige jõudsam. Boniteedi järele kõigub peavirve aastane pikkus 4,0 ja 90 sm vahel. Kõrvalised virved arenevad vähemal määral, mille tõttu männi võra nooruses koonusevormi omab. 80—90 aasta vanaduses, hea maa peal veel nooremas eas, hakkab kõrgusekasv lõppema, võra võlvib end ja omab veel vanemas eas, 100—120 a., vihmavarju-vormi. Loomulik vanadus ulatub kuni 500 aastani. 20—25 a. vanaduses (hea maa peal varemini, kõhna peal hiljemini) hakkab heas liituses kasvav mänd oma tüve puhastama, mis sel teel sünnib, et alumised oksad valguse puudusel ära kuivavad ning maha pudenevad. Niiskel ja savisel maal sünnib tüvede puhastamine halvemini ja kuivanud oksad

ei pudene nii pea tüve küljest. Männi jämedusekasv kestab kauemini kui pikkusekasv ja lõpeb alles kõrges vanaduses.

Männi tüvevorm on kasvukohale ja liitumisele vastavalt väga mitmesugune: Meelsal maal, parajas tiheduses kasvades omandab ta sihvaka, sileda, vähese koondusega tüve, mille pikkus ulatub küpses eas 35—38 m. Kõhnemal maal ja vabalt või hõredalt kasvades jääb männi tüvi lühemaks, oksliseks, kõveraks ja suurekoondeliseks. Tüvi on kaetud kahevärvilise koorega. Alumist osa katab paks konarline tumehalli-värviline, praguliseks lõhestunud korp, mis kõrgemas tüvejaos moondub peenikeseks, libledega kaetud kollakaspunase-värviliseks kooreks. Mida kuivem kasvukoht, seda punakam on ülemise koore värv, mida niiskem, seda kahvatum ja kollakam. Ka okaste värv muutub niiskuseolude järele: Kuival maal hallroheline, värskel — tumeroheline. Väga hea maa peal tuleb ette, et okkad mitte, nagu harilikult, kahekaupa koos ei kasva, vaid kolme- ja isegi neljakaupa. Ühesuguse tõsise ilmega nii suvel kui talvel, pakub noor, heas kasvuhoos seisev männimets kevadel virveste kasvamise ajal ülihuvitavat pilti. Kevade peab juba kaunis edenenud olema, kui männipungad paisuma hakkavad. Meil sünnib see harilikult mai lõpupoolelt kuni juuni alguseni. Seejuures eraldub vaigurikas pruunikavärviline, mitmekordseist libledest koosseisev punga kaitsekest vanast kasvust ja jääb mõneks ajaks mütsikesena ikka kõrgemale kerkiva virve otsa istuma. Soojade ilmadega kerkivad virved kiiresti püstloodis üles ja pakuvad oma helerohelise värvi, kuju ja seisuga pilti, mis küünaldega ehitud jõulupuud meelde tuletab. Selles olekus on virved väga õrnad ja murduvad kergesti. Linnud, iseäranis varesed, kes ülemisele virvele armastavad istuda, murravad sel ajal neid palju ära, mille tagajärjel üks kõrvalistest virvestest peakasvu oma kätte võtab, ühtlasi aga ka tüve kõveruse sünnitades. On virved välja sirgunud, siis laskuvad kõrvalised virved longu, kuna peavirves otsejoones üles kasvab. Niikaua kui tüvi end veel okstest pole puhastanud, võime pööriste järele puu vanadust kergesti kindlaks määrata, pööriste üldarvule 2 esimest aastat juurde arvates, kus taim veel virveid ei kasvatanud.

Nõndakaua kui männimets heas liituses seisab, mõjub ta pinna peale parandavalt, aga juba õige varakult, 30—40 aasta vanuselt, hakkab liitus halvenema. See on ajajärk, kus võistlus kasvuruumi ja valguse pärast eriti raske ja selle tõttu palju puid koosseisust lahkub. Ka putukad ja muud haigused harvendavad männimetsa keskmises eas ja sellest ajast peale hakkab männi pinnaparanduse-omadus allapoole langema. Hõreda metsa alla pääsevad päikesekiired juba õige ohtralt ja endise sammal- või okaskatte asemele tekib rohukasv.

Mänd on valgusenõudja ja seisab selles suhtes esimestes ridades ühes kase ja lehtmänniga. Ta ei salli pikemalt kestvat emametsa varju, isegi emametsa kõrvaline vari mõjub järelkasvusse nähtavasti halvasti ja ligiduses kasvavad põõsad mõjuvad samuti halvasti noortesse männitaimedesse. Täie valgusepuuduse tagajärjeks on lühikesed, lõdvad aastavirved, peenikesed ja vähesed okkad. Pikemaaegse varjamise tagajärjel jääb pikkusekasv kängu ja puuke saab varssi otsa; isegi peale vabastamist ei suuda ta enam hästi kosuda.

Sel põhjusel tuleb mätastaimede istutamisega, mis vana metsa alt võetud, ettevaatlik olla. Uuenemine vana metsa varjus või kasvamine alarindes ei sobi sellepärast männile mitte, ehk vanametsa vari peab õige hõre olema. Isegi mitmevanuses männimetsas teevad üle-ealised ülevalitsevad puud oma ümbruskonnale liiga. Sel põhjusel tuleb ka männi taimeaiad vanametsa äärest kaugemale asutada, et puude vari ei ulatuks peenarde peale. Valgusearmastusega ühenduses on asjaolu, et mänd ei taha kaua tihedas liituses kasvada ja hakkab varakult hõrenema. Tihe külv, ka vähematel platsidel, on männile vastumeelt. Eriti kõhnal maal avaldub liiga tiheda külvi tagajärg varssi, sest kuna hea maa peal tugevamad nõrgemad lühikese aja jooksul täieliselt alla rõhuvad ja võistlusest kõrvaldavad, kestab kõhnadel maadel see võitlus kaua, enne kui tugevamad ülekaalu suudavad saada, ja säärases kiratsevas kasvamises möödub kõige jõudsam nooruse kasvuaeg ilma suure eduta.

Aga mitte igal pool ja kõikides oludes ei asu mänd valguse nõudmise suhtes leppimata seisukohale. Maa- ja kliimaoludele vastavalt lepib ta paremal ning värskemal maal vähema valgusemääraga, nõndasama ka kohtades, kus aasta kestusel on rohkem päikesepaistelisi päevi; nõnda siis võiks oletada, et põhjapoolseis kasvupiirides, samuti ka kohtades, kus vihmaseid või pilviseid päevi sagedamini ette tuleb, kannatab mänd varjamist vähem kui lõunapoolseis, heledama valgusega kasvupiirides, mida ka asjaolu kinnitab, et põhjapoolsed metsad on üldiselt palju hõredamad kui lõunas. Ei puudu üksikud näited selle kohta, kas mänd emametsa varjus kauema (20—30 a.) varjamise järel vabastatult suudab kosuda. MOROSOV juhib tähelepanu selle peale, et Vene keskkubermangudes kohati männi järelkasv emametsale otsekohe järgneb, ilma et ta selle varju all palju kannataks.

Igatahes tuleb meeles pidada, et selles küsimuses pole veel kõik selge ega kindel ja igal juhtumusel ekslik oleks ühisest vaatekohast välja minna. Edaspidised vaatlused ja uurimised toovad arvatavasti ka siia rohkem selgitust ja kinnitavad tähelepanekute peale põhjenevaid arvamisi teaduslikult.

Mis puutub teistesse kliimateguritesse, siis oleks tähendada, et mänd ei armasta suurt õhuniiskust. Üldises mõttes on ta täiesti külmakindel, nõndasama paneb ta ka põuale südisti vastu; aga ka siin tuleb juhtumusi ette, kus iseäranis noored istandused kannatavad kauase kuumuse, harukordadel ka varajase külma läbi. Esimestel eluaastatel kannatavad taimed maa ülekülmumise tagajärjel. Mänd kuulub tormikindlate puude hulka seal, kus pinnase sügavus temale võimaldab sammasjuure arenemist; kergel, kohedal ja õhukesel liiva- või kõva aluspõhjaga maal heidab torm ka teda sagedasti. Rahe, lumi, jäätis ja härmatis panevad ta sagedasti kannatama, kõige rohkem aga küll tuli, mis juba sellel põhjusel üks sagedamaist hädadest on, et mänd enamasti kuiva ja kehva pinnaga peab leppima ja nendel laialistel maa-aladel enamasti puhtmetsana kasvab.

Noores eas on rohukasv temale suureks takistuseks, olgugi et ta oma kiire kasvu tõttu kaunis ruttu rohust üle ulatub, eriti keskmistel ja kõhnematel maadel. Taimeriigi esindajaist sünnitavad männile

tõsisemat häda mitmed seened, kes igas vanaduseastmes oma hävitusetööd tema kallal teevad. Kõige tähtsamad nendest oleksid:

1) *Lophodermium pinastri,* kes „Schütte" nimetuse all igale metsamehele tuntud ja taime-aedades palju häda teeb. Kõige rohkem kannatavad selle seene all 2-—4-aastased taimed, kelle okkad kevadel lume alt välja tulles kollaseks lähevad ja maha pudenevad („männi pudetõbi").

2) *Agaricus melleus,* kännuseen, kes niihästi noortes istandustes kui ka vanemas metsas juurte kaudu koore ja puu vahel oma narmasjuured laiali ajab ja puud surmab.

3) *Trametes radiciperda,* kes nõndasama juurte kaudu puulihasse satub ja puumäda tekitab.

4) *Trametes pini,* männikäsn, tungib koore vigastuste kaudu tüvesse ja tekitab seal mäda.

5) *Polyporus vaporarius,* männitael, sünnitab puudes punamäda.

6) *Peridermium pini,* männikoore-rooste, enamasti tüve ülemises osas, suretab kasvuringi (kambiumi) ära, mille tagajärjel latv pealpool haiget kohta ära kuivab.

7) *Caeoma pinitirquum,* vigastab noori virveid, mille tagajärjel need kõveraks käänduvad.

Suur hulk männi vaenlasi leidub putukate hulgas, ja nende hävitustöö omab sagedasti rasket kuju. Tähtsamatena oleksid nimetada: *Hylobius abietis,* suur pruun kärsakas, kes koore närimise läbi eriti kultuurides palju kahju sünnitab. Seda teevad ka väikesed männikärsakad: *Pissodes notatus* ja *Pissodes piniphilus.* Kooreürasklased *Hylesinus (Myelophilus) piniperda* ja *H. minor* elavad koore all ja õõnistavad virveid. Päris kooreüraskid *Ips (Bostrychus) stenographus* ja *Ips bidens* elavad koore all. Harilik lehe- ehk põuasitikas *(Melolontha vulgaris)* ja hobukastani-põuasitikas (*M. Hippocastani),* kelle tõugud männi juuri närivad ja kultuuridele sagedasti suurt kahju teevad.

Liblikatest: männikedrik *(Gastropacha pini),* okkaliblikas *(Liparis monacha),* männi-rändliblikas *(Cnethocampa pinivora),* männi-öölane *(Trachea piniperda),* männivaksik *(Fidonia piniaria),* kelle röövikud end männi okastest toidavad. Männivirve-mähkur (*Retinia buolianana*), männipunga-mähkur (*R. turionana*), männipöörise-mähkur (*R. duplana*) ja männipaha-mähkur (*R. resinella*) õõnestavad pungasid. Peapunga hukkumisel hakkab kõrvalpung tüve kasvatama, millest tekib tüve kõverus.

Vaablastest: männiokka-vaablased *Lophyrus pini* ja *L. rufus,* kellede röövikud söövad okkaid.

Peale nende on veel teisi vähema tähtsusega männikahjureid, nagu *Lyda pratensis, L. campestris, Cecidomya* j. t.

Peale nende vaenlaste teevad männile kahju suuremad kodu- ja metsloomad, neid närides ja koorides, nõndasama hiired. Seemneid söövad hea meelega oravad, rähnid, vindid, tihased ja tuvikesed; metsised söövad rohkesti okkaid. Üldse on männil rohkesti vaenlasi, sellevastu on aga ta vastupidamis-võime hädade korral suurem kui näit. kuusel.

Puu tehnilised omadused. Üldjoontes võiks männipuud järgmiselt kirjeldada: kaunis jäme ja pikakiuline, rohkete vaigukäikudega, natuke läikiv. Koore- või maltspuu-vööde võrdlemisi lai, kollakat või valkjaspunast värvi. Lüli- ehk südapuu värskelt kollakaspunast, kuivalt pruunikaspunast värvi. Puu on kerge, pehme, halgas, vähese painduvusega, elastiline (vibutav), vähese kahanemisega, kaunis pidav; kitsaste aastaringidega ja vaigune puu kauase kestvusega. Küttevõim vanaduse ja kasvu järele mitmesugune. Erikaal värskelt 0,38—1,04 (keskmiselt 0,82), õhukuivalt 0,31—0,74 (keskmiselt 0,55). Üldiselt loetakse männipuud paremaks kui kuuske ja vähe halvemaks kui lehtmändi. Ühelgi teisel puul ei ole puu headus niivõrt sõltuv kasvukohast, vanadusest ja metsa seisukorrast kui männil. Heade tehniliste omaduste tunnismärgid on ühtlased kitsad aastaringid, vaigurohkus, lai lülipuu-osa ja õige kiudlus. Tarvitamist leiab ta kõiksuguse ehitusmaterjalina pealmaa- ja vee-ehitustes, kaevanduse puudena, raudtee-liipritena, mastipuudena, puu- ja tisleritöödes, sindliteks, peergudeks jne. Kännud ja juured annavad tõrva, tärpentiini, pigi, nõge ja süsi. Kasvavaid puid kasutatakse enne maharaiumist vaigu saamiseks, okastest saadakse õli (*oleum pini silvestris*), noored virved leiavad arstirohuna tarvitamist (*turiones pini*). Kohati tarvitatakse peenikesi oksi aluspõhuks ja peenikesi juuri punumistöödeks.

Pinus Laricio austriaca Endl. Schwarzkiefer, Österreichische Kiefer, austria ehk mustmänd. (Krimmis asub teisend — Krimmi mänd, *Pinus Laricio var. taurica*).

Juba ta nimi laseb oletada, et ta päriskodumaa on Austrias; peale selle leidub teda veel Ungaris, Galiitsias, Kroaatsias, Bosnias, Dalmaatsias ja Serbias.

Pikkusekasvus jääb ta harilikust männist maha ja teda loetakse II järgu puude hulka. Ta okkad on tüsedamad ja torkavamad, tumedama värviga kui harilikul männil, ka käbid ja seemned erinevad oma suuruse ja värvi poolest hariliku männi omadest, nõndasama ka koore värv, mis on nooruses rohekaspruun, pärastpoole tume, mustjashall. Õitse- ja seemne valmimise aeg on ühine hariliku männiga. Idanemisprotsent 60—70, idanemisaeg 3—4 nädalat. Oma kodumaal kasvab mustmänd rohkem mägisel maal, eriti meelsad on talle lubjamaad; selle tõttu on talle omane ka rohkem madal, tugevate kõrvaljuurtega varustatud juurekava. Hakkab 30—40-aastaselt seemet kandma ja saab kuni 600 aastat vanaks. Valgusearmastaja, ehk ta küll rohkem varju kannatab kui harilik mänd; külmakindel, peab tuulelegi hästi vastu; ka näikse tal vähem vaenlasi olevat kui harilikul männil; üldse loetakse teda vastupidavamaks kui harilikku mändi. Puu tehnilised omadused peaaegu samased kui harilikul männil, kuid ta on vaigurikkam, sellepärast eriti maa- kui ka vee-ehitusteks kõlvuline ja vaigu kasutamiseks soovitav. Armastab kuiva kasvukohta; üldse on ta vähenõudlikum kui harilik mänd, seejuures aga hea pinnaparandaja, nõnda et nende kahe omaduse tõttu teda soovitatakse halvenenud maadel kultiveerida, kus hariliku männi asutamine on kahtlane. Peaasjalikult nende omaduste tõttu on ta väljaspool oma kodumaad tähele-

panu leidnud. Meil on ta ainult kohati kultiveerijaid leidnud, sest et ta 20—30 a. vanuselt kuivama hakkab.

Pinus montana Mill., mägimänd (Bergkiefer, Krummholzkiefer, Latsche, Knieholz, Legföhre). Tema kodumaa on Kesk- ja Lõuna-Euroopa mägedes, kus ta kõrgele mäkke ronib ja igal pool asub, kus vähegi elamisvõimalust leidub. Ta lepib iga maaga, asub paljal kaljul ja kõige viletsamal pinnal, armastab siiski kõige enam lubjamaad. *Pinus montana* ei kasva harilikult kõrgeks ega ka jämedaks, jääb enamasti põõsasarnaseks, kõvera, peaaegu loogasarnaselt painutatud tüvega poolpuuks, mille väärtus seisab maapinna parandamises ja kaitses. Igal pool, kus maapind kinnitamist ja varjamist nõuab, igal pool, kus asumine raske, kasvutingimused viletsad, on *Pinus montana* võistlejata. Vastupidav, vähega leppiv ja visa, tarvitab ta oma paremaks edenemiseks kaunis kõrget õhu- ja parajat maapinna-niiskust.

Juured lähevad tal väga laiali ja moodustavad tiheda juurekava. Seemnekandmine algab 20 aasta vanuselt või veel varemini, seemneaastad korduvad 2—3 aasta järel. Seeme valmib teisel sügisel, peale õitsmist; idanemisvõime 50—70%. Ehk küll puu tehnilised omadused on paremad kui harilikul männil, võib teda suuremal määral tarvitada ainult söepõletamiseks ja küttepuuks, vähemaiks iluasjadeks treialitöödes jne.

Pinus montana't on meil ühel ja teisel pool katse viisil kasvatatud. Sangaste metskonnas leidsin teda üksikuil kinkudel kasvavat, kus ta vististi männile pinda peab valmistama. Luua mõisas on teda metsa äärde metsloomadele ja faasanitele kaitsevööteks istutatud, niisama Sõmerpalus ja mujal. Maapinna parandajaks, kinnitajaks ja ettevalmistajaks paremaile puuliikidele on *Pinus montana* kõigiti soovitav.

Pinus cembra L. (Arve, Zirbelkiefer, кедръ), seedermänd, pähklimänd, kasvab Kesk-Euroopas mägedes, kus ta puukasvu-vöötes kõige kõrgemale tõuseb. Põhja-Venemaal, Vologda ning Permi kubermangus ja Siberis on ta asukoht madalmaal. Seal leidub teda niiskeil, isegi vähe soostunud maadel, aga ka kivisel pinnal, kas segatult kuuse ja lehtmänniga või puhtaid seedermänni-metsi moodustades. Meelepärased on talle külma põhjaga maad, ja üldse nõuab ta soojust õige vähe, millega ühenduses on ka ta aeglane kasv, iseäranis noores eas. Ta saab õige vanaks (400—700 a.); keskmine füüsiline küpsuse iga algab 200—250 aasta vanuses. Meelsas kasvukohas, oma optimumi piirides kasvav täisealine seedermänd pakub meeldivat ja ülevat pilti. „Põhjamaa metsade kuningaks" hüütakse teda Venemaal ning Siberis ja toreda võraga „kuningannaks" nimetavad teda mägede elanikud. ARNOLD toob näitena ette Čerdõni maakonnas (Permi kub.) kasvavaid seedermände, millede tüved andsid $2^1/_2$ arssina laiusi laudu. Ta tüvevorm on lühedavõitu, tüse ja võllitaoline, ulatub Arnoldi andmete järele sellegi pärast kuni 40 arssina kõrguseni. Puu on kõrgeväärtuslik ja teda tarvitatakse rohkesti peenteks tisleri-, mööbli- ja puunikerdusetöödeks, tubade vooderdamiseks, puuanumateks ja sindliteks. Kuivas kohas kauase kestvusega, meeldiva loomuliku värviga, mis südapuuosas end mahagoniga laseb võrrelda, ja väga meeldiva lõhnaga.

Venemaal ja Siberis seisab seedermänni peakasutamine seemnete korjamises, mis tuntud seedripähklite nime all müügile tulevad kui rahva maiusaine. Et käbisid hõlpsamini kätte saada, raiutakse põlised puud maha ja jäetakse mädanema. Heal seemneaastal kannab üks puu 1000—1500 käbi, mis eneses 1—1½ puuda pähkleid sisaldavad. Kui arvesse võtta, kui palju tuhandeid puudasid neid kohalised elanikud kodus ära nosivad ja kui palju neid igale poole müügile saadetakse, siis pole ime, et säherduse meeletu ekspluateerimise tagajärjel on seedermännid kadumisteel.

Ehk küll valgusearmastaja, kannatab ta ometi rohkem varju kui harilik mänd, eriti nooremas eas. Ta on täiesti külmakindel, vastupidav niihästi tormile kui ka lumele. Oma loomulikus kasvukohas on tal vähe vaenlasi putukate ja seente hulgas; kõige rohkem tuska teeb talle põud. Ta kasvatab rõikjuurt ühes tugevate kõrvaljuurtega. Harilikust männist erineb seedermänd kõige pealt okaste poolest, mis viiekaupa ühes tupes kasvavad, pikemad ning peenemad on ja tumerohelist värvi ja siseküljel sinaka helgiga. Õitseaeg kasvukoha järele maist juulini. Käbid on tõmbid, munakujulised, sisaldavad 8—12 mm pikkusi, 7—8 mm paksusi seemneid, mis peituvad ilma tiibadeta, kahekaupa koos, katelehe all. Seeme valmib teisel aastal oktoobrikuul ja pudeneb talve ning kevade jooksul, kusjuures käbi juba puu otsas ühest laguneb. Seemne idanemisvõime on 40—60%, idanemisvõime kestvus ühtede autorite järele 2—3, teiste järele 8—10 aastat. Kevadise külvi tagajärjel idanevad seemned alles teisel kevadel, värskelt mahakülitult või ettevalmistatult aga juba esimesel aastal. Käbide kandmine algab 50—70 aasta vanaduses; head seemneaastad korduvad iga 6—10 aasta tagant.

Seemneid kandvaid seedermände leidub meil parkides ja metsaäärtel kaunis rohkesti, metsas suuremal arvul kultiveeritult pole mina teda senini leidnud. Tema kultiveerimine istutamise teel on samasugune kui harilikul männil. Loomulik uuendus tema päris asukohas olevat kerge: seemet kannab vesi emapuust lume sulamise aegu edasi, ka taluvad linnud ja neljajalgsed neid igale poole laiali, ja on seeme juba korra idanenud, siis tungib ta visalt marjavarsi mööda kuni mineraalpinnani või otsib kivisel maal iga võimalust, et end kinnitada ja kasvupinda leida. Oma aeglase kasvu tõttu leiab seedermänd meie metsadesse vaevalt teed, välja arvatud ehk vähemad salgad, millel oleks esialgselt rohkem iluline tähtsus.

Ameerikast sissetoodud ning naturaliseeritud mändidest on kõige tuttavam *Pinus Strobus* L., veimuudi mänd (Weimutskiefer, Веймутова сосна), keda Lääne-Euroopas XVIII aastasaja algusest peale on kultiveeritud ja kes sealseis metsades kodaniku õiguse on omandanud, kuna meil teda senini ilupuuks parkidesse ja vähesel arvul metsa-äärtele on istutatud. Väliselt on tal rohkesti sarnasust seedermänniga: samasugused pikad ja peenikesed, viiekaupa koosseisjad okkad, mis aga ligemal vaatlemisel on õrnemad ning heledamavärvilised kui seedermänni omad ja 2—3 aastaks okste külge jäävad, kuna nad seedermännil on 4-—6-aastase kestvusega. Juurekava on nagu harilikul männil: rõikjuur ühenduses tugevate kõrvaljuurtega. Õitseaeg maist

juunini. Käbid on piklikud, 10—15 sm pikad, 4 sm paksud, kattuvad täiskasvanult vaigutilkadega ja ripuvad 2—3 kaupa võra ülemises osas. Seemned on suuremad kui harilikul männil, 5—7 mm pikad, 3—5 mm paksud, helekollaka põhivärviga, mustatäpilised, 18—25 mm pikkuste tiibadega varustatud. Seeme valmib teise aasta septembrikuul ja hakkab varssi peale valmimist käbidest välja varisema, kuna tühjad käbid veel aastaks okste külge jäävad.

Seemne idanemisvõime 50—60%, võime kestvus 2—3 aastat. Idanemisaeg 3—4 nädalat. Puu hakkab 30-—35-aastaselt käbisid kandma; head seemneaastad korduvad iga 2—3 aasta järel. Oma kodumaal, Põhja-Ameerikas ja Kaanadas, kus ta kasvuvööde asub 36—50 p. l. kraadi vahel, moodustab veimuudi mänd toredaid metsi, mille tüvede kõrgus ulatub 40—50 m ja rinnasmõõt 1,5 m. Säärane tore puu pidi Euroopa rändajaile silma paistma, ja me teame, et juba 1705. a. lord Weymouth teda Inglismaale tõi ja kasvatama hakkas. Ka teistesse Euroopa maadesse leidis ta teed; nii näit. leiduvad Saksamaal üle saja-aastased veimuudi männi metsad, rääkimata vähemaist salkadest ja üksikuist puudest parkides ning metsa-äärtel. Selle aja sees on ta suutnud juba näidata, mida ta suudab anda ja mida tast võib loota. Kõige pealt on vastuvaidlematu ta kiire kasv ja massi produtseerimine, mis käib harilikust männist üle. Ühevanuses 88-aastases segametsas Württembergi Nenauburgi metskonnas oli puumass keskmiselt: *Strobus*'el 1,33 m^3, harilikul männil 1,0 m^3, aabiesel 0,66 m^3 ja kuusel 0,50 m^3. Keskmine rinnasmõõt: *Strobus*'el 36 sm, harilikul männil 34 sm, aabiesel 26 sm, kuusel 24 sm. Pikkus: *Strobus*'el 28 m, harilikul männil 25 m, aabiesel 24 m, kuusel 20 m.

Teine omadus, milles on *Strobus* harilikust männist ees, on see, et ta küpses eas head liitust peab ja hõredaks ei jää. Puhtas, raiekküpses metsas kasvavad veelgi kuni 1600 tüve hektaaril. Sellega ühenduses on tal kaunis suur varjukannatus ja kõrge pinnaparanduseomadus, mille poolest ükski männiliik temaga ei suuda võistelda. Rikkalik, peen okastik annab niihästi head varju kui ka huumuseks materjali.

Strobus'e kasv on väga kiire, eriti kolmandast eluaastast peale, ja ka kõrges vanaduses ei jää ta teistest okaspuudest kasvus maha. Maapinna suhtes pole ta väga suur valija: lepib niihästi kuiva, kõhna kui ka niiske või isegi soostuva pinnaga, ainult lupja ei näi ta armastavat. Kõige soodsam kasvupind on talle sügavapõhjaline, kohe, paraja niiskusega savikas liivamaa. Õhusoojuse suhtes on ta nõudmised keskmised, õhuniiskuses ühesugused kuuse omadega. Ta on külma- ja tormikindel, niisama pääseb ta lumekoorma alt oma painduvate okstega kergemini kui harilik mänd. Rohkem kannatab ta oma sileda koore tõttu kuiva kuumuse all, mis koorepõletikku tekitab; ka rahevigastused on selsamal põhjusel kardetavamad. Putukate läbi kannatab ta vähem kui harilik mänd, seda rohkem häda sünnitavad talle aga seened: *Agaricus melleus, Trametes radiciperda* ja iseäranis *Peridermium Strobi*. Kõige kardetavam aeg on ses suhtes 20. ja 40. aasta vahel. Rohkesti lootusi andvaid noori kultuure ja üksikuid puid on selles ajajärgus seente ohvriks sattunud, ja see ongi peapõhjuseks, miks

Strobus omale uutel kodumaadel laiemat pinda pole suutnud omandada, vaatamata oma heade omaduste peale. Puu on kerge, pehme, halgas ja laseb end kergesti välja töötada, ei paisu ega tõmbu kaardu. Noor puu on vaiguvaene ning vähese kestvusega, vana puu vaigurikas ning kauase kestvusega, leiab Ameerikas tarvitust mastipuudena ja ehitusmaterjalina. Saksamaal tarvitatakse puud tisleritöödeks, põrandalaudadeks, aknaraamideks, usteks ja seina vooderdamiseks. Oma kerguse tõttu pakkimiskastideks rohkesti tarvitatav, nõndasama vankrikorvideks, puuanumaiks, tselluloosiks, puunarmaks jne.

30-—50-aastasi *Strobus*'eid leidub meilgi parkides ja metsaäärtel siin ja seal istutatult. Et siin katseid väheselt on tehtud, oleneb suurelt osalt seemne hinnast, mis alati niivõrt kõrge on olnud, et ostmise puhul ainult loodidega rehkendati. Viimasel ajal on küll eespool-nimetatud seente vigastused *Strobus*'e kultiveerimise küsitavaks teinud. Seemne kalliduse tõttu võetakse kultiveerimist peaasjalikult istutamise teel ette, ja see ei erine oma võtetes hariliku männi istutamisviisidest. Harilik taimede kaugus üksteisest 1—1,3 m, enamasti segatult hariliku männiga. Alaliselt tuule käes seista ei armasta *Strobus* mitte; seesuguses kohas kasvades kaotab ta alalise piitsutamise tagajärjel kergesti oma ladva või ta võra jääb poolikuks.

Et ka meil *Strobus* kasvu kiiruses ja massi produtseerimises esimesel kohal seisab, näitab muu seas Kastre Peravallas Järvselja pargis lõigatud puu, mis oli 35 aasta vanuselt rinnakõrguses 17-tollise läbimõõduga, alt lõikekohalt aga $18^1/_2$ tolli.

Pinus Banksiana Lamb. (Banks-Kiefer, Strauchkiefer), Banksi mänd. Ka see mänd on Ameerikast pärit, kus ta külmemas vöös, kuni 68 p. l. kraadini, kalju peal ja kõige vaesemal ning kuivemal liivapinnal kasvab. 1785. a. toodi ta Euroopasse, kus ta ülesandeks on kõhnematel maadel asumisega algust teha ja paremaile puuliikidele pinda ette valmistada. Ta on II järgu kõrgusega puu, kes kõige paremais kasvutingimusis kuni 20 m kõrgeks kasvab, harilikult aga ainult 10—15 m kõrguseni jõuab. Selle peale vaatamata on ta kasv nooruses kiirem kui harilikul männil. 3. aastast peale kasvatab ta aastas 2, isegi 3 pöörist (männast) ja männi III ja IV boniteedi maa peal jõuab ta 5 aastaga 1,5 m, 10 aastaga 3 m kõrguseks kasvada. Väliselt on tal palju sarnasust hariliku männiga: 4—6 sm pikkused helerohelist värvi okkad seisavad kahekaupa koos, sirbitaoliselt kõverad käbid on vähemad kui harilikul männil (4—5 sm, 2—3 sm) ja seisavad 1—3 kaupa koos. Seeme vähem kui harilikul männil, mustjat värvi, 60% idanemisvõimega. Puuke hakkab juba õige varakult, 6-—9-aastaselt idanemisvõimelise seemnega käbisid kandma. Kasvukoha suhtes nõudmised õige vähesed. Lepib kõige kõhnema liivamaaga, isegi tuiskliivaga, aga ei põlga ka alalist niisket ja soomaad. Kannatab rohkem varju kui mänd ja on täiesti külma- ja põuakindel, ka ei riku teda *Lophodermium*. Puu on peaaegu samade omadustega kui harilik mänd ja leiab ka samasugust tarvitamist. Soovitav eelkäijaks kõhnematel maadel, nõndasama ka kultuuride parandamises ja tekkinud lagestikkude täitmiseks. Katseviisil meilgi paljudes kohtades kasvatatud,

kohati suuremate salkadena mäekülgedel. Kultiveerimisviisid nagu harilikul männil.

Pinus rigida Mill. (Pechkiefer, Pechtanne) vaigumänd. Ka see on Ameerikast pärit, kust ta 1759. a. Inglismaale toodi ja sealt mannermaale levis. Ta on II järgu puu, mis paremal kasvukohal, lõuna pool kuni 20 m, põhja pool ning halvemal pinnal ainult 4—5 m kõrguseni jõuab. Ta okkad on kõvad, tumerohelised, 6—17 sm pikad ja asetsevad kolmekaupa ühes tupes. Samuti on ka käbid 3—5 kaupa koos. Seemned vähemad kui harilikul männil, pruunikaspunast värvi. Oma kodumaal, kus ta kasvab 38. ja 44. p. l. kraadi vahel, katab ta niihästi laialisi soid kui ka kuivi, kõhnu liivamaid. Ta on üks neist vähestest okaspuudest, kes kännust võsusid ajab; viimasel omadusel on suur tähtsus kõlbmata maade kultiveerimisel, milleks peaasjalikult seda mändi tarvitatakse. Ta on vähenõudlikum kui harilik mänd, vastupidav ja ka Saksamaal peaaegu külmakindel. Hakkab varakult, 10—15-aastaselt seemet kandma ja kasvab noores eas kiiresti, kusjuures tüvekesed parema maa peal kasvades esialgu maad mööda roomavad, pärast end küll üles upitavad, aga kasvus ikkagi kõveraks jääyad. Saksamaal, kus leidub juba üle 100 aasta vanuseid puid, tarvitatakse *Pinus rigida*'t nõmmede, leetmiku, tuiskliiva-väljade ja muude kõlbmata maatükkide kultiveerimiseks, metsavöödeteks ja metsloomade ning -lindude peljukohtade asutamiseks. Puud kasutatakse põletus- ja söepuu produtseerimiseks, tõrva ja nõe ajamiseks.

Kuusk, *Picea excelsa* Lk. (Fichte, Rottanne, Gräne), ель. Euroopa okaspuudest omab männi kõrval niihästi oma rohkuse kui ka tehniliste omaduste poolest järgnevat kohta meie harilik kuusk. Kohati peab ta männiga sammu, kohati omab ta esimest kohta ja esineb pealiigina. Meilgi ei ole veel kindel, kumb liik on üldsummas enamuses. Kuuse üldine kasvupiir ei lähe eriti lõunasuunas nii kaugele kui männi oma, ulatub aga ikkagi 42.—69. p. l. kraadini. Hispaanias, Itaalias ja Kreekamaal puudub ta peaaegu täiesti, Prantsusmaal leidub teda vähe, niisama ka Inglismaal, selle eest katab ta aga suuri maa-alasid Skandinaavias, Soomes, Lapimaal, Läänemere-mail, Venes ja Siberis. Kuna ta Kesk-Euroopas mägedes läheb enam kui 2000 m kõrguseni ja esineb tüüpilise mägedepuuna, asendub ta põhja ja ida poole jõudes tasasele maale, kus ta, alates Põhja-Saksamaaga, kasvab laiaulatuslikel maaaladel.

Kuuse sugukond pole nõnda laialine kui männil, ulatub siiski 38 liigini. Õige rohkearvuline on tema teisendite arv. Tähtsam nendest on siberi kuusk, *Picea obovata* Ledeb., mis täidab Siberis ja Kirde-Venes kuni Moskvani hariliku kuuse aset ja mille teisendid *Picea uralensis* ja *P. altaica* juba oma nimetuses oma kitsama kasvuala ära määravad, kuna Kaukasuses esineb *Picea orientalis* Carr.

Ka meie metsades tuleb harilik kuusk kahes vormis ette: punasekäbiline, *Picea excelsa var. erythrocarpa* ja rohelisekäbiline, *Picea excelsa var. chlorocarpa.* M. TURSKI väidab, et rohelisekäbiline on külmakindlam, sest et ta kevadel hiljemalt kui punasekäbiline kasvama hakkab; sellevastu olevat punasekäbilise puu kõvem ja raskem kui rohelisekäbilisel. Õige vähesel arvul tuleb veel mõnd vormi meil ette,

nii näit. n. n. „usskuusk“ (Schlangenfichte, *Pic. exc. virgata*), milledel pole metsakasvatuslises suhtes aga mingit tähtsust. Rohkem tähelepanu väärib sookuuse vorm (*Picea excelsa* Lk. *f. palustris* Berg), mis oma külje poole pöördud ladvaga harilikust vormist erineb ja märgadel turbasoodel kohati suuremal arvul esineb (Sangastes, Kärdes). Skandinaavias ja Soomes on rohkel arvul esinemas *Pic. exc. alpestris.*

Kuuse okkad on neljakandilised, terava otsaga, 1—2,5 sm pikad ja on üksikult spiraalitaoliselt ning tihedalt okste ümber paigutatud. Okaste kestvus ulatub 4—7 aastani või veelgi kauemini; täie tervise puhul on okaste värv tumeroheline, kuna kollakas okaste värv märgiks on, et puu tervis mitte enam hea pole ja ta millegi all kannatab.



Pilt nr. 2. Harilik kuusk *(Picea excelsa* Link.*).*
1 — oks isaõitega; 2 — emaõis; 3 — käbi; 4, 5, 6 — käbisoomused; 7 — seeme; 8 — tolmukas; 9 — okas; 10, 11 — tõusmed; 12 — kuusetäi poolt sünnitatud pahk

Kuuse õitsmisaeg kujuneb kevade arenemise kohaselt, meil maikuu keskelt juuni alguseni. Isased ja emased õied on samal puul; isased, mis on ümmargused, munakujulised, esialgselt punakad, valmimisel kollakad, asetsevad üksikult eelmise aasta kasvude otsas okaste vahel, emased õied, esialgu purpurpunased, pärastpoole punakat või rohekat värvi, on ühekaupa eelmise aasta kasvude otsas esialgu püsti, pärastpoole longus ja seisavad suuremal arvul võra ülemises osas. Soodsal ja rikkalikul õitseajal on õietolmu nii palju, et ta suuremate kuusemetsade kohal pilvena heljub ja vee peal kollase tolmukorrana silma paistab. Täiskasvanud käbid on kollakaspruunid, 10—15 sm pikad, kuni 3 sm jämedad ja jäävad peale seemne väljavarisemist tühjalt veel järgmise

sügiseni puu otsa. Seeme valmib õitse-aasta oktoobrikuuks ja variseb järgmisel kevadel, kui käbide soomused (seemne katelehed) päikese soojuse mõjul avanevad, kusjuures tuul ta emapuust eemale kannab. Head seemneaastad korduvad 5—8 aasta tagant, nõnda siis harvemini kui männil. Seeme on oma suuruse poolest männi seemne sarnane, 4—5 mm pikk, 2—3 mm paks, tumepruuni, ühtlast värvi ja varustatud umbes 15 mm pikkuse tiivaga, mille kitsam ots seemnetera ühest küljest lusikataoliselt ümbritseb.

Head kuuse seemne-aastat on juba eeloleval sügisel ja talvel võimalik kaunis õigesti ette näha, nimelt õiepungade rohkuse järele, mis on kasvupungadest natuke suuremad ja mida oravad hea meelega närivad. Leidub talvel lume peal kuuskede all lühikesi kasvusid, milledel pungad ära näritud, siis võib järgmisel kevadel rikkalikku õitseaastat loota. See ei tähenda aga veel mitte, et sellega oleks alati hea seemnesaak ühendatud, sest vastikud ilmad õitsmise kestusel (külm, pikalised sajud ja tormid) võivad seemnesaagisse halvasti mõjuda. Tähelepanekud näitavad, et kuusk geograafiliselt laial alal üheajaliselt rohket seemnesaaki annab.

Seeme hoidub idanemisvõimeline 4—6 aasta jooksul, kaotab aga iga aastaga palju oma headusest. R. HESS toob võrdlevad andmed idanemisvõime kahanemise üle: 1. a. — 83%, 2. a. — 53%, 3. a. — 26%, 4. a. — 7%.

Seeme idaneb 3—5 nädala järel ja on 6—9 eolehega varustatud, mis umbes 1,5 sm pikad, ülespoole kõverdunud ja — vastandiks männi eoslehtedele — on sakiliste äärtega. Tüveke, mis esmalt rohekat, pärastpoole rohekaspruuni värvi, kasvab esimesel aastal kõigest 3—4 sm pikaks, järgmisel aastal ulatub virves 4—7 sm pikkuseni, ka ilmub juba väike kõrvalkasv. Kolmandal aastal ilmub rohkem kõrvalkasvusid ja sellest peale kasvatab kuusk iga aasta täielise pöörise ehk männase. Nagu sellest kasvukäigu kirjeldusest selgub, on kuusetaimeke esimesil eluaastail õige õrn ning nõrk, juureke on lühike ja ei suuda rohistunud ehk lehtkattega varjatud mullapinda tungida. Paksu niiske sambla sees püsib ta kauemat aega elus; kuivab aga sammal ära, siis on ka tema päevad loetud. On maapind katteta, siis kannatavad taimekesed suvel kuivuse all, talvel aga külmuvad nad kergesti. Seemne peale on hiired ja vindid väga maiad; viimased nokivad isegi tärganud taimi, milledele seemnekestad otsa on jäänud.

Esimesil aastail on kuuskede kasvamine õige visa: keskmiselt on 5-aastased taimekesed 20—30 sm, 10-aastased 1—2 m pikad. Umbes sellest vanadusest peale (heal maal varemini, kõhnal hiljemini) hakkab ta kiiremini kasvama; aastane pikkusekasv ulatub sagedasti 1 meetrini. 25—30 a. vanaduses jõuab ta kõrgusekasvus männile järele ja jätkab jõudsat kasvu kuni umbes 50. aastani, mille järel väike seisak tuleb. Vanemas eas jääb kasvuhoog järk-järgult vähemaks. Vastandiks männile jääb ta ka kõrges vanaduses teravavõraliseks, ka ei saa kuuse vanadust pööriste (männaste) järele kindlaks määrata, nagu seda männi nooremas eas kerge on teha, sest et kuusel peale pööriste ka pööristevahelises tüvejaos oksad kasvavad.

Oksad võrdlemisi peened, kasvavad tüvest horisontaalsihis, võraosas rohkem ülespoole, tüve alumises osas rohkem allapoole kaldudes. Tüvega ühinemise kohal on nad õige rabedad, mille tõttu kuusk ühenduses tiheda lehestikuga sagedasti kannatab lumemurde all, ühenduses oma lameda juurekavaga ka lumeheite all. Nendelsamul põhjusil kannatab kuusk võrreldes teiste puuseltsidega ka kõige rohkem tuulemurde ja -heite all.

Okstest laasub kuuse tüvi palju halvemini kui mänd; vabalt kasvades on tüvi ka kõrges vanaduses okstega kuni alla kaetud ja isegi tihedalt kasvades on võraosa vaevalt alla $^1/_3$ tüve pikkusest, seejuures, võrreldes männiga, väga tihe. Peavirve murdumisel või vigastusel võtab mõni kõrvalvirves ladva kasvatamise oma hooleks. Kuuse tüvi on ilus, ümmargune, sirge ja tihedalt kasvades vähese koondega. Meelsal maal ulatub kõrgusekasv kuni 50 meetrini. Meil aga leidub praegu vähe kuuski, mis 40 m kõrged; keskmiselt kõigub meie raieküpse kuusemetsa kõrgus 30—35 m.

Kuuse koor on nooruses sile, väikeste soomustega, punakaspruuni värvi, mis vanadusega hallpruuniks muutub, ja näib samblikkudest, mis koore peal asuvad, sagedasti plekiline. Ka soomused muutuvad vanaduses suuremaks; sõõrikujuliseks ehk pikerguseks ja on äärtes üles tõstetud ning lasevad end kergesti koorest lahutada. Koor, mis sisaldab eneses 6—8% parkaineid, leiab nahaparkimise alal kasutamist. Halbades kasvutingimustes, eriti märgadel kohtadel, on koor ja oksad samblikkudega kaetud, millede tüübiliseks esindajaks on kuuse peal pikk, halli värvi kuusesammal — karbe *(Usnea barbata)*.

Juurekava on kuusel madal. Esimesel aastal jagunevad juured mitmeks südajuureks, mis on tüvekesest umbes kaks korda pikemad. Kohedal maal ja tihedalt kasvades omandavad juured esimesel aastal mõnikord ka rõik- ehk sammasjuure kava, mis aga järgnevail aastail ikka rohkem laieneb, oma tüübilist vormi omandades. Juurte arenemine on kõige parem pealmises mullakihis. Seal laienevad nad igale poole, ilma sügavale minemata. Heal maal või tihedalt kasvades ei lähe juured mitte kaugele, mõnikord isegi mitte võraringi piirideni, õhukesepõhjalisel või kaljupinnal lähevad juured sellevastu väga kaugele, tulles kohati isegi päevavalgele. Vastavalt okstele ei ole ka juured võrdlemisi jämedad, küll aga leidub rohkesti narmasjuuri, mis on omalt poolt rikkalikult juurekarvadega varustatud. Juurte vigastuste vastu on kuusk hell, ka ei kasvata ta kergesti uusi juuri.

Harilikes kasvutingimusis algab seemnekandmine 50—60 aasta vanaduses, kõhna maa peal või üksikult kasvamise puhul aga palju varemini (15- —20-aastaselt).

Kuuse iseärasuseks on sigimisvõimalus vegetatiivsel teel. Kus oksad maaga kokku puutuvad, hakkavad nad juuri ajama ja arenevad uueks tüveks. Sel omadusel ei ole aga metsakasvatuslikult mingit tähtsust.

Kuuse loomulik eluiga ulatub 300 aastani, raieküpsus meie oludes 80—120 aastani. Koorevigastusi parandab ta halvasti, niisama toob ka rohke okaste kaotamine puule kergesti surma; okste kärpimist

kannatab ta sellevastu hästi, mil põhjusel teda hea meelega hekiks (elus-aiaks) tarvitatakse.

M a a suhtes on kuusk männist märksa nõudlikum. Kuivad, kerged ja kehvad liivamaad, niisama ka hapud soostunud maad on kuuse kasvamiseks ebasoodsad, ja kuigi ta sagedasti seesugustel kohtadel asub, ei ole tast seal suurt asja loota. Kus ta omapead jäetakse, on tal viisiks sinna tungida, kus ta koht pole. Kõrgele liivamaale asudes takistab ta mändi kasvamises, ilma et ise suurt suudaks pakkuda, kui ta sinna puhtal kujul kasvama jääb; savimaadel teeb ta sedasama vääris-lehtpuudega, põeb aga ise peremeheks jäädes sagedasti mäda südant. Tema all ja isegi kõrval on teistel raske kasvada, seisukorra peremehena on ta kaunis sallimata teiste puuliikide vastu ja lämmatab neid hea meelega. See hädaoht on kõige suurem kasvukohtadel, mis kuusele soodsad ja meelsad, kus ta oma nooruse kasvuhoos oma naabritest ette jõuab. Nii näit. jõuab ta savistel maadel, männiga ühel ajal sinna asudes või asustatud, sellest juba varakult (15- —20-aastaselt) kasvus üle ja hakkab end selle kulul laiutama. Samasugune lugu kordub, kus ta tammele seltsiliseks on antud, olgugi ta selle jalasoendaja ja pärastine kasukas. Kuigi tamm on 10- —12-aastase heistrina istutatud, suudab kuusk juba esimese aastakümne jooksul end niivõrt laiutada, et ta tamme lämmatab.

Liivakad ja huumusesed s a v i m a a d on kuusele kõige soodsamad; üldiselt ei vaata kuusk niipalju maa rammu kui maa v ä r s k u s e peale. Selle tõttu kasvab ta ka värskel liivamaal rõõmsasti ühes männiga. Ka maapinna s ü g a v u s e suhtes ei ole tema nõuded kuigi suured, mille tõttu ta kivisel ning kaljupinnal võrdlemisi häid kasvamisvõimalusi leiab. Selle poolest ei ole tal teiste puuliikide seas ühtegi võistlejat. Liiga rammusat savi-, lubja- ja merglimaad pole kuusele soovitavad, sest et ta seal sagedasti mädahaigust põeb; peale selle halvenevad puu tehnilised omadused. Ka endiste põllumaade peale asustatult kannatab ta mädahaiguse all, mis tüvesid sagedasti kuni 75% ulatuses on tabanud. Maapinna koheduse suhtes on ta okaspuudest kõige leplikum: ta kasvab isegi õige sitkel ja läbilaskmatul maal, kuid kõige paremat kasvu näitab ta siiski paraja koheduse pinnal.

On maapind mitmesuguste heintaimedega ja mustikavartega kaetud, siis võime sinna julgesti kuuske asustada. K a n a r b i k u g a kaetud pinnal võib kuusk veel rahuldavalt kasvada, kui see pind on küllalt värske ja ei ole väga kehv. Kuiv kruusamaa ei kõlba talle; vähemalt ei ole mõtet teda sinna üksinda asustada. Küll võiks ta männi all aset leida ka kehvadel ning kuivadel kasvukohtadel, kus ta ülesanne oleks pinda varjata ja maad parandada. Selles suhtes on ta meie oludes esimese järgu tähtsusega, ja metsamees lisab kultiveerimisel hea meelega männiseemnele 10% kuuseseemet lisaks, isegi puht-männimaal.

Ühetaoline, paras maapinna n i i s k u s on kuusele kõige soodsam. Ta ei salli ajutisi üleujutusi ja jääb vesisel maal kasvades männist maha. Rohke transpiratsiooni tõttu avaldab ta suurt mõju märgade maade kuivatamisse, millega ühenduses on harilik nähtus, et pärast

kuusemetsa maharaiumist maa vesisemaks muutub ja soostuma hakkab. Soosambla (*Sphagnum*) kasvamist ja laienemist võib juba lühikese aja vältusel kuuseraiestikel märgata.

Kuuse nõuded kliima suhtes on, nagu seda juba ta laialisest levimisalast võib järeldada, mõõdukad. Kõige suuremad nõuded on tal õhuniiskuse suhtes, mille tõttu ta ka mägedes hästi edeneb. Tasasel maal eelistab ta põhja- ja idapoolseid nõlvu; mida kõrgemale ta aga mägedes tõuseb, seda enam nihkub ta lõuna- ja edelapoolseile mäekülgedele. Ta kasvab veel rahuldavalt kliimavöös, mille keskmine aastatemperatuur on 2 kraadi C. Ta ei ole nii külmakindel kui mänd; eriti noores eas kannatab ta hiliste külmade all kaunis tunduvalt ja sagedasti, veel vähem lepib ta aga pikemate suviste põuaperioodidega, mille tagajärjeks on rohkearvuline puude kuivamine, kuna päikese kõrvetuse tagajärjel tekib koorepõletik.

Kuusk on meie puuliikidest kõige varjukannatavam. See omadus võimaldab talle igale poole teiste puuliikide varju pugeda ja seal kannatlikult oodata, kuni ta tund tuleb. Avaneb kuskil võrakatuses aken, hõrenevad read ülarindes, siis on ta kohe valmis aset täitma. 15—20 või isegi rohkem aastaid suudab ta parajat varju välja kannatada ja kosub peale vabanemist kiiresti, eriti noores eas. Seesuguses soodsas seisukorras tunneb ta end aga valgusearmastajate puude all: mänd, kask, haab ja sanglepp on puuliigid, milledele ta armastab jälgida ning mis teda heatahtlikult oma turbe alla võtavad ja selle tagajärjel lõpuks ise oma kasvukohast välja tõrjutakse. Kõige viletsamaid tingimusi leiab kuusk emametsa varjus. Heas liituses kasvava kuusemetsa all on vari niivõrt tihe, et ta järeltulev põlv seal elutsemisvõimalust ei leia ja leppima peab akendega, mis mingil põhjusel on emametsa tekkinud, või ootama, kuni vana mets hõreneb.

Varjukannatuse tõttu on kuusk eriti soodus loomulikuks uuendamiseks, maapinna hea parandaja, soovitav segapuu valgusenõudjaile liikidele ja annab küpses eas kõige suuremat massi ka puhtmetsana kasvades.

Oma kasutusevõimaluse ulatuses ja tehnilises väärtuses peab kuusk männiga sammu, ainult maa- ja vee-ehitustes jääb ta männist maha. Selle eest leiab ta aga mööbli- ning tisleritööstuses ja paberipuuna laiemat tarvitamist; muusikariistade-tööstuses on ta võistlejata. Ehitus- ja tarbepuuna, anumateks, kastideks, mänguasjadeks, pakkimisvaatideks, tikutraadiks jne. on ta kasutamisvõimalus laialine. Ta puu on valge või punakasvalge, kerge, halgas, pehme, vähese kahanemisega, hea kandevõimega, põletuspuuna keskmise väärtusega.

Kuuse nõrgemaks küljeks on ta tervislik seisukord. Ühtki puuliiki ei taba nii suurel määral ja nii rohkearvulised hädad kui kuuske. Noores eas kannatab ta hiliste külmade ja pealispinna üleskülmumise, tiheda rohukasvu ja kuumuse all, latimetsa vanaduses kannatavad tihedad kultuurid lumeheite all ja vanemas eas allub ta rohkem kui ükski teine puuliik tuuleheitele, mis eriti õhukesepinnalistel ja niiskeil kasvukohtadel ning tihedas liituses laiaulatuslikuks kahjuks võib kujuneda. Hästi juurdunud ja aegsasti vabama seisuga harjunult

suudab ta ka tormidele vastu panna, nagu seda mägedes ja üksikult kasvavate kuuskede juures näha võib.

Suurearvuline on kuuse vaenlaste hulk putukate ja seente liikides, mis igas vanaduseastmes ta kallal oma hävitustööd teevad. Tähtsamatena oleksid nimetada järgmised:

Mardikatest: suur pruun kärsakas (*Hylobius abietis* L.), väike pruun kuusekärsakas (*Hylobius pinastri* Gyll.), vaigukärsakas (*Pissodes Harcyniae* Hbst.), väike kuusekärsakas (*Pissodes scabricollis* Mill.), hobukastani-põuasitikas (*Melolontha Hippocastani*) ja harilik põuasitikas (*M. vulgaris* Fab.), päris kooreüraskid (*Ips. s. Bostrychus typographus, I. amitinus, I. chalcographus*), *Pityophthorus micrographus*, niineürask (*Hylastes palliatus*), suur kuuseniineürask (*Dendroctonus s. Hylesinus micans*), *Hylesinus cunicularius*, kuusesikk (*Tetropium luridum* L.).

Liblikatest on kuusele kõige kardetavam okkaliblikas (*Liparis monacha* L.), kes õnneks meil puudub või vähemalt nii harva ette tuleb, et tal tähtsust pole. Kesk-Euroopas, Poolas ja Lääne-Venes on okkaliblikas mitmetel kordadel hävitusi toime pannud, mille tagajärjel tuli korraga sajad tuhanded tiinud kuusemetsa maha raiuda. Traatuss (*Noctua s. Agriotes segetum*). Mähkurid: *Tortrix histrionana, T. tedella, Grapholitha pactolana, Gr. strobilana.*

Vaablastest: lehevaablased: *Nematus abietum, Lyda abietis*, puuvaablased: *Sirex gigas* ja *S. spectrum.*

Täidest: kuusetäi (*Chermes viridis*).

Seentest, mis kuusepuus elutsevad ja teda rikuvad, on tähtsamad: *Trametes radiciperda (Polyporus annosus* Fries.), *Pol. vaporarius* Fr., *Pol. borealis* Fr., *Pol. pinicola* Fr.

Okastel asuvad: *Lophodermium macrosporum* R. Htg., *Chrysomyxa ledi.*

Käbidel: *Aecidium strobilinum* Alb. et Schv.

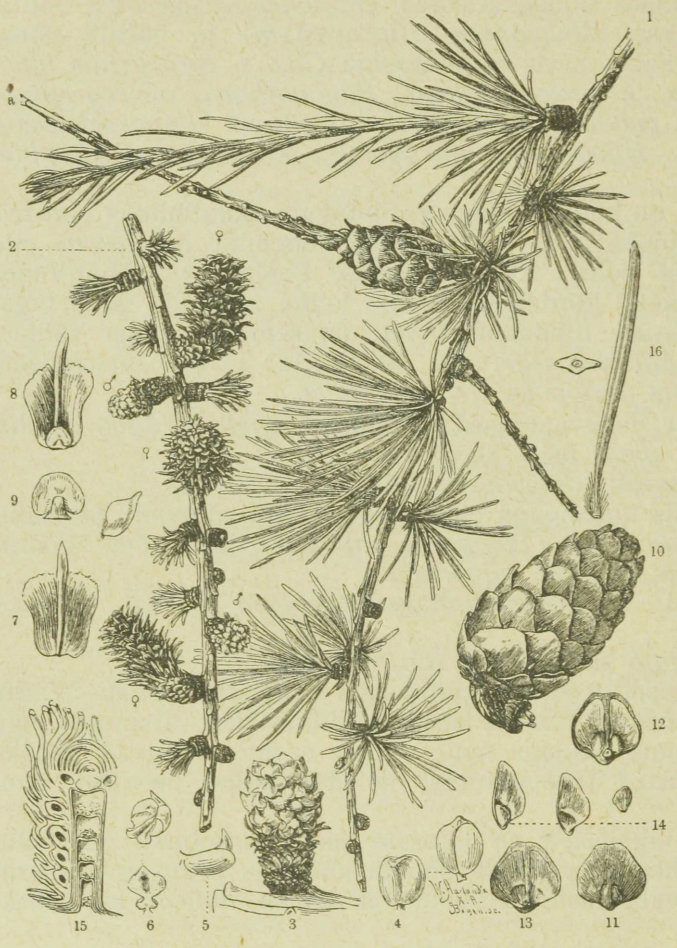
Juurtel ja alumisel tüveosal: kännuseen (*Agaricus melleus* Wahl).

Mäda südant põevad kuused iseäranis lubjarikkal rammusal, aga ka niiskeil läbilaskmata põhjaga mail. Peale seente mõjuvad selleks kaasa juurte vigastused (karjatamine) ja lämbumine tarvilise õhuvahelduse puudusel.

Metsapõlemise tagajärjed on kuusele palju raskemad kui näit. männile; need on ühenduses kuuse õhema koore ja pealispinnas asuvate juurtega. Ka vabrikusuitsu vastu on kuusk hellem kui ükski teine puuliik.

Kui mõlemaid meie tähtsamaid okaspuid, kuuske ja mändi, teineteisega võrrelda, siis näeme, et nad teineteisest bioloogiliselt mitmeti lahku lähevad: mänd on maa headuse ja niiskuse suhtes vähenõudlik, õieti tüübiline kuiva pinna elanik, kuusk nõuab paremat maad ja selle alalist värskust. Mänd on valgusenõudja, kuusk — varjusallija. Mänd kasvab nooruses kiirelt, kuusk — uniselt. Mänd armastab vanemaks saades lahedat kasvuruumi ja laiutab teatavas vanaduses oma võra, kuusk püsib ka vanaduses tihedas seisus ja jääb alaliselt teravavõraliseks. Mänd on ainult noorelt pinnaparandaja, vanemas eas aga pinnahalvendaja, kuusk jääb alaliselt pinnaparandajaks ja -varjajaks. Mänd

on külma- ja tuulekindel, kuusk kannatab nii ühe kui teise all. Mänd võib ainult ülarindes kasvada, kuusk — isegi alusmetsana. Mänd on leplik oma varjus kasvavate seltsiliste vastu, kuusk ei salli kedagi oma varjus. Männil on sügavaleminev rõikjuure-kava, kuusel — pealispinnas asuv madal kõrvaljuure-kava. Mänd kõlbab teistele heaks ajupuuks, kuusk on lämmatamise peale meister. Mänd kuuse segapuuna kindlustab viimast tuulehäda vastu ja kergendab loomulikku uuendamist, kuusk männi segapuunaonheaks pinnakaitsjaks, takistab aga loomulikku uuendamist. Mänd laasub võrdlemisi noorelt ja puhastab kergesti tüve, kuusk tarvitab laasumiseks õige tihedat seisu ja ei puhasta tüve mitte kergesti, mille tõttu kuivad oksad puu sisse kasvavad. Mänd asub uute maa-alade omandamisel esimesena peale, kuusk ilmub tagant järele ja tõrjub eelkäija välja.



Pilt nr. 3. Euroopa lehtmänd *(Larix europaea* D*).*
1 — oks; 2 — oks isa- ja emaõitega; 3 — isaõis; 4, 5, 6 — tolmukad; 7, 8 — seemne katesoomus; 10 — valminud käbi; 11, 12, 13 — käbisoomused; 14 — seeme; 15 — pikuti lõige läbi lühivõrse; 16 — okas.

Lehtmänd (laar, laariks, lärss, lärjepuu, okasleht, lehis, suikuusk), *Larix* L. Die Lärche. *Лиственница.* Okaspuudest, mis võõrsilt siia on toodud ja meie metsades kodunema on hakanud, seisab lehtmänd esimeses reas. Parkides, teede ääres, siin ja seal metsades leiduvad põlised kuni sajaaastased lehtmännid, mis oma kõrguse- ja jämedusekasvu poolest sama vanadest mändidest ning kuuskedest mitte ainult maha ei jää, vaid isegi ette kipuvad minema, ja võrdlemisi sagedad lehtmänni istandikud, mis üle kodumaa mitmesugusel maal ning mitmesuguses ulatuses on tehtud, lasevad oletada, et see puuliik endisi metsa-

omanikke suuresti on huvitanud ning tema peale rohkeid lootusi on pandud.

Lehtmänd toodi meile läänest kui ka idast, ja senini püsivad siin mõlema ilmakaare esindajad, sagedasti teineteise kõrval, ilma et kumbki oma omaduste suhtes vastuvaidlemata ülekaalu oleks suutnud omandada, kuigi viimasel ajal idapoolsele külalisele suurem eesõigus on antud.

Euroopa lehtmänd (*Larix europaea* De Cand.) on oma päriskodus, Kesk-Euroopas, tüübiline mägedepuu, mis kuni puu kasvuvööteni (Lõuna-Alpides kuni 3000 m kõrguseni) läheb, kuhu teda ainult veel pähklimänd (*Pinus Cembra*) ja põõsataoline mägimänd (*P. montana*) saata suudavad; vastavalt kõrgusepiiridele ei tule teda seal ka enam allpool 400—1000 m kõrgust loomulikul sigimisel ette ja kultiveeritakse seal kunstlikul teel. Tema loomulik asukoht piirdub ida-lääne sihis Karpaatide ja Alpidega, põhja-lõuna sihis 44. ja 50. p. l. kraadi vahega. Seal saab ta 500—800 aastat vanaks, kasvatab hea tervise puhul tüvesid, millede rinnasmõõt ulatub meetrini ja mis annavad kõrgeväärtuslikku puud.

Nende omaduste tõttu viidi lehtmänd XVIII aastasaja algusest peale igale poole Euroopa maadesse laiali, kus teda suure hoolega kultiveerima hakati: peale Saksa ja Austria madalmaa leidub teda praegu Prantsus- ja Inglismaal, Norras, Rootsis, Soomes, Poolas, Leedus, Läänemere-mail ja mitmel pool Venes. Huvitav on asjaolu, et Põhja-Saksamaale jõudis Euroopa lehtmänd Inglismaa ja Hollandi kaudu ja esimesed eksemplarid seal XVIII aastasaja keskel Liibanoni seedrite nime all kasvuhoonetes kasvatati.

Siberi lehtmänd (*Larix sibirica* Ledeb.) võtab määratu suured maa-alad Kirde-Euroopas ja Aasias oma alla, asudes loomulisel teel niihästi tasastel maadel kui ka mägedes, kus ta üles läheb kuni puukasvu-piirini. Ta põhjapoolne kasvupiir Euroopa Venemaal ulatub kuni 67. p. l. kraadini. Alates Valgemere kaldalt läheb see Äänisjärvest (Onegast) alates läbi Arhangelski, Vologda ja Kostroma kubermangu kuni Nižni-Novgorodini, pöördub sealt järsku, põhjapoolset osa Kaasani kubermangust puudutades, ida poole kuni Ufani, sealt lõuna poole nihkudes läheb ta põhja poolt Orenburgi, umbes 52. p. l. kraadi all Aasiasse, kus ta Altai kaudu läbi Siberi kuni Amuurini ja Kamtšatkani ulatub, kuna ta põhjapiir läheb kuni 69. p. l. kraadini. Veel kaugemale põhja poole, kuni 72. p. l. kraadini, Kirde-Siberis, Dauurias, Kamtšatkas ja Jakutskis astub siberi lehtmänni kõrvale ja asemele dauuria lehtmänd (*Larix dahurica* Turcz.), mis põõsakujulisena ka Siberi mägedes *L. sibirica*'st kõrgemale läheb. Oma laialisel levimisalal moodustab siberi lehtmänd suuri metsi, osalt puhtalt, kuid suuremalt osalt segus teiste puuliikidega.

Välise kuju, puu omaduste, kasvukäigu ja kasvukoha nõudlikkuse suhtes ei ole euroopa ja siberi lehtmänni vahel suuri lahkuminekuid: Prof. WILLKOMM'i järele oleks mõlemate seltside eraldamisel silmapaistvamaiks tunnismärkideks okaste pikkus, mis kõigub euroopa lehtmännil 1 ja 3 sm, siberi lehtmännil 3 ja 5 sm vahel, kusjuures siberi lehtmänni okkakimbud on tihedamalt koondunud. Käbides on

lahkuminekuid rohkem: noored euroopa lehtmänni käbid on punakad, siberi omad rohelised; valmides omandavad mõlemad helepruuni värvi; seejuures on aga siberi lehtmänni käbi katesoomused vildised, nende vahelt ei ulatu teravad seemne katelehed välja ja käbid avanevad soojuses võrdlemisi kergesti; euroopa lehtmänni käbi katesoomused on siledad, nende arv on suurem, seemne katelehed on pikemad kui siberi lehtmännil ja ulatuvad soomuste vahelt välja, käbid avanevad visalt, mille tõttu neid tuleb seemne saamiseks mehaaniliselt purustada. WILLKOMM'i tähelepanekute järele läheb siberi lehtmänd (Tartus) kevadel 4—6 päeva varemini lehte ja sügisel nädalapäevad varemini paljaks kui euroopa lehtmänd.

Meie metsameestest on paljud arvamisel, et kõik kõveratüvelised ja viletsa kasvuga lehtmännid on tingimata euroopa omad. Tekkis arvamine, nagu oleks kõver tüvi euroopa lehtmänni eriomadus, mille tõttu viimasel ajal tema kultiveerimisest loobuti ja siberi lehtmännile ainuõigus jäeti. Sel arvamisel ei puudu teatav alus: meie nooremates lehtmänni-kultuurides leidub sagedasti iseloomulisi „mõõktüvesid", mis alumises osas kõverad, kuid nende kõrval leidub rohkesti vanu euroopa lehtmände, millede tüvi sirguse suhtes midagi soovida ei jäta. Samane nähtus kordub ka mujal Euroopas: oma päriskohas kasvatab lehtmänd sirget tüve, kuna kõrvalekaldumised sellest seadusest kõrgetes regioonides, puu kasvuvööte ülemistes piirides ja teatavail kasvukohtadel, arvatavasti tuule ja lume mõjul ette tulevad ja seda omadust nähtavasti ka edasi pärandavad. Sellest võiks järeldada, et kõvera tüve kasvatamine ei kuulu euroopa lehtmänni üld- ja eriomaduste hulka, vaid kannab kohalist iseloomu ja on seepärast ühenduses seemne päritoluga. Üldse peab siinjuures tähendama, et lehtmänd on eriti Saksamaal, väljaspool oma päriskodu kultiveerimisel niivõrt lahkuminevaid tagajärgi annud, et osa metsamehi on temast vaimustatud, kuna teised teda mida varem, seda parem metsast täiesti välja sooviksid heita. Ja mõlematel on õigus. Ükski puuliik ei ole nii mõistatuslik ja täis vastolusid kui lehtmänd: kuna näiteks loota võis, et ta mägedesse viidult (Harzi, Schwarzwaldi ja Tüüringi mägedes) hästi edeneb, ei ole see tegelikult nõnda kujunenud; vastandina on niiskeil mereäärseil kohtadel, kus temast palju ei loodetud (Oldenburgis), head lehtmänni-metsad kasvanud. Sagedasti leiduvad kitsais piirides kõrvuti head ja halvad lehtmänni-metsad, ilma et suur kasvuvahe end laseks seletada. Muidugi teada on sagedasti lehtmänni vastu ka teadlikult patustatud, teda sinna paigutades, kus vaevalt harilikki mänd midagi suudab pakkuda. Loodeti imet, ja oldi pettunud, kui lehtmänd seda ei suutnud anda. Aga vaatamata nende juhtumuste peale on palju andmeid, kus lehtmänd nähtavasti soodsail kasvukohtadel 30—40 aasta vanuselt oma jõudsa kasvu lõpetab ja kuivama hakkab; kohati on alles noored puud juba ülevalt alla samblaga kaetud ja saavad mõneaastase virelemise järel otsa.

Needsamad pildid korduvad väikeses mõõtkavas meie metsades lehtmänniga.

Kõige vanemad lehtmänni-kultuurid on meil arvatavasti Vigalas olemas, kus Vallneri andmete järele nende vanadus ulatub 110—120 aas-

tani; seejuures on tüvede kõrgus 80′, keskmine läbimõõt 14 tolli (8—24″), mass 85 tks. tiinu kohta. Võrdluseks on andmed männi ja kuuse kohta juurde lisatud; männil: kõrgus 75′, läbimõõt 13,5″, mass 72,9 tks.; kuusel: kõrgus 80′, läbimõõt 12,5″ ja mass 83,4 tks. Pindala poolest arvatavasti kõige suurem lehtmänni-kultuur (25 ha) leidub Vastseliina metsas, kus Reimi andmete järele on 70-aastaste lehtmändide pikkus 75′, keskmine läbimõõt 12,8″ ja mass 81 tks. Võrdluseks ettetoodud massitabelid näitavad VARGAS de BEDEMAR'i järele I boniteedi maal männil samas vanaduses 72′, 8,8″ ja 57 tks., kuusel — 72′, 9″ ja 58 tks.

Heimtali metsas on mitmesuguses vanaduses lehtmänni kultuure olemas: kõige vanem on arvatavasti 80-aastane, 98′ kõrge, 14—20″ jäme. Selle vana kultuuri kõrval on 30-aastane kultuur 65′ kõrge, keskmiselt 7″ jäme. Sellesama kvartaali madalamas otsas leidub umbes 2-tiinuline, 30-aastane lehtmänni-kultuur, mis aga keskmiselt 40′ kõrge, 3-—11-tolliste tüvedega, ja lõppeks on veel 12-aastane 9-tiinuline kultuur, kus lehtmänni kasv on väga mitmetaoline ja ei lase kohati palju head loota. Maa on endine põld, mis niiskuse all kannatab. Võrumaa metsades leidub sagedasti 20-—30-aastasi lehtmänni-kultuure, mis oma pikkuse- ja jämedusekasvus on sama maa peal kasvavaist ühevanuseist mändidest märksa ees, kus nad seisavad suuremais gruppides segatult või metsa ääres. Karksis Ainja mägedel on 54-aastane lehtmänni-kultuur, mis keskmiselt 80′ kõrge ja 9″ jäme. Lehtmänd kasvanud esialgselt väga hästi, nüüd aga on pilt teine: võrad väikesed, oksad sammaldunud, rohkesti kuivanud tüvesid; seejuures ei ole üldmulje mitte niisugune, kui seisaksid tüved liiga ligistikku. Võib-olla ei ole hooldamine küllalt korralik olnud, igatahes annab see kultuur praegu mulje, et temast enam suuremat loota ei ole. Maa: 15 sm paksune pealiskiht huumuslikku liivamaad, selle all sõrekollane liiv väikeste kivikestega. Alusmetsana kuusk, pinnakatteks lillakas *(Rubus saxatilis)* ja heintaimed. Veel negatiivsemad nähtused tulevad Suure-Kõpu metsas kv. 9 tamme-lehtmänni segakultuuris nähtavale: Tammed on istutatud 6′ vahega, 40 aastat vanad, keskmine kõrgus 60′, läbimõõt 8″. Tammede vahele on istutatud lehtmännid, mis oma latvadega tammedest tublisti kõrgemale ulatuvad. Maa on sigus; 20 sm paksuse huumusliku kihi all 20-sentimeetriline liivakiht ja selle all savi. Pinda katavad angervaksad, nõgesed, sõnajalad ja heintaimed. Metsa ääres hakkavad aga lehtmännid salkade kaupa kuivama; ühtedel on võra täiesti kuivanud, teistel leidub ainult veel alumistel okstel mõni roheline okkakimp. Oksad on tublisti sammaldunud. Lehtmändide kuivamine läheb järjest edasi, ilma et selle põhjus selgitust leiaks. Nähtavasti on siin samane lugu, nagu Saksamaal kohati nõnda-nimetatud „lehtmänni-haigusega“, kus lehtmännid teatavas vanaduses ilma nähtava põhjuseta kuivama hakkavad.

Praegu esitatud üksikute tüübiliste näidete varal meie lehtmännikultuuridest, mis mulle senini silma on puutunud, on hõlpsam läheneda küsimuse lahendamisele: mida suudab lehtmänd meie oludes pakkuda? Arvan järeldada võivat, et nõuded meie metsade järele tõusevad alaliselt niisugusel määral, et meil tulevikus vähe lootust on

okaspuu-metsades jämedaid sortimente kasvatada ja vististi varssi sunnitud oleme 100-aastasest raieringist loobuma ning madalama raieringiga leppima, ja siis ei ole meile tähtis see küsimus, kas lehtmänd püsib kasvuvõimelisena 100 või üle saja aasta vanaduses, vaid tähtis on see, et ta suudab meile 30-aastaselt 6—7, 50-aastaselt 9—10 ja 70-aastaselt 13—15 tolli läbimõõduga tüvesid anda, ja kui ta seejuures kasvujõuline oleks ka ainult 70 aastani, võiksime rahul olla. Muidugi teada ei või me oma lootusi nõnda kõrgele kruvida, kui seda Saksamaal tehti, kus XVIII aastasaja keskel lehtmännist loodeti, et ta ähvardavale metsapuudusele lõpu teeb; meil ei ole aga ka põhjust loobuda edaspidistest katsetest lehtmänniga; nimelt peaks katsutama oma vanemate ja paremate lehtmändide seemne kõrval kultiveerida ka Põhja-Vene kubermangudest muretsetud seemnega. Kliima ja maapinna vahed ei võiks väga suured olla näiteks Kostroma ning Vologda ja meie vahel; on ju sealne lehtmänd täieline tasandikupuu. Prof. WILLKOMM loeb lehtmänni soodsaks kasvuvööteks 1—8° C. keskmise aastatemperatuuriga maa-alad, 4-kuulise talverahu, niiske kevade ja ühtlase soojusega 3 kuud kestva suve. Keskmise aastatemperatuuri suhtes peaks selle järele meil lehtmänni optimum olema, ja ka teised kliimalised tegurid ei lähe lahku lehtmänni nõudeist. Maa suhtes oleks ehk lehtmännil häid asumisvõimalusi endistel põllumaadel, kuhu kuusk on paigutatud, mis kohati üle 50% mädahaigeid tüvesid annab. Ka paremail männimaadel ei tee lehtmänd meil seniste kogemuste järele enesele häbi. Kõike seda arvesse võttes lugesin tarviliseks lehtmänni juures pikemalt peatuda, ära kasutades muu seas ka seda, mis mul peale enese kogemuste kodumaa metsades ümber vaadates lehtmänni kohta on silma paistnud.

Vastandina teistele okaspuudele on lehtmännid suvehaljad, see tähendab, igal kevadel kasvatab puu omale uued okkad, mis samal sügisel kolletuvad ning maha langevad. Okkad on pehmed, tömbid, ühtlaselt-rohelised, üheaastaste taimede ja värskete suvevirveste peal seisavad nad üksikult ümber virve paigutatult, muidu aga kimpudes 20—40 kaupa koos. Õitsmisaeg on kevadel ühel ajal okaste ajamisega, meil umbes maikuu keskel. Isased ja emased õied ühel puul ja harilikult isegi ühe oksa küljes. Valmid käbid on 3—4 sm pikad, munakujulised, seisavad püsti, lühikese, kõvera varre otsas ja jäävad paariks aastaks okste külge. Seeme, 3—4 mm pikk, kolmekandiline, helepruuni värvi, on varustatud 8—10 mm pika tiivaga, mis end ainult mehaaniliselt laseb terast lahutada, valmib õitsmisaasta sügiseks (oktoobril). Et käbid püsti seisavad ja kaunis raskelt avanevad, siis ei sünni seemne varisemine mitte nõnda hoogsalt ega kiiresti kui näit. kuusel või männil, rääkimata aabiestest; peale soojuse ja päikesepaiste läheb tarvis veel tuult, mis seemned käbist välja raputaks. Selle tõttu sünnib seemne varisemine peaaegu kogu suve jooksul, mõnikord osaliselt isegi veel järgmisel suvel. Altais kasvavast lehtmännist on teada, et ta seeme variseb suve lõpul kiiresti ja ühtlaselt, mille tõttu käbide korjamisega enne nende täielist valmimist alatakse ja see kiires korras lõpule viiakse; järelvalmimine ja kuivatamine sünnib enamasti päikesekuivatistes. Siberi lehtmänni käbid avanevad võrdlemisi kergesti ja seemet võib kätte saada, käbisid umbes 30-kraadilises (R)

soojuses hoides. Ülikooli õppemetskonnas sai lehtmänni seemet pargis kasvavailt puudelt võrdlemisi kergesti kätte sel moel, et palava ilmaga (jaanipäeva ümber) puu alla palakad laotati ja oksi tublisti raputati, mille tagajärjel seeme käbidest välja kukkus ja palakate pealt hõlpus oli seda koguda. Säärast võtet tuleb mitu puhku korrata. Sel teel saaks vähemal arvul, oma tarvituseks seemet koguda, kuna käbide noppimine kasvavatelt puudelt kaunis vilets on, sest et lehtmänni oksad on võrdlemisi peened ja painduvad, mis inimest ei kanna; kui käbisid aga ridvaga maha lüüa, saavad oksad palju viga. Lehtmänni kodukohas korjatakse käbid mahasaetud puudelt, Alpides pühitakse kohati lume peale langenud seeme kevadel kokku. Seemne hulgas leidub rohkesti tühje teri, nii et tema keskmine idanemisprotsent kõigub 30—40 ümber, soodsail aastail tõuseb ta kuni 60%-ni, TURSKI väite järele isegi kuni 90%-ni. Puud hakkavad vabalt kasvades varakult (umbes 15-aastaselt) käbisid kandma, mis annavad aga väheväärtuslikku seemet. Keskmiseks seemnekande-eaks lahedas seisus võiks 30—50 aastat lugeda, tihedas seisus veel hiljemini ja märksa vähemal määral. Ehk käbisid peaaegu küll iga aasta kasvab, korduvad paremad seemne-aastad 3—6-aastase vahega. Idanemisvõimeliseks jääb seeme 3—4 aasta kestusel. Lehtmänni seeme tarvitab ühtlaseks ning hoogsaks idanemiseks alalist ning kaunis rohket niiskust; kuivas maas idaneb seeme osalt alles kahe või kolme aasta jooksul. Värske seeme idaneb soodsais tingimusis ilma ette valmistamata 3—5 nädala jooksul, taimekesed on varustatud 5—7 idulehega, mille ääred on siledad. Headel oludel sirguvad taimekesed juba esimese aasta jooksul mõnekümne sentimeetri pikkuseks, kolmanda aasta lõpul ulatub pikkus sagedasti juba üle meetri; ka ilmuvad sellest ajast peale okkad salkade kaupa vanemaile okstele, kuna noored virved, nagu juba eespool tähendatud, kattuvad üksikute okastega. Jõudus pikkusekasv kestab maapinna oludele vastavalt 30.—50. aastani; siis laskub ta tagasi, nii et näit. kuusk selleks ajaks oma kasvus temale sagedasti järele hakkab jõudma. Niikaua kui lehtmänd oma latva üle teiste puude jõuab hoida, on ta olemasolemine kindlustatud; jõuavad teised temast kõrgusekasvus üle, siis on ta saatus otsustatud: lühemale või pikemale kiratsemisele järgneb möödapääsmata kuivamine, kui abi ei tule tugeva lahendusraie näol. See eluline omadus sunnib lehtmändi sagedasti ülemäära pikka tüve kasvatama, ilma et jämedusekasv sellega sammu suudaks pidada. See nähtus tuleb sagedasti ilmsiks puht lehtmänni-metsa osades, mis liiga tihedalt istutatud: tüved on nagu õngevibud, pikad ja peenikesed, jämedus on peaaegu ühesugune tüve alumises ja ladvaosas, mis sellega seletatav, et väikese võra ja vähese okastiku tõttu piirdub aastane jämeduse juurdekasv suuremalt osalt ülemise tüveosaga. Dr. R. HESS teatab ühest 55-aastasest lehtmännist, mille pikkus oli 47 m (155'). Minule on säärase ilmega lehtmänni-salgad Karksi ja Polli metskondades silma puutunud. Vabalt kasvades omandab lehtmänd keeglisarnase kuju, mis kuuse haabitusega ühte läheb: terava otsaga latv, sirge tüvi, mis alt peale kattub rohkete peenikeste, allapoole längu vajuvate okstega, mis mitte pööristena, nagu näit. männil, vaid korratult, nagu kuusel,

tüve suhtes on jaotatud. Okastik on hõre, mille tõttu on lehtmänni maapinna varjamise ja parandamise omadus vanemas eas väike; sellevastu on ta teiste puuliikide vastu aga väga leplik. Iseärasuseks on lehtmänni võime, magavate pungade kaudu uusi oksi ajada ja haavu teataval määral kinni kasvatada. Selle tõttu kannatab ta okste lõikamist, ja mõned metsamehed (REUSS) soovitavad eespool-kirjeldatud lehtmänni-haiguse puhul, mis algab okste kuivamisega, kõik oksad ja isegi latv ära lõigata, mille tagajärjeks olevat uute tugevate okste kasvatamine. Parajas tiheduses kasvades kuivavad alumised oksad loomulisel teel ruttu ja tüvi laasub kergesti kuivadest oksatüügastest.

A a b i e s e l i i k i d e s t, mis meil parkidesse, mõnedel juhtudel vähesel arvul ka metsadesse on istutatud, on kõige sagedamini esinemas *Abies sibirica* ja *Abies balsamea.* Ka *Abies pectinata* on siin ja seal leida, kuid näitab juba pealiskaudsel vaatlusel, kasvu ja külmavigastuste järele otsustades, et temast ei ole siin midagi loota, kuna *A. balsamea* ja *A. sibirica* esinevad tugevate puudena, millede vanadus ulatub kohati kuni 80 aastani. Kõige laialisem *A. balsamea* istandus metsas on mulle Õisus silma puutunud, kus 50- —80-aastased puud üksikult ja salkades seistes keskmisel kuusemaal kasvavad. Nagu seal näha, on loomulik uuendamine rikkalik, ka tüvede jämeduse- ja pikkusekasv on rahuldavad, kuid puude veaks on mäda süda. Ka on puu ise, nagu koha peal selgus, niivõrt habras, et ta pole plankideks kõlvanud. Pinna kaitseks oleks ta värskematel maadel hea, kuivematel ja kehvematel männimaadel, kus seda kõige rohkem tarvis oleks, ei ole tast vististi palju loota. Rohkem võiks meie oludes ehk *A. sibirica* arvesse tulla, mille loomulik asuala Siber ja Kirde-Venemaa, nii siis ühine siberi kuusega. Nooruses kasvatab ta sammasjuurt, vanemas eas areneb välja sügavaleminev peajuure kava, kusjuures sammasjuur kas püsima jääb või kaob. *Abies sibirica* kannatab rohket varju ja kosub hästi, kui ta kauaaegse varjamise järel lahedamatesse oludesse satub. Esialgne kasv on aeglane, pärast 10—15 aastat edeneb ta jõudsasti ja kasvatab sirget ning kaunis kõrget tüve, kuigi selle kõrgus taha jääb teiste okaspuude omast. Seemne kandmine algab 60—70 a. vanuselt. Õitseaeg kevadel, isased ja emased õied ühel puul, käbid seisavad püsti okste tippudel. Seeme valmib sügisel ja pudeneb käbi lagunemisel ühes katesoomustega maha, järele jättes käbirootsu. Seemned on kolmenurgelised, kollakaspruuni värvi, vaigused ja ühtekasvanud tiibadega. Seemneaastad korduvad sagedasti. Seemne idanemisvõime kestab umbes aasta, idanemisprotsent 40—60. Oma nõuetes pinnase suhtes võrdub ta kuusega.

Puu on kerge ja vähese kestvusega, teda tarvitatakse aga siiski kohati ehituspuuks ja katusteks. Küttepuuna vähema väärtusega kui kuusk.

Peab tähendama, et teadmised *Abies sibirica* üle on vähesed. Ka Vene metsakirjanduses ei ole temale kuigi palju tähelepanu kingitud. Ei ole arvata, et ka tulevikus aabieseliigid meie metsade koosseisus mingit nimetamisväärilist osa võiksid etendada, küll aga ilupuudena majade ümbruses või ka metsa äärtes.

Pseudotsuga Douglasii Carr. Duglase kuusk, duglaasia. Okaspuudest, mis Põhja-Ameerikast juba 100 aasta eest Euroopasse on toodud ja Saksamaal juba 50-—60-aastaste puudena metsas kasvavad, erineb oma kõrgete metsakasvatuslikkude omaduste tõttu *Pseudotsuga Douglasii.* Ka meil leidis see puuliik M. v. SIVERS'i soovitusel, kes temaga üle kahekümne aasta katseid tegi, laialist tähelepanu, ja nii mitmelgi pool leidub endistes mõisametsades vähemas või suuremas ulatuses Duglase kuuse istandeid (Sangastes, Luua mõisas ja mujal). Oma katsete najal väidab SIVERS, et ta võiks meie metsades kujuneda tuleviku tähtsaks liikmeks kuuse ja männi kõrval, milleks senini kõik ta omadused on soodsaiks osutunud. Teda on kerge kasvatada, taime-aedades niisama kerge ka ümber istutada. Teda ei taba seenhaigused ega vigasta putukad niisuguses ulatuses kui kuuske ja mändi, ta ei kannata kuumuse all, kasvab kiiresti ja on tormikindel. Ümberistutatult ei põe ta kaua selle tagajärjel, sest juba teisel aastal algab kiire ning vältav kasvamine. Ümberistutamine ise võib juba 3 aasta vanuselt sündida. Valgusenõudlikkuses seisab ta männi ja kuuse vahel, vanametsa kerge turve, ka küljevari meeldib talle, noormetsa tiheda varju all hukkub ta aga tingimata. Kõige meeldivamad on talle värsked kuusemaad, kasvab aga ka liiva-, kruusa-, kuival savi- ja lubjamaal. Rohke niiskus on talle vastik. Kõrgusekasvus jõuab ta okaspuudest, suuremalt osalt ka lehtpuudest ette, kasvatades sealjuures sirget tüve. Peavirve kaotamisel õigneb tüvekasv lühikese aja jooksul ja üldse paranevad kõiksugused vigastused kergesti ning kiiresti. Kevadel algab kasvamine varemalt kui kuusel; selle tõttu on külmalohkudes külmahädad sagedad, kuid ka nendest saab ta kergemini üle kui kuusk. Et Duglase kuuse loomulik levimisala on kaunis laialine (32.—52. p. l. kraadi vahel), siis mõjub seemne päritolek akklimatiseerimiskatsetel nende parema või halvema kordamineku peale; ka meil on katsed seemnega, mis lõunapoolseist kasvuvööteist saadud, ebaõnnestunud, kuna meie kliimaga ühisest kasvuvöötest saadud seeme kordaläinud tagajärgi on annud. SIVERS'i arvates oleks kõige kohasem seeme meie oludes Briti-Kolumbias kasvavatest metsadest, kuna Koloraado seeme lõunapoolsemais vööteis kohasem on. Ameerikas kasvab Duglase kuusk kohati kuni 300 jalga kõrgeks, kuumas, kontinentaalkliimas kuni 150 jalani. Okaste värvi järele eraldatakse r o h e l i s t ja h a l l i duglaasiat. Rohelise loomulik kasvuvööde on rannamaadel, hallil — sisemaal; roheline kasvab kiiremalt, kuid on külmakartjam kui hall. Saksa metsamehed soovitavad rohelist tarvitada külma eest kaitstud kohtades, halli aga suuremate raismikkude kultiveerimiseks. Seemnekandmine algab 30 a. vanaduses. Seemned valmivad õitseaasta sügiseks; nende idanemisprotsent on umbes 40—50. Idanemine toimub 5—7 nädala jooksul, sagedasti alles järgmisel kevadel. Puu on paremate omadustega kui kuusk, leiab tarvitust ehitustel ja tisleritöös.

T a m m (*Quercus pedunculata* Ehrh., Stiel- od. Sommer-Eiche, дуб летний, д. стебельковатый.) — Tamm on meie metsade haruldaseks elanikuks muutunud, kuigi kindlasti võib oletada, et ta varemini siin suuremal arvul on esinenud. Tammed ei ole mitte ainult meil, vaid

ka Kesk-Euroopas arvuliselt vähenenud, milleks muu seas põhjust on annud asjaolu, et tamm oma põlised kasvukohad põllu alla on pidanud andma, sest et ta ainult paremad maad oma all hoidis. Osalt mõjus aga ka metsa tarvitamise suurenemine selleks kaasa, et kõrgeraiealine tamm madala-ealistele puuliikidele ruumi pidi andma; lõppeks ei suutnud ta aeglane kasvamine ja raske uuenemine sammu pidada kasutamisega, mis eriti suur oli tema väärtuslikkude omaduste tõttu. Kui Liivimaa läks Rootsi alla, oli tamme väärtus juba niivõrt tõusnud, et tammemetsade rohkus mõisate katastreerimisel maksukõrguse määramisel tähtsa tegurina esines, mis igas mõisas protokolliti. Mõisaomanikud aimasid juba ette, et riik selle varanduse võiks monopoliseerida, ja hakkasid tammi veel suurema õhinaga kasutama, kuni Peeter I kõik laevaehituseks kõlblikud tammed riigi omaks tunnistas, mille tagajärjel nende kasutamine niihästi oma kui ka võõra maa peal surmanuhtluse ähvardusel keelatud oli. Sellest ajast pärit olevaid üksikuid tammi ja tammesalku leidub meil veel igas maakonnas, uusi tammekultuurisid on siin ja seal vähematel aladel tehtud ja sagedasti leiduvad metsades üksikud tammed, mis pasknäär on külvanud. Et tammed meil kasvus taha ei jää Saksamaa, eriti Preisi tammedest, näitavad Reimi võrdlevad andmed; ka sündsaid kasvukohti leidub meie metsades tammele veel küllalt; jääb ainult soovida, et meie metsamehed tema kultiveerimisele rohkem tähelepanu pühendaksid, kui seda senini on sündinud. Huvi selleks ei näi puuduvat, otsustades selle järele, mis sõnas ja kirjas on tamme üle viimasel ajal avaldatud.

Tamme perekond on suurearvuline. Üldiselt tuntakse üle 200 liigi, milledest valdav enamus asub Ameerikas, kuna Kesk-Euroopa metsades peaasjalikult on esinemas *Quercus pedunculata* ja *Q. sessiliflora;* lõunas on ülekaal *Q. cerris*'e käes. Ka *Q. sessiliflora* püsib rohkem lõunapoolses tamme-kasvuvöötes, kuna *Q. pedunculata* kaugemale põhja poole, kuni kasvuvööte piirini läheb. Loomulik kasvupiir lõpeb Soome lõunarannikuga, s. t. umbes 60. p. l. kraadiga. Peterburist ida poole ulatub ta üle Vologda ja Vjatka, kuni Permini, pöördub sealt kaunis järsku lõunasse ja läheb umbes 52. p. l. kraadi all üle Uurali ikka lõunasihis. Siberis puudub ta, lõunapoolne kasvuvööde piirdub umbes 40. p. l. kraadiga.

Meil, tamme loomuliku kasvuvööte piiril, on esitatud *Q. pedunculata,* kuna *Q. sessiliflora*'t leiduvat üksikult siin ja seal, vististi kunstlikul teel asustatud, nagu mõnigi teine tammeliik, milledest *Q. rubra* sagedamini silma paistab.

Q. pedunculata on kõvema ja vastupidavama puuga kui *Q. sessiliflora,* mida tarvitatakse rohkem mööbliteks ja muuks otstarbeks, kus vastupidavus ei seisa esikohal. Ta kasvab aga paremini, moodustades pikki, sirgeid ja siledaid tüvesid, kuna *Q. pedunculata* kergesti oksliseks, haraliseks ja kõveraks kipub minema.

Tamm õitseb maikuul, lehistumisjärgu lõpul. Isased ja emased õied (v. pilt nr. 4) on ühel puul, isased hõredate urbade näol, emased, puhkevate pungade kujulised, on üksikult või mitmekesi peente varte otsas. Seeme valmib sama aasta sügiseks (oktoobril) ja langeb pärast

valmimist kohe maha. On sügis soe ja pikk, hakkavad seemned juba samal sügisel idanema. Keskmiselt on seeme kuni järgmise kevadeni idanemisvõimeline, idanemisprotsent ulatub kuni 65. Idanemine kestab 4—5 nädalat, kusjuures tüsedad, lihavad idulehed mullasse jäävad ja paar aastat taimega ühenduses on. Juba esimesel aastal areneb tüse 20—30 sm pikkune sammasjuur, teisel aastal ajab taim niivõrt tugevasti oksi, et ta põõsakujuliseks muutub. Juurte arenemisel tuleb 4—8 a. vanaduses muutus, selle läbi, et senise sammasjuure kõrval ka kõrvaljuured rohkem arenema hakkavad. See kõrvaljuurte arenemine oleneb pinnasest. On see kuiv ja kehvapoolne, siis areneb sammasjuur esialgu tublisti, kõrvaljuured aga vähesel määral; heal maal ei eraldu aga sammasjuure kasv väga silmapaistvalt. Üldiselt võib aga arvesse võtta, et 60—70 a. vanuselt on kõrvaljuurte kava tugevasti välja arenenud. Sammasjuur haruneb lõpuks mitmeks osaks laiali, vanematel puudel mädaneb ta isegi ära, ühes sellega ka tüvesse mädanemist kandes. Vanad metsateadlased panevad suurt rõhku selle peale, missugune on tüve vorm alt: ei ole see alt mitte ülearu lai, vaid ühetaoline, nagu oleks palk maa sisse pistetud, siis on see märgiks, et sammasjuur ja tüvi on terved ja puu kõrgusekasv heas hoos; on aga tüvi maapinnalt alates ülemäära jäme, kus isegi kühmad välja kujunenud, siis on see märgiks, et sammasjuur on lõppenud ja ka puu ise mäda südamega, puu toitmine sünnib aga kõrvaliste juurte kaudu. Juurte kasvule vastab võra kasv. Kohedas sügava põhjaga maas, kus sammasjuur saab hästi areneda, on ka kõrgusekasv parem ja võra vähem kui kinnisemal või sitkel savimaal, kus puu kasvus madalaks jääb ja haralise võra omandab.



Pilt nr. 4. Harilik tamm *(Quercus pedunculata* Ehrh.).
1 — oks õitega; 2 — oks tõrudega; 3 — isaurb; 4, 5 — tolmukakotid; 6, 7 — emaõis; 8 — pungad.

Esimesil eluaastail armastab tamm rohkesti oksi kasvatada ja omab rohkem põõsa kuju; 10. aastast peale, halvemal maal hilisemalt, algab kõrgusekasvu hoogsam arenemine ja tüve pikenemine, mis kestab 30—50 aastani ja siis jällegi tagasi laskub. Hõredas liituses hakkab selles vanaduses võra laienema; on aga liitus hea, nii et ainult ülemine valgus mõjule pääseb, siis algab võra laialdumine alles 70—80 a. vanaduses. Sellest võib järeldada, et pikatüvelise ning lidusa tammemetsa kasvatamiseks on tarvilik tamme juba noorest east peale heas liituses pidada. Et aga tamm puhtalt kasvades varakult armastab lahedat seisu, siis ei ole tüve arenemine seal mitte nõnda hea kui segametsana kasvades. Seemne kandmine algab vabalt kasvaval tammel 40—60 a. vanaduses, liituses kasvaval aga paarkümmend aastat hiljemini. Kännuvõrseist kasvavad puud kannavad seemet aga juba 25-—30-aastaselt. Paremad seemneaastad korduvad 4—7 aasta tagant, üksikult kasvavail puudel leidub aga pea iga aasta teatav osa tõrusid.

Kännuvõrsete ajamine on rikkalik ja püsib kaunis kõrge vanaduseni; kõige parem on ta 30.—60. aastais. Iseärasuseks on tammel, et ka tüvele ilmub rohkel arvul kasvusid n. n. vesivõsudena. Need ilmuvad mitmesugustel oludel: hakkavad näit. 50—80 a. vanuses metsas puud kõrgusekasvus teistest maha jääma, nii et nende ladvad varju kipuvad jääma, siis ilmub tüve külge rohkel arvul vesivõsusid, mis küll mitte kauase kestvusega pole, kuid alaliselt uutega täienevad. Seesugusel korral on vesivõsud puu haigluse tunnismärgiks ja näitavad, et nad on vaja põimendusel välja raiuda. Vabanevad vanemad puud tihedamast liitusest, siis kattub võra all tüvi samuti vesivõsudega, mida aga heaks puu tervisliku seisukorra märgiks loetakse. Vanemate vabastamise järel kuivab nende latv sagedasti ära, mida ühendusse viiakse paljastatud maa kuivamisega. Vesivõsud aitavad sel korral puul ladva kuivamise tagajärgedest kergesti üle saada. Puu tehnilistesse omadustesse ei mõju vesivõsud mitte halvendavalt, sest et nad ei ulatu kuigi sügavale puulihasse ja harilikest okstest seeläbi lahku lähevad. Heaks tervislikuks märgiks loetakse ka, kui noortel tammedel lehed hilissügiseni puu küljes püsivad.

Tamme k o o r on nooruses roheline, sile ja läikiv, muutub vanemaks saadeks esiteks hõbehalliks, pärast pruunikaks; ühtlasi muutub koor paksuks, pragudega läbikootud korbaks, mille peal rohkesti samblikke kasvab.

O k s a d on tugevad, kõverad ja mitte väga rohkearvulised. Liituses kasvamise korral langeb nende arvele 3—7% üld-puumassist, üksikult kasvamise puhul aga 20—30% ja seal kattub tüvi juba madalalt tugevate okstega, teise või kolmanda oksa üle hargneb tüvi mitmeks jämedaks oksaks. Tamme lehed on kimpude kaupa okste otsas, nõnda et need tüvepoolses osas paljaks jäävad ja võra selle tõttu üldiselt mitte väga tihe pole. Mida kehvem maa, seda hõredam, mida rammusam, seda tihedam on lehestik. Okste kõverus oleneb aga pungade seisust, mis ühes kimbus koos, ja selle järele, missugune pung kõige paremini areneb, muutub oksa kasvu siht alaliselt, sünnitades kõverusi.

Tamme asukoht on tasasel- ja madalmaal, kuigi ta Kesk-Euroopas mägedes kuni 700 m kõrguseni tõuseb, Vahemere-maades isegi üle 1000 m. Kõige armsamini asub ta suurte jõgede äärseil madalikel, kuhu vesi mullakorra kokku on kannud. Ta kasvab aga hästi ka savikatel liiva- ja lubjamaadel, kui need on küllalt sügavapõhjalised, kohedad ja värsked. Isegi pealtnäha kehvematel liivamaadel suudab ta rahuldavalt kasvada, kui ta juured põhjaveest küllaldaselt niiskust ja toitaineid kätte saavad. Kuivadel liivamaadel ei suuda ta kasvus midagi pakkuda ja jääb alaliselt kiduraks.

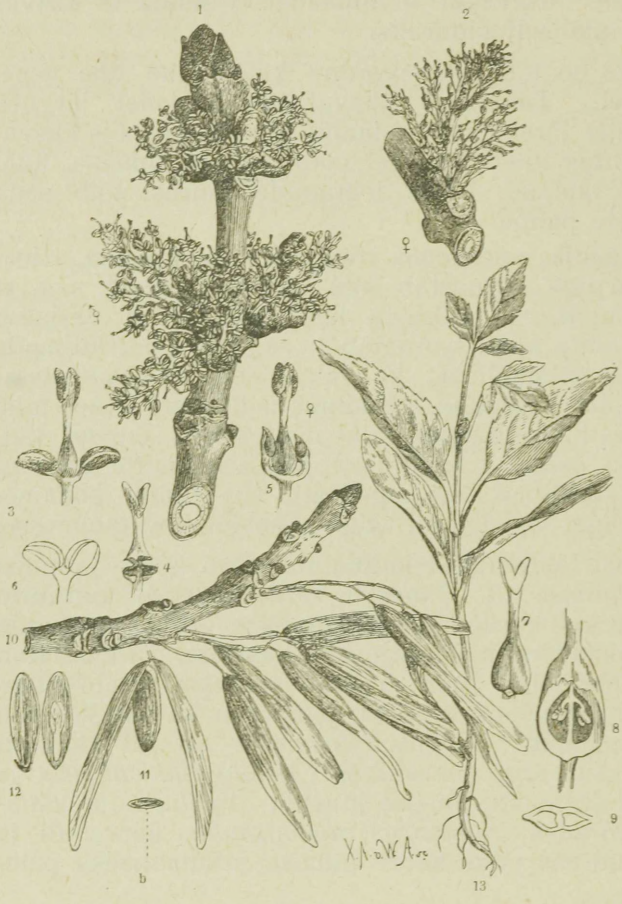
Tamme iseärasuseks on tema kahekordne kasvamine ühe vegetatsiooniperioodi kestusel. Esimesele kasvuhoole kevadel järgneb mõneks ajaks seisak, mille järele umbes jaanipäeva ümber uus kasvujärk algab. Säärane nähtus tuleb ka veel pöögi juures ilmsiks, kuid mitte nii korralikult kui tammel, teiste lehtpuude juures võib seda ainult harukordadel tähele panna.

Tamm on valgusenõudja, eriti tema võra peab vaba olema. Heal maal lepib ta kõrvalvarjuga, armastab aga „kaetud jalgu", s. t. et alumine tüveosa teiste puude või põõsaste läbi kaitstud ja varjatud oleks. Kuigi ta hiliselt lehte ajab, kannatab ta sagedasti hiliskülmade all. Sagedad on tüvedes külmalõhed; ka tuleb ette, et lumevaesel talvel terve puu külma läbi kannatab. Kuumus sellevastu ei tee talle häda; niisama on ta täiesti tormikindel, kuid noores eas teevad kuivad tuuled talle sagedasti paha. Üleujutused, kui need mitte kaua ei kesta, ei mõju halvasti, korduvad nad sagedasti, siis ilmub südame- ja ringmäda tüvedes. Õige sagedad on välgu sisselöömised tammesse.

Kõige rohkem kõigist lehtpuudest kannatab tamm kodu- ja metsloomade närimise ja kärpimise all. Jänesed võivad terved kultuurid põhjalikult ära rikkuda, ja kus kariloomad juurde pääsevad, ei saa tamm aastakümnete jooksul loomade ninast kõrgemale kasvada. Ta kannatab kaua aega kärpimist ja parandab koore haavad kergesti, nende kinnikasvatamise teel. Tõrude peale on niihästi kodu- kui ka metsloomad maiad, lindudest eriti pasknäär. Ka putukate peres on tal rohkesti vaenlasi. Nimetada oleksid eriti lehesitikas *(Melolontha vulgaris* ja *M. hippocastani)* lehtedel ja nende tõugud juurtel; *Agrilus*'e ja *Balaninus*'e liigid, viimased tõrudes; *Xyleborus monographus* koore all ja *Scolytus intricatus*, kes kuivas puus koore puuosa jahutaoliseks pulbriks muudab.

Liblikaist, kelle röövikud lehtedel söövad, on kõige sagedamad: *Gastropacha neustria, Ocneria dispar, Posthesia chrysorrhoea, Cnethocampa processionea, Cheimatobia brumata, Tortrix viridana* j. t. Seentest on tähtsamad: *Rosellinia quercina,* kes noorte taimede juuri surmab. Puus tekitavad mäda *Polyporus sulphureus, P. dryadeus, P. igniarius, Telephora perdix* j. t. Okste lõikamist kannatab tamm hästi, eriti noores eas, kuni oksad veel jämedad pole, kuid soovitav pole korraga palju oksi lõigata, sest et siis igale poole tüve külge uued võrsed ilmuvad. Mõned metsamehed ei soovita oksi väga tüve ligidalt ära lõigata, vaid umbes $^1/_2$ tolli kauguselt, et mädanik kergesti tüvesse ei pääseks.

Tamme kasvatatakse niihästi kõrge, keskmise kui ka madalmetsana. Kõrgmetsana on soovitav teda segus salkadena kasvatada, puhtmetsades on tarvilik alarinne kas varjukannatajaist lehtpuudest või põõsastest (pärn, jalakas, sarapuu, harilik lepp). Raie-iga 100—150 a.; eriti väärtuslikke tüvesid saadakse sel teel, et nad teise raie-easse kasvama jäetakse. Viimane viis on eriti tarvitusel keskmetsa-käituses. Madalmetsana kasvatatakse tamme koore kasutamiseks 12-—20-aastase raieeaga. Tammepuu on jämedatüveline, pikakiuline, vähese läikega. Maltspuu-osa on valget, lülipuu kollakaspruuni värvi. Kõva, halgas (kergesti lõhkev), painduv ja suure kandejõuga, vähese kahanemisega ja suure kestvusega niihästi väljas kui ka vees ja maa sees. Küttevõime hea, erikaal toorelt 1,10, õhukuivalt 0,76 (keskmiselt). Kasutusvõimalus väga laialine. Tarvitatakse rohkesti maa- ja vee-ehitisteks, laevapuuks, võllideks, vesiratasteks, masinaosadeks, tisleritöödeks, vaadilaudadeks ja kõiksuguseks muuks tarbepuuks. Koor läheb parkimiseks, tõrud kohviks ja sigade nuumamiseks.



Pilt nr. 5. Harilik saar *(Fraxinus excelsior* L.)

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — õied; 8, 9 — emakas; 10 — oks viljaga; 11 — avanenud vili; 12 — poolitatud seeme; 13 — tõuse.

Saar, *Fraxinus excelsior* L., Die Esche, ясень (v. pilt nr. 5).

Tamme kõrval on saar meie metsade väärilisem lehtpuu, ja nagu tammgi, ei leidu ta mitte igal pool ega sagedasti kodumaa metsades, vaid enam-vähem piiratud aladel, kus ta kasvab seguna teiste lehtpuude ja kuusega.

Ta põhjapoolne levimispiir ulatub kuni 62 p. l. kraadini; kõige meelsamad asukohad on Kesk-Euroopa ja Lääne-Vene madalikud, jõe-

orud ja künkline maa. Järske mäekülgi põlgab ta, ka ei armasta ta mägedes kõrgele minna. Rohkem kui kliimaga on ta asumisala seotud pinnasega, mille tõttu teda ka meil õige piiratud aladel leidub. Ta nõuab rammusat, sügavapõhjalist kohedat maad, millel ei tohi alaline värskus puududa. Isegi kaunis suur niiskus on soovitud, kui see aga mitte seisev pole ja rohkem aluspinnas liigub. Mustmulla-, liivakad savi ja iseäranis lubjakad savimaad on temale kohased, kerged liiva-, turba- ja hapud soostunud maad ei kõlba talle sugugi.

Saared kuuluvad mitmekojaliste taimede liiki, see tähendab, nad võivad ühesugulisi kui ka kahesugulisi õisi kanda. Õitse-aeg on kevadel enne lehtede puhkemist; seemned valmivad sama aasta sügiseks ja püsivad sagedasti veel talvelgi okste otsas. Seemne idanemisvõime on 50—60% ja hoidub kuni 3 aastani; kevadel külvatud seeme idaneb alles aasta pärast. Seemne kandmine algab umbes 40 aasta vanaduses, kännuvõrseist kasvanud puudel aga palju varemini; seemne-aastad on sagedad, pea ilma vaheta, ja seemnesaak enamasti rikkalik.

Kasv on nooruses kiire; 30—40 aasta vanaduseni on tüve arenemine väga hea, pärast seda laskub kasvuhoog tagasi ja võra hakkab võlvuma. Sellegi pärast on saar lehtpuudest kõige parema kõrgusekasvuga, mis kuni 30 m võib ulatuda. Liituses kasvades on tüvi sile ja võra hõre, vabalt kasvades laieneb võra ja oksad kasvavad jämedaks ning algavad juba kaunis madalas.

Üldiselt võib tähele panna, et puuliigid, mis nooruses sihvakaid, pikki võrseid kasvatavad (saar, vaher), kalduvad vanemas eas halvema tüvivormimise poole kui need, mis esialgu põõsataolisena armastavad kasvada (tamm). Selle tõttu ei ole soovitav saart väga lahedas liituses kasvatada; segatult teiste puudega (kuusega) kannavad need juba ise (eriti kuusk) selle eest hoolt, et saar oma võra väga palju ei saa laiutada. Et lehed okste otsas seisavad, siis ei ole võra mitte väga tihe, nii et ta teisi puid ei lämmata. Ise armastab ta täit valgust, välja arvatud esimesed 10—12 aastat, kus ta heal maal paraja varjuga lepib. Hele lõunavalgus ei näi talle aga mitte hästi meeldivat. On puu juba varjus kiratsema jäänud, siis ei ole enam palju lootust ta kosumiseks, kuigi ta paremaisse valguseoludesse satub. Kuigi saare lehestik on hõre, loetakse teda nooremas eas kaunis heaks pinna parandajaks, sest lehed kõdunevad ruttu ja annavad head huumust.

Saare tervislik seisukord on üldiselt hea. Koore vigastusi parandab ta kiiresti ning edukalt ja haiguste all ei kannata ta liialt. Saab paarsada aastat vanaks. Hiliskülmade vastu väga hell, kuigi kaunis hilja lehtib. Ka noori idutaimekesi hukkab külm suurel arvul, isegi vanematele puudele teeb ta mõnikord liiga. Sagedad on ladva harunemised vabalt kasvavail puudel; seda põhjustab peavirve külmumine. Et ta tugevat sammasjuurt ja rohkel arvul kõrvaljuuri kasvatab, on ta tormikindel, niisama ei kannata ta ka lumehäda all. Vahelduva põhjavee-seisuga ei taha ta aga hästi leppida. Kännuvõrsete ajamine on rikkalik kuni 30-aastase vanaduseni, juurest ei aja ta aga pea sugugi võrseid, ka ei lase ta end pistokste kaudu paljundada. Kuigi kiire kasvuga, kannatavad noored puukesed rohu lämmatamise all; niisama hukkub neid rohkesti kariloomade läbi. Putukate hulgas ei

ole tal palju vaenlasi; kõige rohkem kahju teeb noortele puudele villimardikas ehk hispaania kärbes *(Lytta vesicatoria)*, kus teda suuremal arvul ette tuleb, ka lehesitikas. Koore all elavad *Hylesinus fraxini* ja *H. crenatus*. Seentest oleks nimetada *Polyporus hispidus*, mis muudab puu mädaks ja pruunivärviliseks. Kari- ja metsloomad närivad hea meelega noori puukesi, kuna hiired koort närivad. Äkilise vabastamise tagajärjel kuivab sagedasti latv; ka koorepõletikku ja vähki tuleb ette.

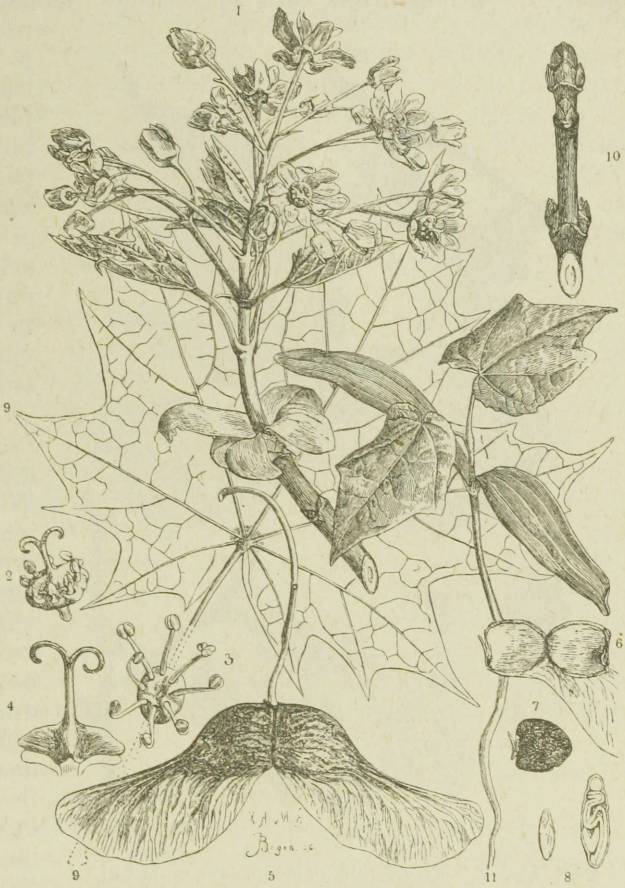
Saarepuul on väärtuslikud tehnilised omadused, mis teda mitmekülgselt lasevad kasutada. Puu on pikakiuline, tihe, raske, kõva, painduv, elastiline ja suure kandejõuga, lõhkeb kaunis visalt, kuid sirgjooneliselt, kahaneb vähe ja ei kuiva palju. Küttevõime hea, kestvus väljas keskmine. Maltspuu-osa kaunis rohke, kollakasvalget, lülipuu pruunikat, tammega sarnastuvat värvi. Erikaal toorelt 0,74—1,14, õhukuivalt 0,54—0,94.

Puu leiab tarvitamist kõiksugustes masinaosades, tisleritöödeks, vankritööstuses, tarberiistadeks, haamri- ja kirvevarteks, sõjaväe-piikide varteks, aerudeks, treialitöödeks, trepi-käsipuudeks jne. Koorest aetakse tõrva, tuhk annab head potasit ja lehti tarvitatakse lammastele toiduks. Saart kasvatatakse kõrgmetsana, enamalt jaolt koos teiste lehtpuudega (üksikult või salkades segatult). Rohkesti leidub teda parkides, niisama ka talude ümbruses ja teede ääres. Metsas on saareistanduid minule vähesel arvul ning ulatuses silma puutunud.

Suurt tähelepanu väärib ameerika saar (*Fraxinus americana* L.), kelle kodumaa on Põhja-Ameerika idaosas, kust ta juba 18. aastasaja lõpul Lääne-Euroopasse toodi. Tema metsakasvatuslikud omadused on üldjoontes samad mis harilikul saarel, ta lepib aga halvema maaga ning suurema niiskusega, nii et ta püsib isegi soostuvatel maadel. Ka kiidetakse teda külmakindlamaks kui harilikku saart, sest et ta sellest paar nädalat hiljemini lehte läheb. Sel põhjusel tuleb am. saarel harglatvu harvemini ette kui harilikul. Talvekülma vastu pole ta hellem kui harilik saar, niisama on lugu teiste hädaohtudega. Kasvab kiiresti ja sirgub I järgu pikkusega puuks. Hinnatakse kallimalt kui harilikku saart. Otsustades Preisimaal saadud tagajärgede ja nende katsete järele, mis siin silma on puutunud, võiks teda ka meil laialisemaks kultiveerimiseks vastavatel kasvukohtadel soovitada. Seeme idaneb juba esimesel kevadel, 5-aastaste puukeste kõrgus ulatub juba 2 meetrini; istutamiseks on 2- ja 3-aastased kõige soodsamad.

Vaher, *Acer platanoides* L., Spitz-Ahorn, Lenne, Lehne, кленъ остролистый (v. pilt nr. 6). Leidub meie metsades parematel maadel saare ja tamme seltsilisena, kuid mitte rohkel arvul, ja harva puutub nendestki vähestest meile mõni tüsedam tüvi silma. Poleks mitte parkides, teede ääres ja talude ümbruses vanemaid, jämedaid ja kõrgeid vahtraid leida, võiks arvamisele tulla, et vaher ei kasvagi meil palju üle käevarre jämeduse. Hariliku vahtra asupiir ulatub kuni 62. p. l. kraadini, idasse kuni Uuralini. Kesk- ja Lõuna-Euroopas on ülekaal saksamaa vahtral (*Acer Pseudo-Platanus*), ka põldvaher (*A. campestre*) ja tatari v. (*Acer tataricum*), viimane III järgu kõrguse puu, hoiduvad rohkem lõuna poole.

Vaher armastab keskmise värskusega rammusat lubjast savi- ja mustmulla-maad, mis aga ei tarvitse väga sügava põhjaga olla, sest et vahtra juured ei lähe mitte väga sügavale. Õitseb kevadel, lehtede puhkemise ajal, seeme valmib septembri- ja oktoobrikuul ja hoidub idanemisvõimelisena umbes 1 aasta. Idanemisprotsent 50—60. Idanemine kestab 5—6 nädalat; osa seemnest idaneb kevadisel külvil alles järgmisel aastal. Seemne kandmine algab umbes 40 a. vanaduses, kännuvõrsest kasvanud puudel 20—25 aastaga, seemneaastad korduvad iga aasta või üle aasta. Kevadel hakkab seeme vara idanema, idutaimed hukkuvad aga suurel hulgal külma ja suvekuude kestel kuivuse läbi. Sagedasti külmuvad esimesel ja teisel eluaastal ka ladvaotsad või isegi kogu tüvi talvel ära. Noortele taimekestele teeb palju kahju tihe rohukasv, ka kannatavad nad loomade kärpimise ja hiirte närimise all. Vähemaid koorevigastusi parandab vaher kaunis kergesti; üldse ei ole aga ta tervislik seisukord kiiduväärt; saab ta kuiva ladva või südamemäda, siis on ta elupäevad varssi loetud. Heal tervisel võib ta aga paarsada või rohkem aastaid vanaks saada. Kännuvõrsed ilmuvad kaunis rikkalikult 60 kuni 80 aasta vanaduseni. Soovitav on tugevate võrsete saamiseks kännud raiumisel madalaks jätta. Valguse suhtes on ta keskmiste nõuetega, nooruses sallib ta kaunis rohket küljevarju, vanemaks saades aga suureneb nõudmine valguse järele, kuigi mitte säärases ulatuses nagu näit. tammel.



Pilt nr. 6. Harilik vaher *(Acer platanoides* L.)
1 — õitsev oks; 2, 3, 4 — õis; 5, 6, 7, 8 — vili ja seeme; 9 — leht; 10 — pungad; 11 — tõuse.

Vahtrapuu on kõva ja pidev, kaunis raske (erikaal toorelt 0,9—1,0, õhukuivalt keskmiselt 0,75), sile, paraja läike ja sagedasti väga kena

kirjaga, lõhkeb kaunis raskesti, painduv, väljas vähese kestvusega. Puu on kollakasvalge, kännuvõrsetest kasvanud puul on aga suurem osa rohekaspruuni värvi, mille tekitavad seenekesed. Tarvitatakse kõiksuguseks tarbe- ja riistapuuks, treialitöödeks, höövlipakkudeks, hammasratta-pulkadeks, saapatikkudeks jne.

Võõrsilt sissetoodud vahtrad ei ole meil senini kodaniku-õigust suutnud omandada. Kõige rohkem on nendest ehk kohanenud suhkruvaher, *A. saccharinum,* kes oma nime sellest on saanud, et ta mahl rohkesti suhkrut sisaldab ja teda ta kodumaal, Ameerikas, suhkru keetmiseks tarvitatakse. Ta toodi juba XVIII aastasajal Euroopasse; ei kannata rohkem külma all kui harilik vaher, ei erine ka oma nõudeis sellest, ta puu on aga parem ja kenam, ka omab ta oma sügiseste toredavärviliste lehtede pärast suurt väärtust ilupuuna.



Pilt nr. 7. Künnapuu *(Ulmus effusa* Willd.). 1 — õied; 2 — oks lehtede ja viljaga; 3 — üksik õis; 4 — tolmukad; 5, 6, 7 — seeme; 8 — pungad.

Jalakas *(Ulmus montana* With., Bergulme) ja künnapuu *(U. effusa* Willd., Flatterulme, -rüster, ильм и вязь). Mõlemad leiduvad metsades teiste puudega segatult üksikult või väikestes salkades, aga harva jämedate puudena. Vanemaid, jämedaid puid leidub majade ligiduses, parkides, teede ääres ja aedades ilupuudena. Jalaja levimispiir ulatub kohati kuni 66. põhjalaiuse-kraadini, kuna künnapuu ei lähe nii kaugele põhja poole. Oma täiuses esineb jalakas rohkem lõunapoolses kasvuvöötes.

Jalakas armastab rikast, head maad. Madalad mustmulla-maad, sügavapõhjalised, värsked savi-, mergli- ja lubjakad, ka savikad liivamaad on talle kõige armsamad. Maa headuse suhtes on jalakas üks kõige nõudlikumaist puuliikidest; künnapuu lepib vähemaga, mõnikord isegi soomaaga. Mõlemad armastavad valgust ning soojust, lepivad noores eas aga paraja varjuga. Kasvavad noorelt kaunis jõudsasti, vanemas eas aga läheb kasv aeglaseks. Eluiga paarisaja aasta ümber. Seemet hakkavad kandma kaunis varakult — umbes 30-aasta-

selt; seeme valmib juunikuus ja pudeneb pärast valmimist maha. Kõige esiteks langevad tühjad seemned, kuna terved 8—10 päeva kauemini puu otsas püsivad. Idanemisvõime kaob õige ruttu, — umbes poole aasta järel, ja ainult 15—25 prots. seemneid on kasvuvõimelised. Ajavad kännust ja ka juurtest rohkesti võrseid ja lasevad end ka paindokste kaudu paljundada. Kasvatavad kaunis kõrget ning sirget tüve, vanemas eas aga ja vabalt kasvades läheb võra haraliseks ning õige laiaks. Kodu- ja metsloomad söövad hea meelega lehti, muidu on mõlematel vähe vaenlasi, iseäranis röövikute ja mardikate liigist, mille tõttu puud on puhtad ja tervete lehtedega. Ka koorevigastusi parandab ta kergesti ja suudab mädasüdamega kaua aega edasi kasvada. Noored taimekesed kannatavad rohu lämmatamise all ja seeme saab idaneda ainult paljastatud mineraalpinnasesse sattudes. Vanematest, pinna ligiduses olevaist juurtest ajanud võrsed ei ole harilikult kauase kestvusega; ka omandavad nad mäda südame, kui emajuur selle all juba kannatab. Paremat järelkasvu annavad peenemad, sügavamal seisvad juured. Künnapuu ajab juurevõrseid palju vähesemal arvul kui jalakas.

Puu on jämedatoimeline, pikakiuline, läikiv. Maltspuu valkjaskollane, lülipuu helepruun. Kena kirjaga, kõva, painduv ja varju all kauase kestvusega. Lõhkeb kaunis visalt, on keskmise küttevõimega. Tarvitatakse rohkesti sõiduriista-tööstuses, tisleri- ja treialitöödeks, lookadeks jne.

K a s k, kõiv (*Betula alba* L., die Birke, берeза; v. pilt nr. 8). Lehtpuudest, mis meil niihästi sega- kui ka puhtmetsana kasvavad, on esimesel kohal k a s k. Me võime teda oma kodumaa sümbolseks puuks lugeda. Mitte oma toreduses ettetikkuvana ei esine ta meie vaatele, aga keegi ei saa ka teatavat graatsiat ta sirges, rõõmsavärvilises tüves ja meeldivas lehestikus, mis peente, painduvate okste läbi õieti kena ning vahelduva vormi omandab, maha salata, seisku ta üksikult, salkadena omasugustega, või tusaste kuuskede ja mändide vahel, „kirju rida“ sünnitades ja seal alaliselt tõsist seltskonda elustades.

Kevadel on ta esimene, kes ennast lehtedega ehtima hakkab ja algavat looduse uuenemist kuulutab.

Kask on maapinna suhtes vähenõudlik; olgugi et ta kõige meelsamini värskel liivakal savi- ja arumaal püsib, lepib ta ka kõhna liiva- ja soomaaga, kus ta männiga seltsib. Ainult kõvad savi- ja lubjamaad on talle vastumeelsed. Kannatab rohket maa niiskust, kus see mööda-päästamata; asub aga ka kuivale liivamaale, kui pole kohasemat kasvukohta; lühidalt, ta katsub end igal pool võimalust mööda arendada, ilma et see talle nähtavaid raskusi teeks.

Mis ta kasvamiseks aga tingimata tarvilik, see on v a l g u s. Ta on meie lehtpuudest kõige suurem valgusenõudja. Oma varjuga ei tee ta teistele puudele mitte liiga, nii et teda segapuuna isegi ülarindes võib sallida. Kus ta oma all kasvavaid okaspuid piitsutama hakkab, seal otsustab küsimus, kumb rohkem kasu tõotab anda, ja harilikult peab säärasel korral kask taganema. Kus ta puhtalt kasvab, seal annab ta metsa-alusele pinnale vähe varju, mille tõttu kaasikute all

varssi rohke rohukasv ilmub. Kus aga maa niivõrt kõhn või kuiv on, et ta palju rohtu ei kasvata, seal muutub pind pahemaks, sest sügisel langev lehestik pole mitte väga rohke ja kõduneb aeglaselt.

Kase kasvamine on noores eas õige jõudus, aga juba 40—50 a. vanuses jääb ta vähemaks, olgugi et ta eluiga 120—180 aastani kestab ja kõrgus kuni 28 m ulatub. Võsude ajamine kändudest on õige vahelduv: mõnikord on ta rohke, teinekord ei saa aga kõigi soovimiste peale vaatamata kõlvulist järelkasvu. Mida vanemaks puu saab, seda kehvemaks läheb järelkasv; kõige parem on ta 30—40 a. vanaduses. On tähele pandud, et madalad kännud paremaid ning rohkem võsusid ajavad kui kõrged. Ka mõjub mahla ajal raiumine halvasti järelkasvusse. Okste lõikamist ei salli kask; sellepärast peaks luudade ja vihtade lõikamist ainult seal lubama, kus tuleb kased teiste seast välja raiuda või kus paljasraie ette võetakse.

Kask on täiesti külmakindel; kodu- ja metsloomad ei koori ega kärbi teda peaaegu sugugi, ja kuigi ta lehtede peal elutseb oma jagu mardikaid ning röövikuid, siis pole nende söömise tagajärjed kase kasvamisele mitte halvavad. Et ta juured mitte väga sügavale ei tungi, siis heidab torm teda kaunis sagedasti ümber. Tal on meie puuliikidest kõige väiksem juurekava. Noori taimekesi lämmatab rohukasv; sel põhjusel ei täida ka loomulik uuendamine seemnepuude läbi alati tema peale pandud lootusi ja on osalt põhjuseks, et pärast vanametsa lagestamist noor kasemets väga halvasti uueneb. Kus maapind aga metsapõlemise läbi paljastub, sinna külvab kask nii rohkel arvul seemet, et noor mets moodustab alguses läbipäästamata padriku. Samuti on lugu kohtadel, kus metsa-alune mingil teel kattest paljastub või põllud metsa ligiduses mõneks ajaks sööti jäävad. Tahame kase järelkasvust lahti saada, siis on selleks kändude kaalumine kõige parem tee.

Vaevalt leiab mõni teine puu meil nii mitmekülgset kasutust kui kask. Tarbepuuna on tal meie oludes laiad tarvitusevõimalused; ta on siin asetäitjaks meie vähestele tammedele ja teistele kõvadele lehtpuudele. Majapidamises ei leidu palju sarnast asja, kuhu kasepuu ei kõlbaks. Ka tisleri- ja treialitöödes on ta laialt tarvitusel; viimasel ajal on tal suur minek vineeriks, ja põletuspuuna on ta kõige paremate omadustega. Puu on peenikese lõimega, natuke läikiv, valkjaskollakat või punakat värvi. Kaunis raske, kõva, painduv ja vetruv, lõhkeb kaunis visalt. Peaaegu kõik puu osad leiavad kasutamist: täies lehes olevad oksad annavad vihtu, lehtedeta oksad leiavad rohket tarvitust luudadena, nõnda siis mõlemal kujul esimesed tervishoiu toed, iseäranis maal. Niisama leiab kodune arstiteadus toetust kasest: viina sees leotatud puhkevad pungad annavad abi nii mitme ohu vastu pealemääritult ja sissevõetult. Tehnoloogia tarvitab kasetohtu täidase (tökati) ajamiseks, ehitusmeistrid maja seinte ja alusmüüri vaheliseks eralduskihiks, mis ei lase niiskust üles tungida ja on väga kauase kestvusega. Osavate näppude vahel muutub kasetoht mitmesuguseiks vähemaiks torbikuiks, topsideks ja karpideks, milledel ei puudu ilu ega praktiline väärtus.

Olgugi, et kask kasvab Euroopas peaaegu igal pool, võime teda tüübiliseks põhjamaa metsade esindajaks lugeda. Ta põhjapoolne piir ulatub 71. p. l. kraadini, raba- ehk vaevakask *(Betula nana)* läheb isegi kuni 74. p. l. kraadini. Lõunas algab ta kasvupiir 46° all. Ta hõimkond on kaunis rohkearvuline (umbes 30-liikmeline); neid leidub Euroopas, Aasias ja Põhja-Ameerikas. Meil esinevad peaasjalikult: 1) A r u k a s k, *Betula verrucosa,* mida leidub üldiselt suuremal arvul ja mis on väliselt kõige pealt selle poolest tuntud, et ta noored oksakesed kattuvad väikeste käsnakestega. 2) S o o k a s k *(Betula pubescens),* mille oksakesed ja lehed kattuvad õrnade karvakestega. Peale selle tunnismärgi erinevad mõlemad veel lehe- ja seemnevormis, isegi üldises kasvukujus. Põõsastena kasvavad meil soode peal: madal kask *(Betula humilis)* ja kohati vaevakask *(Betula nana).* Kaunis sagedasti leidub parkides Kaanadast pärit olev *Betula lenta.*



Pilt nr. 8. Arukask *(Betula verrucosa* Ehrh.) 1 — oks isa- ja emaõitega; 2 — lehis oks ühes vilja ja isaurvaga; 3, 4, 5, 6 — isaõis; 7, 8, 9, 10 — emaõis; 11, 12, 13 — vili ja vilja katesoomused; 14 — pungad ja isaurvad; 15 — kolmeaastase oksa ristlõige.

Kased kannavad isaseid ja emaseid õisi ühel puul. Isaseid on juba sügisel urbadena puude peal näha, arenevad kevadel, õitseajal (aprilli- ja maikuul), lodevaks allarippuvaks urvaks, mis peale õitsmist maha langevad. Emased õied ilmuvad kevadel punakasroheliste püstiseisjate väikeste urbadena, milledes seeme augusti-, septembrikuuks valmib ja välja variseb. Kase seemneproduktsioon on suurem kui ühelgi meie

puuliigil. Seemneaastad korduvad pea vahet pidamata, seemnerohkus on seejuures väga suur (Vene metsateadlaste väljaarvutamise järele kuni 50 miljonit seemnetera 1 tiinu kohta), kuid võrdlemisi vähese idanemisvõimega (10—25%), mille kestvus vältab $^1/_2$—1 aastani. Seeme on kerge ja kantakse tuulega kauge maa peale edasi. Need põhjused mõjuvad kõik selleks kaasa, et kask ilmub igal pool eelväena, et maad metsa alla võtta. Seemne kandmine algab 20—30 aasta vanuselt, kännuvõrsest kasvanud ja vabalt kasvavatel puudel veel varemini. Värske seeme idaneb juba 2—3 nädala järel, kevadise külvi puhul kestab see aga 4—5 nädalat, ja osa seemet tuleb alles järgmisel aastal üles. Idanemiseks on tarvilik, et seeme satuks mineraalpinda; väga kuival maal ei idane seeme kas sugugi või idutaimekesed hukkuvad varssi, sest et nende juured ei lähe kuigi sügavale maa sisse.

Kasetohu koorimise kohta on osalt arvamine, et see ei tegevat puule häda. Kui tohtu koorida väikeses ulatuses ja ettevaatlikult, ilma alumist kihti vigastamata, siis kasvavad puud nähtava hea tervisega edasi ja kasvatavad isegi uut, tohusarnast koort, mis pruuni koore alt aegamööda nähtavale tuleb; on tohtu aga suuremas ulatuses ära kooritud või vigastub seejuures alumine koorekiht, siis kuivab puu varemini või hiljemini selle tagajärjel, sest kase vastupidavus haigustele ja vigastamistele on vähene. Silmapaistev on ka, et raiutud ja tohust mitte vabastatud kasepuu muutub juba lühikese aja jooksul kõlbmatuks; isegi lõhutud halud, kui nad ei saa hästi kuivada, rikunduvad juba aastase seismise järel. Venemaal hinnatakse mitmel pool linnades tohuga kasepuid palju madalamalt kui koorituid.

Arukask ja sookask lähevad oma metsakasvatuslikes ja -kasutuslikes omadustes niivõrt ühte, et eelolevat kirjeldust mõlemate kohta maksvaks võib lugeda.

Lepp (*Alnus* Tourn. Die Erle, Eller, ольха). Sellest on meil kaks seltsi olemas: sang- ehk emalepp (*Alnus glutinosa,* v. pilt nr. 9) ja harilik ehk valge lepp (*Alnus incana*). Esimene kasvab kõrgeks, jämedatüveliseks puuks, mis sega- ehk puhtmetsana madalaid, niiskeid mustmulla-maid iseäranis jõgede ääres oma alla võtab; teine on rohkem võsapuu, mis igal pool asub, kus aga kasvuvõimalust leiab ja kus teda sallitakse, seejuures aga oma pikkuse- ja jämedusekasvus kaugele ei jõua ja harva palgi jämeduseks kasvab. Suurelt osalt on selle põhjuseks asjaolu, et ta alati kirve all haona kasutusele tuleb; kuid ka üldiselt ei küüni ta kasvus sanglepa kõrvale.

Sanglepa kasvupiir on 40° ja 60° p. l. vahel. Meie metsapuudest sallib ta kõige rohkemal määral niiskust; see peab aga liikuv olema. Hapul soomaal või seisva vee ääres ei edene ta hästi; ka rasked, sitked maad on talle vastumeelt. Jooksva vee ääres lepib ta isegi turbamaaga, kõige paremini kosub ta aga sügavapõhjalisel kohedal, rohke huumusega segatud liivakal savimaal või tüüpilisel mudamaal, mis vesi on madalikkudesse, jooksvate vete äärde kokku kannud. Kuiva maa peal on ta kasv kidur; isegi oma paremal kasvupinnal hakkab ta ladvas kuivama, kui maa kuivatamine kraavitamise varal liiga energiliselt ette võetakse. Kuivatamise tagajärjel vajub pind,

juured jäävad kõrgele üle maa ja tüved seisavad nagu karkude otsas. Vanemas eas on ta külmakindel, noored kännuvõrsed kannatavad aga esimesel aastal sagedasti pakase läbi, mille tagajärjel vanagi känd hukkub. Ka lumi ja härmatis murravad rohkesti hapraid oksi.

Kodu- ja metsloomad ei puutu teda peaaegu sugugi, ka mardikad ja röövikud, olgugi et esimesi lehtede peal suurel arvul olemas, ei mõju palju ta tervisesse. Mäda südat tuleb sagedasti ette, mille tekitajaks on suuremalt osalt väliste vigastuste kaudu puu sisse pääsenud seenekesed. Sanglepp kasvatab pikka, sirget ja puhast tüve. Puht- või segametsas, kus tüved tihedalt koos seisavad, on tal võraosa õieti väike. Hea maa peal on kasv kiire, niihästi pikuti kui ka jämuti, nii et aastane juurdekasv ühel tiinul ulatub kuni ühe kuupsüllani.



Pilt nr. 9. Sanglepp *(Alnus glutinosa* Gärtn.)
1 — oks isa- ja emaõitega; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 — isaurb ja isaõis; 9, 10, 11 — emaõis; 12, 13, 14 — käbisoomused; 15, 16 — vili; 17 — valminud käbid; 18 — avanenud käbi; 19 — pungad; 20 — oksa ristlõige.

Juba varakult hakkab sanglepp seemet kandma: üksikult kasvades 15-—18-aastaselt, liituses 30-—40-aastaselt, kusjuures seemneaastad peaaegu vahet pidamata korduvad. Puu kannab mõlemat sugu õisi; õitseaeg on vara kevadel, mõnikord juba veebruaril, seeme valmib käbikestes sügiseks ja variseb, alates sügisel, ka veel talve jooksul välja. Seemet korjatakse kas käbidega, kust nad toasoojuses hoitult välja pudenevad, või ka lume ja kevadise vee pealt. Viimasel teel korjatud seeme peab kas otsekohe maha külvatama või tuleb kuni külvini vees hoida, sest et ta pärast kuivatamist oma idanemisvõimest palju kaotab, mis normaalseltki ainult 25—30 prots. on ja ühe aasta jooksul kasvuvõimeliseks jääb. Värske seeme tuleb 4—5 nädala järel üles, vanem osaliselt aga alles järgmisel aastal.

Kännust ajab sanglepp rohkesti võsusid, nii et ta seemendusega suurt tüli ei ole. Soovitav on vana metsa raiumist kevadepoolsel talvel ette võtta, sest siis olevat võsude ajamine parem.

Tahetakse seemnest järelkasvu saada, siis on tarvis enne vana metsa raiumist pind rohust osaliselt paljastada. Lepp on valgusenõudja ja läheb varjatult lühikese aja jooksul hukka.

Iseärasuseks on asjaolu, et lepa lehed sügisel oma värvi ei muuda, vaid haljalt maha langevad. Lepa eluiga kestab 150—200 aastat, kõrgmetsana on ta raie-iga 60—80 aastat, mil ta rohkesti tarbepuud annab. Väikestes metsaosades ei ole mõtet teda vanemaks kui 30—40 aastani kasvada lasta. Selles eas hoiab ta end veel täies tiheduses ja on oma jõudsamas kasvuhoos; vanemaks saades jääb ta harvemaks ja aastane juurdekasv hakkab allapoole nihkuma.

Lepapuu on kaunis jämedakiuline, natuke läikiv, toorelt kollakaspunane, kuivalt pruunikaspunast värvi, kerge ja painduv, seejuures aga kaunis kindel ja halgas. Küttepuuna on ta keskmise väärtusega, tarbepuuna rohkesti tarvitusel tisleri- ja treialitöödeks, sigariotsade ja paberossikestade kaussideks, odavaiks nikerdusteks ja välismaal rohkesti puukingadeks.

Ehitustes, mis peavad niiskuse-ja temperatuurivaheldusi kannatama, on ta kestvus vähene, seda suurem aga vee all, mille tõttu teda veening pumbatorudeks ja vaiadeks vee ehitiste juures rohkesti tarvitatakse.

Süsi leiab tarvitamist püssirohu valmistamises, koor ja pungad annavad koduseks tarvitamiseks värvainet.

Oma juurekava kasvatamises erineb sanglepp teistest puuliikidest. Nooruses arenevad mõned üksikud kõrvaljuured, mis rohkete narmasjuurtega varustatud. Umbes kuue aasta vanuselt hakkavad narmasjuured tugevaks kasvama ning sügavale tungima ja mida vanemaks puu saab, seda rikkalikumalt arenevad peenikesed juured, mis otseloodis sügavale lähevad. Kus vesi maa kevadel üle ujutab, tuleb kännud nii kõrgeks jätta, et nad pungade puhkemise ajal veega kaetud ei oleks.

Harilik ehk valge lepp on tüüpiline põhjamaade puu, mille kasvuvööde ulatub 50° p. l. kuni põhjapoolse puukasvu-piirini. Ta leidub meil laialistel aladel võsana ja annab meie maastikule kohati iseloomulise ilme. Maa parandamise ja värskuse hoidmise suhtes on tal suured teened.

Juba iga-aastase variseva lehestiku läbi omandab maa, kus ta asub, aastate jooksul hea korra huumuse-aineid, suve jooksul kaitseb ta pinda kõrvetamise ja halvenemise eest, peale selle aga on tal veel väärtuslik omadus, et ta õhust lämmastikku kogub. Kui lepa juuri silmitseda, paistavad rikkalikult jaotatud kobarad silma, mis lämmastikukogujaid taimi iseloomustavad.

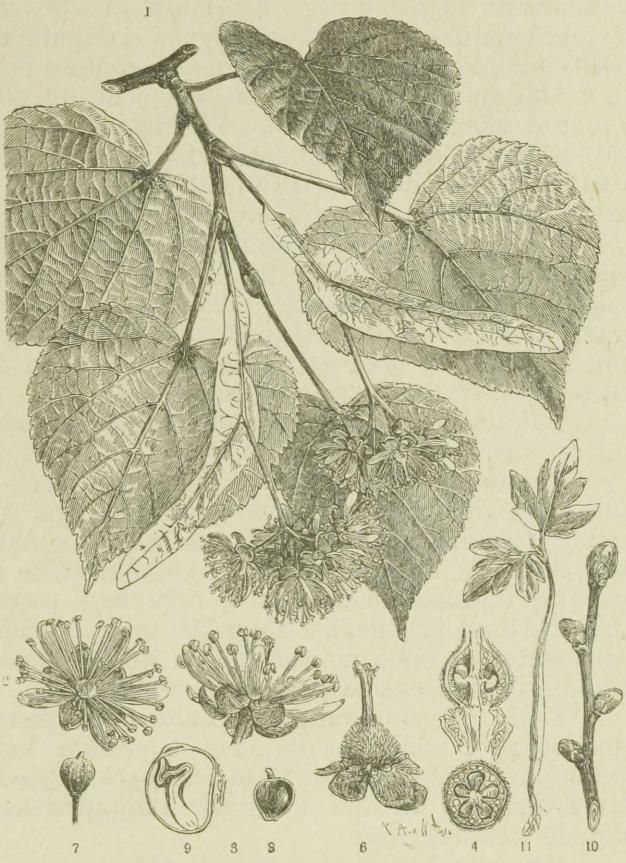
Ta on külmakindel, ei karda aga ka kuumust. Vaenlasi on tal vähe ja ta eluiga kestab, kus talle selleks aega antakse, üle 100 aasta. Kasvab nooruses väga ruttu, ei kasvata aga tüve mitte nii tugevaks kui sanglepp.

Õitse-aeg, seemne valmistamine ja selle omadused on peaaegu samasugused kui sanglepal, juured ei lähe aga mitte nõnda sügavale,

vaid laialduvad rohkem pinna ligiduses, igale poole suurel hulgal narmasjuuri ajades. Kännu- ja juurevõrsete ajamine on kõige rikkalikum 10—15 a. vanaduses. Ehk küll valgusearmastaja, lepib ka vähese varjuga.

Metsatulunduses istutatakse hea meelega väärsaid lehtpuid leppade sekka, kus nad kaitset leiavad külma, niisama ka loomade koorimise ja kärpimise vastu; ühtlasi täidab lepp ka kasvataja osa sel teel, et ta nooruses uniseid puuliike kiiremale kasvamisele virgutab ja sirgemat tüve sunnib arendama.

Harilik lepp leiab kõige laialisemat kasutamist talumaadel küttena. Moodsas metsanduses ei suuda ta omale jäädavat kohta omandada ja kannab sagedasti metsaumbrohu iseloomu, kuigi ta rohket massi annab ja lühikese raie-eaga on, sest puu ei ole suure küttevõimega ja leiab tarbepuuna vähest tarvitamist. Ta kasvab kõige meelsamini väga värskel või isegi niiskel huumuserikkal savikal maal. Vesisel ja hapukal maal ei edene ta hästi, niisama ka kuival liivamaal, peale mereranna, kus ta niiskes kliimas isegi liivaluidetel, kuigi mitte väga rõõmsalt, suudab kasvada.



Pilt nr. 10. Harilik pärn (*Tilia parvifolia* L.)
1 — õitsev oks; 2, 3, 4, 5, 6 — õis; 7 — vili; 8 — vili pikilõikes; 9 — seeme pikilõikes; 10 — pungad; 11 — tõuse.

Pärn, lõhmus (*Tilia cordata* Mill., Linde, липа, v. pilt nr. 10). Kasvab kohati kaunis rohkel arvul meie metsades, leidub ka linnades ja maal sageda ilupuuna. Ta kasvupiir ulatub kuni 63. põhjalaiusekraadini. Iseäranis rohkesti leidub teda Venemaal, kus ta esineb suuremalt osalt alusmetsana, aga ka kõrgmetsana. Pärn armastab värsket, sügavapõhjalist maad, on oma nõudeis aga kaunis leplik ja edeneb seepärast niihästi liivakal kui ka mustmulla- ja savikal maal. Vastikud on temale hapud turba- ja kõvad savimaad. Oma rohke lehestiku

tõttu varjab ja parandab ta hästi oma all olevat pinda. Kasvab nooruses õige kiiresti, tihedalt seistes areneb tüvi pikaks ja saledaks, üksikult, vabalt kasvades laieneb võra vägevaks kupliks. Ta tervislik seisukord on väga hea, mille tõttu ta õige vanaks saab (1000 aastat ja isegi rohkem). Ta on varjukannataja ja sel põhjusel kui pinnakatja ja -parandaja Põhja- ja Ida-Euroopas samasuguse tähtsusega nagu pöök Lääne-Euroopas.

Eriti suure tulundusliku tähtsuse riiklikus ulatuses omandab pärn Venemaal. Ei ole vististi liialdatud, et 75% maaelanikele Venemaal on pärn ainukeseks kättesaadavaks jalakatteks. Sellele vastavalt on pärna koore kasutamine Venemaal esimese järgu tähtsuse omandanud.

Mis meil endisel ajal pastlad, seda on alles praegu pärnakoorest punutud viisud venelastele. Viiskude eluiga ei ole väga pikk; sellepärast ei ole ka vist liialdatud, kui ARNOLD hindab Venemaa aastase viiskude tarvitamise 500 miljoni paari peale. Et vastavat materjali saada, on tarvis 1500 miljonit noort pärna iga aasta maha raiuda.

Peale viiskude tehakse niinest kõiksuguseid torbikuid, tarvitatakse niint rohkesti nöörideks jne., nii et ta on talumehe majapidamises esimese järgu tarbeaineks. Kevadel, niipea kui pärnad lehte lähevad, algab nende koorimine, ja külades, mille ligiduses leiduvad pärnad alusmetsana, on noor ja vana ööd ja päevad ametis, et legaalsel või mittelegaalsel teel teda omandada.

Raiutud kännust võrsuvad noored võrsed, mis 8—15 aasta jooksul uuesti tarvitusele tulevad.

Vanemate pärnade koort leotatakse vees 6—8 nädalat, kuni üksikud koorekihid paberipaksustes kihtides end üksteisest lahutada lasevad ja produkti annavad, mis „motšalo“ (= matsalka) nime all tuttav ja vene talupoja majapidamises ja kodu-käsitöös suurt osa etendab, sest teda tarvitatakse kõiksugusteks nöörideks, isegi hobuseriistadeks; kodukäsitöös kootakse temast roguskit, millest omakord kotte ehk „kulisid“ valmistatakse, mida suurel määral tarvitatakse vilja, süte ja ka muu kraami vedamiseks ja paigutamiseks.

Peale roguski kootakse „motšalost“ paksud, tihedad vaibad — „tsõnovkad“, mida tarvitatakse koormate katteks presendi asemel, saani- ja vankrikerede vooderdamiseks. Leotamata koor, jämedaist tüvedest, leiab laialist tarvitust külimittudeks, vakkadeks, sõelte ja sarjade keredeks jne.

Puu annab rohket materjali õõnistatud püttideks ja treitud puukaussideks. Tislerimaterjalina on ta laialt nõutud ja tarvitatud, niisama ka mööblitööstuses. Ta on kerge hööveldada, puhas ja laseb end hästi peitsida; nende omaduste tõttu tarvitavad ka treialid rohkesti pärnapuud, nimelt peenemaid tüvesid. Ka ehituspalkidena leiab pärn harukordadel tarvitust, ehk pärnapalkide kestvus küll pole kauane.

Pärnapuu leiab rohket ja mitmekülgset tarvitamist ka Lääne-Euroopas tisleri- ja treialitöödes, mänguasjadeks, kastikesteks, muusikariistade-, oreli- ja puunikerdus-tööstuses. Ta on hea paberipuu ja annab kõige peenemat puuvilla. Õisi tarvitatakse teeks; ka annavad nad rohket ja head mett, mille tõttu nad mesilastepidajate juures suures lugupidamises seisavad.

Et pärn hästi kannatab okste lõikamist, tarvitatakse teda rohkesti puiesteede istutamiseks. Isegi vanad puud lasevad end kergesti ümber istutada ja kasvavad võrdlemisi lühikese kiratsemisaja järel priskesti edasi. Ta kasv on kaunis kiire; ka kannatab vähe hädade all ja parandab koorevigastused kergesti. Noorelt kannatab ta kodu- ja metsloomade närimise all; idutaimed lämbuvad kergesti rohu all.

Meil leidub pärna kaunis sagedasti ja kohati isegi rohkesti alusmetsana, kuid vanemaid, seemnekandjaid puid leidub metsades vähe.

Varemini on asi selle poolest nähtavasti parem olnud, sest endiste väljaveo-andmete järele on näit. Kuresaare sadamast roguski eksport endisel ajal laiaulatuslik olnud.

Erandina teistest puuliikidest õitseb pärn kesksuvel, juuli alguses. Seeme valmib sügiseks ja jääb osalt talveks puude otsa rippuma. Idanemisprotsent 50—60, idanemise kestvus 2 aastat. Kevadel külvatud seeme tärkab alles järgmisel kevadel.

Nähtavasti ei suuda pärn meie metsades kuusega võistlust välja kannatada ja tõrjutakse, nagu teisedki väärilisemad lehtpuud, ikka rohkem välja, milleks osalt võis kaasa mõjuda ka omal ajal läbiviidud kuuse eelistamine meie segametsades.



Pilt nr. 11. Haab *(Populus tremula* L.)

1 — õitsev isaurb; 2, 3 — isaõis; 4 — emaurb; 5, 6 — emaõis; 7, 8, 9 — vili ja selle asetus; 10 — seeme; 11 — lehis oks.

Haab *(Populus tremula* L., die Aspe, Espe, Zitterpappel, осина) (v. pilt nr. 11). Moodsas metsanduses on haab kaunis kahtlases kuulsuses. Klassilise metsateaduse esindajad, Saksa metsamehed nimetavad teda sagedasti „metsa-umbrohuks“, ja ka meil ei ole ta üldiselt suures aus, milleks peaasjalikult tema vilets tervislik seisukord põh-

just annab, osalt aga ka see tüütav, järjekindel ettetükkimine seal, kus ta soovimata külalisena asub maa-aladele, mis on teistele puuliikidele määratud. Kus haab aga oma kasutamiseni heas tervises püsib, seal ei tarvitse ta oma „väärsate" seltsiliste kõrval häbeneda ja leiab turgu ning hindamist.

Haava levimisala on väga laialine: Alates Hispaaniast ja Inglismaalt leidub teda igal pool Euroopas, peale Itaalia ja Lõuna-Prantsuse madalmaa; niisama on ta Aasias igal pool kodus. Alates põhjas 70. p. l. kraadiga, kus ta esineb põõsavormis, ulatub ta kasvupiir lõunas Kaukasuseni. Kuigi ta pea-asukoht on madalmaal, tõuseb ta Kesk-Euroopa mägedes enam kui 1300 m kõrgusele (Baieri Alpides) ja peab selles suhtes männiga peaaegu ühte sammu. Üldiselt kaunis leplik ja vähenõudlik, eelistab ta kõige rohkem värsket sigusat, huumuslikku, savikat maad, mis väga sügav ei tarvitse olla. Sealjuures rikkalikud sademed, paras temperatuur, niiske õhk — see on ümbruskond, mida haab armastab. Seal võib ta poolteistsada või rohkem aastaid vanaks saada ja kasvatab tüvesid, mis täiesti terved, sirged, kuni 28 m kõrged ja üle meetri jämedad. On teada juhused (Ungaris), kus haab rinnakõrguses 4 ars. (2,8 m) jämedaks kasvas. Harilikult on aga ta elupäevad 60—80 aastaga piiratud, mille kestusel ta keskmiselt 25 m kõrgeks ja kuni 45 sm jämedaks kasvab.

Kuivad, kehvad liivamaad, niisama soomaad on haavale vastikud, ja kuigi ta sagedasti looduse tujul sinna satub, ei ole tal seal kauaks püsi. Olgugi et ta kohati puhtmetsana esineb, leiame teda siiski kõige rohkem segus teiste puuliikidega; meil on ta näit. alaline kuuse ja kase seltsiline. Ta kasv on kiire ja puhtpuistud annavad soodsal kasvukohal suurt massi, nii näit. Tuula kub. 80 a. vanused puistud 94 kuupsülda tiinu pealt, Peterb. kub. 70 a. vanuselt 65 kuupsülda jne. Puud kannavad õisi sugu järele lahus; et aga isaseid puid suuremal arvul olemas, siis ei ole seemnesaak mitte masendavalt suur, seda enam, et õitseaastate vahele jääb sagedasti mõneaastane vaheaeg. Oitsmine algab paar nädalat enne lehtede puhkemist, meil harilikult aprillikuu keskel. Niihästi isased kui ka emased õied moodustavad väikesi sõrmepikkusi urbi, mis pealiskaudsel vaatamisel väliselt teineteisest palju lahku ei lähe. Peale õitsmist langevad isased urvad maha, emastes aga valmib umbes viie nädala pärast seeme (maikuu lõpu poole), mis väga pisike, kollakasrohekat või hallikat värvi ja väikese villatordiga varustatud, mille abil ta kauemat aega suudab õhus heljuda ja sel teel kaugema maa taha edasi kandub. Emased puud lähevad nähtavasti hiljemini lehte kui isased. Juba enne seemne valmimist leidub puude all rohkesti urbi, milledes aga idanemisvõimelist seemet vähe, nii et seemne saamiseks tuleb oksi ühes urbadega puu otsast lõigata või murda. Seemned idanevad mõne päeva jooksul, nende idanemisvõime on — vastupidi harilikule väitele — väga suur (1925. a. leidsin selle 94% olevat), kuid lühikese kestvusega (1925. a. oli ühekuuse seismise järel idanemisprotsent ainult veel 4,7).

Seemneile vastavalt on idutaimed alguses väga pisikesed, kannavad lihava, heledavärvilise varre otsas nööpnõela-pea suurusega kahte lihavat, rohelist idulehte, kuid arenevad kiiresti ja jõuavad sügiseks

puustuda ning kaunis tugevaiks taimekesteks sirguda. Seemne kandmine algab kaunis varakult, 20—30 a. vanuses.

Tähtsam kui seemendamised on haava sigimine juurevõrsete kaudu: isegi vanade, ammu raiutud puude juured, mis ise juba poolenisti mädanenud ja haiged, ajavad rikkalikke võrseid, mis teiste puude varjus küll varssi otsa saavad, kuid ikka uuenevad ja, kui kord valguseolud soodsaks muutuvad (metsapõlemiste või lageraiete järel) suurel arvul ilmuvad, isegi seal, kus kändudest enam midagi ei ole järele jäänud. Seesugune vanadest juurtest tekkinud võsa ei ole aga kuigi kauase kestvusega, sest pea erandita on puukesed kas mäda südamega või mädade kohtadega tüves, näitavad juba väliselt, mõne jala pikkuseks kasvanult, haralist tüve ning vaevalist kasvu, millest tulevikus midagi pole loota. Värskete, tervete juurte võrsed on siledad, õiged ning tugevad ja vohavad juba ühe suve jooksul mehe pikkuse kasvuni. Kännuvõrseid ei aja haab, välja arvatud esimesed 2—3 aastat, mitte sugugi. Lehtede kuju läheb noortel võrsetel ja vanematel puudel lahku: esimestel on nad ebamääraselt suured, pikergused kolmnurga- kuni südamekujulised ja vildised, vanadel puudel on lehed ümmargused, enam laiad kui pikad, lühikese terava otsaga; noorelt sametitaoliselt pehmed, vananedes siledad, kõvad, sama pika varre otsas, mis on oma baasis lopergune ja selle tõttu paneb lehe vähemalgi tuulepuhangul värisema ja liikuma. Tüvi on õige, ümmarik, heas liituses puhas, koor noorelt sile, rohekat värvi, vanematel puudel alumises tüvejaos paks ning konarline. Heledakoorelisi puid loetakse parematekstumedakoorelistest. Oksad on võrdlemisi peenikesed ja kasvavad hõredalt. Juurekava madal ja laialine, varustatud suure arvu magavate pungadega. Puuliha on pehme, kollakasvalge, pikakiuline, kerge (erikaal keskmiselt toorelt 0,81, õhukuivalt 0,51), lõhkeb hästi, kaunis kindel ja painduv, vähese kaoga, praguneb ja kummeldub vähesel määral, kuivalt seistes kauase kestvusega, väljas ja maa sees lühikese püsivusega, küttevõime vähene. Puu leiab tarvitamist ehituspuuna katuse all ja kuivas kohas, katuselaastudeks, mööblitööstuses, kastideks, suhkru- ja tsemenditünnideks, nikerdustöödes, mänguasjadeks, puukaussideks, pesumoldideks, lootsikuteks, labidateks, vankrikorvideks, pikkvankri laudadeks jne. Eriti otsitav tikutraadiks, puunarmaks ja tselluloosiks.

Haab on kiire kasvuga ja valgusenõudja. Ta hõreda võra tõttu loetakse teda pinna halvendajaks, kuid annab teistele puuliikidele võimalust oma all kasvada, ilma et neid liialt varjaks või lämmataks. Ise ei kannata ta aga sugugi varjamist.

Haab on külmakindel ja ei kannata ka kuumuse all. Ka rohukasv ei tee talle ta kiire kasvu tõttu liiga.

Alaline, seisev niiskus ei sobi talle, küll aga sallib ta ajutist maa üleujutamist. Haavu ning koorevigastusi parandab ta raskesti ja kannatab kodu- kui ka metsloomade närimise ning koorimise all. Lumi ei tee talle häda, küll aga heidab teda tuul kergesti niiskel, madala põhjaga maal ja murrab mädasüdamega tüvesid suurel arvul.

Putukaist on kõige tähtsamad kahjurid: suur ja väike haavasikk *Saperda carcharias* L. ja *Saperda populnea* L.), kes pesitavad puus ja

teevad sinna käikusid, suur ja väike haavalehemardikas (*Lina populi* L. ja *Lina tremulae* Fabr.). Veel võiks nimetada: *Gastropacha neustria* L., *Ocneria dispar* L., *Cossus ligniperda* L., *Melolontha* j. t.

Kõige suuremat kahju teevad haabadele aga seenekesed, mis tüves ja juurtes mäda tekitavad, eriti märgadel kasvukohtadel suurel arvul puid väärtusetuks muutes ja sel teel haavametsa kasvatamist suure küsimärgi alla viies. Seentest on tuttav ka haavarooste (*Melampsora tremulae* Tul.), mis lehtedel pruunikaid laike tekitab ja generatsioonivaheldusel männivirvestel *Caeoma pinitorquum*'i nime all esineb, tekitades seal koorevigastust ja sellele järgnevat virvekõverust.

Meilgi tuleb kordasid ette, kus haab esineb umbrohuna, nii et me rohkem huvitatud oleme tema kõrvaldamisest kui kasvamisest. Seda juhtub kohtadel, kus meil tarvis on metsa kultiveerida valgusenõudjate puuliikidega ja kuhu haavavõsa peale asub või juba on asunud, mis juba oma välimuse järele otsustada laseb, et tast tulevikus midagi loota pole. Kaunis heade tagajärgedega saab haavavõsa vaos hoida, kui teda suvel paari jala kõrguselt maha raiuda või veel parem — murda ja selles olekus seisma jätta. Ka jala peal koorimist ja paari aasta jooksul kuivada laskmist kiidetakse heaks abinõuks.

Haava ligemad sugulased, p a p l i d, ei ole meil küll veel metsadesse teed leidnud, esinevad aga kaunis suurel arvul ilupuudena linnades, kus nad oma kiire kasvu, kena lehestiku ja suurelt osalt selle tõttu, et nad okste lõikamist hästi kannatavad, seejuures hea tervisega on ja röövikuile asukohaks ei ole, suures lugupidamises seisavad. Lõunapoolseis maakohtades moodustavad paplid metsaosasid; eriti on Venemaal must pappel (*Populus nigra,* осокорь) jõe-äärseil, värskeil madalikel suuremail aladel leida, kus ta segapuuna esineb ja väärtuslikku materjali annab. Vastandiks haavale ajab ta rohkesti kännuvõrseid ja kannab iga aasta kaunis rikkalikult seemet. Paljudel papliseltsidel on aga seemne kandmisega lugu vilets, sest et sagedasti ainult üks sugu, enamasti isased, valdavas ülekaalus on, mille tõttu paplite kasvatamine sünnib suuremalt osalt pistokste ja vaiade kaudu.

H õ b e p a p p e l (*Populus alba)* kasvab vägevaks puuks ja saab 400—500 aastat vanaks. Ta päriskodu on Lõuna- ja Kesk-Euroopa, teda leidub aga ka põhjapoolsemais vööteis (Peterburi ümbruses) üksikute puudena.

K a a n a d a p a p p e l (*Populus canadensis*) on eriti sooja soovitamist kasvatamiseks leidnud oma mitmekesiste heade omaduste tõttu. Ta toodi juba 1772. a. Kaanadast Euroopasse ja on siin igal pool laialt leiduv. Maa headuse suhtes on ta õige leplik, kasvab kõige meelsamini aga kohedal, sügaval, värskel liivakal maal. Ta on külma- ning põuakindel ja kannatab vähe haiguste all. Teda loetakse kõige kiirema kasvuga puuks ka meie kliimas. Kasvatab isegi vabalt seistes sirget puhast ning pikka tüve. Saksa andmete järele on ta massikasvatamine suurepärane; nii andis Karlsruhe ligidal 14-aastane paplimets (705 puud ha peal) 45 kuupsülda puumassi ja aastane keskmine juurdekasv oli 3,2 kuupsülda.

Üks ainus 12-a. puu andis 12 kuldmarga eest paberipuud ja üks ha 550 puuga selles vanaduses tõi 2700 kuldmarka puhaskasu. Pommeris

andsid 19 52-aastast puud 22 kuupsülda puid. Nende tee ääres kasvanud puude keskmine kõrgus oli 27 m; kõige jämedam oli kännu pealt 1,4 m mõõduga. Juba 30—40-aastased puud kasvavad 27—30 m kõrgeks ja 50—80 sm jämedaks.

Need andmed, kuigi Saksamaal saadud, lasevad oletada, et selle papliga ka meil maksaks metsas katseid teha, seda enam, et ta, nagu M. v. SIVERS kirjutab, meie külmemaid talvi hästi on välja kannatanud.

Prof. WILLKOMM'i väite järele on meil kõige rohkem esitada *Populus laurifolia*'t, mille võrsed Tartu botaanika-aias ühe suve jooksul 1,96 m pikaks kasvasid.

Paplid on valgusenõudjad ja armastavad lahedas liituses kasvada. Puu leiab rohkesti tarvitamist tisleritööstuses, kastideks, tiku- ja paberipuuks.



Pilt nr. 12. Raeremmelgas *(Salix caprea* L.)

1, 2, 3 — isaurvad ja isaõis; 4 — emaurb; 5 — emaõis; 6 — emaka-arm; 7, 8 — vili; 9 — seeme; 10, 11 — pungad; 12 — lehed.

Pajud *(Salix).* Pajude perekond on väga suurearvuline, sest ühes teisenditega tuntakse neid kuni 800 eriliiki, mis on jagunenud üle maakera, poolitajast kuni põhja- ja lõunanaba taimekasvu piirini. Ka meil ulatub pajuliikide arv ühes teisenditega Klinge järele üle saja, alates väikestest, madalatest puhmastest kuni vägevate puudeni. Metsa koosseisus esinevad nad seguna, armastavad rohket valgust ning niiskust, peale mõne üksiku liigi, mis kasvavad ka kuivadel liivamaadel, kuid ka nende juured on nõnda arenenud, et nad võimalikult palju niiskust kätte saavad. Maa headuse suhtes on nõuded mitmesugused, kuid suurem osa neist armastab kaunis head maad, kuna hanipaju asub soodel ja halapaju liivamaadel. Üldiselt on neile omane rohke

ning varane seemnekasvatamine ja rikkalik vegetatiivne paljunemine. Seemne idanemisvõime on aga väike ja kustub lühikese aja jooksul. Kasv on kiire ja aastane võrsete pikkus küünib mõnel liigil sagedasti kuni süllani või isegi rohkem. Suurte puudena esinevad meil hõbepaju *(Salix alba)* ja remmelgas *(Salix fragilis)*, keskmistena: vesipaju *(S. triandra)*, raudpaju *(S. pentandra)*, härmpaju *(S. daphnoides)*; põõsastena: raeremmelgas (*S. caprea*) (v. pilt nr. 12), tuhkurpaju (*S. cinerea*), vitspaju (*S. viminalis*), halapaju (*S. acutifolia*) j. t., kuna hanepaju *(S. repens)*, mustikpaju (*S. myrtilloides*) j. t. esinevad puhmastena. Oma kasvu järele on pajude kasutamisvõimalused mitmekesised: Suured puud annavad peale küttepuu ehitus- ja mitmesugust tarbematerjali, keskmised mitmesugust vähemat tarbepuud, lookasid jne. ja küttepuud, kuna põõsataolisi tarvitatakse korvivitsadeks, hagudeks, aedade tegemiseks, koore kasutamiseks jne. Oma kiire kasvu ja kerge paljunemise tõttu pistokste ja vaiade kaudu leiavad pajud pervede kinnitamisel rohket tarvitamist, niisama ka tuiskliiva-väljade kinnitamisel. Puu on kerge, pehme, painduv ja lõhkeb kergesti; kaunis suure kestvusega, kuid vähese küttejõuga. Metsa koosseisus on pajudel vähe püsi ja harilikult langevad nad juba varakult kirve alla kui mittesoovitav ja teisi takistav puu. Nudistuskäitus ja lühike raie-iga on iseloomustavad pajude käituses.

Pajud on külma- ja põuakindlad, niisama ei tee pikema-aegsed üleujutamised neile mingit häda. Kattub paju seejuures muda või liivaga, siis ei tähenda see ka suurt. Hõbepaju võib paarsada aastat vanaks saada, vähemate eluiga on võrdlemisi lühedam. Vaenlasi ei ole pajudel liiga palju. Põdrad, jänesed ja hiired närivad hea meelega koort, kuid paju kasvatab haavad kergesti kinni. Lehtede peal asuvad mardikad ei too harilikult suurt häda; ainult korvipajude söömise tagajärjel jääb vitsade kasv lühemaks. Seentest asuvad mitmed liigid pajudes, tekitades seal mädanikku. Kõige rohkem nõuavad kaitset korvipaju-istandused, kus peale loomade ja putukate karta ka rohulämmatust.

SISU.

Lk.

Kirjandus 3
Saatesõna 5
Sissejuhatus 7

I. Kasvukoht 9

Mõiste, maakera pinna tekkimine (10*). Mitmesugused ladestud, aluskivim ja pealispind (11). Murenemine (12). Jääaeg ja ta mõju meie mullastiku kujunemisel (14). Mineraal-toitained ja nende sisalduvus mullas (15). Mullastiku koosseis: silikaadid, karbonaadid, sulfaadid, fosfaadid, kloriidid, nitraadid, oksüüdid (16). Kodumaa mullastiku analüüsid (17). Huumus (17). Mullastiku keemiline külg ja puuliikide mineraalainete tarvidus (21). Metsamaade headuse hindamine (28). Mulla profiilid (29).

Pinnase liigitamine: 30

liiva- (30), savi- (32), lubja- (32) ja huumusemaad (33); madal- ja kõrgsood (34).

Maa füüsilised omadused: 37

soojus (37), niiskus (40), lõimis ja struktuur (46), sügavus (49), kaldus (50).

Pinnakate: 52

anorgaaniline: vesi-, kivi- (52), liiv- ja lumikate (53); orgaaniline: surnud ja elus, sammal-, leht- ja okkarisu-, marjavars- ja rohtkate (53). Alusmets (59). Järelkasv (60).

Kliima: 62

valgus (63), õhusoojus (71), õhuniiskus (72), sademed (75), õhuliikumine (79).

II. Puude elulised omadused 82

Puude sigimine (82). Puude eluiga ja tervisline seisukord (89).

Puukasvu omadused: 91

juurte arenemine (91). Pikkuse- (96), jämeduse- (101) ja massi juurdekasv (105).

III. Puude ühiskondlikud omadused: 106

mõiste (106), Krafti klassifikatsioon (108), tüvede laasumine külvatud, istutatud ja loomulikul uuendusel tekkinud metsas (111), istutamis-vaheruumi mõju tüvede laasumisse (113), kunstlik tüvede laasimine (115), liituse mõju tõuparandamisse (116).

Puht- ja segametsad: 116

mõiste, põhjused (116), head ja vead (117), mitmesugused segud (119), nende head ja vead (120), mõned näited praktikaks (121).

*) Klambreis ka leheküljed.

Lk.

Puuliikide vaheldus: 122

selle põhjused (122), lehtpuude vaheldus kuuse (122), männi (125) ja tammega (126), männi vaheldus kuusega (128). Näited praktikast (129). Metsa edasitungimine rohtlasse (132).

Puistu vormid ja nendega seotud tulundus-käitused: 132

Kõrg- (132), madal ja keskmets (133). Kõrgmets paljasraie-käitusega (134). Kõrgmets loomuliku uuendusega (135). Valikraie-metsa vorm ja käitus (135). Wagner'i valguskasvu-mets (136). Kitkumiskäitus (137). Wagneri valikraie-mets veer-uuendusega (137). Püsimetsa-käitus (138). Madalmetsa vormid ja käitused (139). Keskmetsa vormid (139). Metsakäitus vahelduva põllukäitusega (140).

Metsatüübid: 140

mõiste (140), põhitüüpide alus Morosovil (141), Warmingil, Sukačovil (142). A. Cajanderi metsatüübid (142). Tüüpide loomise katsed Eestis (151).

IV. Puuliikide metsakasvatuslikud omadused: 151

Harilik mänd (151). Austria mänd (160). Mägimänd (161). Seedermänd (161). Weimuudi mänd (162). Banksi mänd (164). Vaigumänd (165). Kuusk (165). Euroopa ja siberi lehtmänd (173). *Abies balsamea* ja *A. sibirica* (178). *Pseudotsuga Douglasii* (179). Tamm (179). Saar (184). Vaher (186). Jalakas ja künnapuu (188). Kask (189). Sang- ja harilik lepp (192). Pärn (195). Haab (197). Paplid (200). Pajud (201).