U. RIISPERE

# SIIRDESOOMETSADE UUENDAMISE TINGIMUSTEST JA VIISIDEST

# KUIVENDATUD SIIRDESOOMETSADE RAIESTIKE KUNSTLIKU UUENDAMISE TINGIMUSTEST JA VIISIDEST

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
ZOOLOOGIA JA BOTAANIKA INSTITUUT

# METSANDUSLIKUD UURIMUSED

III

TARTU 1961

A-21920

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
ZOOLOOGIA JA BOTAANIKA INSTITUUT

U. RIISPERE

# KUIVENDATUD SIIRDESOOMETSADE RAIESTIKE KUNSTLIKU UUENDAMISE TINGIMUSTEST JA VIISIDEST

TARTU 1961

*Trükitud Eesti NSV Teaduste Akadeemia*
*Toimetus- ja Kirjastusnõukogu otsusel*

*

*TKN nr. 409*

*

*Toimetaja P. Kollist*

TARTÜ ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

## EESSÕNA

*Vajadus käesoleva uurimistöö läbiviimiseks tekkis pärast kuivendatud siirdesoometsade ja nende majandamise küsimuste uurimise jõudmist niisugusesse staadiumi, kus oli tõestatud, et kuivendatud siirdesoometsade raiestikud looduslikul teel rahuldavalt ei uuene ja et olemasolevate metsakultiveerimise viiside rakendamine tulemusi ei anna.*

*Kuivendatud siirdesoometsade majandamise probleemi järgmise etapi — kunstliku uuendamisega seotud küsimuste uurimine jäi allakirjutanu ülesandeks, kes ENSV TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi metsasektori aspirandina töötas selle teema kallal põhiliselt aastatel 1953—1955. Hilisem töö piirdus kultuuride kordamineku ja kasvukäigu jälgimisega.*

*Juba uurimisplaanide koostamisel selgus, et metsakultiveerimine kuivendatud siirdesoometsade raiestikel oleneb väga paljudest ökoloogilistest teguritest ja kultiveeritavate puuliikide füsioloogilistest iseärasustest, millede uurimiseta ja omavahelise seostamiseta ei ole võimalik lõppeesmärgiks olevaid praktilisi küsimusi õigesti lahendada. Kuid püüdest läheneda teemale mitmekülgselt on kahtlematult tingitud ka käesoleva töö teataval määral heterogeenne iseloom, mistõttu üksikud osad ei ole leidnud nii põhjalikku käsitlemist kui sel juhul, kui nad oleksid ilmunud vastavate eriuurimustena. Kuid autor arvab, et töö kõik osad on siiski vajalikud ja aitavad põhieesmärgile ligemale jõuda.*

*Uurimistööd juhendas oma eluajal NSVL TA Metsainstituudi metsandusliku sooteaduse laboratooriumi vanem teaduslik töötaja põllumajandusteaduste doktor Andrei Lukitš Koštšejev, keda autor siira tänutunde ja lugupidamisega mälestab.*

*Palju tänu on autor võlgu oma töökaaslastele metsasektorist, kellede seltsimehelikku abi ja nõuandeid autor kogu uurimistöö vältel kasutas. Väga tänulik on autor ka Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi Metsamajanduse Peavalitsusele eesotsas sm. J. Vooliniga ja metsamajandite töötajatele, kelle vastutulelikkus võimaldas katsete läbiviimist.*

## SISSEJUHATUS

Viimasel ajal tehtud arvestuste kohaselt kannatab ligi pool Eesti NSV metsadest liigniiskuse all (Voolin, 1959). Ebasoodsate niiskus- ja toitumistingimuste tõttu kasvavad neil aladel kidurad ja vähetootlikud puistud — soostunud metsad ja soometsad. Niiskustingimuste parandamiseks ja seeläbi metsade tootlikkuse suurendamiseks viiakse liigniiskuse all kannatavatel aladel läbi kuivendustöid, millele meie partei ja valitsus pööravad väga suurt tähelepanu*.

1955. aastaks oli Eesti NSV-s metsi kuivendatud umbes 140 000 hektari ulatuses (Елпатьевский, 1955), millest ajavahemikule 1949—1955 langes üle 40 000 ha. 1956.—1960. a. nähti ette Eesti NSV-s metsamaade kuivendamine 70 000-hektarisel pindalal (Voolin, 1956; 1959). Kokku kuivendatigi meie vabariigis aastail 1949—1961 metsamaid 108 000 ha ulatuses.

Loomulikult nõuavad need suuremahulised kuivendustööd soometsade ökoloogiliste tingimuste igakülgset tundmaõppimist ning nende kuivendamise ja edasise majandamise teaduslike aluste väljatöötamist sootüüpide järgi. Sootüüpidest (madalsood, siirdesoometsad ja rabad) on Eesti NSV-s metsamajanduse seisukohast kõige suurema tähtsusega siirdesood, kuna aga rabade kasutuselevõtmine on seotud väga põhjalike ning kulukate melioratsioonitöödega (intensiivne kuivendamine, ülepõletamine, spetsiaalsete maaharimisvõtete kasutamine, lupjamine ja muude väetamisvõtete kasutamine). Madalsood kuuluvad suurelt osalt põllumajanduslikule kasutamisele.

Esitatust lähtudes on mõistetav, miks juba möödunud sajandi lõpul ja käesoleva sajandi algul, mil hakati suuremal määral soid kuivendama, olid peamisteks metsanduslikeks kuivendusobjektideks siirdesoometsad.

---

* Eesti NSV Ülemnõukogu poolt 2. VIII 1949. a. vastuvõetud seadus «Soostunud maa-alade kuivendamise ja kasutuselevõtmise ning põldheina külvikordade rakendamise plaani kohta ENSV-s suurte ja püsivate saakide kindlustamiseks ning loomakasvatusele kindla söödabaasi rajamiseks».

Siirdesoode üldiseks iseloomustamiseks peab märkima, et nad asuvad kohtades, kus toitelahuste juurdevool on piiratud. Sageli kujunevad nad järvelise tekkega madalsoodest, kus turbakihi kasvamisel toimub ülemiste turbakihtide toitainetesisalduse vähenemine. Siirdesooturvastele iseloomulikuks tuhasisalduseks loetakse 5—10% ja iseloomulikuks happelisuseks 4—5 piires asuvat pH väärtust. Turba lagunemisaste kõigub laiades piirides, sõltuvalt turba tekkimise tingimustest. Looduslike siirdesoometsade puurinde moodustavad mänd ja sookask (joonis 1), millele lisandub vähesel



*1. Kuivendamata siirdesoomets Venevere metskonnas.*

määral kuuske (boniteet Va või alla selle). Põõsarinne koosneb peamiselt madalast kasest, vaevakasest, tuhkurpajust ja hundipajust. Rohurindes valitsevad tarnad, villpea, ubaleht, soopihl, pilliroog, rabakas, jõhvikas jt., samblarindes — turbasamblad koos neile sageli kaasuvate pärislehtsammaldega. Sukatšovi (Сукачев, 1926) soode klassifikatsiooni järgi kuuluvad meie siirdesoometsad siirdesoode grupi metsa-siirdesoode alagruppi, Tjuremnovi (Тюремнов, 1949) rohkem üksikasjalisema fütotsönoloogilise jaotuse järgi aga taimestiku siirdesootüübi puis-, puis-tarna ja puis-



*2. Pikemat aega kuivendatud siirdesoomets Vaimastvere metskonnas.*

sambla fütotsönoosidesse. Masingu (Masing ja Trass, 1955) poolt A. Karu ja A. Ilvese järgi koostatud puis-soode ja soometsade klassifikatsioonis võib neid arvata siirdesoomännikute hulka, Karu ja Muiste (1958) Eesti metsakasvukohatüüpide järgi aga siirdesoo kasvukohatüüpi.

Praegu koosnevad varem kuivendatud siirdesoometsad peamiselt III (II—IV) boniteedi männipuistutest, kus peale männi esineb veel kuuske (tavaliselt $^1/_{10}$—$^2/_{10}$ puistu koosseisust tagavara järgi) ja sookaske ($^1/_{10}$—$^2/_{10}$ puistu koosseisust tagavara järgi), kusjuures esimest leidub rohkem tugevasti kuivendatud ja viimast nõrgemini kuivendatud aladel (joonis 2). Kohati esineb ka kuuse ja sookase enamusega puistuid. Varem kuivendatud siirdesoometsadest on paljud juba jõudnud raieküpsesse ikka ja neid leidub küllalt suurepinnaliselt üle kogu Eesti NSV: Jõhvi metsamajandi Oru metskonnas, Kurista metsamajandi Vaimastvere metskonnas, Võru metsamajandi Sõmerpalu metskonnas, Viljandi metsamajandi Loodi metskonnas, Järvamaa metsamajandi Väätsa metskonnas ning paljudes teistes metsamajandites ja metskondades. Ilvese (Ильвес, 1956) koostatud Eesti NSV soometsade klassifikatsioonis vastavad meie poolt käsitletavad kuivendatud siirdesoometsad

siirdesoodel asuvate metsade grupi sõnajalamännikute, sõnajalakuusikute ja villpeamännikute kirjeldustele. Masingu (Masing ja Trass, 1955) klassifikatsioonis aga kuuluvad nad kuivendatud siirdesoomännikute, -kaasikute ja -kuusikute hulka. Karu ja Muiste (1958) paigutavad pikemat aega kuivendatud soometsad kõduturbasoo kasvukohatüüpi.



*3. Puuliikide vaheldus kuivendatud siirdesoometsa raiestikul. Männi-kuuse segametsa asemele on tekkinud sookasenoorendik (kaks suuremat eksemplari on arukased). Vaimastvere metskond.*

Raieküpsetes siirdesoometsades on juba teostatud palju lageraieid. Pärast raieküpsete puistute raiumist toimub kuivendatud siirdesoodel puuliikide vaheldus. Raielangid uuenevad looduslikult peamiselt sookasega, mistõttu männipuistute asemele tekivad sookasepuistud (joonis 3). Spetsiaalselt sellele küsimusele on pühendatud Kollisti (1957) töö, mis põhjeneb tema poolt Sõmerpalu katsemetskonnas teostatud uurimistel. Ta näitas, et rahvamajanduse seisukohast ei saa säärast puuliikide vaheldust lubada, kuna kuivendatud siirdesoodel on sookase tootlikkus (samuti puidu väärtus) väga väike. Kuivendatud siirdesoodel kasvatamiseks sobivate puuliikide küsimuse töötas detailselt läbi Hainla



*4. Heakasvulised kuused kuivendatud sürdesoometsa raiestikul. Oru metskond.*

(1955, 1956, 1957). Tema uurimisandmetel saavutab mänd raieküpses eas kraavilähedastel aladel keskmiselt 225—270 tm tagavara, kuusk aga ei jää tootlikkuse poolest männist maha ja isegi ületab seda. Näiteks Võru metsamajandi Sõmerpalu metskonnas oli ühesugustes tingimustes asetsevatel kraavilähedastel aladel 65 aasta vanuse kuusepuistu tagavara hektari kohta 312 tm ja 70 aasta vanuse männipuistu tagavara 228 tm. Seevastu sookase tootlikkus oli äärmiselt väike, piirdudes 60 aasta vanuse sookasepuistu puhul vaid 86 tm-ga ha kohta. Veel teine näide: Kurista metsamajandi Vaimastvere metskonnas oli ühesugustes tingimustes hektari tagavara 78 aasta vanusel kuusepuistul 272 tm ja 60



*5. Heakasvulised kuused kuivendatud siirdesoometsa endisel lageraiealal Vaimastvere metskonnas.*

aasta vanusel sookasepuistul vaid 96 tm. Seega ületavad kuusk ja mänd kuivendatud siirdesoodel sookase tootlikkuse mitmekordselt, kusjuures nende puit on rahvamajanduse seisukohast tunduvalt suurema väärtusega. Meie tähelepanekud näitavad, et kuusk kasvab hästi ka kuivendatud siirdesoometsade lageraietel ja ületab juba noores eas kasvukiiruselt sookase (joonised 4 ja 5). Kollisti (Коллист, 1959) uurimuste ja meie tähelepanekute alusel (joonis 3) on kuivendatud siirdesoodel perspektiivne ka arukase kasvatamine.

Ebasoovitavat puuliikide vaheldust on võimalik vältida kuivendatud siirdesoometsade lageraietele mändi, kuuske ja ka arukaske

kultiveerides, s. o. kasutades kunstlikku metsauuendust. Nimetatud puuliigid on neil kasvukohtadel hea tootlikkusega.

Senine praktika on näidanud, et metsakultuuride rajamine kirjeldatud kasvukohtadele on väga raske ja keerukas ülesanne, mille resultaadid on sageli olnud negatiivsed. Metskondades, kus on tegeldud nende alade kultiveerimisega, on sageli esinenud kultuuride madal kordaminek või hukkumine. Seejuures on olnud kultuuride arenguks kõige raskemad esimesed kultiveerimisjärgsed aastad, millal puutaimede kasvuks ebasoodsad ökoloogilised tingimused mõjuvad kõige laostavamalt. Pärast seda faasi on kultuuride säilinud osa areng tavaliselt rahuldav. Ebaõnnestumised kultuuride kordaminekus ei ole ka imekspandavad, sest kuni viimase ajani oli sooalade jaoks välja töötamata kultuuride rajamise ja hooldamise agrotehnika. Seetõttu ei anna ka olemasolevad metsakultuuride õpikud ja instruktsioonid (Огиевский и др., 1949; Zaborovski, 1959, jt.) juhiseid metsakultuuride rajamiseks kuivendatud soodele ja üldse turvasmuldadele. Selline olukord oli ökoloogilistele tingimustele mittevastava, mineraalmuldadel kasutatava agrotehnika rakendamise põhjuseks.

Esitatuga seoses peab märkima, et soometsade kuivendamise ja majandamise üksikuid küsimusi ei ole uuritud proportsionaalselt. Suhteliselt rohkem on pööratud tähelepanu kuivendamise tagajärjel toimuvale metsa tootlikkuse muutumise uurimisele, mille väljendajaks on rea tööde ja artiklite olemasolu nii Eesti NSV territooriumi (Luik, 1926; Kosenkranius, 1929, 1944; Reim, 1931; Riisberg, 1934; Hainla, 1955, 1956, 1957; Хайнла, 1959) kui ka NSVL teiste rajoonide kohta (Эркин, 1934; Дубах, 1936; Левин, 1940, 1947; Грузис, 1955; Купчинов, 1955; Вомперский, 1956, jt.).

Palju vähem on kuivendatud soometsades uuritud metsauuendamise küsimusi. Eesti NSV-s võib ainsatena nimetada Kollisti töid (Kollist, 1957; Коллист, 1954, 1955, jt.), mis käsitlevad kuivendatud siirdesoometsade lageraiete loodusliku uuenemise käiku ja seda mõjustavaid ökoloogilisi tingimusi. Peale Kollisti on viimasel ajal loodusliku uuenemise küsimusi uurinud Smoljak (Смоляк, 1953, 1955) Valgevenes. Veelgi vähem on kuivendatud turvasmuldadel käsitletud kunstliku metsauuendamise küsimusi. Eesti NSV-s ei saa nimetada ühtegi vastavasisulist uurimust. Enam-vähem samasugune olukord valitseb meie maa teistes piirkondades. Suhteliselt palju on kuivendatud soode kunstliku metsastamise probleemiga tegeldud Soomes (Lukkala, 1931, 1948, 1948a; Multamäki, 1940), kus põhiküsimuseks on olnud metsakultuuride rajamine värskelt kuivendatud soodele. Nende tööde resultaadid ei ole aga otseselt rakendatavad meie varem kuivendatud siirdesoometsade lageraiete tingimustes.

Ebarahuldavat olukorda kuivendatud soode kunstliku metsauuendamise probleemide uurimise alal konstateerisid mitmed ettekandjad ka Moskvas 5.—7. aprillini 1954. a. toimunud NSVL Teaduste Akadeemia Metsainstituudi poolt metsandusliku sooteaduse ja soostunud metsaalade kasutamise küsimustes kokkukutsutud nõupidamisel (Елпатьевский, 1955; Зайцев, 1955) ja see kajastus nõupidamise resolutsioonis. Selles loetakse metsandusliku sooteaduse üheks esmajärguliseks ülesandeks eksperimentaalsete tööde korraldamist puude kunstliku uuendamise agrotehnika alal soostuvatel raielankidel ja melioreeritud turvasmuldadel, kus ei ole kindlustatud metsa looduslik uuenemine[1].

Eelnimetatud asjaolusid silmas pidades alustati käesoleva töö raames 1953. aastal Eesti NSV kuivendatud siirdesoometsade lageraiete kunstliku uuendamise võtete väljatöötamise eesmärgil nende ökoloogiliste faktorite (mullastikulised tingimused, taimkate, mikrokliima) uurimist. Kuni viimase ajani oli raskendatud turvasmulla niiskusesisalduse ja seda mõjustavate maapinna ettevalmistamise viiside hindamine, sest puudusid andmed puutaimede kasvuks vajaliku minimaalse, optimaalse ja maksimaalse turvasmulla niiskusesisalduse kohta. Selle lünga täitmiseks tehti käesoleva töö raames mainitud küsimuse selgitamiseks vegetatsioonikatseid. Ökoloogiliste tingimuste uurimise ja vegetatsioonikatsete põhjal tehtud järelduste praktiliseks kontrollimiseks ja metsakultiveerimise aluste väljatöötamiseks kasutati männi ja kuuse katsekultuure. Välitööd viidi põhiliselt läbi Jõhvi metsamajandi Oru metskonna, Kurista metsamajandi Vaimastvere metskonna ja Võru metsamajandi Sõmerpalu metskonna pikemaaegselt kuivendatud siirdesoometsade lageraietel.

---

[1] Резолюция совещания по научным вопросам лесного болотоведения и освоения заболоченных лесных площадей, созванного Институтом леса Академии наук СССР 5—7 апреля 1954 г. «Труды Института леса», 1955, том XXXI. Москва.

# *Mullastikutingimused*

Turvasmuldade potentsiaalset viljakust, mis sõltub eeskätt soode arenguastmest, iseloomustatakse tavaliselt botaanilise koosseisu ja lagunemisastme kaudu. Mineraalsete toiteelementide üldsisalduse iseloomustamiseks kasutatakse veel tuhasuse ja happelisuse näitajaid, detailsema käsitluse puhul määratakse aga tähtsamate taime-toiteelementide sisaldus. Kuid üksnes toitainete hulgast ei piisa veel mullaviljakuse, eriti aga turvasmuldade viljakuse iseloomustamiseks. Mullaviljakus on paljude üksteisest sõltuvate tegurite (füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste) kogumõju tulemuseks, millede hulgas väga oluline koht on õhu- ja veerežiimil. Viimane on hea potentsiaalse viljakusega turvasmuldades koguni juhtivaks faktoriks, mille reguleerimisega kuivendamise kaudu on võimalik kasvutingimusi tunduvalt parandada.

Käsitledes kuivendatud siirdesoometsade turvasmuldi käesoleva teema seisukohast, tuleb pöörata erilist tähelepanu turbalasundi pealmiste, juurtest läbitud kihtide omadustele, sest need kihid mõjustavad vahetult kultuuride kordaminekut ja arengut. Juurte leviku piirkonnast allpool asetsevate turbakihtide omadused huvitavad meid vaid niivõrd, kuivõrd nendega saab seostada pealmiste kihtide omadusi ja nendes kuivendamise tagajärjel toimunud muutusi. Turvasmuldi iseloomustavaid näitajaid püütakse hinnata vastavas kirjanduses toodud andmete põhjal.

Eesti NSV kuivendatud siirdesoometsade turvasmuldade iseloomustamiseks kasutatakse töös eeskätt andmeid, mis leiduvad teistes vastavatel aladel teostatud uurimistööde kokkuvõtetes (peamiselt V. Hainla ja P. Kollisti töödes). Käesolevas töös konkreetselt käsitletavates uurimiskohtades määrati turbalasundi sügavus, turba botaaniline koosseis (okulaarselt), lagunemisaste (okulaarselt Varlõgini järgi), tuhasus ja happelisus (elektromeetriliselt KCl leotises). Perioodiliselt määrati mulla niiskust ja mõõdeti põhjavee sügavust. Esitatavad keemilised analüüsid on tehtud ENSV TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi metsakasvatuse laboratooriumis. Mikrobioloogilised analüüsid teostati ENSV TA endise Taimekasvatuse Instituudi töötajate poolt.

*Turba sügavus, botaaniline koosseis ja lagunemisaste*

Meie põhilised uurimisobjektid paiknevad sügavaturbalistel siirdesoodel (turbalasundi sügavus Vaimastvere metskonnas keskmiselt 3 m ja Oru metskonnas 3,6 m), välja arvatud Sõmerpalu metskonna kv. 137 asetsev katsekultuuride ala, kus turba keskmine sügavus oli 0,5 m. Kuid siinjuures tuleb märkida, et juhul, kui puude juured ei ulatu mineraalmulda, turba sügavus metsauuendamisele oluliselt ei mõju.

Botaanilise kooseisu järgi kuuluvad meie siirdesoometsade turbalasundid peamiselt eutroofsesse tüüpi, koosnedes tavaliselt puu-tarna, tarna-puu ja puu-pilliroo-tarna turbast. Seejuures väheneb puujäänuste osatähtsus sügavuse suunas. Kohati leidub lasundi sügavamates osades hüpnumturvast. Kõige pealmises kihis valitseb tavaliselt puuturvas, millele nõrgemini kuivendatud aladel lisandub ka sfagnumi- ja villpeaturvast.

Lagunemisaste kõigub siirdesoometsade turbalasundites tavaliselt 30—45% vahel. Kuid pikemat aega intensiivselt kuivendatud aladel on lasundi kõige pealmine kiht väga hästi lagunenud (lagunemisaste 60—70%) ning eraldub tumeda värvuse ja sõmera struktuuri poolest all asuvast heledamavärvuselisest plinkjast vähemlagunenud (30—45%) turbast. Pealmise hästilagunenud ja struktuurse turbakihi sügavus oleneb kuivenduse intensiivsusest (põhjavee sügavusest) ja kestusest. Tugevasti kuivendatud aladel võib selle kihi tüsedus ulatuda 30 cm-ni. Nõrgalt kuivendatud (maapinnalähedase põhjaveega) kohtades on teda aga raske eraldada.

Peale eespool mainitu väärib märkimist, et pikemat aega kuivendatud siirdesoometsades on samblakihi alla tekkinud mineraalsetele metsamuldadele omane mõne sentimeetri tüsedune toorhuumuse kiht.

Turba pealmiste kihtide lagunemisastme ja samuti toorhuumuse kihi mõju metsakultuuride kordaminekule ja esialgsele arengule käsitletakse käesoleva töö viimases peatükis (seoses külmakohrutuse kahjustustega).

*Turba tuhasus, keemiline koosseis ja happelisus*

Tabelis 1 esitame mitme autori poolt antud siirdesootüübi turvaste keemilise iseloomustuse.

*6. Turba tuhasus (%) Vaimastvere (V) ja Oru (O) metskonna kuivendatud siirdesoometsades turbalasundi erinevates sügavustes (graafik paremal).*

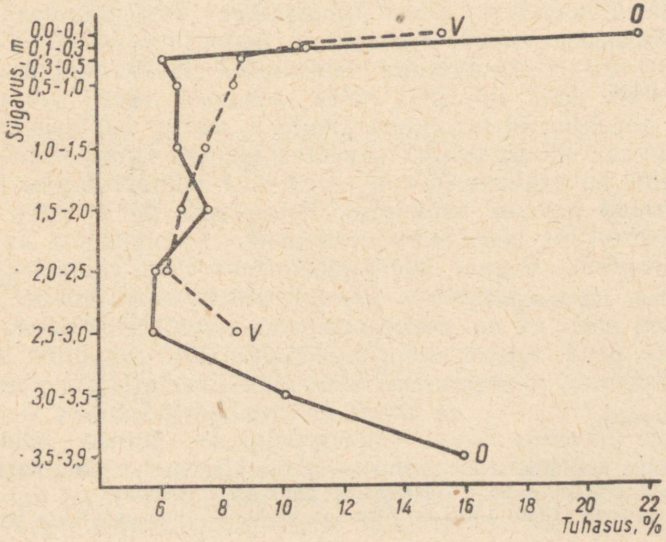
*Tabel 1*

**Siirdesootüübi turvaste keemiline iseloomustus (toitainete üldsisaldus %-des)**

| Autor | Tuhasus, % | N | CaO | $P_2O_5$ | $K_2O$ | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dokturovski (Доктуровский, 1932) | 5—10 | 2 | 1 | 0,20 | 0,10 | — |
| Bahhulin (Бахулин, 1949) | 5—10 | 1,0—2,5 | 0,5—2,5 | 0,1—0,2 | 0,1 | 3,5—4,7 |
| Kostjakov (Костяков, 1951) | 5—10 | 1,2—2,5 | 0,5—2,5 | 0,10—0,20 | 0,06—0,08 | 3,5—4,5 |
| Pjavtšenko (Пьявченко, 1954) | 5—10 | 1,7—4,0 | 0,6—2,3 | 0,15—0,35 | 0,05—0,2 | 3,5—5,8 |
| Ziza ja Nikonov (Зиза и Никонов, 1955) | 6—10 | 1,0—2,6 | 0,5—1,7 | 0,05—0,3 | 0,03—0,12 | — |
| Peregulov (Перегулов, 1955*) | 5—15 | 1,5—2,5 | 0,24—0,9 | 0,15—0,25 | 0,1—0,2 | 4,5—5,5 |
| Truu (Труу, 1955**) | 5,8—7,7 | 1,9—2,4 | 2,7—4,6 | 0,13—0,15 | — | 4,5—5,3 |

* Mesotroofsed ja eutroofsed turbad.

** ENSV ordoviitsiumi ala soodes.



Hainla poolt uuritud Eesti NSV kuivendatud siirdesoometsades (1957) oli turba tuhasus keskmiselt 5—10% piires. Umbes samad andmed sai P. Kollist (1957) Sõmerpalu metskonnas. Mõlemad autorid konstateerisid turba tuhasuse suurenemist kuivendamise mõjul. Seetõttu oli turba tuhasus pikemat aega kuivendatud lasundis pindmistel kihtidel suurem kui alumistel ja kraavi lähedal suurem kui kraavist kaugemal. Ka meie uurimisaladel ilmnesid turba tuhasuses samad seaduspärasused ja veelgi kontrastsemal kujul (joonis 6 ja tabel 2). Turba tuhasuse suurenemist lasundi pealmises kihis tuleb seletada kuivendamise tagajärjel toimuva orgaanilise aine intensiivse lagunemisega. Näiteks Ziza ja Nikonov (Зиза, Никонов, 1955) märgivad, et turvasmuldade kasutamise protsessis toimuva orgaanilise aine lagunemise tagajärjel suureneb pidevalt turba tuhasus (keskmiselt 0,2—0,3% aastas).

Võrreldes Eesti NSV siirdesoometsade turvaste tuhasust eespool esitatud andmetega, näeme, et need on üldjoontes kokkulangevad. Muidugi kehtib see peamiselt meie siirdesoometsade nende

*Tabel 2*

**Pealmiste turbakihtide tuhasus kuivendatud siirdesoometsades (1954. a.)**

| Asukoht | Turba tüsedus, m | Põhjavee sügavus, cm | Proovi võtmise sügavus, cm | Tuhasus, % |
|---|---|---|---|---|
| Vaimastvere mk. | 2,8 | 41 | 0—15* | 15,15 |
| kv. 98 | | | 15—25 | 10,63 |
| 1953. a. raiestik | | 11 | 0—10* | 12,43 |
| | | | 10—25 | 11,63 |
| Raieküps mets | | 41 | 0—15* | 15,10 |
| | | | 15—25 | 10,30 |
| Oru mk.** | 3,7 | 30 | 0—10* | 21,86 |
| kv. 109 | | | 10—25 | 10,85 |
| 1953. a. raiestik | | | 25—40 | 6.10 |
| | | 10 | 0—6* | 17,21 |
| | | | 6—20 | 11,97 |
| | | | 20—40 | 7.78 |
| Männikultuur (25-aastane) | | 22 | 0—10* | 15,64 |
| | | | 10—20 | 8,39 |
| Sõmerpalu mk. | 0,6 | 30 | 0—15* | 12,05 |
| kv. 137 | | | 15—40 | 9.65 |
| 1945. a. raiestik | | 10 | 0—10* | 11,13 |
| | | | 15—40 | 8,30 |

* Kõige pealmine sõmera struktuuriga hästilagunenud (60—70%) turvas, mis teravalt eraldub selle all asetsevast plinkjast turbakihist.

** Raudsepa (1946) järgi on Oru soo keskmine tuhasus 5% ja lagunemisaste 45%.

turbakihtide kohta,. kus pole kuivendamise tagajärjel toimunud tuhasuse suurenemist.

Keemiliste analüüside andmed on esitatud tabelis 3.

*Tabel 3*

**Andmeid siirdesoometsade pealmiste turbakihtide keemilise koostise kohta (%-des absoluutkuivast kaalust)**

| Asukoht | Proovi võtmise sügavus, cm | Tuhasus, % | N | CaO | $P_2O_5$ | $K_2O$ | $Fe_2O_3$ | $SiO_2$ | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vaimastvere mk. kv. 98 | | | | | | | | | |
| Raiestik kraavi ääres | 5—20 | 15,15 | 2,43 | 5,26 | 0,22 | 0,08 | 5,91 | 2,85 | 5,44 |
| | 20—40 | 10,75 | 2,86 | 5,87 | 0,18 | 0,06 | 2,43 | 1,77 | 5,96 |
| Raiestik kraavist eemal | 5—20 | 12,27 | 2,36 | 4,66 | 0,23 | 0,09 | 2,47 | 2,70 | 5,10 |
| | 20—40 | 11,62 | 2,41 | 4,95 | 0,21 | 0,06 | 1,89 | 2,11 | 5,36 |
| Mets kraavi ääres | 5—20 | 15,12 | 2,08 | 4,87 | 0,23 | 0,08 | 3,45 | 3,41 | 5,95 |
| | 20—40 | 10,30 | 2,94 | 5,78 | 0,14 | 0,04 | 1,33 | 1,21 | 5,82 |
| Oru mk. kv. 109 | | | | | | | | | |
| Raiestik kraavi ääres | 0—15 | 21,20 | 2,69 | 2,52 | 0,14 | 0,11 | 13,60 | 2,51 | 4,84 |
| | 15—25 | 7,43 | 2,49 | 2,46 | 0,09 | 0,06 | 2,81 | 0,48 | 5,15 |

Tabelis esitatud andmetest ilmneb, et pikemaaegse kuivenduse mõjul toimunud tuhasuse suurenemine ei tähenda taime-toitainete sisalduse tõusu. Mineraalainete sisaldus tõuseb peamiselt taimedele vähekasulike rauа- ja räniühendite kontsentreerumise tagajärjel. Seejuures võib rauaühendite kontsentratsioon ulatuda taimedele kahjulike suurusteni. Peregulovi (Перегулов, 1955) järgi on põllumajanduslikele kultuuridele kahjulik üle 5—6% ning Ziza ja Nikonovi (Зиза, Никонов, 1955) järgi üle 10% ulatuv rauaühendite sisaldus turbas. Kahjuks puuduvad kirjanduses andmed rauaühendite kõrge kontsentratsiooni mõjust puude kasvule.

Veel selgub tabelist 3, et $P_2O_5$- ja $K_2O$-sisaldus on kõige pealmises, väga hästi lagunenud turbakihis suurem kui selle all asetsevas, kuivendusest vähem mõjustatud kihis. Nii fosfori- kui ka kaaliumisisaldus meie uurimisobjektidel langeb põhiliselt kokku eelpool toodud kirjanduses esinevate andmetega.

Iseloomulikult kõigile turvasmuldadele on ka meie poolt analüüsitud muldades üldlämmastikusisaldus kõrge. Kuid taimedele kättesaadavate lämmastikuühendite (nitraatide ja ammooniumsoolade) hulk sõltub kuivendamisest (tabel 4).

Tabelist nähtub, et kuivendamise mõjul suureneb nitraatide kontsentratsioon turbalasundi pealmistes kihtides tunduvalt. $NO_3$ hulga järgi otsustades suurendab ka metsaraiumine kergesti omastatavate lämmastikuühendite hulka turbas. Meie poolt esitatud

*Tabel 4*

**Taimedele kättesaadavate lämmastikuühendite sisaldus turbalasundi pealmistes kihtides (mg-des 100 g absoluutkuiva turba kohta; 4. juuni 1954. a., Vaimastvere mk., kv. 98)**

| Asukoht | Proovi võtmise sügavus, cm | Tugev kuivendus | | Nõrk kuivendus | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $NH_4$ | $NO_3$ | $NH_4$ | $NO_3$ |
| Mets | 5—20 | 6,5 | 22,3 | | |
| | 20—40 | 12,7 | 11,3 | | |
| Raiestik | 5—20 | 5,8 | 38,9 | 21,1 | 14,8 |
| | 20—40 | 8,1 | 16,7 | 14,0 | 10,4 |

andmed räägivad vastu Ziza ja Nikonovi (Зиза, Никонов, 1955) väitele, mille järgi kuivendatud, kuid harimata turbasoodes puuduvad lämmastiku nitraatvormid. Huvitava võrdlusena tabelis 4 toodud nitraatide sisaldusele olgu esitatud samade autorite andmed, millede järgi kuivendamise ja harimise toimel tõuseb madalsooturvastes nitraatlämmastiku hulk 50—60 mg-ni 100 g kuivaines.

Ammooniumsoolade sisalduse andmetest tabelis 4 nähtub, et kuivendamine nende sisaldust ei ole suurendanud.

Meie poolt uuritud turvasmuldade kaltsiumisisaldus on kõrge ja ületab tunduvalt (eriti Vaimastvere metskonnas) enamiku tabelis 1 esitatud andmetest mesotroofsete turvaste kaltsiumisisalduse kohta. Et kõrge kaltsiumisisaldus on tingitud aluspõhja iseloomust, seda näitavad Truu (Труу, 1955) andmed Eesti NSV ordoviitsiumi ala mesotroofsete turvaste kohta (kaltsiumisisaldus 2,7—4,6%). Suurt kaltsiumiprotsenti tuleb vaadelda positiivse faktorina, kuna kaltsium vähendab mulla happelisust.

Hainla (1957) järgi kõigub turvasmuldade happelisus (pH) Eesti NSV siirdesoometsades 4—5 vahel, kuid meie andmed näitavad, et võivad esineda ka kõrgemad pH näitajad. Sellist mulla reaktsiooni tuleb pidada okaspuudele soodsaks: S. A. Wilde (Aaltonen, 1948) järgi on parim mulla reaktsioon okaspuude jaoks pH 4,5—7,0; Kelley (Келли, 1952) märgib, et optimaalne pH tsoon männi mükoriisa arenguks on 4,0—5,0; H. Süchting, W. Jessen ja G. Maurmann (Aaltonen, 1948) leidsid eksperimentaalsel teel, et lehise, männi ja kuuse kasvuks optimaalne mulla pH on umbes 5,5.

*Tabel 5*

**Mikroorganismide sisaldus turbalasundi pealmistes kihtides raiestikul ja metsas (Vaimastvere metskond) ***

| Bakterid | Mets (tugev kuivendus) | | Raiestik (tugev kuivendus) | | Raiestik (nõrk kuivendus) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5—20 cm | 20—40 cm | 5—20 cm | 20—40 cm | 5—20 cm | 20—40 cm |
| | | | 4. juunil 1954. a. | | | |
| *Clostridium Pasteurianum* | 800 | 800 | 4 000 | 8 000 | 6 000 | 8 000 |
| Tselluloosi lagundajad | 480 | — | 1 690 | 30 | 1 310 | — |
| Roiskumisbakterid, | 106 000 | 187 700 | 600 000 | 98 700 | 146 000 | 75 150 |
| nendest *Bac. mycoides* | 2 500 | 700 | 3 000 | 300 | 1 250 | 500 |
| Aktinomütseedid | 216 000 | — | 224 000 | 54 000 | 51 000 | — |
| Nitrifitseerijad | 80 | — | 80 | 10 | 60 | — |
| Denitrifitseerijad | 60 000 | 1 000 000 | 60 000 | — | 100 000 | 60 000 |
| Võihappebakterid | 60 000 | 60 000 | 60 000 | 110 000 | 100 000 | 30 000 |
| | | | 28. juunil 1954. a. | | | |
| *Clostridium Pasteurianum* | 1 500 | 3 000 | 6 000 | 700 | 30 000 | 20 000 |
| Tselluloosi lagundajad | 100 | — | 430 | 940 | 2 960 | 160 |
| Roiskumisbakterid, | 48 500 | — | 81 500 | 60 500 | 207 500 | 47 000 |
| nendest *Bac. mycoides* | — | — | — | — | — | 1 500 |
| Aktinomütseedid | — | — | — | — | — | — |
| Denitrifitseerijad | — | 100 000 | 200 000 | 600 000 | 100 000 | 60 000 |
| Nitrifitseerijad | — | — | 1 000 | 600 | 6 000 | 60 |
| Võihappebakterid | 10 000 | 100 000 | 60 000 | 10 000 | 100 000 | 100 000 |
| | | | 25. juulil 1954. a. | | | |
| *Clostridium Pasteurianum* | | | | | | |
| Tselluloosi lagundajad | 250 | 870 | 2 600 | 180 | 300 | 180 |
| Roiskumisbakterid, | 164 000 | 1 226 000 | 709 000 | 338 000 | 131 000 | 245 000 |
| nendest *Bac. mycoides* | — | — | 10 500 | 1 000 | 5 000 | 4 500 |
| Aktinomütseedid | — | — | — | — | — | — |
| Denitrifitseerijad | 100 000 | 100 000 | — | 10 000 | 1 000 | 6 000 |
| Nitrifitseerijad | — | — | — | — | — | — |
| Võihappebakterid | — | — | — | — | — | — |

* Mikroorganismide hulk on toodud 1 g loodusliku niiskusega turba kohta.

*Turba mikrobioloogiline iseloomustus*

Tabelis 5 esitatavad mikrobioloogilised analüüsid on teostatud Vaimastvere metskonnas kvartalil 98 asuvalt raiestikult (teisel raiumisjärgsel aastal) ja kõrvalasuvast metsast võetud turbaproovidest.

Analüüside tulemused näitavad, et ammu (möödunud sajandi lõpus) kuivendatud siirdesoometsade pealmistes turbakihtides leidub nii ammonifitseerijaid kui ka nitrifitseerijaid mikroobe. Nitrifitseerijaid baktereid leidus kõige rohkem pealmises, hästi õhustatud kihis, kuna allpool nad praktiliselt puudusid. Nitrifitseerijate bakterite rohkusega võib seletada ka suuremat nitraatide sisaldust pealmises turbakihis (tabelis 4 antud nitraatide sisaldus ja tabelis 5 antud mikroorganismide sisaldus on määratud mõlemad 4. juunil 1954. a. võetud ühtedest ja samadest turbaproovidest). Teiste mikroorganismide levikus ja hulgas meie käsutuses olevad andmed erilisi seaduspärasusi ei näita. Võib vaid konstateerida rea mikroobide küllalt arvukat esinemist. Azotobakterit ei õnnestunud avastada.

*Niiskustingimused*

Eespool esitatust selgub, et siirdesoometsade turvasmuldades on puude kasvuks vajalike ühendite hulk küllaldane, kuid nende omastamine taimede poolt on oluliselt sõltuv niiskusrežiimist. Viimane on seetõttu käsitletavatel turvasmuldadel juhtivaks faktoriks, mille reguleerimisega kuivendamise kaudu on võimalik mullaviljakust tunduvalt tõsta. Niiskusrežiimi iseloomustatakse tavaliselt põhjaveeseisu kaudu, kuna sellest oleneb puude kasv (Hainla ja teise autorite tööd, pühendatud tootlikkuse uurimisele), puude ja teiste taimede juurekava areng (Hainla, 1957; Kivenheimo, 1947), biokeemiline koostis (Eden, Alderman jt., 1951) ja teised näitajad. Hainla (1957) järgi piisab siirdesoometsade kasvutingimuste tunduvaks parandamiseks põhjaveeseisu alandamisest 40 cm-ni. Kuid nii sügav põhjaveeseis esineb tavaliselt vaid kraavilähedastel aladel. Suuremalt osalt on meil tegemist tunduvalt nõrgemini kuivendatud siirdesoometsadega. Spetsiaalsete uurimuste (Thurmann-Moe, 1935, jt.) ja ka autori oma tähelepanekute alusel võib öelda, et pärast metsa raiumist tõuseb põhjaveeseis tunduvalt. Selle põhjuseks on transpireeriva puurinde kõrvaldamine. Seetõttu võib esineda liigniiskus ka neil raiealadel, milledel mets enne raiumist oli heakasvuline. Loomulikult tuleb muutunud niiskustingimusi metsauuendamisel arvestada.

Et mulla niiskustingimustel on kuivendatud siirdesoometsade

raiestikel juhtiv koht, siis pühendatakse neile käesolevas töös spetsiaalne peatükk, milles eksperimentaalsel teel selgitatakse puutaimede ja turvasmuldade niiskustingimuste suhteid ja hinnatakse katsete tulemuste põhjal raiestike niiskustingimusi.

Eespool toodud andmeid summeerides ja kunstliku metsauuendamise seisukohast hinnates võib järeldada, et kuivendatud siirdesoometsade lageraiete turvasmuldades on põhiliste taimetoitainete sisaldus ja mulla reaktsioon puude kasvuks soodne. Seetõttu jäävad kunstliku uuendamise viiside valikul peamisteks arvestamist vajavateks teguriteks turvasmuldade pealmiste kihtide niiskusrežiim ja füüsikalised omadused, millede järgnev spetsiaalne käsitlemine on vajalik.

# *Taimkate ja looduslik uuendus ning nende tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast*

## 1. Kirjanduse ülevaade

Üheks olulisemaks looduslikuks teguriks, mida tuleb arvestada kunstliku metsauuendamise juures, on taimkate. Olenevalt liigilisest koosseisust ja katteväärtusest võib taimkate kunstlikule metsauuendamisele mõjuda kas negatiivselt või positiivselt. Pärast metsaraiumist toimuvad taimkattes enamikul juhtudel metsauuendamise seisukohast ebasoodsad liigilise koosseisu muutused. Terve rida uurimusi (Петров, 1905; Тольский, 1922; Vilberg, 1930; Rühl, 1936a; Березенко, 1949, jt.) näitab, et lageraie tagajärjel toimuv valguse intensiivsuse järsk suurenemine kutsub tavaliselt esile metsasammalde ja varjulembeste rohttaimede suremise ja nende asendumise valguslembeste rohttaimedega (peamiselt kõrrelistega). On konstateeritud nende muutuste iseloomu ja intensiivsuse olenevust tervest reast teguritest — mulla viljakusest, raiumiseelsest taimkattest, surnud kattest, raiete iseloomust jne. Metsakultuuride kordamineku ja seda kindlustavate abinõude valiku seisukohast on väga oluline teada pärast lageraiet taimkattes toimuvate muutuste kiirust ja iseloomu (liigilist koosseisu ning olulisemate liikide kasvu ja katteväärtust) metsatüüpide järgi. See võimaldab õigesti määrata kultuuride rajamise aega ja valida agrotehnilisi võtteid.

Eesti NSV siirdesoometsade taimkatte muutumist kuivendamise mõjul on seoses tootlikkuse küsimustega uurinud Hainla (1957), kelle töös leidub rohkesti andmeid raieküpsete kuivendatud siirdesoometsade taimkatte kohta. Kuid erilist huvi pakuvad käesoleva teema aspektist Kollisti (1957) uurimused taimkatte muutumisest pärast kuivendatud siirdesoometsade lageraiet. Nendest nähtub, et puurinde kõrvaldamise tagajärjel metsasamblad ja varjulembesed rohttaimed surevad ning asemele ilmub kõrrelistest, põdrakanepist, vaarikast jt. koosnev tihe ning kõrge rohurinne. Nõrgemalt kuivendatud kohtades olid raiumisjärgsed taimkatte

muutused mõningal määral väiksemad. Kuna Kollisti andmed pärinesid täiesti kamardunud, viie aasta vanustelt raiestikelt ja ühest soomassiivist, ei andnud nad vastust mitmele käesoleva teema seisukohast olulisele küsimusele. Oli vaja selgitada vahetult pärast lageraiet taimkattes toimuvate muutuste ajalist kulgu ja koguda täiendavaid andmeid mõnevõrra erinevate kuivendatud siirdesoometsade kohta. Selleks analüüsiti käesoleva töö raames taimkatet Vaimastvere, Oru ja Sõmerpalu metskonna kuivendatud siirdesoometsade mitmesuguse vanusega raielankidel.

Raiestikele tekkivat looduslikku uuendust võib hinnata kahest seisukohast: 1) kuidas ta vastab oma liigiliselt koosseisult ja arvukuselt metsataastamise eesmärgile ja 2) millist mõju ta avaldab raielankidel rajatavatele kultuuridele.

Esimese küsimuse kohta peab märkima, et NSV Liidu Euroopa-osa mittemustmullavööndis on sagedaseks nähtuseks raielankidele tekkiva loodusliku uuenduse liigilise koosseisu mittevastavus metsamajanduse nõuetele: männi ja kuuse vaheldumine kase, haava, valge lepa jt. vähemväärtuslike puuliikidega (Об улучшении сельскохозяйственного использования земель . . . , 1952). Eriti iseloomulik on see nähtus viljakatele muldadele. Eesti NSV kuivendatud siirdesoometsade osas juhtis sellele ebasoovitavale vaheldusele (okaspuude vaheldumine sookasega) esimesena tähelepanu Kosenkranius (1943). Põhjalikult aga uuris kuivendatud siirdesoometsade raielankide loodusliku uuenemise küsimusi ja ebasoovitava puuliikide vaheldumise tekkimise põhjusi Kollist (1957). Ta näitas, et tekkiv sookase looduslik uuendus ei vasta kuivendatud siirdesoometsade majandamise eesmärgile ja püstitas nõude nende raielankide kunstlikuks metsastamiseks männi ja kuusega.

Kuivendatud siirdesoometsade raielankide kunstliku metsastamise nõue püstitabki küsimuse tekkiva loodusliku uuenduse mõjust kunstlikule uuendusele.

Meie poolt Vaimastvere ja Oru metskonnas mitmesuguse vanusega raielankidel läbiviidud loodusliku uuenduse analüüside eesmärgiks oli täiendavalt selgitada loodusliku uuenduse ilmumise dünaamikat ja kõrguskasvu ning arvukust raiumisjärgsetel aastatel, et teha järeldusi kultuuride rajamise aja ja meetodite suhtes.

## 2. Katsete metoodika

Detailsemate taimkatte analüüside puhul (eriti võrdlemise huvides) kasutati mittevalikulist prooviruutude võtmise viisi (Masing, 1953; Masing ja Trass, 1955). Selleks võeti soovitava ala iseloomustamiseks kindla vahemaa tagant 25 prooviruutu à 2×2 m.

Igas üksikus analüüsis märgiti üles kõik taimeliigid ja hinnati nende katteväärtused. Vajaduse korral kirjeldati ka taimeliikide vitaalsust. Selle materjali põhjal oli läbitöötamisel võimalik peale keskmise katteväärtuse leida ka iga liigi esinemissagedus*. Näiteks meie analüüside puhul liigil, mis esineb 10 ruudul (25-st analüüsist), on sagedus 40%. Liikide katteväärtuse iseloomustamiseks näidatakse koondtabelis iga liigi juures katteväärtuse muutumise piirid ja sulgudes kõige sagedamini esinenud katteväärtus.

Peale mittevalikuliste analüüside rakendati ka valikulist prooviruutude võtmise viisi. Selleks võeti uuritaval alal prooviruuduks see osa, mis näis kõige iseloomulikumana. Meie võtsime prooviruudu suuruseks 100 m². Sellel analüüsiti 3 ruutu à 10 m². Toodud katteväärtused on kolme analüüsi keskmised.

Katteväärtuse hindamisel kasutati Hult-Sernanderi laiendatud skaalat (Masing, 1953):

| Tähis | Kaetud pinna suurus üldjuhul | 4-ruutmeetrise ruudu puhul |
|---|---|---|
| + | alla $^1/_{100}$ pinnast | alla $^1/_{25}$ m² |
| 1 | $^1/_{100}$—$^1/_{16}$ „ | $^1/_{25}$—$^1/_4$ m² |
| 2 | $^1/_{16}$ —$^1/_8$ „ | $^1/_4$ —$^1/_2$ m² |
| 3 | $^1/_8$ —$^1/_4$ „ | $^1/_2$ — 1 m² |
| 4 | $^1/_4$ —$^1/_2$ „ | 1 — 2 m² |
| 5 | $^1/_2$ —$^3/_4$ „ | 2 — 3 m² |
| 5+ | $^3/_4$ —$^4/_4$ „ | 3 — 4 m² |

Loodusliku uuenduse analüüsimisel kasutati lintproovide meetodit. Lintproovid võeti kindla vahemaa tagant 2 m laiuste katkestamatute lintidena perpendikulaarselt raielangi suunale kogu raielangi laiuses. Lintidel loeti liikide järgi kõik puukesed ja mõõdeti nende kõrgused 10 cm täpsusega.

### 3. Taimkatte muutumine pärast lageraiet ja selle tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast

Ka meie poolt teostatud taimkatte analüüsid näitavad (tabelid 6 ja 7), et raieküpsetes siirdesoometsades moodustavad alustaimestiku peamiselt tavalised metsasamblad (*Hylocomium proliferum***, *Pleurozium Schreberi, Dicranum undulatum, Rhytidiadelp-*

* Sagedus näitab protsentides, kui suurel osal proovialalt võetud analüüsidest mingi liik esineb.

** Taimede ladinakeelsete nimede autorid on toodud tabelites.

*Tabel 6*

**Taimkate raieküpses metsas ja raiestikul (kraavi ääres) Vaimastvere metskonnas kvartalil 98 esimesel raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil**

| Taimede nimetused | Metsas | 1- aastasel raielangil | |
|---|---|---|---|
| | katteväärtus | katteväärtus | vitaalsus |
| Põõsarinne | | | |
| *Juniperus communis* L. | + | | |
| *Picea excelsa* (Lam.) Link. | + | + | |
| *Rhamnus frangula* L. | + | + | |
| *Sorbus aucuparia* L. | + | + | |
| Rohurinne | | | |
| *Agrostis canina* L. | | + | |
| *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth | + | + | |
| *Deschampsia caespitosa* (L.) PB | | + | |
| *Poa palustris* L. | | + | |
| *Carex digitata* L. | + | | |
| *Achillea millefolium* L. | | + | |
| *Athyrium filix-femina* (L.) Roth | | 2 | |
| *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. | | 1 | |
| *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill | + | | |
| *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. | | + | |
| *Convallaria majalis* L. | + | | |
| *Epilobium roseum* Schreb. | | 2 | |
| *Fragaria vesca* L. | + | + | |
| *Galium boreale* L. | + | | |
| *Geum rivale* L. | + | + | |
| *Goodyera repens* (L.) R. Br. | + | | |
| *Luzula pilosa* (L.) Willd. | + | | |
| *Majanthemum bifolium* (L.) F. W. Schm. | 1 | | |
| *Melampyrum silvaticum* L. | + | | |
| *Oxalis acetosella* L. | + | | |
| *Paris quadrifolia* L. | 1 | | |
| *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. | + | + | |
| *Pyrola chlorantha* Sw. | + | | |
| *Pyrola rotundifolia* L. | + | + | 1* |
| *Rubus idaeus* L. | | + | |
| *Rubus saxatilis* L. | 1 | 1 | |
| *Senecio paludosus* L. | | + | |
| *Trientalis europaea* L. | + | + | 1 |
| *Veronica chamaedrys* L. | + | + | |
| *Vaccinium myrtillus* L. | 1 | + | 1 |

* 1 — surevad või kidurad (allasurutud vitaalsusega).

| Taimede nimetused | Metsas | 1-aastasel raielangil | |
|---|---|---|---|
| | katteväärtus | katteväärtus | vitaalsus |
| *Vaccinium vitis-idaea* L. | 2 | 2 | |
| S a m b l a r i n n e | | | |
| *Dicranum scoparium* (L.) Hedw. | 1 | 1 | 1 |
| *Hylocomium proliferum* (L.) Lindb. | 4 | 3 | 1 |
| *Pleurozium Schreberi* (Willd.) Mitt. | 3 | 4 | 1 |
| *Rhytidiadelphus triquetrus* (L.) Warnst. | 2 | 1 | 1 |

*hus triquetrus* jt), varjulembelised rohttaimed — leseleht (*Majanthemum bifolium*), uibulehed (*Pyrola rotundifolia* ja *P. chlorantha*), laanelill (*Trientalis europaea*), jänesekapsas (*Oxalis acestosella*), ohtene sõnajalg (*Dryopteris spinulosa*) ja naistesõnajalg (*Athyrium filix-femina*) jt. parematele kasvukohtadele iseloomulikud taimed. Lisaks mainitud liikidele leidub veel rohkesti pohla (*Vaccinium vitis-idaea*) ja vähem mustikat (*Vaccinium myrtillus*). Mõnedel juhtudel esineb kraavilähedastes kohtades tiheda vaibana kattekolda (*Lycopodium annotiunum*). Alusmetsas domineerib paakspuu (*Rhamnus frangula*), millele lisandub tavaliselt pihlakas (*Sorbus aucuparia*) ja kadakas (*Juniperus communis*). Öeldu iseloomustamiseks esitame järgnevalt Oru metskonnas kvartalil 110 asuva raieküpse metsa (koosseis: 8 Mä, 2 Ku) alustaimestiku kirjelduse ja fotod (joon. 7 ja 8).

| | Katteväärtus |
|---|---|
| *Picea excelsa* (Lam.) Link. | 2 |
| *Rhamnus frangula* L. | 2 |
| *Sorbus aucuparia* L. | + |
| *Deschampsia caespitosa* (L.) PB. | + |
| *Eriophorum vaginatum* L. | 1 |
| *Dryopteris spinulosa* (Müll.) O. Ktze. | 1 |
| *Goodyera repens* (L.) R. Br. | 1 |
| *Lycopodium annotinum* L. | 4 |
| *Oxalis acetosella* L. | 1 |
| *Pyrola chlorantha* Sw. | + |
| *Pyrola rotundifolia* L. | 1 |
| *Vaccinium vitis-idaea* L. | 3 |
| *Hylocomium proliferum* L. Lindb. | 2 |
| *Polytrichum strictum* Brid. | + |
| *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) de Not. | 1 |
| *Rhytidiadelphus triquetrus* (L.) Warnst. | 3 |

*Tabel 7*

**Metsa ja mitmesuguse vanusega nõrga kuivendusega raiestike taimkate Oru metskonnas**

| Taimede nimetused | Mets | | 2-aastane raielank | | 4-aastane raielank | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | sagedus, % | katteväärtus | sagedus, % | katteväärtus | sagedus, % | katteväärtus |
| Põõsarinne | | | | | | |
| *Betula humilis* Schrank | | | | | 28 | +−3(1) |
| *Betula pubescens* Ehrh. em. Gunnarss. | | | 92 | 1−2(1) | 100 | +−2(1) |
| *Juniperus communis* L. | | | 8 | + | 28 | +−1(1) |
| *Picea excelsa* (Lam.) Link. | | | 16 | + | 20 | +−1(1) |
| *Pinus silvestris* L. | | | 8 | + | 20 | +−1(1) |
| *Rhamnus frangula* L. | 4 | 1 | 72 | +−2(1) | 64 | +−1(+) |
| *Salix cinerea* L. | | | 16 | + | 52 | +−1(+) |
| *Salix rosmarinifolia* L. | | | 12 | + | 20 | +−1(+) |
| *Sorbus aucuparia* L. | | | 8 | + | 24 | + |
| Rohurinne | | | | | | |
| *Agropyron repens* (L.) PB. | | | 8 | 2 | | |
| *Agrostis canina* L. | 4 | +−4(1) | 36 | +−4(2) | | |
| *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth | 20 | +−2(2) | | | | |
| *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) G., M., Sch. | | | 8 | +−1 | 28 | +−2(1) |
| *Deschampsia caespitosa* (L.) PB. | | | 16 | +−2(2) | 20 | +−4(2) |
| *Molinia coerulea* (L.) Moench | | | 100 | 1−4(2) | 56 | +−2(2) |
| *Phleum pratense* L. | | | 8 | + | 8 | +−1 |
| *Phragmites communis* Trin. | 4 | + | 4 | 1 | 8 | +−3 |
| *Poa palustris* L. | | | 4 | 1 | 16 | +−1 |
| *Carex dioica* L. | | | 12 | +−2 | 16 | +−1(+) |
| *Carex panicea* L. | | | 8 | + | 8 | +−1 |
| *Carex paradoxa* Willd. | 16 | + | 4 | 1 | | |
| *Eriophorum polystachyon* L. p. p. | 8 | + | 8 | + | | |
| *Eriophorum vaginatum* L. | 80 | +−2(1) | 92 | 1−4(2) | 88 | +−5(3) |
| *Trichophorum alpinum* (L.) Pers. | | | 8 | +−1 | | |
| *Andromeda polifolia* L. | 24 | + | 20 | +−1 | 12 | +−1(+) |
| *Angelica archangelica* L. | 4 | + | | | 4 | + |
| *Cerastium caespitosum* Gilib. | | | 32 | +−2(1) | | |

| Taimede nimetused | Mets | | 2-aastane raielank | | 4-aastane raielank | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | sagedus, % | kattevääртus | sagedus, % | kattevääртus | sagedus, % | kattevääртus |
| *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. | | | 76 | +−2(+) | 64 | +−2(1) |
| *Cirsium oleraceum* (L.) Scop | | | | | 8 | + |
| *Cirsium palustre* (L.) Scop. | | | 32 | +−1(+) | 28 | +−1(+) |
| *Comarum palustre* L. | 80 | +−2(+) | 44 | +−1(+) | 48 | +−1(+) |
| *Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray | 24 | +−2(+) | 40 | +−1(1) | 44 | +−2(1) |
| *Empetrum nigrum* L. | 44 | +−2(1) | 20 | +−3(+) | 28 | +−2(1) |
| *Epilobium palustre* L. | 8 | +−1 | | | 44 | + |
| *Epilobium roseum* Schreb. | | | 52 | +−1(+) | 56 | +−2(+) |
| *Eupatorium cannabinum* L. | | | 4 | + | | |
| *Fragaria vesca* L. | | | 4 | 2 | 8 | +−2 |
| *Goodyera repens* (L.) R. Br. | 16 | + | | | | |
| *Ledum palustre* L. | 8 | + | 8 | +−1 | 16 | + |
| *Luzula pilosa* (L.) Willd. | 20 | + | 20 | +−1(1) | 4 | + |
| *Lycopodium annotinum* L. | | | | | 4 | 1 |
| *Orchis incarnata* Fr. | 12 | + | 12 | + | | |
| *Oxycoccus palustris* Pers. | 84 | +−4(2) | 8 | +−3(2) | 72 | +−4(2) |
| *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. | 20 | + | 44 | +−3(2) | 56 | +−3(1) |
| *Pyrola chlorantha* Sw. | 44 | +−1(+) | | | 8 | + |
| *Pyrola rotundifolia* L. | 72 | +−2(1) | 20 | +−1(+) | 48 | +−1(+) |
| *Rubus saxatilis* L. | 48 | +−2(1) | 64 | +−3(1) | 13 | +−2(1) |
| *Rumex acetosella* L. | 4 | + | 16 | +−1 | 20 | + |
| *Solidago virgaurea* L. | 4 | + | 32 | +−1(+) | 4 | + |
| *Trientalis europaea* L. | 80 | +−1(+) | 40 | +−1(+) | 24 | + |
| *Vaccinium myrtillus* L. | 8 | 3−4 | 12 | +−1(+) | 4 | + |
| *Vaccinium vitis-idaea* L. | 96 | +−5(2) | 76 | +−3(1) | 72 | +−3(2) |
| Samblarinne | | | | | | |
| *Acrocladium cuspidatum* (L.) Lindb. | 16 | +−1(+) | 12 | 1−3(1) | | |
| *Aulacomnium palustre* (L.) Schwaegr. | | | 32 | +−3(1) | 52 | 1−3(2) |
| *Cinclidium stygium* Sw. | | | 32 | +−2(1) | | |
| *Dicranum Bonjeani* De Not. | 52 | 1−4(2) | 12 | 1−2(2) | | |
| *Hylocomium proliferum* (L.) Lindb. | 84 | 1−5(4) | 4 | 3 | 20 | 1−3(2) |
| *Mnium undulatum* (L.) Weis. | 4 | 1 | 8 | + | 20 | +−3(1) |

| Taimede nimetused | Mets | | 2-aastane raielank | | 4-aastane raielank | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | sagedus, % | katteväärtus | sagedus, % | katteväärtus | sagedus, % | katteväärtus |
| *Pleurozium Schreberi* (Willd.) Mitt. | 64 | 1–5(3) | 28 | +–2(1) | 12 | +–2(+) |
| *Polytrichum strictum* Banks | 8 | +–1 | 32 | +–2(1) | 12 | +–1(1) |
| *Ptilium crista-castrensis* (L.) De Not. | 44 | +–4(1) | | | | |
| *Rhytidiadelphus triquetrus* (L.) Warnst. | 16 | +–1(1) | 20 | 1–3(2) | | |
| *Sphagnum* sp. sp. | 52 | +–2(1) | 36 | +–3(2) | 60 | 2–4(2) |

Nõrgalt kuivendatud (kraavist kaugemal asuvatel) aladel esineb rohkesti turbasamblaid (*Sphagnum* sp. sp.), jõhvikat (*Oxycoccus quadripetalus*), tupp-villpead (*Eriophorum vagina-*



*7. Tihe kattekolla kate Oru metskonnas kuivendatud siirdesoometsas.*

*Tabel 8*

**Taimkate teisel raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil Oru metskonnas kvartalil 109 asuval raielangil erineval kaugusel kraavist**

| Taimede nimetused | 10 m kraavist | | 50 m kraavist | |
|---|---|---|---|---|
| | sagedus, % | katteväärtus | sagedus, % | katteväärtus |
| Põõsarinne | | | | |
| *Betula humilis* Schrank | 12 | +−1(+) | | |
| *Betula pubescens* Ehrh. em. Gunnarss. | 60 | +−2(+) | 92 | 1−2(1) |
| *Juniperus communis* L. | 20 | + | 8 | + |
| *Picea excelsa* (Lam.) Link. | 16 | +−1(+) | 16 | + |
| *Pinus silvestris* L. | 12 | +−1(1) | 8 | + |
| *Rhamnus frangula* L. | 96 | +−3(+) | 72 | +−2(1) |
| *Salix cinerea* L. | | | 16 | + |
| *Salix rosmarinifolia* L. | | | 12 | + |
| *Sorbus aucuparia* L. | 8 | +−1 | 8 | + |
| Rohurinne | | | | |
| *Agropyron repens* (L.) PB. | 16 | +−1(+) | 8 | 2 |
| *Agrostis canina* L. | 8 | 1−3 | 36 | +−4(2) |
| *Antoxanthum odoratum* L. | 4 | 1 | | |
| *Athyrium filix-femina* (L.) Roth | 4 | 2 | | |
| *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth | 16 | 1−2 | 20 | 1−2(1) |
| *Deschampsia caespitosa* (L.) PB. | 20 | +−2(1) | 16 | +−2(2) |
| *Festuca ovina* L. | 8 | + | | |
| *Molinia coerulea* (L.) Moench | 100 | 1−4(2) | 100 | 1−4(2) |
| *Phleum pratense* L. | 16 | +−1(+) | 8 | + |
| *Phragmites communis* Trin. | 16 | +−1 | 4 | 1 |
| *Poa palustris* L. | 8 | +−2 | 4 | 1 |
| *Poa pratensis* L. | 12 | + | | |
| *Carex dioica* L. | | | 12 | +−2 |
| *Carex panicea* L. | | | 8 | + |
| *Carex paradoxa* Willd. | | | 4 | 1 |
| *Eriophorum polystachyon* L. p. p. | | | 8 | + |
| *Eriophorum vaginatum* L. | 48 | +−2(1) | 92 | 1−4(2) |
| *Andromeda polifolia* L. | 16 | +−1(+) | 20 | +−1 |
| *Anthemis tinctoria* L. | 8 | + | | |
| *Gerastium caespitosum* Gilib. | 32 | +−2(1) | | |

| Taimede nimetused | 10 m kraavist | | 50 m kraavist | |
|---|---|---|---|---|
| | sagedus, % | katteväärtus | sagedus, % | katteväärtus |
| *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. | 76 | +−2(1) | 76 | +−2(+) |
| *Cicuta virosa* L. | 4 | + | | |
| *Cirsium palustre* (L.) Scop. | 20 | + | 32 | +−1(+) |
| *Comarum palustre* L. | | | 44 | +1(+) |
| *Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray | 8 | + | 40 | +−1(1) |
| *Dryopteris linnaeana* C. Christens. | 8 | +−2 | | |
| *Empetrum nigrum* L. | 32 | +−2(+) | 20 | +−3(+) |
| *Epilobium palustre* L. | 28 | +−1(+) | | |
| *Epilobium roseum* Schreb. | 76 | +−2(1) | 52 | +−1(+) |
| *Eupatorium cannabinum* L. | 4 | + | 4 | + |
| *Fragaria vesca* L. | 16 | + | 4 | 2 |
| *Galium palustre* L. | 16 | +−1 | | |
| *Hypochoeris maculata* L. | 20 | +−4(+) | | |
| *Ledum palustre* L. | 32 | +−3(+) | 8 | +−1 |
| *Luzula pilosa* (L.) Willd. | 12 | +−1(1) | 20 | +−1(1) |
| *Lycopodium annotinum* L. | 8 | +−2 | | |
| *Melandrium album* (Mill.) Garcke | 4 | + | | |
| *Orchis incarnata* Fr. | | | 12 | + |
| *Oxycoccus palustris* Pers. | 28 | +−2(1) | 80 | +−3(2) |
| *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. | 12 | + | 44 | +−3(2) |
| *Pyrola chlorantha* Sw. | 16 | +−1(+) | | |
| *Pyrola rotundifolia* L. | | | 20 | +−1(+) |
| *Rubus idaeus* L. | 28 | +−3(1) | | |
| *Rubus saxatilis* L. | 68 | +−3(1) | 64 | +−3(1) |
| *Rumex acetosa* L. | 12 | +−2(1) | 16 | +−1 |
| *Sagina nodosa* (L.) Fenzl. | 4 | + | | |
| *Solidago virgaurea* L. | 12 | + | 32 | +−1(+) |
| *Trientalis europaea* L. | 40 | +−1(+) | 40 | +−1(+) |
| *Vaccinium myrtillus* L. | 4 | 2 | 12 | +−1(+) |
| *Vaccinium uliginosum* L. | 8 | +−2 | | |
| *Vaccinium vitis-idaea* L. | 92 | +−4(2) | 76 | +−3(1) |
| Samblarinne | | | | |
| *Acrocladium cuspidatum* (L.) Lindb. | | | 12 | 1−3(1) |

| Taimede nimetused | 10 m kraavist | | 50 m kraavist | |
|---|---|---|---|---|
| | sagedus, % | katteväärtus | sagedus, % | katteväärtus |
| *Aulacomnium palustre* (L.) Schwaegr. | 12 | +–2(1) | 32 | +–3(1) |
| *Cinclidium stygium* Sw. | | | 32 | +–2(1) |
| *Dicranum Bonjeani* De Not | 60 | +–2(1) | 12 | 1–2(2) |
| *Hylocomium proliferum* (L.) Lindb. | 56 | +–3(1) | 4 | 3 |
| *Mnium undulatum* (L.) Weis. | | | 8 | + |
| *Polytrichum strictum* Banks | 24 | +–3(+) | 28 | +–2(1) |
| *Ptilium crista-castrensis* (L.) De Not. | 48 | +–3(2) | | |
| *Rhytidiadelphus triquetrus* (L.) Warnst. | 52 | +–3(2) | 20 | 1–3(2) |
| *Sphagnum* sp. sp. | 4 | 2 | 48 | +–3(2) |



*8. Detail kuivendatud siirdesoometsa alustaimestikust Oru metskonnas.*

*Tabel 9*

**Taimkate metsas ja raiestikul (teisel raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil) Vaimastvere metskonnas kvartalil 98**

| Taimede nimetused | Mets | | Raiestik | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 m | kraavist* | 10 m | kraavist* | 50 m | kraavist** |
| | sagedus, % | kattevääртus | sagedus, % | kattevääртus | sagedus, % | kattevääртus |
| Põõsarinne | | | | | | |
| *Betula pubescens* Ehrh. em. Gunnarss. | 24 | + | | | 8 | + |
| *Juniperus communis* L. | 4 | + | 52 | +−2(+) | 8 | + |
| *Picea excelsa* (Lam.) Link. | 4 | + | 52 | +−2(+) | 8 | + |
| *Pinus silvestris* L. | | | 16 | +−1 | | |
| *Rhamnus frangula* L. | 60 | +−1(+) | 56 | +−2(+) | 72 | +−1(+) |
| *Salix cinerea* L. | | | 16 | +−1(+) | 4 | + |
| *Sorbus aucuparia* L. | 44 | +−1(+) | 12 | +−1 | | |
| Rohurinne | | | | | | |
| *Agrostis canina* L. | | | 52 | +−4(2) | 8 | 1−4 |
| *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth | 12 | +−1(+) | 32 | 1−5(3) | 56 | +−4(2) |
| *Calamagrostis lanceolata* Roth | | | 8 | 1 | | |
| *Deschampsia caespitosa* (L.) PB. | | | 68 | +−3(2) | 52 | +−3(2) |
| *Festuca ovina* L. | | | 16 | +−2(1) | | |
| *Molinia coerulea* (L.) Moench | | | 80 | +−3(2) | 88 | 1−3(2) |
| *Phleum pratense* L. | | | 52 | +−1(+) | 20 | + |
| *Phragmites communis* Trin. | | | | | 4 | + |
| *Poa palustris* L. | | | 16 | +−1 | | |
| *Carex canescens* L. | | | | | 12 | +−1(+) |
| *Carex digitata* L. | 8 | 1 | | | | |
| *Carex dioica* L. | | | | | 12 | +−1(1) |
| *Carex flava* L. | | | | | 12 | +−1(+) |
| *Carex paradoxa* Willd. | | | 56 | +−3(1) | 52 | 1−3(1) |
| *Eriophorum polystachyon* L. p. p. | | | | | 12 | +−1(+) |
| *Eriophorum vaginatum* L. | | | | | 52 | 1−3(2) |
| *Trifolium medium* L. | | | 8 | 1 | | |
| *Achillea millefolium* L. | | | 4 | + | | |
| *Angelica silvestris* L. | | | | | 8 | + |
| *Anthemis arvensis* L. | | | 4 | 1 | 4 | 1 |
| *Anthemis tinctoria* L. | | | 16 | +−1 | | |

| Taimede nimetused | Mets | | Raiestik | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 m kraavist* | | 10 m kraavist* | | 50 m kraavist** | |
| | sagedus, % | kattevääртus | sagedus, % | kattevääртus | sagedus, % | kattevääртus |
| *Athyrium filix-femina* (L.) Roth | | | | | 4 | 1 |
| *Chamaenorien angustifolium* (L.) Scop. | | | 84 | +–2(1) | 92 | +–4(+) |
| *Chenopodium album* L. | | | 4 | + | | |
| *Cicuta virosa* L. | | | 12 | + | | |
| *Cirsium arvense* (L.) Scop. | | | 4 | + | 12 | +–4(+) |
| *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill | 20 | +–1(1) | | | | |
| *Cirsium lanceolatum* (L.) Scop. | | | 20 | + | | |
| *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. | | | 32 | +–2(+) | 20 | +–1(1) |
| *Cirsium palustre* (L.) Scop. | | | 32 | +–1(+) | 12 | +–1(+) |
| *Comarum palustre* L. | | | | | 20 | + |
| *Convallaria majalis* L. | 16 | +–1(+) | | | | |
| *Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray | | | | | 32 | +–1(+) |
| *Dryopteris spinulosa* (Müll.) O. Ktze. | 8 | 3 | | | | |
| *Epilobium palustre* L. | | | | | 8 | +–1 |
| *Epilobium roseum* Schreb. | | | 52 | +–2(+) | 88 | +–2(1) |
| *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. | | | | | 16 | +–1 |
| *Fragaria vesca* L. | 32 | + | 40 | +–2(+) | 16 | + |
| *Galium boreale* L. | 4 | + | | | | |
| *Galium mollugo* L. | | | 12 | + | 8 | 1 |
| *Galium uliginosum* L. | | | 20 | + | 20 | +–1(+) |
| *Geum rivale* L. | 40 | + | 12 | + | | |
| *Geum urbanum* L. | | | 4 | + | | |
| *Goodyera repens* (L.) R. Br. | 12 | + | | | | |
| *Luzula pilosa* (L.) Willd. | 44 | +–1(+) | 40 | +–2(1) | 60 | +–2(1) |
| *Lychnis flos-cuculi* L. | | | 4 | + | 4 | 1 |
| *Lysimachia nummularia* L. | | | | | 24 | +–1(+) |
| *Majanthemum bifolium* (L.) F. W. Schm. | 40 | +–3(1) | | | 20 | +–1(+) |
| *Melampyrum nemorosum* L | | | 32 | +–4(+) | 8 | 1–2 |
| *Melampyrum silvaticum* L. | 28 | +–1(+) | | | | |
| *Mentha arvensis* L. | | | 4 | 1 | | |
| *Orchis maculata* L. | 8 | +–3 | | | | |
| *Oxalis acetosella* L. | 44 | +–3(+) | | | 20 | + |
| *Oxycoccus palustris* Pers. | | | | | 44 | +–2(+) |
| *Paris quadrifolia* L. | 16 | + | | | | |

| Taimede nimetused | Mets | | Raiestik | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 m kraavist* | | 10 m kraavist* | | 50 m kraavist** | |
| | sagedus, % | katte-väärtus | sagedus, % | katte-väärtus | sagedus, % | katte-väärtus |
| *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. | 24 | +−1(+) | 80 | +−2(+) | 80 | + |
| *Pyrola chlorantha* Sw. | 16 | +−1(+) | | | | |
| *Pyrola rotundifolia* L. | 80 | +−1(+) | | | 4 | + |
| *Rhinanthus major* L. | | | 4 | + | | |
| *Rubus idaeus* L. | | | 32 | +−1(+) | 16 | + |
| *Rubus saxatilis* L. | 88 | +−2(1) | 52 | +−2(1) | 60 | +−1(+) |
| *Rubus suberectus* Anderss | | | 4 | 1 | | |
| *Rumex acetosa* L. | | | 8 | + | | |
| *Senecio paludosus* L. | | | 32 | +−1(+) | | |
| *Solidago virgaurea* L. | | | | | 4 | + |
| *Sonchus arvensis* L. | | | 16 | + | | |
| *Stellaria media* (L.) Cirillo | | | 8 | +−1 | | |
| *Stellaria palustris* Retz. | | | | | 20 | + |
| *Trientalis europaea* L. | 72 | +−1(+) | | | 28 | + |
| *Tussilago farfara* L. | | | | | 12 | +−2(+) |
| *Typha angustifolia* L. | | | | | 12 | +−1(+) |
| *Vaccinium myrtillus* L. | 40 | +−3(1) | | | 4 | + |
| *Vaccinium vitis-idaea* L. | 64 | +−3(2) | 84 | +−4(1) | 56 | +−3(+) |
| *Valeriana officinalis* L. | | | 8 | +−2 | | |
| *Veronica chamaedrys* L. | 24 | +−1(+) | | | | |
| *Viola epipsila* Ledeb. | | | 4 | + | | |
| Samblarinne | | | | | | |
| *Acrocladium cuspidatum* (L.) Lindb. | | | 28 | +−1(1) | 4 | 1 |
| *Climacium dendroides* (L.) Web. et Mohr | | | | | 4 | 1 |
| *Dicranum undulatum* Ehrh. | 12 | 1 | 4 | + | 24 | +−2(+) |
| *Hylocomium proliferum* (L.) Lindb. | 100 | 1−5(3) | 8 | 1−2 | 64 | 1−4(2) |
| *Mnium undulatum* (L.) Weis | | | 16 | +−1(1) | 4 | + |
| *Pleurozium Schreberi* (Willd.) Mitt. | 40 | +−4(3) | 72 | 1−5(3) | 60 | 1−4(2) |
| *Polytrichum strictum* Banks | | | | | 32 | +−3(+) |
| *Ptilium crista-castrensis* (L.) De Not. | | | | | 4 | + |
| *Rhytidiadelphus triquetrus* (L.) Warnst. | 32 | +−5(1) | 16 | +−1 | 12 | +−3 |
| *Sphagnum* sp. sp. | 4 | 1 | | | 76 | +−5(3) |

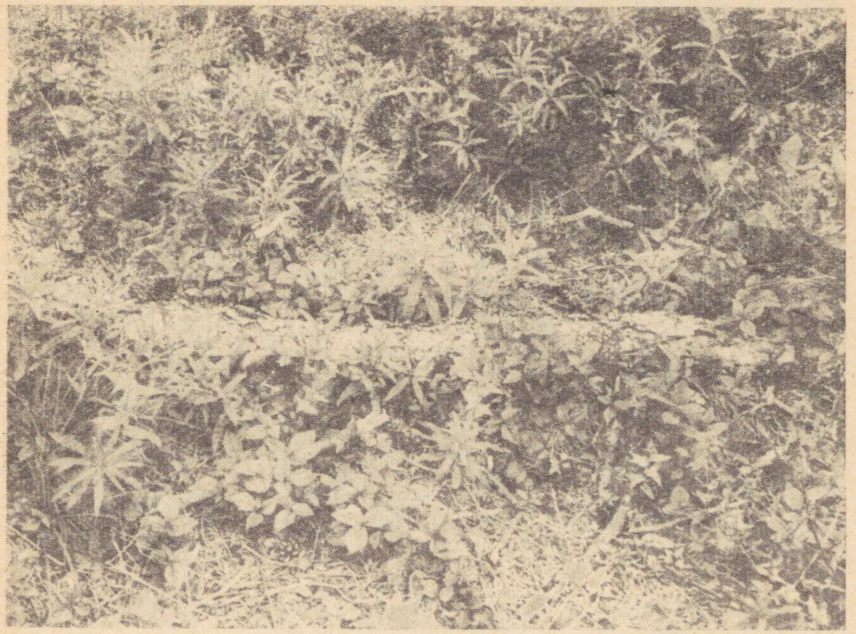
* Põhjavesi keskmiselt 20—30 cm sügavusel.
** Põhjavesi keskmiselt 10 cm sügavusel.



*9. Kuivendatud siirdesoometsa raielank esimesel raiumisjärgsel suvel Oru metskonnas.*



*10. Kuivanud metsasamblad esimesel raiumisjärgsel aastal Vaimastvere metskonnas.*

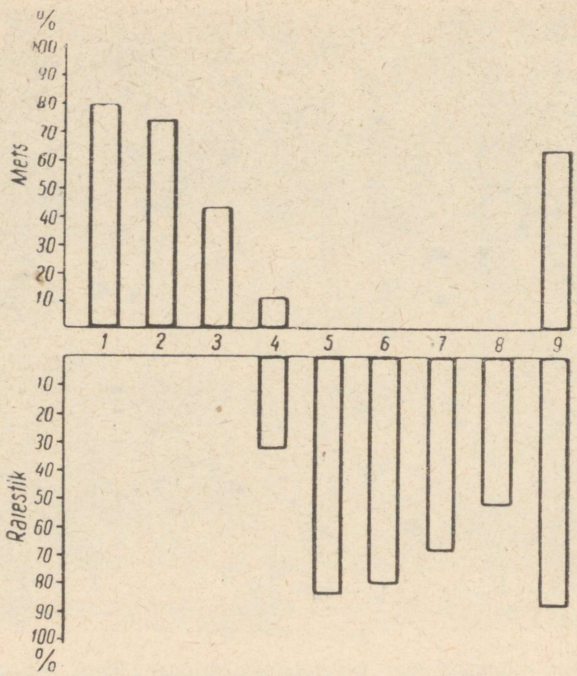


*11. Esimese raiumisjärgse vegetatsiooniperioodi lõpus raiestikule ilmuv rohttaimestik (lillakas ja põdrakanepi noored eksemplarid). Vaimastvere metskond.*

*tum*), tarnu (*Carex* sp. sp.) jt. kuivendamata soodele iseloomulikke taimi.

Lageraiete tagajärjel toimuvad kuivendatud siirdesoometsade alustaimestikus olulised ning kiired muutused. Tabelist 6 ning joonistelt 9 ja 10 näeme, et tüüpilised metsasamblad ning varjulembene rohttaimestik sureb juba esimesel raiumisjärgsel suvel. Samal ajal hakkavad ilmuma raiestiku taimkatte esindajad (kõrrelised, põdrakanep, vaarikas jt.), kuid põhiliselt toimub see vegetatsiooniperioodi teisel poolel, nii et nad oma arengult õitsemise faasi tavaliselt ei jõua (joonis 11). Väikese katteväärtuse (rohurinde üldkatteväärtus ei ületa 20—30%) ja dimensioonide tõttu ei mõju esimesel raiumisjärgsel aastal ilmuv rohttaimestik metsauuendusele negatiivselt.

Kuid juba teisel raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil tekib tihe ning lopsakas rohurinne (üldkatteväärtusega sageli kuni 80%), milles dominantidena esinevad sinihelmikas (*Molinia coerulea*), luha-kastevars (*Deschampsia caespitosa*), soo-kastehein (*Agrostis canina*), vaarikas (*Rubus idaeus*), põdrakanep (*Cha-*




*12. Mõnede taimeliikide esinemise sagedus (%) raieküpses siirdesoometsas ja 2 aasta vanusel raiestikul kraavilähedasel alal Vaimastvere metskonnas. 1 — Pyrola rotundifolia, 2 — Trienthalis europaea, 3 — Oxalis acetosella, 4 — Calamagrostis arundinacea, 5 — Chamaenerion angustifolium, 6 — Molinia coerulea, 7 — Deschampsia caespitosa, 8 — Agrostis canina; 9 — Vaccinium vitis-idaea.*

*maenerion angustifolium*), kõrvenõges (*Urtica dioica*), pajulilled (*Epilobium roseum* ja *E. palustre*), tarnad (*Carex* sp. sp.), metskastik (*Calamagrostis arundinacea*) jt. (tabelid 7—9, joonised 12—18). Vohava rohurinde kiire ilmumine nõuab raiestike kohest kultiveerimist, millega noortele puutaimedele antakse võimalus teisel raiumisjärgsel suvel rohttaimedega konkureerida juba juurdunutena ja suuremakasvulistena.

Raielankidele ilmuva taimkatte liigiline koosseis oleneb olulisel määral kuivendusastmest. Võis tähele panna, et kraavilähedastel raiestikel või raiestike kraavilähedastel osadel on sageli ülekaalus nitrofiilsed taimed, nagu põdrakanep, vaarikas, kõrvenõges jt. Näitena esitame järgnevalt Sõmerpalu metskonnas kvartalil 131



*13. Kuivendatud siirdesoometsa raiestik teisel raiumisjärgsel suvel. Oru metskond.*



*14. Kuivendatud siirdesoometsa raiestik teisel raiumisjärgsel suvel. Vaimastvere metskond.*



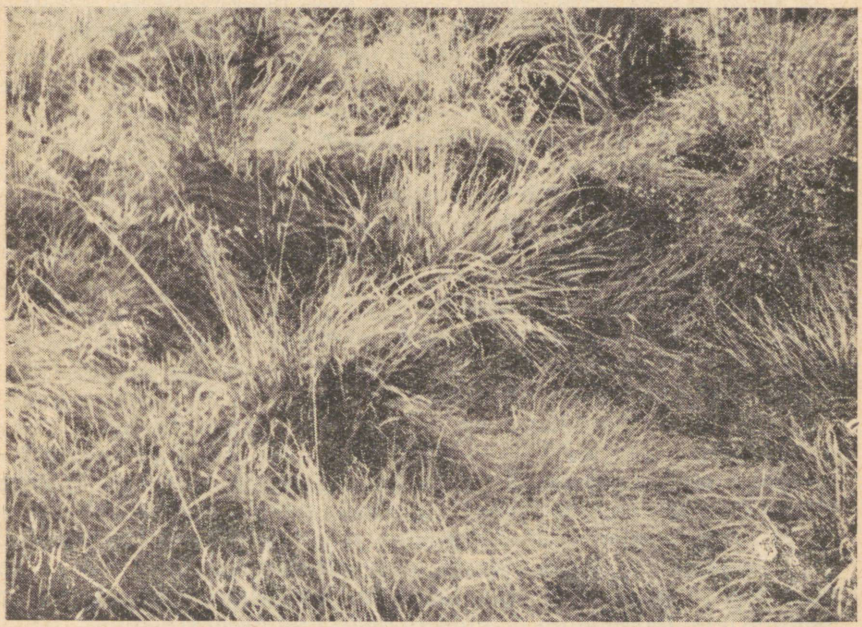
*15. Tihe vaarika ja põdrakanepi kate kuivendatud siirdesoometsa raiestikul teisel raiumisjärgsel suvel. Sõmerpalu metskond.*

intensiivselt kuivendatud alal asuva kahe aasta vanuse raiestiku taimkatte analüüsi andmed (joonis 15).

| | Katteväärtus |
|---|---|
| *Betula pubescens* Ehrh. em. Gunnarss. | 1 |
| *Rhamnus frangula* L. | 1 |
| *Agrostis canina* L. | 2 |
| *Deschampsia caespitosa* (L.) PB. | 2 |
| *Phleum pratense* L. | 1 |
| *Antoxanthum odoratum* L. | 1 |
| *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. | 1 |
| *Cerastium caespitosum* Gilib. | 1 |



*16. Näide taimede intensiivsest kasvust kuivendatud siirdesoometsa raiestikul. Paremal põdrakanep, vasakul seakapsas. Sõmerpalu metskond.*



*17. Lämmatav kõrrelistest koosnev rohurinne raiestikul (luha-kastevars, soo-kastehein jt.) teisel raiumisjärgsel suvel. Vaimastvere metskond.*



*18. Detail tihedast ja lämmatavast raiestikutaimestikust (seakapsas, põdrakanep, kõrrelised jt.) teisel raiumisjärgsel suvel. Vaimastvere metskond.*

| | |
|---|---|
| *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. | 4 |
| *Comarum palustre* L. | + |
| *Galium boreale* L. | 1 |
| *Lamium album* L. | 1 |
| *Rubus idaeus* L. | 3 |
| *Rumex acetosa* L. | + |
| *Dicranum undulatum* Ehrh. | 1 |
| *Hylocomium proliferum* (L.) Lindb. | 1 |
| *Pleurozium Schreberi* (Willd.) Mitt. | 3 |
| *Polytrichum commune* L. | + |

Kuid veel sagedamini valitsevad kraavilähedaste alade rohurindes kõrrelised: luha-kastevars, soo-kastehein, metskastik jt.

Nõrgemini kuivendatud raiestike rohurinnet iseloomustab sinihelmika massiline esinemine. Samuti leidub rohkesti soo- ja roosat pajulille, tupp-villpead ning tarnu. Küllalt suure kattevääruusega samblarinne moodustub peamiselt turbasammaldest.

Kõrreliste negatiivset mõju metsauuendamisele on rõhutanud paljud autorid (Kruedener, 1950; Ткаченко, 1952; Нестеров, 1949, jt.). Kuid peab märkima, et kuivendatud siirdesoometsade raielankidel on kõrreliste areng eriti vohav, mistõttu ka nende esinemisega seotud metsauuendamisele negatiivsed nähted (noorte puutaimede lämmatamine, lamandamine jne.) ilmnevad kõige kontrastsemalt. Ilma vahelesegamiseta lõpeb liikidevaheline võitlus okaspuutõusmete ja rohttaimede vahel viimaste võiduga. Kuid kõrreliste negatiivne osa ei seisne ainult eespoolmainitus: Kollisti (1957) uurimused näitasid, et kõrrelised suurendavad öökülmade kahjustavat toimet noorele uuendusele. Eriti halvasti mõjustab noortele puutaimedele olulist maapinnalähedast mikrokliimat kõrrelistest moodustuv kulukiht.

Ka põdrakanep, mis on metsanduslikus kirjanduses üldiselt tuntud puutaimede kasvu soodustava taimeliigina (turvestajana) (Ткаченко, 1939, jt.), takistab kuivendatud siirdesoometsade raielankidel noorte puutaimede kasvu, viies neid sageli hävimiseni. Selle põhjuseks on asjaolu, et põdrakanep moodustab käsitletavatel kasvukohtadel sageli väga suure tihedusega (katteväärtus kuni 100%) ja kõrgusega kogumikke. Kuid Melehhovi ja Korelina (Мелехов, Корелина, 1954) tööst selgub, et põdrakanepi soodne mõju kuuse kasvule ilmneb vaid 0,3-ni ulatuva täiuse korral — tihedama asetuse puhul halvendab ta kasvutingimusi.

Peab lisama, et turvasmuldade suurest lämmastikusisaldusest tingitult on taimede kasv tavalisest palju intensiivsem. Näiteks saavutab põdrakanep sageli üle 2 m kõrguse ning samuti võivad ületada inimese kõrguse sinihelmikas ja seakapsas (joonis 16).

Senine metsakultiveerimise praktika näitab, et eluskatte selline iseloom on üheks oluliseks kultuuride hukkumist põhjustavaks teguriks kuivendatud siirdesoometsade raiestikel. Eriti on kannatanud külvid ja nõrga istutusmaterjaliga rajatud istutused. Siit järeldub metsakultuuride rajamisel nõue istutuste eelistamiseks külvidele ning samuti tugeva istutusmaterjali kasutamise vajadus.

Suuresti erinev on taimkate mikroreljeefi mitmesugustel osadel. Kuivendatud siirdesoometsade lageraietel ei ilmu rohttaimed vaid kändude ümber asetsevatele paarimeetrise läbimõõduga mikrokõrgendikele, mis esimestel raiumisjärgsetel aastatel jäävad kaetuks surnud või nõrga vitaalsusega metsasammalde ning pohlaga või jäävad üldse taimkatteta (joonis 19). Seejuures on huvitav märkida, et metsasammaldest kannatab *Pleurozium Schreberi* valgustingimuste muutumise all vähem kui *Hylocomium proliferum*. Sageli levib mikrokõrgendikele ka lillakas (*Rubus saxatilis*).

Tunduvalt mõjustab raiestiku taimkatte tekkimise kiirust ja liigilist koosseisu enne raiumist kasvanud taimestik. Kraavilähedastel aladel jäävad tavalisest kauemaks ajaks enam-vähem rohttai-



*19. Kändude ümber jäänud rohttaimestikuta mikrokõrgendikud teisel raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil. Oru metskond.*

mestikuvabaks tiheda kattekolla kattega kohad, kus raiestiku vegetatsiooni esindajad saavutavad täieliku ülekaalu alles kolmandal raiumisjärgsel suvel. Nõrga kuivendusega aladel takistavad rohttaimede arengut turbasammalde padjandid või laigud. Mitmete autorite (Rühl, 1936; Kollist, 1957, jt.) tähelepanekud näitavad, et turbasambla padjanditel on soodsad tingimused okaspuuseemnete idanemiseks ja tõusmete arenguks (kui turbasammalde kasv ei ole väga intensiivne).

Metsakultiveerimise seisukohast on need iseärasused rohttaimede levikus väga olulised. Kultuuride rajamisel tuleb nii rohttaimestikuvabu kännuümbrusi kui ka turbasambla padjandeid tingimata ära kasutada.

## 4. Raiumisjärgne raielankide looduslik uuenemine ja selle tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast

Loodusliku uuenduse analüüse tehti Oru ja Vaimastvere metskonna kuivendatud siirdesoometsade mitmesuguse vanusega raielankidel. Eesmärgiks oli koguda andmeid raiestikel tekkinud loo-

dusliku uuenduse liigilise koosseisu, üksikute liikide arvukuse ja kõrguskasvu kohta erineva vanusega raielankidel. Oru metskonnast esitatakse andmeid tabelis 10 ja Vaimastvere metskonnast tabelis 11.

*Tabel 10*

**Kuivendatud siirdesoomännikute raielankide looduslik uuenemine sookase, männi ja kuusega Jõhvi metsamajandi Oru metskonnas (kv. 92 ja 110)**

| Raielangi vanus aastates | Sookask | | | Mänd | | | Kuusk | | | Koguhulk | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hulk | | Keskmine kõrgus, m | Hulk | | Keskmine kõrgus, m | Hulk | | Keskmine kõrgus, m | 1 ha kohta | % |
| | 1 ha kohta | % | | 1 ha kohta | % | | 1 ha kohta | % | | | |
| 1 | 15 593 | 67,8 | 0,15 | 6704 | 29,1 | alla 0,1 m | 704 | 3,1 | 0,22 | 23 001 | 100 |
| 2 | 4405 | 93,5 | 0,65 | 119 | 2,5 | 0,22 | 190 | 4,0 | 0,33 | 4714 | 100 |
| 3 | 6016 | 76,8 | 0,49 | 393 | 5,0 | 0,20 | 1426 | 18,2 | 0,38 | 7832 | 100 |
| 4 | 8820 | 78,6 | 0,78 | 1880 | 16,8 | 0,29 | 520 | 4,6 | 0,52 | 11 220 | 100 |
| 5 | 87 778 | 93,2 | 0,82 | 6222 | 6,6 | 0,62 | 222 | 0,2 | 0,35 | 94 222 | 100 |
| 6 | 17 333 | 79,5 | 1,38 | 3375 | 15,5 | 0,60 | 1907 | 5,0 | 1,10 | 21 805 | 100 |
| 14 | 18 125 | 77,8 | 2,30 | 3375 | 14,5 | 0,97 | 1792 | 7,7 | 2,68 | 23 292 | 100 |

Loodusliku uuenduse arvulise koosseisu kohta toodud absoluutsed ja suhtelised arvud kinnitavad Kollisti (1957) järeldust kuivendatud siirdesoometsades raiumisjärgselt toimuva puuliikide vaheldumise kohta. Tabelitest nähtub, et puuliikide vahelduse tagajärjel muutuvad siirdesoode männienamusega puistud sookaseenamusega puistuteks (joonised 20—22).

*Tabel 11*

**Kuivendatud siirdesoomännikute raielankide looduslik uuenemine Kurista metsamajandi Vaimastvere metskonnas**

| Liik | Raielangi vanus | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 6 aastat | | 7 aastat | |
| | 1 ha kohta | Keskmine kõrgus, m | 1 ha kohta | Keskmine kõrgus, m |
| Sookask | 81 776 | 0,83 | 16 867 | 1,10 |
| Paakspuu | 14 245 | 0,97 | 13 600 | 1,09 |
| Mänd | 531 | 0,70 | 1033 | 0,70 |
| Kuusk | 449 | 1,34 | 533 | 1,65 |
| Paju | 816 | 1,01 | 1533 | 0,95 |
| Haab | 82 | 1,22 | 1333 | 1,02 |
| Kadakas | 102 | 0,72 | 300 | 0,89 |
| Pihlakas | 245 | 1,11 | 66 | 1,50 |
| Madal kask | 592 | 0,81 | 1000 | 0,95 |



*20. Sookasega looduslikult uuenenud raiestik neljandal raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil. Oru metskond.*



*21. Sookasega looduslikult uuenenud raiestik kuuendal raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil. Vaimastvere metskond.*



*22. Sookasega looduslikult uuenenud raiestik kaheksandal raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil. Oru metskond.*

Ka keskmised kõrgused näitavad sookase domineerivat osa. Kuusk, olles vähetundlik varjamise suhtes, ei jää kõrguse poolest sookasest palju maha ja vanematel raielankidel on jõudnud viimast ületada. Seda võib seletada asjaoluga, et nii kase kui ka kuuse looduslik uuendus võrsub suurel määral vanametsa all olnud järelkasvust, kuna aga mänd tekib põhiliselt pärast raiumist. Kase rohket ilmumist okaspuistute raielankidele vaadeldi viimase ajani kui raiumisjärgse seemendumise tulemust või raiutud puude kändudest pärinevat võsa. Kuid Kudrjavtsevi (Кудрявцев, 1953) poolt Mari ANSV-s mitmesugustes metsatüüpides teostatud uurimised näitavad, et kask pärineb põhiliselt juba vanametsa all leiduvast järelkasvust (kask on noorena varjutaluv). Eesti NSV siirdesoometsade osas võib samadele järeldustele tulla Kollisti (1957) materjalide põhjal.

Vaimastvere metskonnas läbiviidud loodusliku uuenduse analüüsidest selgub, et olulist kohta omab raielankidel paakspuu, mis esimestel aastatel ei jää kõrguses sookasest maha, samuti teised põõsaliigid (peamiselt pajud). Jälgides tekkinud loodusliku uuenduse kõrguse keskmisi näitajaid, selgub veel, et esimestel raiumisjärgsetel aastatel looduslik uuendus ei saavuta niisugust kõrgust ega arvukust, mis võiks kultuuride kordaminekut ebasoodsas

suunas tunduvalt mõjutada. Põhiliselt tuleb sookase ja põõsaste loodusliku uuenduse varjav mõju esile kolm-neli aastat pärast metsaraiumist. Väheväärtuslike liikide loodusliku uuenduse negatiivse mõju vältimiseks on vaja männikultuurid rajada kohe pärast metsaraiumist ja kasutada selleks tugevamat istutusmaterjali. Sellega anname kultiveeritud männitaimedele võimaluse edukalt konkureerida väheväärtuslike puuliikide ja põõsastega. Hiljem, kui kultuurid on jõudnud välja juurdumise faasist, tuleb vajaduse järgi läbi viia valgustusraieid, et kindlustada tulevikus peapuuliigile puistus vääriline koht. Kuid võttes aluseks Koštšejevi (Кощеев, 1955) uurimusi, ei tohi sookase looduslikku uuendust vaadelda ainult negatiivse nähtena, sest nõrga kuivendusega aladel on tal suur positiivne tähtsus raiumise tagajärjel toimuva sekundaarse soostumise takistajana. Väikese tihedusega kultuuride puhul tagab sookase uuendus liitumise, külmaõrnadele kuusekultuuridele aga vajaliku turbe. Seetõttu ei ole otstarbekohane rutata kase väljaraiumisega. Eemaldada tuleb vaid need eksemplarid, mis otseselt takistavad okaspuude arengut.

## Järeldused

1. Lageraie tagajärjel toimuvad kuivendatud siirdesoometsade taimestikus kiired ja olulised muutused. Esimesel raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil surevad varjulembesed rohttaimed ja metsasamblad ning juba teisel vegetatsiooniperioodil kattuvad raiestikud vohava rohttaimede rindega. Raiestiku vegetatsiooni esindajad ei levi vaid kändude ümber asetsevatele mikrokõrgendikele, mis jäävad kaetuks surnud või nõrga vitaalsusega metsasammalde ja pohlaga või üldse taimkatteta.

2. Raiestikule tekkiva rohttaimestiku liigiline koosseis oleneb kuivendusastmest. Intensiivselt kuivendatud (kraavilähedastel) aladel domineerivad koos kõrrelistega (luha-kastevars, soo-kastehein, metskastik jt.) nitrofiilsed taimed: põdrakanep, vaarikas ja kõrvenõges. Nõrgemini kuivendatud raiestikel või raiestike osadel iseloomustab rohurinnet sinihelmika massiline esinemine. Samuti esineb ohtralt soo- ja roosat pajulille, tupp-villpead ning tarnaliike. Kuivendatud turvasmuldade heast nitrifikatsioonivõimest tingitult on taimede kasv väga intensiivne ja nad saavutavad suured dimensioonid nii laiuses kui ka kõrguses.

3. Peale rohttaimede ilmub kuivendatud siirdesoometsade raiestikele ohtralt puu- ja põõsaliike. Puuliikidest valitseb metsamajanduse seisukohast väheväärtuslik sookask, kuna kuuske ja mändi leidub vaid vähesel hulgal. Põõsastest valitsevad paakspuu ja pajuliigid, minimaalsel hulgal leidub kadakat, pihlakat ja

madalat kaske. Esimestel raiumisjärgsetel aastatel on puu- ja põõsaliikide erikaal taimestiku üldkatteväärtuses väike. Nende osatähtsus suureneb raiestike vanuse suurenemisega.

4. Rohttaimedest ning puu- ja põõsaliikidest koosnev tihe taimestik avaldab negatiivset mõju kultuuride kordaminekule ja arengule. Esimestel raiumisjärgsetel aastatel (2—3 aasta vanustel raiestikel) on otsustava tähtsusega rohttaimestik, kuid hiljem avaldab suuremat mõju puu- ja põõsarinne, mis hakkab rohurinnet ületama mitte varem kui neljandal aastal pärast raiet. Värsketele raiestikele rajatud kultuuride kordaminekule on otsustava tähtsusega rohttaimestik.

Arvestades nii rohttaimede kui ka puu- ja põõsaliikide kiiret ilmumist, on männiga uuendamisel vajalik raiestike kohene raiumisjärgne kultiveerimine. Taimestiku iseloom nõuab aga istutuste eelistamist külvidele ja viimaste puhul tugeva istutusmaterjali kasutamist. Maksimaalselt tuleb kultiveerimiseks ära kasutada kändude ümber asuvad rohttaimestikuta kohad.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

# *Mikroklimaatilised tingimused ja nende tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast*

## 1. Kirjanduse ülevaade

D. I. Mantsevitš (Манцевич, 1950) kirjutab oma männikultuuride kasvamaminekut analüüsivas töös, et on olemas kaks teed metsakultuuride kordamineku kindlustamiseks, millede üheaegne rakendamine tagab nende eduka juurdumise ja kõrge kvaliteedi: esimene tee on kultiveerimismaterjali muutmine soovitavas suunas ja teine — kasvukeskkonna reguleerimine. Viimane nõuab mikroökoloogilise keskkonna reguleerimise huvides selle detailset läbi uurimist.

Mikroökoloogilise keskkonna üheks faktoriks on mikrokliima, mille tähtsust metsakultuuride seisukohast on rõhutatud mitmetes varasemates (Тольский, 1916) ja hilisemates (Рутковский, 1953) programmilist laadi kirjutistes. Eriti tähtis on A. P. Tolski osa metsakasvatusliku mikroklimatoloogia rajamisel ja propageerimisel. Kuid Tolski (Тольский, 1916) hoiatab ühtlasi meteoroloogilistele teguritele liigse tähtsuse omistamise eest: «Ei tule kalduda teise äärmusse, s. o. näha eranditult meteoroloogias kõigi metsakasvatuslike küsimuste lahendamise võtit.»

Enamik metsandusliku sisuga uurimusi käsitleb mikroklimaatilisi tingimusi mineraalmuldadel (Тольский, 1916; Воейков, 1948; Декатов, 1936; Valk, 1957, jt.). Nende uurimistööde tulemusi ei või üldistada soode suhtes, kuna vastavasisuliste uurimistega on tõestatud, et mineraalmaade ja soode mikroklimaatilises režiimis on palju lahkuminevaid jooni ja et selle põhjuseks on erinevused muldade (mineraal- ja turvasmuldade) soojuslikes omadustes (Сапожникова, 1950).

Kuivendatud ja kuivendamata soode mikroklimaatilise režiimi võrdlev uurimine on omakorda näidanud, et taimekasvu seisukohalt valitsevad halvemad mikroklimaatilised tingimused kuivendatud soodel (Geiger, 1950; Tacke, 1935; Kreutz, 1943; Сапожникова, 1950; Алисов и др., 1952; Dauberschmidt, 1952; Kollist, 1957; Коллист, 1955; Берлянд, Красиков, 1953, jt.). Peamiseks kuiven-

datud soode mikrokliima negatiivseks jooneks loetakse ekstreemsete temperatuuride sagedat ja taimedele ohtlikku esinemist vegetatsiooniperioodil maapinnal ja maapinnalähedases õhukihis. Seejuures rõhutatakse eriti öökülmade negatiivset mõju.

Taimedele kahjulikud ekstreemsed temperatuurid vegetatsiooniperioodil on kuivendatud soodel põhjustatud turvasmulla ja eriti selle pealmise kihi halbadest soojuslikest omadustest — väikesest soojusejuhtivusest ja -mahtuvusest, mida omakorda põhjustab väike niiskusesisaldus. Nimelt on turvasmuldade soojuslikud omadused otseses sõltuvuses vee ja õhu vahekorrast. Et õhk juhib soojust üle 20 korra halvemini kui vesi ja mullaõhu soojusemahtuvus võrdub praktiliselt nulliga (Сапожникова, 1950), siis kutsub kuivendamisel toimuv vee asendumine õhuga esile turvasmullas vastavate näitajate järsu languse. Seetõttu on ka sama turvasmulla soojusejuhtivus ja -mahtuvus kõige suurem veega täieliku küllastumise puhul ja kõige väiksem absoluutkuivas olekus. Lõpuks tuleb juurde lisada, et analoogiline sõltuvus mulla niiskusesisalduse ja soojuslike omaduste vahel valitseb mitte üksnes turvasmuldades vaid ka mineraalmuldades (Костин, 1951).

Olenevalt kuivendatud turba ja eriti selle kõige pealmise kihi halvast soojusejuhtivusest (isoleerivast toimest) jääb suurem osa päeva jooksul neeldunud soojusest mulla pealmisse kihti ja ainult väike osa sellest juhitakse edasi sügavamale. Öösel jahtub soojuse väljakiirgamise teel päeval tugevasti soojenenud pealmine mullakiht ja kuna alumistest kihtidest soojuse juurdetulek on piiratud, siis võibki kiirgusliku jahtumise tagajärjel temperatuur langeda alla 0°. Päeval soojeneb kuivema turvasmulla pind ja sellega vahetus kokkupuutes olev õhukiht tugevamini kui niiskema mulla puhul, öösel toimub vastupidine nähe — öötundidel langeb kuivema turvasmulla temperatuur madalamale kui niisketel kohtadel. Temperatuuri ööpäevane amplituud on kuival turvasmullal seega tunduvalt suurem kui niiskemal mullal.

Eeltoodust lähtudes tuleb turvasmuldade kõrget niiskusesisaldust vaadelda kui kasulikku kliimafaktorit, sest ta tasandab mikrokliima ekstreemseid väärtusi. Kuid muidugi on sellel nähtusel vaid kõrge niiskusesisalduse negatiivseid omadusi pehmendav ja mitte mingil juhul tasakaalustav mõju, kuna teised negatiivsed omadused on siiski ülekaalus.

Lõpuks märgitagu, et järskudele temperatuuri kõikumistele aitab kaasa ka turvasmuldade tumepruun värvus, mis päeval on soojuse suurema neelamise ja öösel selle intensiivse väljakiirgamise üheks põhjustajaks (Kreutz, 1943; Костин, 1951).

Teiste tegurite samaväärsuse puhul on miinimumtemperatuurid maapinnal madalamad mikronõgudes. Näiteks Kreutzi uurimiste puhul langes kuivendatud sool temperatuur 6 cm sügavuses vao-

kujulises süvendis 1,3° ja 22 cm sügavuses vaos 3,4° madalamale kui kõrvalasuval mittenõgusal pinnal.

Mitte ainult turvasmuldade, vaid ka teiste muldade puhul suurendab ekstreemsete temperatuuride esinemise võimalust maapinda kattev surnud taimejäänustest (kulu või metsakõdu) isoleeriv kiht (Dauberschmidt, 1952; Kreutz, 1943; Декатов, 1936), samuti mulla kobestamine (Kreutz, 1943), mis mõjub õhusisaldust suurendavalt. Oluliselt mõjustab temperatuuritingimusi kuivendatud soodel ka taimestik (Kollist, 1957; Baden und Eggelsmann, 1952, jt.), mille mõju suund oleneb aga liigilisest koosseisust ja arengust.

Metsauuendamise seisukohast lähtuvatest varasematest mikroklimaatilistest uurimustest pakub suurt huvi Dekatovi (Декатов, 1936) töö (vaatamata asjaolule, et ta ei teostanud uurimisi turvasmuldadel). Dekatovi mikroklimaatilised uurimised toimusid Leningradi oblasti Siverski ja Lissino metsamajandis asuvatel jänesekapsa- ja mustikatüüpi kuuse- ja lehtpuu-segametsades kitsastel ja kontsentreeritud raielankidel ning nende eesmärgiks oli selgitada ekstreemsete temperatuuride esinemise ulatust ja mõju kuuse uuenemisele. Ta jõudis järeldusele, et 1) öökülmadelohu suhtes ei ole kitsastel, 50—100 m laiusega raielankidel eeliseid kontsentreeritud raielankide ees, sest metsa turvestav mõju ulatub vaid 7—10 meetrini metsaservast. Kitsaste raielankide keskel on aga temperatuuritingimused ekstreemsemad kui kontsentreeritud raielankidel.

Seejuures osutus Leningradi oblasti tingimustes öökülmade suhtes kõige hädaohtlikumaks vahetult maapinnaga kokkupuutuv poolemeetrine õhukiht. (Multamäki (1940) poolt kuivendatud soodel teostatud vaatlustel esines kahjulikke miinimumtemperatuure samuti kõige rohkem maapinna kohal asuvas õhukihis kuni 0,5 m kõrguseni).

Öökülmade ohtu suurendasid tarnad ja kõrrelised. Seevastu põdrakanep (maapinna suhtes ristiasuvate varte ja horisontaalsete lehtedega) vähendas seda, põdrakanepi all kannatavad tõusmed külma tõttu vähem.

Temperatuuriäärmuste kvalitatiivseks hindamiseks on vaja teada temperatuuride absoluutseid väärtusi, millest üleminekul puutaimedel tekivad vastavalt külma- või kuumakahjustused.

N. A. Maksimovi (Максимов, 1952) klassikalised uurimused näitavad, et elusate taimekudede ja organite hukkumine vegetatsiooniperioodil madalate temperatuuride mõjul on seotud jääkristallide moodustumisega rakkudevahelistes ruumides. Kasvades kutsuvad jääkristallid esile protoplasma veetustumise ja mehaanilisi vigastusi. Seejuures on eelduseks, et protoplasmas ei ole veel toimunud taimede puhkeperioodile üleminekuga seotud füüsikalis-keemilisi kohanemisprotsesse, mis takistavad jääkristallide tekki-

mist rakkudevahelistes ruumides. Genkel ja Oknina (Генкель и Окнина, 1954) kirjutavad, et kohanenud protoplasmat kahjustab ainult ta enda sees tekkiv jää, mille moodustumine toimub aga tunduvalt madalamate temperatuuride juures kui jää moodustumine rakkude vaheruumides. Seetõttu on selge, miks öökülmad kahjustavad ka suure talvekindlusega puid: vegetatsiooniperioodil ei ole protoplasma kohanenud ootamatult saabunud öökülmadega.

Berljand ja Krassikov (Берлянд, Красиков, 1953) märgivad, et mitmesugustel kultuuridel on kriitiliste temperatuuride väärtused erinevad ja et isegi ühe ja sama taimeliigi puhul on nad sõltuvad selle kasvu- ja arengufaasist. Samade autorite arvates on taimi kahjustavate kriitiliste temperatuuride küsimus vähe läbi uuritud.

Meid huvitavate puuliikide osas rõhutatakse peaasjalikult kuuse öökülmaõrnust. Kuuske kahjustavate kriitiliste temperatuuride käsitlemisel oleme sunnitud jälle tagasi pöörduma Dekatovi (Декатов, 1936) uurimuste juurde. Dekatov uuris kuuse külmakindlust laboratoorsel teel ning leidis, et tõusmetele ja noortele võrsetele on ohutu temperatuuri kiire langus kuni —3°-ni ja isegi kuni —4°-ni. Kuna öökülmade kestus vegetatsiooniperioodil on lühiajaline (Dekatovi järgi keskmiselt 1—4 tundi), siis isegi selle maksimaalse (4-tunnilise) kestuse puhul võivad kõige õrnemad tõusmed välja kannatada temperatuuri languse kuni —3°-ni. 1—2-aastased kuused talusid küllalt järsku temperatuuri langust 1—2 tunni vältel kuni —4°-ni ja mõnedel juhtudel isegi ühe tunni vältel kuni —8°-ni. Temperatuuri langus kuni —10°-ni oli neile kõikidel juhtudel surmav, olenemata sulamise tingimustest. Oma katsete tulemuste kokkuvõttena loeb Dekatov kuusetõusmetele ja noortele võrsetele kriitiliseks miinimumtemperatuuriks vegetatsiooniperioodil keskmiselt — 3° kuni — 4°.

Tkatšenko (Ткаченко, 1952) andmetel — 2°-ne temperatuur kuusetõusmeid ei kahjusta. Nendele kriitilised temperatuurid asuvad — 3° kuni — 5° piirides. Nesterovi (Нестеров, 1949) järgi aga kahjustavad puutaimi juba — 1° kuni — 2°-sed öökülmad, kusjuures tugevamad kahjustused ilmnevad — 3° kuni — 5° juures.

Multamäki (1942) tuli kuivendatud soodel (Soomes) teostatud vaatluste põhjal järeldusele, et õrnadele kuusevõrsetele on kriitiliseks temperatuuriks vegetatsiooniperioodil —2,8°, olenevalt võrsete arengust kõigub see —2,8° ja —4,3° vahel.

Leidub viiteid ka kase kohta, nimelt et hiliskülmad võivad teda kahjustada tõusmestaadiumis (Ткаченко, 1939; Корнев, 1950).

Ülemiste kriitiliste temperatuuride kohta märgib Šennikov (Шенников, 1950), et suuremal osal kõrgematel taimedel see ei ületa 50°. See aga tähendab, et juba suhteliselt väikese päikesekiirituse puhul tekivad põletushaavad, s. o. kudede lokaalne suremine. Kudede suremise füsioloogiliseks põhjuseks on

rakuplasma koaguleerumine kõrgete temperatuuride mõjul. Tõusmetele on niisugused ülekuumenemised sageli hukkumise põhjustajaks. Šennikov peab taimedele eriti hädaohtlikuks ootamatut, kestvat või siis korduvat ülekuumenemist ja üldse temperatuuri järske kõikumisi. Tkatšenko (Ткаченко, 1939) järgi on puutõusmetele ülemiseks kriitiliseks temperatuuriks samuti 50°. Ta esitab andmed, miliede järgi 56,5°-ne temperatuur kutsus esile mitte ainult kuuse- ja kase-, vaid ka männitõusmete hukkumise. Raskatovi (Раскатов, 1954) järgi avaldavad suuremale osale parasvöötme taimedele kahjulikku mõju juba temperatuurid üle 40°. E. Münchi, J. W. Toumey' ja E. J. Neethlingi, Hakeri jt. uurimusi summeerides märgib Aaltonen (1948), et õrnad taimed ei talu üle 50—55° ulatuvaid temperatuure. Samas refereeritakse Shirley' katseid, millede puhul *Pinus banksiana*, *P. resinosa* ja *P. strobus* ning *Picea glauca* taimed hakkasid kiratsema umbes 44° juures ja surema 48° juures. Et kõrgete temperatuuride mõju ei olene üksnes temperatuuri absoluutsest näitajast, vaid ka selle mõju kestusest, näitavad Nägeli (Aaltonen, 1948) katsed: männi idutaimed surid 45°-se temperatuuri juures 3 tunni, 50° juures 30—60 minuti ja 55° juures 10 minuti pärast. Mitmetest uurimustest (P. M. Barr, I. T. Haig) lähtudes peab Aaltonen orgaanilist substraati maksimumtemperatuuride suhtes noortele puutaimedele palju ebasoodsamaks kui mineraalmulda.

Mullatemperatuuridest oleneb mulla bioloogiline aktiivsus, juurte kasv ja funktsioneerimine (Шенников, 1950; Rubner, 1953, jt.) ning seemnete idanemine (Mork, 1938, jt.). Kõik need protsessid toimuvad kõige intensiivsemalt teatud kindlates temperatuurivahemikes, millede ületamine ühes või teises suunas kutsub esile nende protsesside intensiivsuse vähenemise või protsessi katkemise. Mullatemperatuuride mõjust puujuurte kasvule ja tegevusele esitab terve rea uurijate (A. Engler, E. Roza, J. F. Reed, K. Ladefoged, A. Hubermann ja C. M. Kaufmann) andmeid Aaltonen (1948). Põhiliselt on küsimuseks madalate temperatuuride pärssiv mõju, sest mullatemperatuur ei ulatu peaaegu kunagi juurte tegevuseks optimaalseisse piiridesse (vt. hiljem meie poolt esitatavaid andmeid). Näiteks Adamsi (Aaltonen, 1948) poolt USA-s valge männiga korraldatud vegetatsioonikatsetes paranes taimede kasv pidevalt mullatemperatuuri tõusuga 7,2°-st 30,6°-ni (esitatud piirides asuva nelja temperatuuriastme võrdlemisel saadud järeldus). Eidmann (1943) tuli oma katsete põhjal järeldusele, et juurte hingamise optimum asus kõigil tema poolt uuritud puuliikidel (nende seas ka männil ja kuusel) 20°-se keskmise päevatemperatuuri lähedal. Olgu lisatud, et männiga võrreldes rahuldub kuusk üldiselt madalamate mullatemperatuuridega. Eespool esitatud andmeid arvestades on mõistetav, miks on oluline teada

mulla pealmiste kihtide temperatuurirežiimis valitsevaid seaduspärasusi.

Ühesuguste makroklimaatiliste tingimuste korral olenevad mullatemperatuurid põhiliselt samadest teguritest, millest oli juttu maapinna temperatuuride puhul, s. o. mulla soojuslikest omadustest (soojusejuhtivusest ja -mahtuvusest) ja neid mõjustavatest niiskustingimustest ning elava või surnud katte iseloomust. Mulda katva surnud katte (kuivanud sambla, okaste ja lehekõdu jm.) kohta võib lisada, et kui selle olemasolu kutsub esile maapinna temperatuuride ekstreemsemaks muutumise, siis mullatemperatuuridele mõjub surnud kate ühtlustavalt (Becker-Dillingen, 1939).

Turvasmuldade kohta märgib Sapožnikova (Сапожникова, 1950), et turvasmullad külmuvad talvel madalamalt kui mineraalmullad, kuid nende sulamine ja kevadine soojenemine toimub aeglasemalt (eriti kuivendatud turvasmuldade puhul). Seepärast loetakse turvasmuldi, võrreldes kergete mineraalmuldadega, jahedamateks. Sapožnikova poolt toodud graafikust selgub, et kuivendatud turvasmulla temperatuur on vegetatsiooniperioodil nii 0,4 kui ka 0,8 m sügavusel madalam kui kuivendamata turbas. Päevased temperatuuri kõikumised (sama autori järgi) ulatuvad turvasmuldades vaid 20 cm sügavuseni, kuid seevastu on maapinnal temperatuuri ööpäevane amplituud väga suur.

Mullalähedase õhukihi niiskusesisaldus omab mikrokliima ühe komponendina peaasjalikult tähtsust maapinnalt toimuva aurumise ja taimede transpiratsiooni ligilähedase iseloomustajana. Kuid samal ajal mõjustab õhu relatiivne niiskus omakorda transpiratsiooni — relatiivse niiskuse vähenemine kutsub esile transpiratsiooni intensiivsuse tõusu ja õhuniiskuse suurenemine vastavalt transpiratsiooni vähenemise.

Dubahhi (Дубах, 1936), Ivitski (Ивицкий, 1949) jt. järgi oleneb aurumine soodelt oluliselt taimkattest, mis tunduvalt suurendab aurumist (võrreldes taimkatteta aladega). Ivitski uurimisandmete järgi on vaid pinnalähedase põhjavee korral taimkatteta aladel aurumine korrapäraselt suurem.

Meie poolt uuritavate alade (Eesti NSV kuivendatud siirdesoometsade lageraiete) mikroklimaatilisi tingimusi on 1951.—1952. aasta vegetatsiooniperioodidel põhjalikult uurinud Kollist (Kollist, 1957; Коллист, 1955). Tema uurimistööd on läbi viidud Võru metsamajandi Sõmerpalu metskonnas möödunud sajandi lõpus kuivendatud siirdesoometsade massiivis, kus ta teostas statsionaarseid vaatlusi vanadel, vähemalt 5 aasta vanustel kamardunud raielankidel ja raieküpses metsas mitmesuguse põhjaveesügavuse juures (erineval kaugusel kraavist). Kollisti vaatluste eesmärgiks oli uurida käsitletavate kasvukohtade mikrokliima üldisi seaduspära-

susi ja selgitada, millist mõju need võivad avaldada lageraiete loodusliku uuenemise protsessile. Vaatlused näitasid, et tugevasti kuivendatud raiestikel olid maapinnapealsed maksimum- ja miinimumtemperatuurid märgatavalt ekstreemsemad kui nõrgalt kuivendatud raiestikel. Kui 1951. ja 1952. a. vaatlusperioodidel kraavist kaugemal asuvatel aladel püsisid maapinnapealsed miinimum- ja maksimumtemperatuurid puutõusmetele väheohtlikes piirides, siis kraavilähedastel, tugevasti kuivendatud aladel ületasid äärmustemperatuurid võrdlemisi sageli piirid, mis võivad viia tõusmed hukkumisele. Temperatuuritingimusi muutis veel ekstreemsemaks (võrreldes kooritud maapinnaga) maapinda kattev isoleeriva toimega kamara-, kõdu- või kulukiht. Seejuures olid miinimumtemperatuurid kõige madalamad maapinna kohal asuvas paarikümne sentimeetri paksuses õhukihis ja maksimumtemperatuurid kõige kõrgemad vahetult maapinnal. Selle põhjal tuli Kollist järeldusele, et kuivendatud siirdesoometsade lageraietel on uuenemistingimused mikroklimaatilisest seisukohast kõige halvemad uuenduse esimeses arengustaadiumis.

Kuivendatud siirdesoometsade raiestike kunstliku uuendamise probleemi lahendamisel tekkis vajadus uurida nende mikroklimaatilist režiimi vahetult raiele järgnevatel aastatel. Selleks viidi 1953. ja 1954. a. läbi vaatlused Vaimastvere metskonnas, kusjuures peatähelepanu suunati kunstliku uuendamise seisukohast olulistele küsimustele.

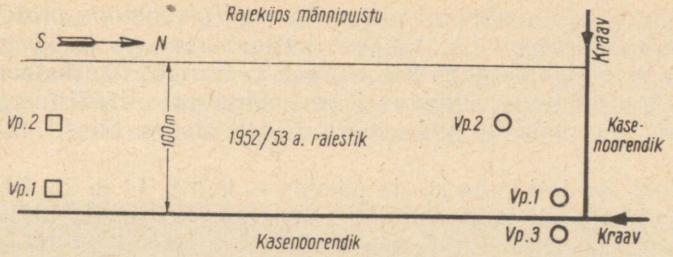
## 2. Vaatluspunktide kirjeldused ja vaatluste metoodika

1953. a. ja 1954. a. teostasime mikroklimaatilisi uurimistöid Kurista metsamajandi Vaimastvere metskonna kuivendatud siirdesoometsa massiivis 100 m laiusel ja 700 m pikkusel põhja-lõunasuunalisel 1952/53. a. talvisel raielangil ja kõrvalasuvas kasenoorendikus (joonis 23). Keskmine turba tüsedus vaatlusalal oli 3,0 m.

1953. a. vegetatsiooniperioodil toimusid vaatlused 10. maist kuni 10 augustini kvartalil 98 asuval värskel raielangil (raie teostati eelnenud talveperioodil) kahes vaatluspunktis.

Vaatluspunkt nr. 1 asus kraavist 10 m kaugusel (joonis 24). Taimestikus moodustasid samblarinde surevad metsasamblad — *Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum undulatum*, rohurindes esines pohl. Vaatlusperioodi lõpus ilmus ka raiestikuvegetatsiooni (põdrakanep jt.) noori eksemplare. Vaatlusperioodil oli keskmine põhjavee sügavus 23 cm.

Vaatluspunkt nr. 2 asus kraavist 60 m kaugusel (metsaservast vastavalt 40 m). Samblarinde moodustasid peamiselt turbasamb-




□ – 1953.a mikrokliima vaatlused
○ – 1954.a.
Vp.– vaatluspunkt

*23. 1953. ja 1954. a. mikrokliima vaatluspunktide asukohtade skeem.*



*24. Kraavilähedane mikrokliima vaatluspunkt (vp. 1) 1953. a. kevadel.*

lad, vähem leidus tavalisi metsasamblaid (*Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi* jt.). Väikese katteväärtusega ja kõrgusega rohurinde moodustasid jõhvikas, villpea ja tarnad. Vaatlusperioodil oli keskmine põhjavee sügavus 5 cm, põhjavesi oli äärmiselt pinnalähedane ja mõnedel vihmaperioodidel ulatus täiesti maapinnani.

Vaatlusi teostati kolm korda päevas — kell 8, 14 ja 20. Õhutemperatuuri ja õhuniiskust mõõdeti mainitud vaatlusaegadel 10 ja 150 cm kõrgusel ettevalmistamata maapinna kohal. Selleks kasutati Assmanni psühromeetrit. Mullatemperatuure mõõdeti 5, 10, 15 ja 20 cm sügavuses Savinovi termomeetritega. Vaatlusaegsete temperatuuride mõõtmine maapinnal toimus tähtajaliste termomeetritega. Ööpäevaseid maksimum- ja miinimumtemperatuure maapinnal ja maapinnalähedases õhukihis määrati vastavalt maksimum- ja miinimumtermomeetritega.

Mullatemperatuure ning maksimum- ja miinimumtemperatuure maapinnal mõõdeti järgmistes kohtades: 1) ettevalmistamata maapinnal, 2) 0,7×0,7 m suurustel lappidel, milledelt kõrvaldati vaid samblakiht, 3) 0,7×0,7 m suurustel lappidel, milledelt oli kõrvaldatud nii sambla- kui ka toorhuumuse kiht (nn. tavaline maapinna ettevalmistamise viis).

Miinimum- ja maksimumtemperatuure maapinnalähedases õhukihis mõõdeti ettevalmistamata maapinna kohal. Mõlemas vaatluspunktis mõõdeti kõigil kolmel vaatlusajal käsianemomeetri abil tuule kiirus 150 cm kõrgusel. Samuti määrati pilvituse koguhulk. Sademete hulk määrati pooleldi maa sisse asetatud sademetemõõtja abil. Põhjavee sügavust mõõdeti iga 5 päeva tagant.

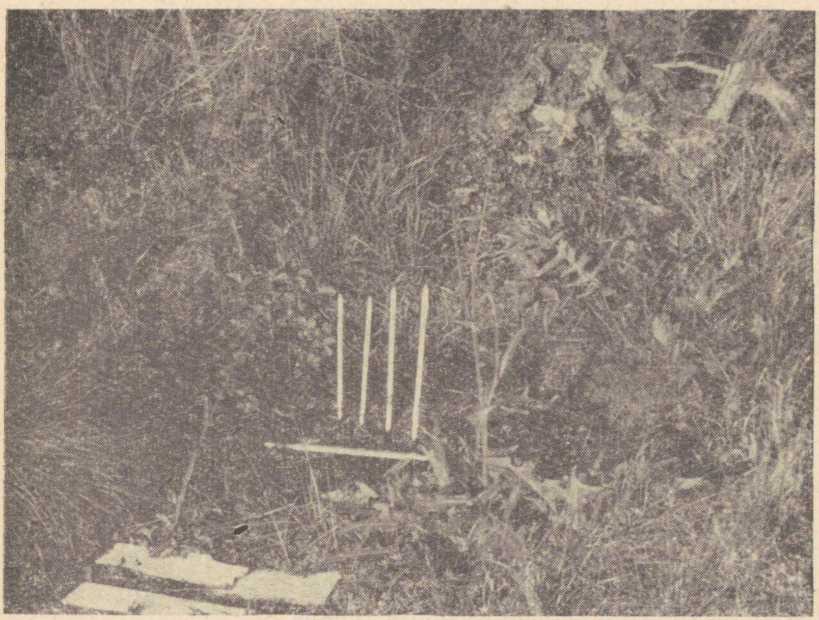
1954. a. vegetatsiooniperioodil teostati samal raielangil vaatlusi 27. maist kuni 26. juunini, seega teisel raiumisjärgsel suvel. Lisaks viidi vaatlusi läbi kasenoorendikus. Vaatluspunktid on näidatud joonisel 23. Raiestiku vaatluspunktid asusid 1953. aastaga võrreldes tunduvalt tugevamini kuivendatud kohtades raielangi põhjapoolses otsas.

Vaatluspunkti nr. 1 asukohaks oli raielangi kõige tugevamini kuivendatud osa (kahe kraavi vahetu mõju all, kaugus kummastki kraavist 10 m). Rohurinde moodustasid luha-kastevars, sinihelmikas jt. Samblarindes domineeris *Pleurozium Schreberi*. Vaatlusperioodil oli keskmine põhjavee sügavus 65 cm.

Vaatluspunkt nr. 2 asus põhja—lõuna suunas kulgevast kraavist 50 m ja ida—lääne-suunalisest kraavist 40 m kaugusel. Rohurinde moodustasid pohl, lillakas, põdrakanep jt., samblarinde *Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium proliferum* ja vähemal määral turbasamblad. Keskmine põhjavee sügavus vaatlusperioodil oli 18 cm.

Vaatluspunkt nr. 3 asus vaatluspunkti nr. 1 vastas, teisel pool

põhja—lõuna suunas kulgevat kraavi (10 m kaugusel viimasest), 4 m kõrguses kasenoorendikus, täius 0,8. Samblarindes esinesid *Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi* ja teised metsasamblad; hõreda rohurinde moodustasid metskastik, sinihelmikas, lillakas jt. Keskmine põhjavee sügavus oli 37 cm.



*25. Maapinna- ja mullatemperatuuride mõõtmine tavalisel viisil valmistatud lapil 1954. aastal (vp. 1).*

1954. a. vaatlusperioodil mõõdeti ainult ööpäevaseid maksimum- ja miinimumtemperatuure maapinnal ja 1,5 m kõrgusel õhus. Maapinnapealseid temperatuure mõõdeti kõigis vaatluspunktides 1) ettevalmistamata maapinnal ja 2) 0,7×0,7 m lapil (joon. 25), millelt oli kõrvaldatud rohukamar ja lapi põhi kobestatud (nn. tavaline maapinna ettevalmistamise viis). Maksimum- ja miinimumtemperatuure 1,5 m kõrgusel õhus määrati ainult vaatluspunktis nr. 1.

Lisaks mainitud vaatlustele teostati 1954. a. suvel (16.—22. juunini) 1954. a. vaatluspunktides nr. 1 ja nr. 2 ettevalmistamata ja kooritud maapinna albeedo mõõtmisi.

**Ööpäevased miinimum- ja maksimumtemperatuurid (dekaadide keskmised raiumisjärgsel aastal**

Miinimumtemperatuurid

| Kuu | Dekaad | Kraavi lähedal | | | | | | Kraavist eemal | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| | | Keskmine | Madalaim | Keskmine | Madalaim | Keskmine | Madalaim | Keskmine | Madalaim | Keskmine | Madalaim | Keskmine | Madalaim |
| Mai | II | 1,3 | −4,7 | 1,1 | −4,5 | 0,8 | −7,1 | 2,4 | −2,0 | 2,4 | −2,6 | 1,9 | −1,6 |
| | III | 2,2 | −3,1 | 1,6 | −3,5 | 0,7 | −5,6 | 4,3 | −1,6 | 3,3 | −1,5 | 3,0 | −2,1 |
| Juuni | I | 6,5 | 1,0 | 5,8 | −0,6 | 5,0 | −1,2 | 8,3 | 4,0 | 7,4 | 3,2 | 7,2 | 2,5 |
| | II | 9,0 | −0,8 | 8,1 | −2,2 | 7,5 | −3,5 | 10,6 | 3,2 | 9,7 | 1,6 | 9,6 | 1,0 |
| | III | 5,8 | 1,8 | 4,1 | −0,7 | 3,5 | −1,8 | 7,9 | 4,0 | 7,8 | 4,4 | 6,7 | 2,5 |
| Juuli | I | 8,4 | 3,2 | 7,2 | 0,5 | 6,3 | 0,3 | 10,1 | 5,7 | 9,1 | 4,6 | 8,1 | 3,1 |
| | II | 8,6 | 3,5 | 7,6 | 0,7 | 6,6 | −0,2 | 10,9 | 6,5 | 10,9 | 5,3 | 8,8 | 4,6 |
| | III | 12,5 | 2,7 | 12,0 | 0,6 | 12,1 | 0,0 | 12,6 | 6,0 | 11,4 | 5,6 | 9,8 | 2,7 |
| August | I | 7,1 | 2,6 | 5,8 | 0,4 | 5,1 | −0,5 | 9,2 | 5,5 | 8,1 | 4,5 | 7,0 | 3,0 |

## 3. Maksimum- ja miinimumtemperatuurid maapinnal ja maapinnalähedases õhukihis

Andmed maapinna maksimum- ja miinimumtemperatuuride kohta 1953. a. vaatlusperioodil on esitatud tabelis 12 ja andmed üle 50-kraadiste maksimumtemperatuuride ja alla 0-kraadiste miinimumtemperatuuride esinemise kohta tabelis 13.

Tabelist 12 selgub, et nii miinimum- kui ka maksimumtemperatuurid on kraavilähedasel alal (vaatluspunkt nr. 1) tunduvalt ekstreemsemad kui kraavist eemal (vaatluspunkt nr. 2), kus põhjavesi ulatub peaaegu maapinnani. See ilmnes kõigi uuritud maapinna seisundite omavahelisel võrdlemisel — kraavi lähedal olid miinimumtemperatuurid maapinnal keskmiselt 2° võrra madalamad kui kraavist eemal (vp. 2). Kõrvutades omavahel kahe vaatluspunkti dekaadi keskmisi maksimumtemperatuure näeme, et vaatluspunktis 1 (kraavi ääres) on nad tunduvalt kõrgemad kui vaatluspunktis 2. Eriti suur on dekaadi keskmiste maksimumtemperatuuride vahe ettevalmistamata maapinnal (keskmiselt 11°). Ettevalmistatud maapinna puhul piirdusid vahed keskmiselt 3—4°-ga. Joonistelt 26 ja 27, milledel on graafiliselt kujutatud 21.—31. maini ettevalmistamata maapinnal registreeritud miinimum- ja maksimumtemperatuuride väärtused, selgub, et selline seaduspärasus ilmneb selgesti ka päevade lõikes. Veel kontrastsemad vahed

*Tabel 12*

**ja ekstreemsed näitajad) maapinnal kuivendatud siirdesoometsa raielangil (Vaimastvere metskond, 1953. a.)**

Maksimumtemperatuurid

| Kuu | Dekaad | Kraavi lähedal | | | | | | Kraavist eemal | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| | | Keskmine | Kõrgeim | Keskmine | Kõrgeim | Keskmine | Kõrgeim | Keskmine | Kõrgeim | Keskmine | Kõrgeim | Keskmine | Kõrgeim |
| Mai | II | 34,2 | 47,0 | 33,1 | 41,1 | 41,2 | 50,5 | 26,2 | 32,3 | 26,5 | 39,0 | 27,3 | 38,5 |
| | III | 31,2 | 43,1 | 29,8 | 43,6 | 36,2 | 54,0 | 25,9 | 33,0 | 26,9 | 34,1 | 25,8 | 32,3 |
| Juuni | I | 33,5 | 41,0 | 33,1 | 43,1 | 41,6 | 54,5 | 30,8 | 39,7 | 30,0 | 34,5 | 30,4 | 38,6 |
| | II | 32,0 | 45,1 | 31,7 | 43,0 | 40,3 | 57,5 | 29,9 | 37,2 | 30,4 | 38,3 | 29,6 | 36,1 |
| | III | 36,2 | 40,3 | 38,7 | 43,5 | 51,6 | 57,5 | 34,1 | 39,7 | 35,6 | 38,2 | 34,6 | 38,1 |
| Juuli | I | 32,2 | 40,9 | 33,6 | 42,0 | 42,8 | 58,5 | 30,9 | 37,6 | 32,0 | 38,2 | 32,7 | 37,5 |
| | II | 30,6 | 39,2 | 33,6 | 42,5 | 38,8 | 51,6 | 28,7 | 35,8 | 29,5 | 37,7 | 30,5 | 36,1 |
| | III | 34,6 | 39,7 | 35,8 | 41,5 | 42,7 | 50,1 | 31,7 | 34,9 | 33,4 | 37,7 | 34,1 | 40,2 |
| August | I | 27,6 | 32,7 | 28,7 | 34,0 | 32,4 | 42,2 | 25,4 | 30,0 | 26,4 | 33,1 | 27,5 | 33,1 |

1 — Lapp (0,7×0,7 m), millelt oli maakirvestega kõrvaldatud nii sambla- kui ka toorhuumuse kiht.
2 — Lapp (0,7×0,7 m), millelt oli kõrvaldatud vaid samblakiht (toorhuumus säilitati).
3 — Ettevalmistamata maapind, mis kraavi lähedal oli kaetud kuivanud metsasammaldega ja kraavist eemal peaasjalikult turbasammaldega.

ilmnevad dekaadide absoluutsete miinimum- ja maksimumtemperatuuride võrdlemisel.

Tabel 13 näitab omakorda, et kraavi lähedal (vp. 1) oli alla 0°-ste ja üle 50°-ste temperatuuride esinemissagedus tunduvalt suurem kui vaatluspunktis 2. Eriti selgesti ilmneb see ohtlike maksimumtemperatuuride esinemise arvus, mis vaatluspunktis 2 võrdus nulliga (võttes eespool toodud kirjanduse andmete põhjal ohtlikkuse piiriks 50°). Seevastu ettevalmistamata maapinnal kraavi ääres tõusis temperatuur üle 50° 24 päeval.

Võrreldes omavahel erinevaid maapinna seisundeid, selgub, et äärmustemperatuuride esinemine on täiesti korrapärases sõltuvuses isoleeriva katte olemasolust ja iseloomust. Eriti selgesti ilmneb see sõltuvus kraavilähedases vaatluspunktis. Kõige äärmuslikumad on temperatuurid ettevalmistamata maapinnal (vaatluspunkt 1), kus isoleeriva katte moodustasid kuivanud metsasamblad ja nende all asuv vähelagunenud toorhuumuse kiht. Tavalisel viisil ettevalmistatud lapil, kust isoleeriv pealmine kiht on kõrvaldatud, on temperatuuri amplituud tunduvalt väiksem. Vaatluspunktis 1 olid tava-

*Tabel 13*

**Alla 0-kraadiste miinimumtemperatuuride ja üle 50-kraadiste maksimumtemperatuuride esinemissagedus maapinnal 10. maist kuni 10. augustini 1953. aastal**

| Kuu | Dekaad | Miinimumtemperatuur alla 0° | | | | | | Maksimumtemperatuur üle 50° | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Vp. 1** | | | Vp. 2 | | | Vp. 1 | | | Vp. 2 | | |
| | | 1* | 2* | 3* | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Mai | II | 4 | 5 | 6 | 2 | 3 | 3 | — | — | 2 | — | — | — |
| | III | 5 | 5 | 6 | 3 | 4 | 4 | — | — | 3 | — | — | — |
| Juuni | I | — | 1 | 3 | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| | II | 1 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — |
| | III | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | 8 | — | — | — |
| Juuli | I | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 | — | — | — |
| | II | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 3 | — | — | — |
| | III | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — |
| August | I | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Kokku | | 10 | 13 | 20 | 5 | 7 | 7 | — | — | 24 | — | — | — |

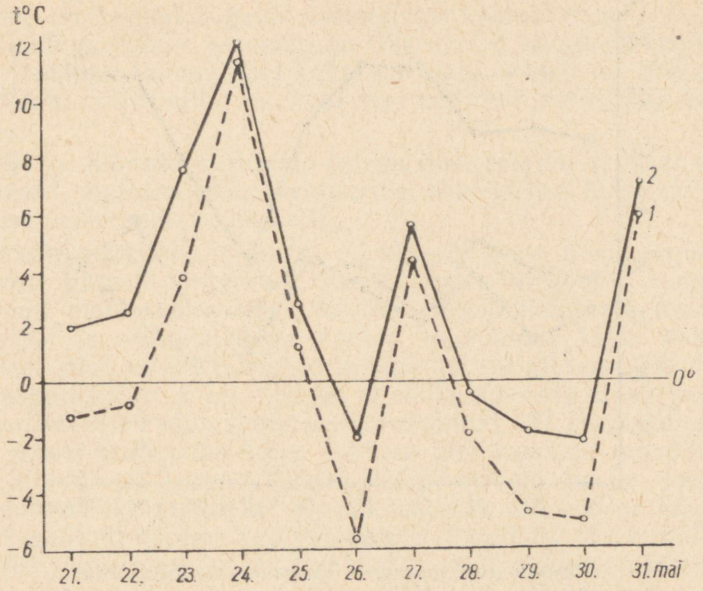
1*, 2* ja 3* vt. tabelit 12.
** Vp. — vaatluspunkt.

lisel viisil ettevalmistatud lapil kogu vaatlusperioodil miinimumtemperatuurid keskmiselt 1,6° võrra kõrgemad ja maksimumtemperatuurid 7,3° võrra madalamad kui ettevalmistamata maapinnal. Lapid, millelt oli kõrvaldatud vaid samblakiht ja säilitatud selle all asuv isoleeriv metsakõdu, olid vastavalt ka äärmustemperatuuride suhtes vahepealsel kohal. Selgesti on see näha joonistelt 28 ja 29, kus on kujutatud 21.—30. juunini 1953. a. esinenud miinimum- ja maksimumtemperatuurid erinevate maapinna seisundite puhul. Tabeli 13 andmetest selgub, et samasugune seaduspärasus ilmneb alla 0°-ste äärmustemperatuuride esinemise osas.

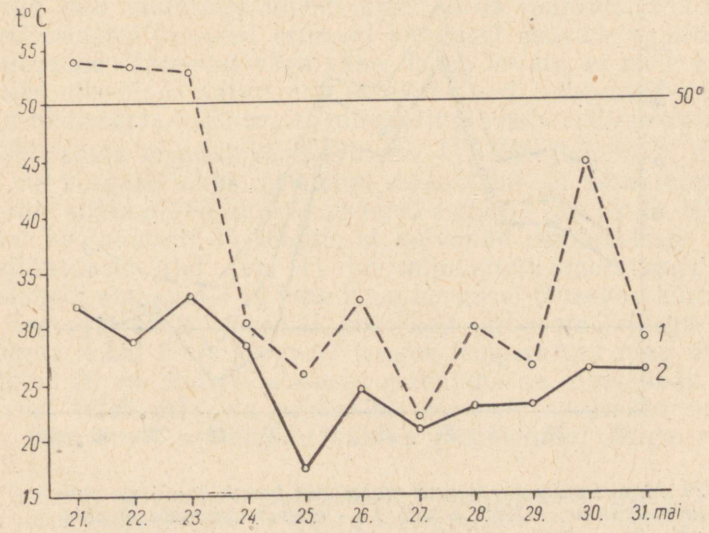
Selline seaduspärasus ei ilmne vaatluspunktis 2, kus peaaegu pinnani ulatuva põhjavee tõttu on turvasmuld ning seda kattev sambla- ja metsakõdu kiht enamasti veega küllastunud või küllastusele lähedases olekus. See kutsub enesega kaasa substraadi soojuslike omaduste ühtlustumise, mis ilmneb vastavalt maksimum- ja miinimumtemperatuurides.

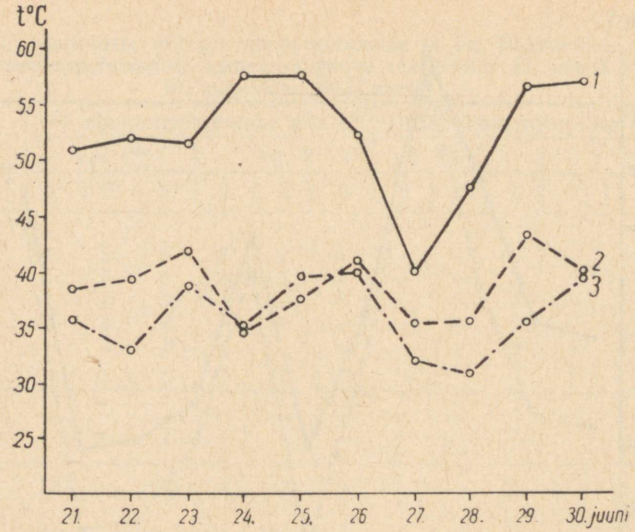
Arvesse võttes vaatluspunktist I saadud tulemusi, võib öelda, et katsetatud kolmest maapinna seisundist on äärmustemperatuuride suhtes kõige halvemad tingimused ettevalmistamata maapinnal,

*27. Maksimumtemperatuurid ettevalmistamata maapinnal erineval kaugusel kraavist 1953. aastal, 1 — vaatluspunkt nr. 1, põhjavesi 24 cm sügavusel; 2 — vaatluspunkt nr. 2, põhjavesi 4 cm sügavusel (joonis paremal).*

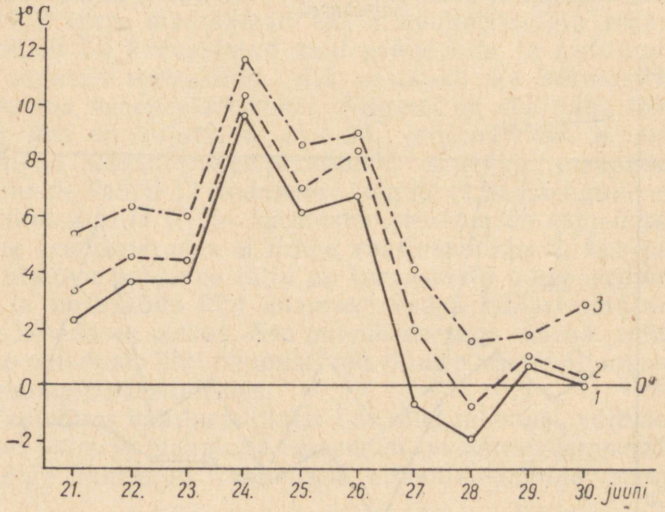



*26. Miinimumtemperatuurid ettevalmistamata maapinnal erineval kaugusel kraavist 1953. aastal. 1 — vaatluspunkt nr. 1, põhjavesi 24 cm sügavusel; 2 — vaatluspunkt nr. 2, põhjavesi 4 cm sügavusel.*






*28. Maksimumtemperatuurid maapinnal kraavilähedases vaatluspunktis nr. 1 1953. aastal. 1 — ettevalmistamata maapinnal; 2 — lapil, millelt oli kõrvaldatud vaid samblakiht; 3 — tavalisel viisil ettevalmistatud lapil.*




*29. Miinimumtemperatuurid maapinnal kraavilähedases vaatluspunktis nr. 1 1953. aastal. 1 — ettevalmistamata maapinnal; 2 — lapil, millelt oli kõrvaldatud vaid samblakiht; 3 — tavalisel viisil ettevalmistatud lapil.*

sest see on kaetud tugevat isoleerivat toimet omava kuivanud samblakihiga. Kõige paremad on tingimused tavaliselt ettevalmistatud lappidel. Vahepealsel kohal on lapid, millelt on kõrvaldatud samblakiht, kuid millel avaldub veel säilinud metsakõdu isoleeriv toime.

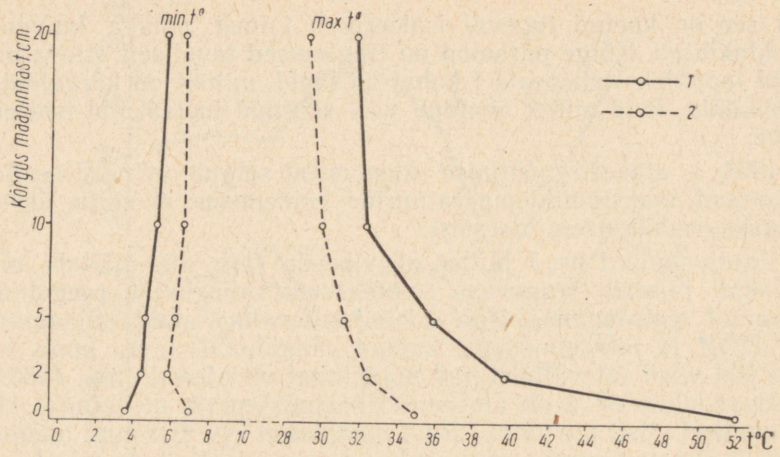
1954. a. albeedo mõõtmise tulemustest selgub, et need seaduspärasused maksimumtemperatuuride esinemises ei sõltu üksnes kiirguse neeldumise protsessist.

Vaatluspunkti nr. 1 juures oli albeedo (arv, mis näitab, mitu protsenti pinnale langevast summaarsest kiirgusest peegeldub) kuivanud metsasammaldega kaetud ettevalmistamata maapinnal 16—17%* ja rohttaimedega kaetud maapinnal 14%, kuna aga tavalisel viisil ettevalmistatud maapinnal oli albeedo 8%. 1953. a. vaatluspunktis nr. 2 oli albeedo ettevalmistamata maapinnal 18% ja tavalisel viisil ettevalmistatud maapinnal 7%. Esitatud andmete järgi peaks soojenema kõige rohkem just kooritud maapind, sest selle albeedo on kõige väiksem. Kõige vähem peaks soojenema kuivanud samblaga kaetud pind, kuna selle albeedo on kõige suurem. Tegelikult nägime aga vastupidist. Järelikult ei ole määravaks teguriks mitte albeedo, vaid pealiskihi soojuslikud omadused.

Ettevalmistatud maapinna albeedosid võrreldes selgub, et kraavi lähedal on albeedo (8%) mõnevõrra suurem kui kraavist eemal asuva ettevalmistatud maapinna albeedo (7%). Kui kõrvutada neid tulemusi Russelli (Рассел, 1955) andmetega (paljastatud märg muld peegeldab langevatest kiirtest tagasi 7—10%, paljastatud kuiv muld aga umbes kaks korda rohkem), siis näeme, et meil erinesid kraavist erineval kaugusel asuvate vaatluspunktide albeedod üksteisest väga vähe. Tuleb arvata, et meie vaatluspunktide albeedode väiksemad omavahelised erinevused on tingitud ka mõnevõrra väiksemast niiskustingimuste erinevusest.

1953. aasta vegetatsiooniperioodil 11.—29. juunini 0, 2, 5, 10 ja 20 cm kõrgusel õhus mõõdetud maksimum- ja miinimumtemperatuuride kohta on keskmised andmed esitatud tabelis 14. Nii tabelist kui ka jooniselt 30 selgub, et kuivanud samblakihiga kaetud kraavilähedasel alal (vp. 1) on miinimumtemperatuurid kõige madalamad maapinnal ja juba 2 cm kõrgusel tõusevad küllalt järsult. Seevastu kraavist eemal, põhiliselt turbasammaldega kaetud maapinna kohal 2 cm kõrgusel langes temperatuur ning oli kogu mõõdetud 20 cm õhukihi ulatuses madalam kui maapinnal. Sellist erinevust tuleb seletada pealiskihi erinevate soojuslike omadustega. Kuivanud samblakiht jahtub pealispinnal kõige rohkem,

* 1954. a. oli kuivanud samblakihiga kaetud maapinna albeedot võimalik mõõta samal raielangil, 100 m 1953. a vaatluspunktist nr. 1 lõuna pool asuva 1952/53. a. raiejäägi alal, kus raie teostati 1953/54. a. talvel.




*30. Keskmised maksimum- ja miinimumtemperatuurid (21. VI—29. VI 1953) maapinnal (0 cm) ning 2, 5, 10 ja 20 cm kõrgusel õhus Vaimastvere metskonna kuivendatud sürdesoometsa raielangil raiumisjärgsel suvel erineval kaugusel kraavist. 1 — kraavi lähedal (põhjavesi 25 cm sügavusel); 2 — kraavist kaugel (põhjavesi 6 cm sügavusel).*

kuna alt on soojuse juurdetulek takistatud. Seevastu püsib temperatuur niiskel samblapinnal vaatluspunktis 2 kõrgemal kui pinnalähedases õhukihis, sest suhteliselt hea soojusjuhtivus tagab soojuse juurdetuleku alumistest kihtidest ja takistab pinnakihi jahtumist.

*Tabel 14*

**Dekaadide keskmised maksimum- ja miinimumtemperatuurid ettevalmistamata maapinnal (0 cm) ning 2, 5, 10 ja 20 cm kõrgusel õhus 11.—29. juunini 1953. aastal**

| Kuu | Dekaad | Vp. 1 (põhjavee sügavus 22 cm) | | | | | Vp. 2 (põhjavee sügavus 5 cm) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 2 | 5 | 10 | 20 | 0 | 2 | 5 | 10 | 20 |
| | | | | | Miinimumtemperatuurid | | | | | | |
| Juuni | II | 7,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,7 | 9,6 | 9,3 | 9,2 | 9,2 | 9,0 |
| | III* | 3,7 | 4,4 | 4,6 | 5,1 | 5,6 | 7,1 | 5,8 | 6,1 | 6,5 | 6,6 |
| | | | | | Maksimumtemperatuurid | | | | | | |
| Juuni | II | 40,4 | 30,9 | 29,2 | 28,7 | 28,4 | 29,7 | 27,4 | 27,3 | 27,3 | 26,4 |
| | III* | 51,8 | 39,9 | 39,7 | 32,2 | 31,6 | 34,9 | 32,4 | 31,4 | 30,1 | 29,3 |

* Juuni III dekaadi all on esitatud 21.—29. juunini teostatud vaatluste andmed.

Meie vaatluste puhul olid maksimumtemperatuurid kõige kõrgemad maapinnal ja vähenesid järsult juba 2 cm kõrgusel õhus, ülespoole minnes muutus temperatuuri langus väga aeglaseks.

*Tabel 15*

**Keskmised maksimum- ja miinimumtemperatuurid ettevalmistamata maapinnal (0 cm) ning 20, 50 ja 100 cm kõrgusel õhus 21.—30. juulini 1953. aastal**

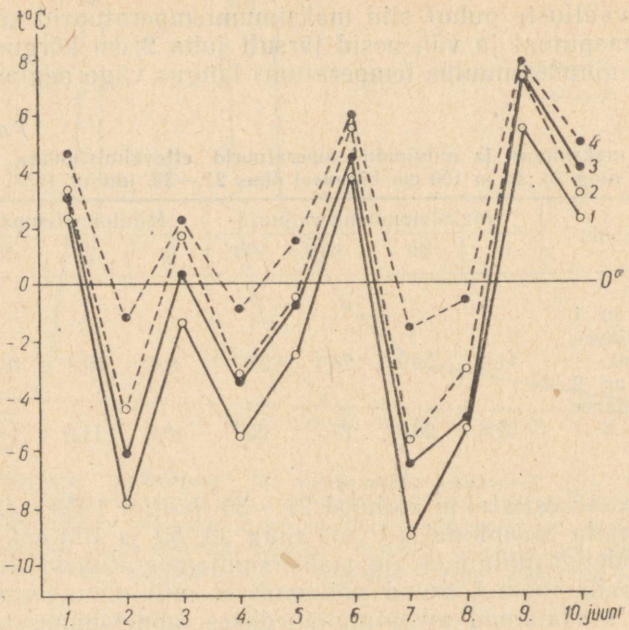
| Vaatluspunkt | Maksimumtemperatuurid | | | | Miinimumtemperatuurid | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 20 | 50 | 100 | 0 | 20 | 50 | 100 |
| Vaatluspunkt nr 1 (keskmine põhjavee sügavus 21 cm) | 41,4 | 29,9 | 28,4 | 27,7 | 9,8 | 10,5 | 10,8 | 11,0 |
| Vaatluspunkt nr. 2 (keskmine põhjavee sügavus 5 cm) | 31,8 | 28,8 | 27,7 | 26,7 | 10,8 | 11,0 | 11,0 | 11,3 |

Tabelis 15 esitatakse andmed 21.—30. juulini 1953. aastal ettevalmistamata maapinnal (0 cm) ning 20, 50 ja 100 cm kõrgusel õhus mõõdetud miinimum- ja maksimumtemperatuuride kohta. Ka selles tabelis toodud arvud näitavad, et miinimumtemperatuurid on kõige madalamad maapinnalähedases mõnekümnesentimeetrises õhukihis ja maksimumtemperatuurid kõige kõrgemad vahetult maapinnal. Siit selgub ka metsakultiveerimisalane praktiline järeldus — külvidele tuleb eelistada istutamist, sest istutamise teel kultiveeritavale alale viidavad taimed on vastupidavamad temperatuuritingimustele ja jõuavad kiiremini välja maapinnalähedasest, kõige ekstreemsemate temperatuuritingimuste tsoonist.

1954. aastal 27. maist 26. juunini mõõdetud miinimum- ja maksimumtemperatuuride andmed on esitatud tabelites 16 ja 17. Nagu eespool juba märgiti, paiknesid vaatluspunktid 1953. aastaga võrreldes tunduvalt tugevamini kuivendatud kohtades ja raielangi vanus oli 2 aastat (teine raiumisjärgne vegetatsiooniperiood).

Analoogiliselt 1953. a. vaatluste tulemustega olid ka 1954. a. vaatlusperioodil miinimumtemperatuurid maapinnal sügavamal asetseva põhjavee korral madalamad kui väiksema põhjavee sügavusega vaatluspunktis nr. 2. Eriti paistis see silma juuni I dekaadil asetleidnud advektiiv-radiatsioonilist tüüpi öökülmade puhul (joonis 31).

1954. a. vaatluste andmed näitavad veel kord, kui suurt mõju avaldab maapinna miinimumtemperatuuridele elus- või surnud katte olemasolu. Nii tabelist 16 kui ka jooniselt 31 selgub, et analoogiliselt 1953. a. vaatlusandmetega langesid kõigil juhtudel miinimumtemperatuurid ettevalmistamata maapinnal tunduvalt madalamale kui lapil, millelt isoleeriv kate oli kõrvaldatud. Samasugune




*31. Miinimumtemperatuurid maapinnal 1954. aastal sügava põhjaveeseisuga alal (vp. nr. 1) lapil (2) ja ettevalmistamata maapinnal (1) ning pinnalähedase põhjaveeseisuga alal (vp. nr. 2) lapil (4) ja ettevalmistamata maapinnal (3).*

seaduspärasus valitses alla 0°-ste miinimumtemperatuuride esinemise sageduses: kui vaatluspunktis nr. 1 langes ettevalmistamata maapinnal temperatuur kümnel korral alla 0°, siis lapil toimus see ainult kuuel korral. Vaatluspunktis nr. 2 langes temperatuur alla 0° vastavalt seitsmel ja neljal korral. Seejuures on huvitav märkida, et vaatluspunkti nr. 2 lapil ei langenud temperatuur ühelgi juhul puutaimi ohustava piirini (vähemalt 2—3° alla 0°), kuna aga ettevalmistamata maapinnal esinesid ohtlikud temperatuurid viiel ööl. Siit järeldub, et isoleeriva katteta ja küllaldase niiskusesisaldusega (seda tagas suhteliselt maapinnaligidane põhjavesi) turvasmulla puhul öisest soojuse väljakiirgusest ja aurumisest põhjustatud pindmine soojusekaotus kompenseerub põhiliselt alt üles suunduva soojusvoo kaudu, millist protsessi kooritud maapinna puhul ei takista isoleeriv kiht.

Võrreldes vaatluspunktide 1 ja 3 miinimumtemperatuure, ilmneb selgesti kasenoorendiku turvestav mõju: kasenoorendiku all

*Tabel 16*

**Miinimumtemperatuurid raiestikul 1,5 m kõrgusel õhus (vp. 1) ja maapinnal (vp. 1 ja 2) ning 3—4 m kõrguse kasenoorendiku all maapinnal (vp. 3) 27. maist — 26. juunini 1954. aastal***

| Kuu | Kuupäev | Miinimumtemperatuur 1,5 m kõrgusel, vp. 1 | Miinimumtemperatuurid maapinnal | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | vaatluspunkt 1 | | vaatluspunkt 2 | | vaatluspunkt 3 | |
| | | | ettevalmistamata | lapp | ettevalmistamata | lapp | ettevalmistamata | lapp |
| Mai | 27 | 9,1 | 5,6 | 7,5 | 6,1 | 7,7 | 8,6 | 9,2 |
| | 28 | 7,0 | 3,2 | 5,6 | 3,4 | 6,0 | 6,6 | 7,9 |
| | 29 | −1,7 | −4,2 | −2,5 | −3,7 | 0,2 | −0,3 | 1,3 |
| | 30 | 3,9 | 0,7 | 2,4 | 1,4 | 2,7 | 4,7 | 5,7 |
| | 31 | 1,9 | −1,2 | 2,4 | −0,1 | 2,8 | 3,4 | 4,6 |
| Keskmine | | 4,0 | 0,8 | 3,1 | 1,4 | 3,9 | 4,6 | 5,7 |
| Juuni | 1 | 5,5 | 2,3 | 3,3 | 3,1 | 4,7 | 6,4 | 7,0 |
| | 2 | −4,5 | −7,8 | −4,5 | −6,0 | −1,2 | −2,6 | −0,7 |
| | 3 | 2,4 | −1,4 | 1,7 | 0,3 | 2,2 | 4,2 | 4,7 |
| | 4 | −1,6 | −5,5 | −3,3 | −3,5 | −0,9 | −0,1 | 0,7 |
| | 5 | 2,0 | −2,5 | −0,5 | −0,8 | 1,5 | 3,1 | 3,9 |
| | 6 | 7,3 | 3,8 | 5,5 | 4,5 | 6,0 | 7,3 | 7,6 |
| | 7 | −4,1 | −9,0 | −5,5 | −6,4 | −1,5 | −2,5 | −0,5 |
| | 8 | −2,3 | −5,1 | −3,0 | −4,9 | −0,5 | −0,3 | 1,1 |
| | 9 | 7,5 | 5,5 | 7,5 | 7,4 | 7,9 | 7,6 | 8,0 |
| | 10 | 7,5 | 2,4 | 3,3 | 4,1 | 5,0 | 7,6 | 8,2 |
| Keskmine | | 2,0 | −1,7 | 0,5 | −0,2 | 2,3 | 3,1 | 4,0 |
| | 11 | 10,8 | 8,0 | 8,7 | 9,4 | 9,5 | 11,3 | 11,8 |
| | 12 | 13,5 | 12,5 | 13,1 | 13,1 | 13,4 | 13,2 | 14,0 |
| | 13 | 11,3 | 11,6 | 11,8 | 11,6 | 12,2 | 11,8 | 12,2 |
| | 14 | −0,6 | −2,5 | 0,5 | 0,2 | 1,3 | 1,6 | 3,0 |
| | 15 | 14,0 | 12,2 | 11,7 | 12,4 | 12,6 | 12,8 | 13,0 |
| | 16 | 4,8 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 4,9 | 6,2 | 6,9 |
| | 17 | 1,6 | −1,4 | 0,8 | 0,1 | 2,1 | 2,9 | 4,4 |
| | 18 | 5,3 | 3,7 | 4,6 | 4,0 | 5,7 | 6,9 | 7,5 |
| | 19 | 6,3 | 3,4 | 5,2 | 4,9 | 7,2 | 7,4 | 8,7 |
| | 20 | 7,0 | 4,4 | 5,7 | 6,0 | 7,0 | 8,1 | 8,5 |
| Keskmine | | 7,4 | 5,4 | 6,5 | 6,5 | 7,6 | 8,2 | 9,0 |
| | 21 | 13,3 | 9,1 | 10,0 | 10,1 | 10,9 | 12,8 | 13,4 |
| | 22 | 13,9 | 11,0 | 11,4 | 12,2 | 12,9 | 14,1 | 14,4 |
| | 23 | 15,3 | 14,4 | 14,6 | 15,0 | 15,2 | 16,0 | 16,0 |
| | 24 | 9,4 | 4,7 | 6,1 | 6,5 | 7,7 | 10,3 | 11,0 |
| | 25 | 8,2 | 5,2 | 5,4 | 6,4 | 7,2 | 9,1 | 9,4 |
| | 26 | 11,1 | 8,4 | 7,0 | 9,4 | 9,5 | 11,1 | 11,2 |
| Keskmine | | 11,9 | 8,8 | 9,1 | 10,0 | 10,6 | 12,2 | 12,2 |
| Vaatlusperioodi keskmine | | 6,0 | 3,0 | 4,5 | 4,2 | 5,9 | 7,0 | 7,6 |
| Alla 0°-ste temperatuuride esinemise sagedus | | 6× | 10× | 6× | 7× | 4× | 5× | 2× |

* **Vaatlusperioodil** oli keskmine põhjavee sügavus 1. vaatluspunktis 65 cm, 2. vaatluspunktis 18 cm ja 3. vaatluspunktis 37 cm.

*Tabel 17*

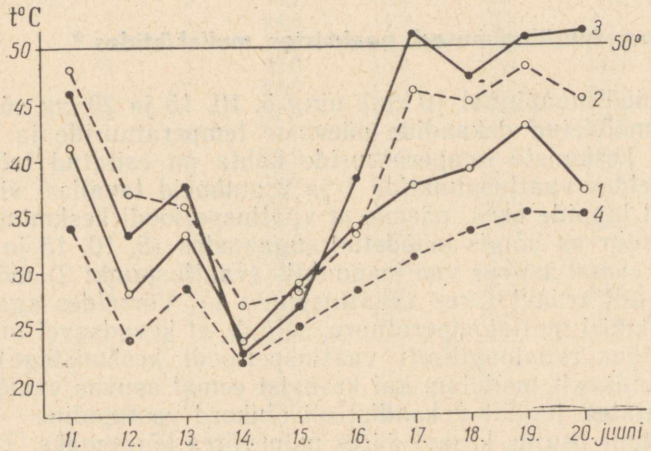
**Maksimumtemperatuurid raiestikul 1,5 m kõrgusel õhus (vp. 1) ja maapinnal (vp. 1 ja 2) ning 3—4 m kõrguse kasenoorendiku all maapinnal (vp. 3) 27. maist — 26. juunini 1954. aastal***

| Kuu | Kuupäev | Maksimumtemperatuur 1,5 m kõrgusel, vp. 1 | Maksimumtemperatuurid maapinnal | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | vp. 1 | | vp. 2. | | vp. 3 | |
| | | | ettevalmistamata | lapp | ettevalmistamata | lapp | ettevalmistamata | lapp |
| Mai | 27 | 26,5 | 36,2 | 46,0 | 47,4 | 30,9 | 32,8 | 24,7 |
| | 28 | 21,5 | 31,1 | 49,1 | 38,0 | 27,7 | 29,7 | 21,9 |
| | 29 | 24,5 | 38,6 | 45,0 | 46,0 | 31,1 | 31,5 | 22,5 |
| | 30 | 28,0 | 36,9 | 45,5 | 46,3 | 30,4 | 32,1 | 24,0 |
| | 31 | 26,2 | 39,0 | 44,4 | 39,0 | 30,5 | 27,1 | 24,7 |
| Keskmine | | 25,3 | 36,4 | 46,0 | 43,3 | 30,1 | 30,6 | 23,5 |
| Juuni | 1 | 20,0 | 29,0 | 40,9 | 39,2 | 26,5 | 22,6 | 19,8 |
| | 2 | 19,7 | 35,9 | 42,4 | 46,0 | 29,5 | 32,1 | 17,9 |
| | 3 | 14,9 | 20,6 | 25,0 | 22,6 | 17,6 | 16,1 | 17,8 |
| | 4 | 19,2 | 33,2 | 35,5 | 34,7 | 26,0 | 18,3 | 17,7 |
| | 5 | 20,1 | 36,4 | 35,4 | 37,5 | 25,0 | 23,2 | 19,9 |
| | 6 | 19,6 | 35,1 | 38,6 | 37,6 | 25,9 | 28,6 | 19,1 |
| | 7 | 19,6 | 33,0 | 43,1 | 40,4 | 27,5 | 28,0 | 21,8 |
| | 8 | 22,8 | 39,6 | 46,8 | 42,5 | 33,2 | 25,6 | 21,6 |
| | 9 | 21,5 | 35,0 | 35,6 | 41,0 | 29,9 | 23,3 | 25,1 |
| | 10 | 30,0 | 42,0 | 46,2 | 45,5 | 31,8 | 29,0 | 27,0 |
| Keskmine | | 20,7 | 34,0 | 38,9 | 38,7 | 27,3 | 24,7 | 20,8 |
| | 11 | 29,7 | 41,1 | 48,0 | 46,2 | 34,1 | 27,1 | 26,6 |
| | 12 | 21,6 | 28,5 | 37,0 | 33,6 | 24,0 | 20,1 | 19,4 |
| | 13 | 22,0 | 33,3 | 36,0 | 37,5 | 28,5 | 25,5 | 22,9 |
| | 14 | 20,5 | 23,7 | 26,7 | 22,5 | 22,3 | 18,9 | 17,6 |
| | 15 | 18,6 | 28,8 | 28,5 | 26,7 | 25,0 | 18,9 | 17,5 |
| | 16 | 23,0 | 33,8 | 33,6 | 38,2 | 28,2 | 21,6 | 22,9 |
| | 17 | 25,1 | 37,5 | 46,2 | 50,8 | 31,1 | 22,4 | 23,2 |
| | 18 | 27,0 | 39,0 | 45,0 | 47,2 | 33,5 | 23,5 | 22,4 |
| | 19 | 28,4 | 42,8 | 47,9 | 50,5 | 35,1 | 27,6 | 27,3 |
| | 20 | 30,7 | 36,8 | 45,0 | 51.2 | 24,9 | 26,1 | 28,6 |
| Keskmine | | 24,6 | 34,5 | 39,4 | 40,4 | 29,7 | 23,? | 22,8 |
| | 21 | 32,4 | 44,4 | 50,0 | 53,9 | 37,7 | 27,7 | 27,7 |
| | 22 | 32,2 | 41,0 | 46,3 | 48,0 | 35,5 | 28,4 | 28,5 |
| | 23 | 24,2 | 36,4 | 35,2 | 35,0 | 29,0 | 23,3 | 23,9 |
| | 24 | 22,2 | 38,5 | 39,8 | 37,9 | 28,5 | 21,1 | 22,2 |
| | 25 | 29,0 | 29,5 | 28,0 | 28,6 | 23,0 | 19,8 | 19,6 |
| | 26 | 20,8 | 25,3 | 28,9 | 26,3 | 23,1 | 19,8 | 19,6 |
| Keskmine | | 26,8 | 35,2 | 38,0 | 38,1 | 29,5 | 23,3 | 23,6 |
| Vaatlusperioodi keskmine | | 23,9 | 34,8 | 40,0 | 39,9 | 28,9 | 24,9 | 22,4 |
| Üle 50°-ste temperatuuride esinemise sagedus | | — | — | — | 4 | — | — | — |

* Vt. tabel 16.

olid miinimumtemperatuurid vaatlusperioodil ettevalmistamata maapinnal keskmiselt 4° ja lapil keskmiselt 3° võrra kõrgemad kui lagedal (vaatluspunktis 1). Tugevate öökülmade puhul (1.—10. juunini) oli vahe veelgi suurem.

Miinimumtemperatuuride silmanähtav kahjustav mõju tuli esile 1954. a. juuni I dekaadil esinenud öökülmade puhul, mis kahjustasid kõikjal (Sõmerpalu, Vaimastvere, Oru jt. metskondades) niihästi kuivendatud siirdesoodele rajatud kuusekultuure kui ka kuuse looduslikku uuendust. Hiliskülma all kannatasid peaasjalikult noored, 2—3 cm pikkused võrsed.




*32. Maksimumtemperatuurid maapinnal 1954. aastal sügava põhjaveeseisuga alal (vp. nr. 1) lapil (2) ja ettevalmistamata maapinnal (1) ning pinnalähedase põhjaveeseisuga alal (vp. nr. 2) lapil (4) ja ettevalmistamata maapinnal (3).*

Omapärane oli 1954. a. vaatlusperioodil maapinna maksimumtemperatuuride käik (tabel 17, joonis 32). Lapina ettevalmistatud maapinnal olid maksimumtemperatuurid (analoogiliselt 1953. a. vaatlusandmetega) sügavama põhjaveetasemega alal palju kõrgemad (keskmiselt 11° võrra) kui pinnalähedase põhjaveetasemega alal (vp. 2). Kuid ettevalmistamata maapinnal oli olukord teistsugune. Sõltuvalt kõrreliste kattest olid maksimumtemperatuurid sügava põhjaveeseisuga vaatluspunktis 1 ettevalmistamata maapinnal palju madalamad kui vaatluspunktis 2, kus kuivanud sammalde katteväärtus oli tunduvalt suurem ja rohurinne moodustus madalatest liikidest (pohl, lillakas jt.).

1954. a. vaatlustest järeldub, et üldiselt on sügava põhjaveeseisu puhul (põhjavee sügavus üle paarikümne sentimeetri) maksimum- ja miinimumtemperatuuride kujunemisele pinnakatte iseloom suurema tähtsusega kui erinevused põhjavee sügavustes.

Võrreldes omavahel vaatluspunktides 1 ja 3 registreeritud maksimumtemperatuure, näeme, et kasenoorendik avaldab maapinnapealsete temperatuuride kujunemisele tugevat tasandavat mõju. Maksimumtemperatuurid olid kasenoorendiku all (vp. 3) keskmiselt 18—20° võrra madalamad kui lagedal asuvas kraavilähedases vaatluspunktis (vaatluspunkt 1).

### 4. Temperatuuritingimused pealmistes mullakihtides *

Andmed maapinnal (0 cm) ning 5, 10, 15 ja 20 cm sügavuses mullas mõõdetud dekaadide päevaste temperatuuride ja vaatlusperioodi keskmiste temperatuuride kohta on esitatud tabelis 18.

Võrreldes vaatluspunktide 1 ja 2 andmeid tavalisel viisil valmistatud lappide osas, näeme, et vaatlusperioodi keskmine mullatemperatuur on kõigis mõõdetud sügavustes (5, 10, 15 ja 20 cm) kraavist eemal asuvas vaatluspunktis (vaatluspunkt 2) mõnevõrra kõrgem kui kraavi ääres (vaatluspunkt 1). Võrreldes aga dekaadide keskmisi mullatemperatuure, selgub, et kevadsuvel oli mullatemperatuur (analoogiliselt vaatlusperioodi keskmistega) kraavi ääres tunduvalt madalam kui kraavist eemal asuvas vaatluspunktis 2. Alates juuli I dekaadist oli olukord vastupidine — mullatemperatuur osutus kraavi ääres mõnevõrra kõrgemaks. Temperatuuride sellist kulgu võib seletada turvasmulla erinevast niiskusesisaldusest tingitud erinevustega soojusejuhtivuses: tulenevalt veega küllastunud turvasmulla paremast soojusejuhtivusest soojeneb kraavist eemal asuvas vaatluspunktis muld kevadel kiiremini kui kraavi ääres, kus mulla soojusejuhtivus on tõenäoliselt väiksem.

Ettevalmistamata maapinna puhul oli olukord vastupidine: kraaviäärses vaatluspunktis (nr. 1) oli vaatlusperioodi keskmine mullatemperatuur kõrgem kui kraavist eemal asuvas vaatluspunktis (nr. 2). Erinevus ilmnes kuni 15 cm sügavuseni, 20 cm sügavuses oli temperatuur mõlemas punktis kogu vaatlusperioodi vältel enam-vähem ühesugune. Ettevalmistamata maapinna puhul on mullatemperatuuride erinevust kahe vaatluspunkti vahel raske seletada, kuna temperatuuritingimused ei ole sõltuvad üksnes

* Kuna vegetatsiooniperioodi mullatemperatuuridel käesoleva probleemi seisukohast otsest tähtsust ei ole, puudub detailsem käsitlus. Käsitleme ainult ettevalmistamata ja tavalisel viisil ettevalmistatud maapinna mullatemperatuure.

**Dekaadide keskmised päevased temperatuurid maapinnal (0 cm) ning mullas kraavilähedases (vp. 1) ja kraavist eemal asuvas (vp. 2) vaatluspunktis 1953. a.**

| Kuu | Dekaad | Vaatluspunkt | Sügavus, cm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| | | Ettevalmistamata mullas | | | | | |
| Mai | II | 1 | 19,0 | 9,5 | 8,4 | 8,0 | 6,6 |
| | | 2 | 14,7 | 8,3 | 7,1 | 6,7 | 6,2 |
| | III | 1 | 19,1 | 11,4 | 10,5 | 10,2 | 9,3 |
| | | 2 | 13,7 | 10,6 | 10,0 | 9,3 | 9,3 |
| Juuni | I | 1 | 24,0 | 14,0 | 12,8 | 12,2 | 10,9 |
| | | 2 | 17,5 | 13,2 | 11,9 | 10,9 | 10,9 |
| | II | 1 | 22,9 | 15,6 | 14,4 | 14,0 | 12,8 |
| | | 2 | 18,7 | 14,9 | 13,7 | 12,8 | 12,8 |
| | III | 1 | 27,9 | 17,8 | 16,8 | 16,3 | 15,1 |
| | | 2 | 21,5 | 17,4 | 16,3 | 15,3 | 15,3 |
| Juuli | I | 1 | 23,9 | 16,9 | 16,2 | 16,0 | 15,2 |
| | | 2 | 19,5 | 16,8 | 16,0 | 15,4 | 15,4 |
| | II | 1 | 23,1 | 17,3 | 16,4 | 16,1 | 15,2 |
| | | 2 | 18,7 | 16,9 | 15,9 | 15,2 | 15,2 |
| | III | 1 | 23,1 | 18,1 | 17,3 | 17,0 | 16,2 |
| | | 2 | 19,7 | 18,0 | 16,9 | 16,2 | 16,2 |
| August | I | 1 | 18,3 | 16,0 | 15,7 | 15,5 | 15,1 |
| | | 2 | 16,7 | 15,9 | 15,4 | 15,0 | 15,0 |
| Vaatlusperioodi keskmine | | 1 | 22,4 | 15,2 | 14,3 | 13,9 | 12,9 |
| | | 2 | 17,9 | 14,7 | 13,7 | 13,0 | 12,9 |
| | | Kooritud lapil | | | | | |
| Mai | II | 1 | 16,7 | 9,6 | 8,1 | 7,2 | 6,8 |
| | | 2 | 13,5 | 10,5 | 8,9 | 7,8 | 7,7 |
| | III | 1 | 15,3 | 11,3 | 10,2 | 9,6 | 9,4 |
| | | 2 | 14,0 | 12,1 | 11,6 | 10,3 | 10,2 |
| Juuni | I | 1 | 19,9 | 14,0 | 12,5 | 11,6 | 11,3 |
| | | 2 | 18,4 | 15,1 | 13,6 | 12,2 | 12,0 |
| | II | 1 | 20,2 | 15,5 | 14,3 | 13,3 | 13,0 |
| | | 2 | 19,7 | 16,0 | 15,0 | 13,8 | 13,6 |
| | III | 1 | 23,2 | 17,7 | 16,4 | 15,6 | 15,3 |
| | | 2 | 22,4 | 18,6 | 17,6 | 16,1 | 16,0 |
| Juuli | I | 1 | 19,7 | 16,8 | 16,0 | 15,4 | 15,3 |
| | | 2 | 20,0 | 16,8 | 15,6 | 15,1 | 14,4 |
| | II | 1 | 19,9 | 17,1 | 16,1 | 15,4 | 15,3 |
| | | 2 | 20,6 | 17,1 | 15,6 | 15,0 | 14,4 |
| | III | 1 | 20,5 | 18,1 | 17,1 | 16,4 | 16,3 |
| | | 2 | 20,4 | 17,9 | 16,7 | 16,2 | 17,1 |
| August | I | 1 | 16,8 | 15,8 | 15,1 | 14,9 | 15,1 |
| | | 2 | 17,3 | 15,6 | 15,0 | 14,7 | 14,4 |
| Vaatlusperioodi keskmine | | 1 | 19,1 | 15,1 | 14,0 | 13,3 | 13,1 |
| | | 2 | 18,9 | 15,5 | 14,4 | 13,5 | 13,3 |

*Tabel 19*

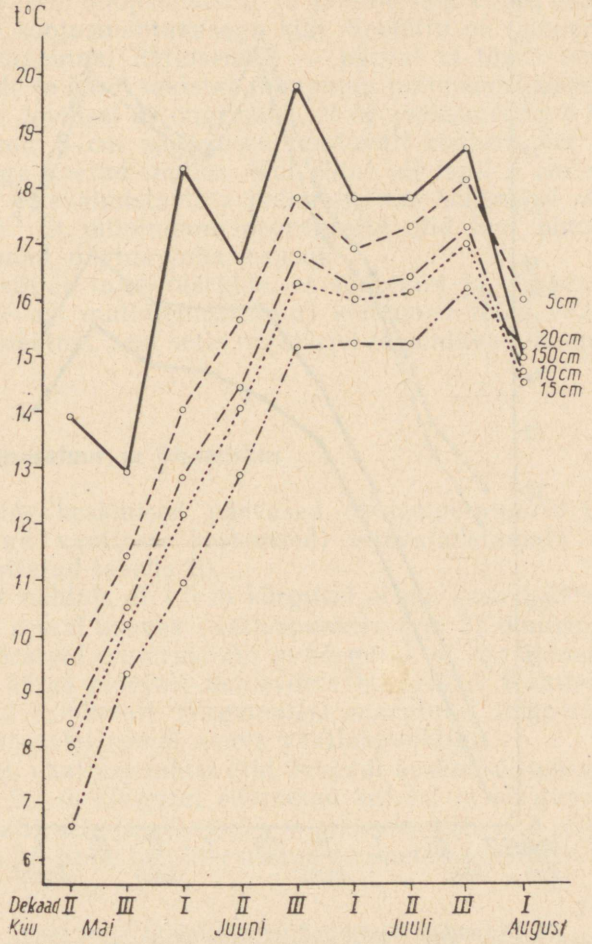
**Dekaadide keskmised mullatemperatuuride päevased amplituudid 1953. a.**

| Kuu | Dekaad | 5 cm sügavuses | | 10 cm sügavuses | | 20 cm sügavuses | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ettevalmistamata | Lapp | Ettevalmistamata | Lapp | Ettevalmistamata | Lapp |
| | | | | Vaatluspunkt 1 | | | |
| Mai | II | 3,8 | 5,5 | 1,4 | 2,3 | 0,1 | 0,3 |
| | III | 3,1 | 4,5 | 0,9 | 2,0 | 0,1 | 0,2 |
| Juuni | I | 3,5 | 4,9 | 1,5 | 2,3 | 0,1 | 0,4 |
| | II | 2,7 | 4,2 | 1,0 | 2,0 | 0,1 | 0,2 |
| | III | 4,3 | 6,5 | 1,7 | 2,9 | 0,2 | 0,4 |
| Juuli | I | 2,6 | 4,0 | 1,0 | 1,9 | 0,1 | 0,2 |
| | II | 3,2 | 4,5 | 1,3 | 2,3 | 0,1 | 0,3 |
| | III | 3,2 | 4,9 | 1,3 | 2,5 | 0,0 | 0,3 |
| August | I | 2,4 | 3,8 | 0,9 | 2,1 | 0,1 | 0,2 |
| | | | | Vaatluspunkt 2 | | | |
| Mai | II | 2,9 | 5,5 | 0,8 | 2,4 | 0,1 | 0,3 |
| | III | 1,8 | 4,9 | 0,5 | 1,0 | 0,1 | 0,2 |
| Juuni | I | 2,6 | 5,1 | 0,7 | 2,4 | 0,1 | 0,2 |
| | II | 2,2 | 3,9 | 0,6 | 1,7 | 0,0 | 0,3 |
| | III | 3,2 | 6,3 | 0,7 | 3,1 | 0,1 | 0,1 |
| Juuli | I | 1,9 | 4,2 | 0,4 | 1,7 | 0,1 | 0,3 |
| | II | 2,6 | 4,8 | 0,5 | 1,8 | 0,1 | 0,1 |
| | III | 2,7 | 5,1 | 0,7 | 1,9 | 0,1 | 0,2 |
| August | I | 1,9 | 3,8 | 0,3 | 1,3 | 0,1 | 0,1 |

turvasmulla, vaid ka pinnakatte iseloomust ja nende soojuslikest omadustest.

Jooniselt 33 on näha, millisel määral mullatemperatuurid on sõltuvad õhutemperatuurist. Ühtlasi annab joonis üldise pildi mullatemperatuuride käigust vegetatsiooniperioodi vältel.

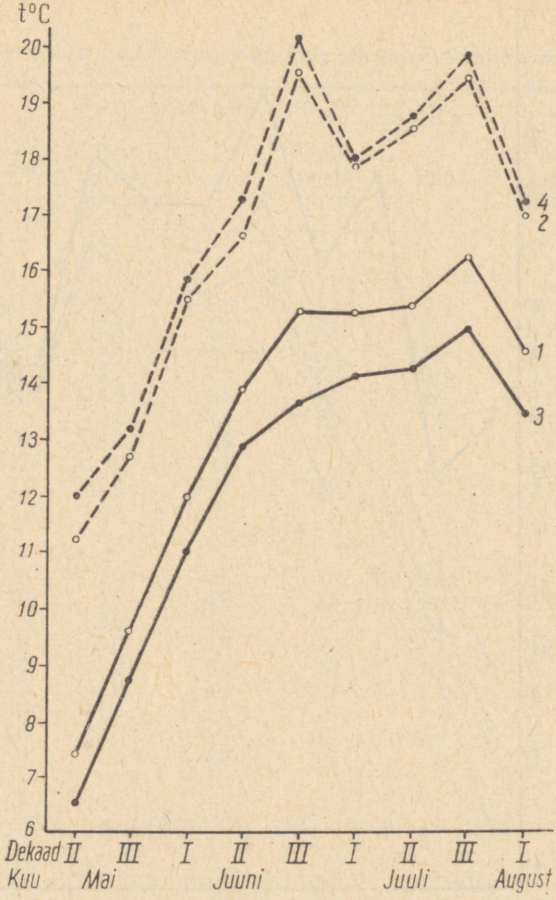
Nagu nägime tabelist 18, olid päevaste keskmiste mullatemperatuuride erinevused nii vaatluspunktide kui ka erinevate maapinnaseisundite vahel praktiliselt väikesed. Kontrastsemad erinevused ilmnevad lapil ja ettevalmistamata maapinnal mõõdetud mullatemperatuuride päevaste amplituudide võrdlemisel. Tabelist 19 selgub, et samblast ja metsakõdust koosnev isoleeriv kiht mõjub mullatemperatuuride ööpäevastele kõikumistele tasandavalt: ettevalmistamata maapinna puhul olid mõlemas vaatluspunktis temperatuuri amplituudid kõigis sügavustes tunduvalt väiksemad kui lapil. Peale selle on põhjust väita, et päevased temperatuuri kõikumised ulatuvad lapil sügavamale: lapil olid 20 cm sügavuses dekaadide päevaste temperatuuride amplituudide keskmised 0,2—0,3° piires,




*33. Dekaadide keskmised temperatuurid (arvestatud päeva keskmisest) kraavilähedases vaatluspunktis nr. 1 150 cm kõrgusel õhus ning 5, 10, 15 ja 20 cm sügavusel mullas ettevalmistamata maapinna puhul.*

kuna ettevalmistamata maapinna puhul ulatusid keskmiselt vaid 0,1°-ni.

Mullatemperatuuride päevane käik seletab mõnel määral maapinna äärmustemperatuuride mõõtmisel saadud tulemusi. Et isoleeriva kihi olemasolu puhul esineb märgatav ööpäevane tempera-




*34. Dekaadide keskmised temperatuurid 5 cm sügavusel mullas kraavilähedases vaatluspunktis nr. 1.*
*1 — ettevalmistamata maapinnal kell 8.*
*2 — „ „ „ 20.*
*3 — tavalisel viisil valmistatud lapil kell 8.*
*4 — „ „ „ „ „ 20.*

tuuri kõikumine (soojenemine ja jahtumine) põhiliselt ainult kõige pealmises kihis, siis toimub selle kihi väikese soojusmahtuvuse tõttu soojenemine ja jahtumine kiiresti, mistõttu maapinnal temperatuur võib tõusta või langeda üle taimedele vastuvõetavate piiride. Isoleeriva kihi puudumisel (lapil) on mullatemperatuuride ööpäevased amplituudid palju suuremad ja ulatuvad sügavamale,

sest ööpäevasest soojenemisest ja jahtumisest võtab osa tüsedam ja suurema soojusmahtuvusega kiht. Seetõttu on temperatuuritingimused maapinnal ühtlasemad — päeval ei tõuse temperatuur väga kõrgele ja öösel takistab maapinna jahtumist ülespoole liikuv soojusvoog. Joonisel 34 ongi näha, et öö jooksul langeb lapil mullatemperatuur 5 cm sügavuses tunduvalt rohkem kui isoleeriva samblakihiga kaetud mullas. Kui õhtul oli lapil 5 cm sügavuses soojem kui ettevalmistamata pinnases, siis hommikul oli olukord vastupidine. Et miinimumtemperatuurid olid lapi pinnal vähem ekstreemsemad, nägime juba eespool.

Kokku võttes tuleb märkida, et suuremat ja sügavamale ulatuvat ööpäevast mullatemperatuuri kõikumist tuleb vaadelda kui positiivset nähtust, sest selle tagajärjel tasanduvad maapinna temperatuurid.

## 5. Õhutemperatuur ja õhuniiskus

Dekaadide keskmised päevased õhutemperatuurid (kell 8, 14 ja 20 tehtud vaatluste keskmised) ettevalmistamata maapinna kohal on esitatud tabelis 20.

Tabelist nähtub, et 1,5 m kõrgusel ei ole kraavi ääres (vp. 1) ja kraavist eemal asuvas vaatluspunktis (vp. 2) õhutemperatuuride korrapäraseid erinevusi. 0,1 m kõrgusel on aga õhutemperatuurid kraavi ääres pidevalt mõnevõrra kõrgemad. Kahtlematult on see tingitud tunduvalt kõrgematest maapinna temperatuuridest, võrreldes kraavist eemal asuva vaatluspunktiga.

Mõlemas vaatluspunktis olid dekaadi keskmised päevased temperatuurid 0,1 m kõrgusel suuremad kui 1,5 m kõrgusel.

Õhu relatiivsete ja absoluutsete niiskuste kohta on esitatud andmed tabelis 21. Enne tabelis esitatud andmete käsitlemist peab mär-

*Tabel 20*

**Dekaadide keskmised päevased õhutemperatuurid 1953. aasta vaatlusperioodil**

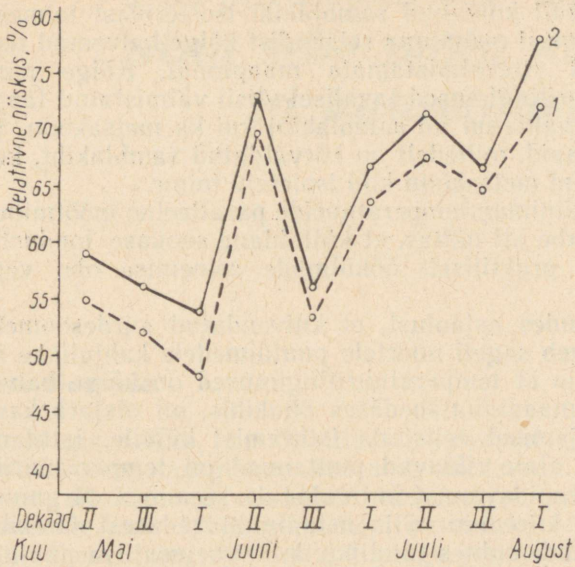
| Kuu | Dekaad | Maapinnal | | 0,1 m kõrgusel | | 1,5 m kõrgusel | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | vp. 1 | vp. 2 | vp. 1 | vp. 2 | vp. 1 | vp. 2 |
| Mai | II | 19,0 | 14,7 | 15,1 | 14,2 | 13,9 | 14,5 |
| | III | 19,1 | 13,7 | 13,5 | 13,3 | 12,9 | 12,9 |
| Juuni | I | 24,0 | 17,5 | 18,9 | 18,1 | 18,3 | 17,7 |
| | II | 22,9 | 18,7 | 18,2 | 17,6 | 16,7 | 17,1 |
| | III | 27,9 | 21,5 | 20,7 | 20,0 | 19,8 | 19,7 |
| Juuli | I | 23,9 | 19,5 | 18,3 | 18,0 | 17,8 | 17,9 |
| | II | 23,1 | 18,7 | 18,6 | 18,0 | 17,8 | 17,6 |
| | III | 23,1 | 19,7 | 19,3 | 18,8 | 18,7 | 18,7 |
| August | I | 18,3 | 16,7 | 15,3 | 14,9 | 14,9 | 14,5 |

*Tabel 21*

**Dekaadide keskmised päevased õhu relatiivsed ja absoluutsed niiskused 1953. aastal**

| Kuu | Dekaad | 0,1 m kõrgusel | | 1,5 m kõrgusel | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | vp. 1 | vp. 2 | vp. 1 | vp. 2 |
| | | Relatiivsed niiskused (%) | | | |
| Mai | II | 53,2 | 65,9 | 58,4 | 58,9 |
| | III | 65,0 | 68,2 | 61,7 | 64,3 |
| Juuni | I | 61,6 | 67,2 | 57,2 | 64,1 |
| | II | 79,9 | 81,1 | 74,7 | 78,6 |
| | III | 64,5 | 68,4 | 62,6 | 64,0 |
| Juuli | I | 71,2 | 77,9 | 72,2 | 67,9 |
| | II | 76,5 | 80,6 | 71,3 | 76,3 |
| | III | 76,8 | 79,0 | 75,6 | 75,5 |
| August | I | 81,3 | 87,3 | 82,2 | 80,6 |
| | | Absoluutsed niiskused (mm) | | | |
| Mai | II | – | 7,6 | 6,9 | 6,9 |
| | III | 7,4 | 7,8 | 6,8 | 7,0 |
| Juuni | I | 9,7 | 10,1 | 8,8 | 9,4 |
| | II | 12,1 | 12,0 | 10,6 | 11,4 |
| | III | 11,5 | 11,9 | 10,7 | 10,9 |
| Juuli | I | 11,4 | 11,8 | 10,6 | 10,9 |
| | II | 12,4 | 12,2 | 11,1 | 11,2 |
| | III | 12,6 | 12,8 | 12,1 | 12,0 |
| August | I | 10,8 | 11,1 | 10,3 | 10,4 |

kima, et kokkulangevalt üldiselt esineva seaduspärasusega oli ka meie vaatluste puhul õhu relatiivne niiskus kõige suurem hommikul (vaatlusaeg kell 8) ja kõige väiksem lõuna ajal (vaatlusaeg kell 14). Seda nähtust tuleb siduda õhutemperatuuri päevase käiguga. Nii tabelist 21 kui ka jooniselt 35 selgub, et maapinnast 0,1 m kõrgusel oli kraaviäärses vaatluspunktis (vp. 1) õhu relatiivne niiskus kogu vaatlusperioodi vältel väiksem kui kraavist eemal asuvas vaatluspunktis (vp. 2). Samasugune, olgugi et mitte nii väljakujunenud seaduspärasus ilmnes ka absoluutsete niiskuste osas. Siit järeldub, et maapinnani ulatuva põhjavee korral on aurumine intensiivsem kui sügavamal asuva põhjavee korral. Kahtlematult suurendas kraaviäärses vaatluspunktis veelgi erinevatest põhjaveeseisudest tingitud vahet kuivanud samblakiht, mille aurumist takistavas mõjus ei saa kahelda. Et suurem õhuniiskus vaatluspunktis 2 on pinnalt aurumise tulemus, näitab 0,1 ja 1,5 m kõrgusel mõõdetud õhuniiskuste kõrvutamine: vaatluspunktis 2 oli 0,1 m kõrgusel õhus nii relatiivne kui ka absoluutne niiskus korrapäraselt suurem kui 1,5 m kõrgusel.




*35. Dekaadide keskmised õhu relatiivsed niiskused 1953. aastal 0,1 m kõrgusel ettevalmistamata maapinna kohal kraavi ääres (1) ja kraavist eemal (2) asuvates vaatluspunktides (arvestatud kell 14 teostatud vaatluste andmetest).*

## Järeldused

1. Analoogiliselt varem teostatud uurimistega näitasid 1953. ja 1954. aastal läbiviidud mikroklimaatilised vaatlused veel kord, et kuivendamine halvendab soode mikroklimaatilist režiimi — temperatuuritingimused maapinnal ja selle lähedases õhukihis osutusid kuivema turvasmulla puhul ekstreemsemateks. Seetõttu on kuivendatud siirdesoometsade lageraietel tugevamini kuivendatud aladel temperatuuritingimused noorte puutaimede kasvuks halvemad kui nõrgemini kuivendatud aladel. See väljendus kõrgemates maksimum- ja madalamates miinimumtemperatuurides kuivenduskraavi lähedal, kusjuures maksimumtemperatuurid on kõige kõrgemad maapinnal ja miinimumtemperatuurid maapinnal ning selle lähedases mõnekümne sentimeetri paksuses õhukihis.

2. Taimedele kahjulike äärmustemperatuuride esinemise sagedus ja absoluutsed väärtused olenevad elus- ja surnud kattest. Esimesel raiumisjärgsel aastal halvendab raielankidel mikroklimaatilisi tingimusi isoleeriva toimega metsasambla kiht. Selle kihi kõrvaldamine tasandab äärmustemperatuure.

Tulenevalt kuivanud samblakihi isoleerivast toimest olid vaadeldud kolmest maapinna seisundist kõige halvemad temperatuuritingimused ettevalmistamata maapinnal. Kõige paremad olid temperatuuritingimused tavalisel viisil valmistatud lappidel, milledelt oli eemaldatud nii samblakiht kui ka metsakõdu. Vahepealsel kohal on lapid, milledelt on kõrvaldatud samblakiht, kuid avaldub veel säilinud metsakõdu kihi isoleeriv toime.

Öiste miinimumtemperatuuride paralleelne mõõtmine lagedal ja sookase turbe all näitas, et küllaldane sookase looduslik uuendus kõrvaldab praktiliselt öökülmade esinemise ohu vegetatsiooniperioodil.

3. Lähtudes asjaolust, et kuivendatud siirdesoometsade lageraietel esineb sageli noortele puutaimedele kahjulikke äärmustemperatuure ja et temperatuuritingimused on kõige halvemad maapinnal ja maapinnalähedases õhukihis, on otstarbekas metsakultuuride rajamisel eelistada istutamist külvile. Istutamisel kultiveeritavale alale viidavad puutaimed on temperatuurikahjustuste suhtes vastupidavamad kui vahetult seemnest tärganud tõusmed ja jõuavad kiiremini välja maapinnalähedasest õhukihist. Kuuse kui öökülmade suhtes tundliku, kuid varjusalliva puuliigi kultiveerimisel on vaja ära kasutada sookase loodusliku uuenduse turvestavad omadused.

# *Turvasmuldade niiskus ning selle mõju männi- ja kuusetõusmetele*

## 1. Kirjanduse ülevaade

Peaaegu kõigis töödes, mis käsitlevad kuivenduse mõju soometsade tootlikkusele, märgitakse ära selle olenevust kuivenduse intensiivsusest. Metsamaade tavaliselt ekstensiivse kuivendamise puhul on puistute kasv tavaliselt kõige parem kuivenduskraavi läheduses ja väheneb pidevalt kraavist kaugenemisel (koos põhjaveetaseme tõusuga). Kuna, nagu juba eespool selgus, käesolevas töös käsitletavate siirdesoometsade turvasmuldade muud omadused (toitainetesisaldus, reaktsioon, mikrobioloogilised tegurid) on puude kasvuks soodsad, määrab veerežiim kõige olulisema faktorina puude kasvukäigu. Sellest järeldub, et toitumistingimused olenevad põhiliselt niiskustingimustest ja et puude kasvuks kõige optimaalsemad niiskustingimused kujunevad kuivendusvõrguga soometsades kraavide vahetus läheduses.

Turvasmuldade niiskustingimustest aga ei olene ainult puude kasv, vaid ka metsauuendamise käik raiestikel. See on kehtiv nii loodusliku uuenemise kui ka kultuuride kohta. Tavaliselt leidub hõreda kraavidevõrguga kuivendatud siirdesoometsades rohkesti alasid, kus esinevad nii perioodilised kui ka kestvad liigniiskuse tingimused. Liigniiskuse all võivad puud kannatada kõigis kasvustaadiumides, kuid eriti tundlikud on nad noores eas. Raskatovi (Раскатов, 1954) järgi taluvad männi täiskasvanud eksemplarid osalist üleujutust, kuna aga männitõusmed kauaaegse vee all olemise tagajärjel täiesti hukkuvad.

Kui liigniiskuse esinemine ja selle negatiivne mõju käsitletavatel kasvukohtadel on üldiselt tuntud, siis liigkuivusele ja selle negatiivsele mõjule on vähe tähelepanu pööratud. Niiskusepuudust vanemad puud kuivendatud siirdesoodel tavaliselt ei tunne, sest arenenud juurekava võimaldab neil niiskust hankida mulla sügavamatest kihtidest või põhjaveest (juhul kui kõige pealmine mullakiht läbi kuivab). Seevastu aga võivad tõusmed kraavilähedastel sügava põhjaveeseisuga aladel ja ka kraavist kaugemal mikro-

reljeefi kõrgematel osadel kannatada veepuuduse all. Eriti oluliselt võib mulla pealmise kihi niiskusesisalduse vähenemine (läbikuivamine) takistada idanemisprotsessi.

Nagu juba märgiti, on sellele küsimusele vähe tähelepanu pööratud. Üksikutest autoritest peab siiski mainima Tacket (1929) ja Kivineni (1948), kes kuivendamisel manitsevad ettevaatusele, et turvasmullad liiga kuivaks ei muutuks, sest kõrgest kolloidaalsusest tingitud suure veesidumise võime tõttu seovad turvasmullad ohtrasti niiskust, kuid hoiavad seda ka tugevasti kinni. Seetõttu võib liiga intensiivselt kuivendatud soode mulla veesisaldus alaneda sedavõrd, et taimed ei saa vett küllaldaselt kätte. Metsanduslikest uurijatest märgib Heikurainen (1954), et intensiivne kuivendamine võib soopinna nii kuivaks muuta, et noored taimed, mille juured on jõudnud tungida alles soo pinnakihti, ära kuivavad. Eesti NSV-s Sõmerpalu metskonna kuivendatud siirdesoodel teostatud uurimistööde põhjal jõudis Kollist (1957) järeldusele, et turvasmulla kõige pealmise kihi läbikuivamine takistab kaseseemnete idanemist ja koos sellega raielankide looduslikku uuenemist. Peab lisama, et puutõusmed on suhteliselt vähearenenud juurekava tõttu eriti tundlikud põua suhtes. N. B. Lobanovi järgi (Раскатов, 1954) on okaspuuseemikutel imev pind 1,5—3 korda väiksem auravast pinnast, samal ajal aga näiteks rukkil on imev pind auravast pinnast 140 korda suurem.

Et okaspuutõusmed on väga tundlikud nii liigniiskuse kui ka liigkuivuse suhtes ja et kuivendusvõrguga siirdesoodel võivad põhjavee sügavusest olenevalt esineda mõlemad äärmused, on hädavajalik käsitleda mulla niiskusesisalduse äärmuste mõju taimede kasvule. Meenutagem, et Raskatovi (Раскатов, 1954) järgi tuleb metsamajandusliku praktika seisukohast kõige esmajärgulisemate lahendamist vajavate füsioloogiliste küsimuste hulka lugeda ka puu- ja põõsaliikide seemikute veetarviduse uurimist.

Muldade niiskustingimuste kvalitatiivseks hindamiseks meid huvitavate taimede seisukohast on tarvis teada normaalset kasvamist võimaldava mullaniiskuse miinimumi, optimumi ja maksimumi. See on vajalik nii kuivenduse optimaalse intensiivsuse määramiseks kui ka kultuuride rajamisel niiskustingimusi mõjutavate agrotehniliste võtete väljatöötamiseks mitmesuguse põhjaveeseisuga aladel. Tuleb täiesti ühineda Zaitseviga (Зайцев, 1955), kes märgib, et kuivendusastme kui melioratiivsete abinõude aluse määramine on metsakasvataja asi ning et lähtealuseks tuleb võtta metsakasvatuslikud eesmärgid. Kuid teadmata puutaimede nõudeid turvasmulla niiskusesisalduse suhtes, on selles küsimuste kompleksis raske õiget vastust leida.

Mulla niiskustingimuste hindamisel on tingimata vaja teada, milline osa mullas leiduvast veest on taimedele kättesaamatu.

Briggs'i ja Shantz'i (1912) järgi nimetatakse seda protsentuaalset suurust (väljendatakse tavaliselt taimedele kättesaamatu veehulga suhtena absoluutkuiva mulla kaalusse) tavaliselt püsiva närbumise koefitsiendiks ehk lihtsalt närbumiskoefitsiendiks. Viimasel ajal nimetavad mõned autorid (Долгов, 1948; Роде, 1952) seda ka püsiva närbumise niiskuseks või lihtsalt närbumisniiskuseks (Кочерина, 1948). Käesolevas töös kasutatakse viimast terminit. Märgitagu, et närbumisniiskuse tähenduses kasutatakse ka mõistet «surnud veetagavara» (Viljams, 1950), olgugi et seda ei saa päris täpseks pidada.

Mulla närbumisniiskus fikseeritakse taimede närbumises avalduva turgori kaotusega, mis ei taastu ka taimede hoidmisel transpiratsiooni alandavates tingimustes (veeauruga küllastatud ruumis). Närbumise põhjuseks on mulla veesisalduse vähenemine niisuguse piirini, et taim ei suuda katta transpireerimisel kuluvat vett mullast vee juurdevõtmise teel. See olukord tekib siis, kui mulla niiskusesisalduse vähenemise tagajärjel mulla vett kinnihoidvad jõud, mis L. S. Litvinovi järgi koosnevad mullalahuse osmootsest rõhust ja tahke osa sorbtsioonsetest omadustest ja milledest esimene oleneb mullalahuse kontsentratsioonist ja teine — mulla mehhaanilisest koosseisust ja niiskusest (Роде, 1952), ületavad taime juurte rakumahla osmootse rõhu (Лобанов, 1926; Роде, 1952). Gradmann (1932) ning Maksimov ja Komizerko (Максимов и Комизерко, 1952) järeldavad oma uurimiste põhjal, et lisaks mainitud jõududele on oluline osa ka mulla veejuhtivusel (vee juurdetuleku kiirus). Seda tõendab asjaolu, et juurtega kokkupuutes mitteolev muld on nõrgemalt kuivanud kui juurtega vahetus kokkupuutes olev muld.

Närbumisniiskuse määramisele on pühendatud terve rida uurimusi. Alguse tegi neile 1859. aastal J. Sachs (Роде, 1952), kes näitas, et mitte kogu mullas leiduv vesi ei ole taimedele kättesaadav ja et taimed närbuvad veepuuduse tagajärjel ka siis, kui mullas on veel märgataval hulgal vett. Märkimist väärib ka Venemaal 1889. a. ilmunud S. M. Bogdanovi töö, mis käsitleb seemnete idanemiseks vajaliku minimaalse mullaniiskuse küsimust (Зонн, 1959). Põhjapanevaks uurimuseks sellel alal loetakse laialdasel materjalil põhjenevat Briggs'i ja Shantz'i (1912) tööd. NSV Liidus varem ilmunud uurimustest on tähelepanuväärseim Lobanovi (Лобанов, 1925, 1926) töö.

Kõigis vastavasisulistes uurimistöödes on olnud põhiküsimuseks: millest oleneb närbumisniiskuse suurus? Kõik uurijad on jõudnud järeldusele, et põhiliselt oleneb see mullaliigist ja selle füüsikalistest omadustest. Mis puutub aga närbumisniiskuse olenevusse taimeliigist, siis selles küsimuses on saadud vastukäivaid tulemusi. Klassikalises Briggs'i ja Shantz'i (1912) töös ja samuti

terves reas hiljem ilmunud töödes (Лобанов, 1925; Павлова, 1935; Копачевская, 1939; Долгов, 1948, jt.) väidetakse, et närbumisniiskuse suurus ei sõltu indikaatortaime liigist ega arengust, s. o. kõik taimed närbuvad ühe ja sama mullaniiskuse juures. Vastupidiselt neile autoritele väidab Fedorovski (Федоровский, 1948, 1953) oma uurimiste põhjal, et närbumisniiskus oleneb oluliselt nii taimeliigist kui ka taime arengufaasist. Tema järgi on teatud mullal igale taimeliigile ja selle arengufaasile erinev närbumisniiskus. Kahtlematult tuleb nõustuda Fedorovskiga, et nii taimeliik kui ka arengufaas mõjustab närbumisniiskuse suurust. Seejuures peab aga siiski mainima, et nii tema kui ka teiste uurijate faktiline materjal näitab, et taimeliigi ja selle arengufaasi mõju on suhteliselt väike, mida võib ka mitte arvestada. Kuid pole ka kahtlust, et päris täpse tulemuse võib saada ainult meid huvitavat taime indikaatortaimena kasutades.

Närbumisniiskus on oluliselt sõltuv määramisel kasutatavast metoodikast. Peamiseks kasutatavaks meetodiks on olnud bioloogiline (vegetatsiooni) meetod. Sageli kasutatakse närbumisniiskuse määramiseks ka mulla füüsikalisi konstante, mida on püütud mitmesuguste suhtarvude kaudu siduda mulla närbumisniiskusega. Nendest konstantidest on peamiseks olnud maksimaalne hügroskoopne veemahutavus (määratakse Mitscherlichi järgi). Et võimatu on kõikide muldade jaoks välja tuua ühtset konstantset suhet (närbumisniiskuse suhe maksimaalsesse hügroskoopsesse veemahutavusse), näitab andmete mitmekesisus. Briggs ja Shantz (1912) said selleks suhteks 1,47, Lobanov (Лобанов, 1925) 2,05—3,35. Hüdrometeoroloogilises teenistuses kasutatakse konstanti 1,34 (Павлова, 1935), mida ka Protserov ja Karassev (Процеров и Карасев, 1939) peavad õigemaks kui mõnede autorite poolt kasutatud konstanti 1,5—2,0. Kotšerina (Кочерина, 1948) järgi on see 1,1—1,6. Ahromeiko (Ахромейко, 1950) järgi kasutatakse metsanduses tavaliselt selle konstandina 2.

Et maksimaalse hügroskoopse veemahutavuse määramine on aeganõudev toiming, siis soovitavad mõned autorid (Волобуев, 1937; Карасев, 1940) närbumisniiskuse kaudseks määramiseks kasutada selle asemel mulla maksimaalset molekulaarset veemahutavust, mille määramine on lihtsam ja kiirem (pressimise, tsentrifuugimise ja muul teel). Üldist kasutamist ei ole see moodus seni aga leidnud.

Mitmesuguseid meetodeid võrreldes tuleb siiski kõige usaldusväärsemaks pidada bioloogilist meetodit, mida peab rakendama kõigil konkreetsetel juhtudel. Kaudsed meetodid (maksimaalse hügroskoopse ja molekulaarse veemahutavuse jt. konstantide kaudu) on kasutatavad vaid kõige üldisemate andmete saamiseks. Siinjuures väärib meenutamist vegetatsioonimeetodi rajaja

Boussingault' otsese füsioloogilise katse nõue, mida väga hindas Timirjazev ja mille mõtteks oli esitada küsimus taimele endale ja saada vastus vahetult taimelt (Тимирязев, 1948). Kuid, nagu näitavad vastavasisulised uurimused, oleneb närbumisniiskuse suurus ka bioloogilist meetodit kasutades tervest reast teguritest — kas ta on määratud laboratooriumis või välistingimustes (Карасев, 1940; Hendrickson and Veihmeyer, 1945), transpiratsioonitingimustest (Маслова, 1927; Павлова, 1935; Lundegårdh, 1949), juurekava arengust ja levikust (Карасев, 1940a; Павлова, 1935; Gradmann, 1932), mullatemperatuurist (Алпатьев, 1954), uurimisel kasutatud vegetatsiooninõude suurusest (Федоровский, 1953) jt. teguritest. Eeltoodust nähtub, et ka bioloogilist meetodit kasutades võivad välistingimused tunduvalt mõjustada saadavat resultaati, mistõttu tuleb ka sel teel saadud andmetesse ja nende võrdlemisse suhtuda ettevaatusega.

Erinevused muldade närbumisniiskustes tulenevad põhiliselt nende kolloidosadest. Puhtal kvartsliival on väga väike hügroskoopne veemahutavus. Kuid mullad, mis on rikkad orgaanilistest kolloididest (huumusmullad) või mineraalsetest kolloididest (savimullad), on suure täieliku ja hügroskoopse veemahutavusega (Флеров, 1927; Кочерина, 1948). Rubner (1953) toob ära Keen'i ja Couts'i andmed, millede järgi orgaanilised kolloidid seovad vett 4,4 korda ja anorgaanilised kolloidid 2,7 korda rohkem omakaalust. Kõrge orgaaniliste kolloidide sisaldus tingib ka turvasmuldade suure veemahutavuse ja närbumisniiskuse (Tacke, 1929; Kivinen, 1948). Viimane on aga just turvasmuldade osas väga vähe uuritud. Seetõttu leidub kirjanduses turvasmuldade närbumisniiskuse kohta vähe andmeid ja needki on sageli ebatäielikud. Mitte harva puuduvad seejuures andmed turvasmulla botaanilise koosseisu, lagunemisastme ja kõige tähtsama — täieliku veemahutavuse kohta. Sageli ei ole öeldud, millest on närbumisniiskuse protsent arvestatud (turvasmulla kogukaalust, absoluutselt kuivast mullast või mulla täielikust veemahutavusest). Need puudused tekitavad raskusi esitatud andmete hindamisel ja omavahelisel võrdlemisel.

Lobanov (Лобанов, 1925) refereerib R. Heinrichi andmeid, millede järgi kõrrelised (8 liiki) närbusid turvasmulla 52,87%-lise niiskusesisalduse juures (andmed turvasmulla kohta puuduvad). Sama autori poolt refereeritud Heinrichi teise töö andmetel närbusid taimed «sooturba» 49,7%-lise niiskuse juures (täielik veemahutavus 274%, maksimaalne hügroskoopsus 20,60%, närbumisniiskuse suhe maksimaalsesse hügroskoopsusesse 2,41). Närbumisniiskus, arvestatud protsentides täielikust veemahutavusest (meie arvestus), on 18,1%. Fjodorovi (Федоров, 1931) andmetel ei anna turvas «tilkagi vett» 150%-lise niiskusesisalduse juures

(arvestatud absoluutkuiva mulla kaalust). Turvasmulla hügroskoopsus on tema järgi 13—20% (seejuures nimetab ta hügroskoopsuseks 15° temperatuuri juures ruumis seisnud mulla veesisaldust), samal ajal kui mineraalmuld samades tingimustes sisaldab hügroskoopset vett ainult 1—3%. Viljams (1950) esitab andmeid, millede järgi «surnud veetagavara» turvasmuldadel on 20—50% mulla kogukaalust (meie poolt ümberarvestatult absoluutkuiva mulla kaalule 25—100%). Turnas'e (Турнас, 1951) järgi moodustab turvasmuldade närbumisniiskus kuni 35% täielikust veemahutavusest (ümberarvestatult mulla kogukaalule 47—66% ja absoluutselt kuivale mullale 88—197%). Ka Kivinen (1948) opereerib Heinrichi andmetega, millede järgi taimed kuivavad liivmullal 1,5%-lise, liivsavil 7,2%-lise ja turvasmullal 33,2%-lise veesisalduse juures (arvestatud nähtavasti mulla kogukaalust, meie poolt ümberarvestatult absoluutkuiva mulla kaalule saame niiskust 49,0%). Veel esitab Kivinen (1948) väga huvitavaid andmeid mitmesuguste muldade veesisalduse kohta (arvestatud protsentides kogukaalust) nende mitmesuguses niiskuslikus seisundis:

| | Kuiv | Värske | Niiske | Märg |
|---|---|---|---|---|
| Kerge liivmuld | 0,5—1,0 | 2,5 | 7 | 11 |
| Savimuld | 9 | 17 | 28 | 38 |
| Soomuld | 33 | 70 | 77 | 84 |

Seejuures nimetab ta «kuivaks» mulda, mis käega puudutamisel ei tundu niiskena; «värske» muld tundub niiskena; «niisket» mulda pigistades märgub käsi ja «märjast» mullast valgub pigistamisel vett.

Pavlova (Павлова, 1935) järgi on põhiliste mullaliikide närbumisniiskused orienteeruvalt järgmised (arvestatud absoluutkuiva mulla kaalust):

liival — 0,5—4%,
savil — 17%,
turvasmullal — alates 60%-st ja vahel ka kõrgem.

Dubahh (Дубах, 1936) esitab andmed, millede järgi turvasmuldade hügroskoopne veesisaldus, mis ei ole taimejuurtele kättesaadav, võib tõusta 100%-ni (arvestatud nähtavasti absoluutkuiva mulla kaalust) ja isegi veel kõrgemale, samal ajal kui see liivmullal on 0,5—1,0%, saviliival 1,0—1,5%, kergel liivsavil 1,5—2,0%, keskmisel liivsavil 2,0—6,0%, raskel liivsavil 6,0—10,0% ja savil üle 10%. Flerov (Флеров, 1927) esitab Mitscherlichi andmed, millede järgi 126%-lise veemahutavusega soomullal on 17%-line hüg-

roskoopsus. Rubneri (1953) järgi on «soomulla» hügroskoopse vee hulgaks 19% (arvestatud kuiva mulla kaalust).

Metsauuendamise seisukohast pakuvad erilist huvi Reimi (1937) poolt Eesti territooriumil (Voltveti katsemetskonnas) läbiviidud katsed, millede eesmärgiks oli selgitada mullaniiskuse mõju männi- ja kuuseseemnete idanemisele liivas, saviliivas, savis, palu toorhuumuses, loduhuumuses ja rabaturbas. Kahjuks on sellest tööst avaldatud ainult lühike kokkuvõte, milles esitatud faktiline materjal on väga piiratud. Siiski on märgitud, et rabaturbal ja palu toorhuumusel oli idanemiseks vajaliku niiskuse miinimumiks 65%; loduhuumusel oli miinimum veidi madalam, nimelt 55% ümber (nähtavasti protsentides mulla kogukaalust).

Kõik eespool toodud andmed näitavad, et turvasmullad on suure orgaaniliste kolloidide sisalduse tõttu kõrge täieliku ja ka hügroskoopse veemahutavusega. Vastavalt sellele on need mullad ka kõrge närbumisniiskusega, ületades selles osas suuresti ka suhteliselt kõrgete näitajatega savimullad. Erinevate autorite andmeid absoluutkuiva mulla kaalule ümber arvestades näeme, et turvasmuldade närbumisniiskus võib kõikuda 25—197% vahel, kusjuures keskmiseks suuruseks tuleb pidada 50—60%. Seejuures peab märkima, et Turnas'e (Turnac, 1951) andmed tunduvad liialdatuna (35% täielikust veemahutavusest).

Metsapuid seni närbumisniiskuse määramisel indikaatortaimedena peaaegu ei ole kasutatud ja seetõttu puuduvad ka andmed selle kohta, millise mullaniiskuse juures puud mitmesugustel muldadel närbuma hakkavad. Üldse ei ole seda tehtud turvasmuldade osas. Et see kahtlematult suur lünk on, tunnistab kas või Ahromeiko (Ахромейко, 1950) kirjutis, kelle arvates on väga vähe andmeid metsapuudele kättesaadava mullaniiskuse alumise piiri kohta, mistõttu tavaliselt võetakse selleks piiriks kahekordne maksimaalne hügroskoopsus. Kahtlemata närbuvad aga mitmesugustes klimaatilistes ja mullastikulistes tingimustes esinevad puuliigid ka erineva mulla «surnud veetagavara» juures. Edasi märgib ta, et vastavate näitajate puudumine takistab terve rea metsakultiveerimise abinõude teoreetilist põhjendamist ja esimeses järjekorras just kultuuride juurdumist kindlustavate abinõude osas. Tuleb lisada, et see on täiesti kehtiv ka kuivendatud soode kunstliku uuendamise võtete kohta.

Taimede kasvutingimuste hindamise ja nende teadliku muutmise teiseks oluliseks eeltingimuseks muldade veerežiimi osas on optimaalse mullaniiskuse väljaselgitamine. Selles osas ei saa kuidagi nõustuda Veihmeyeri ja Hendricksoniga (Максимов и Комизерко, 1952), kes viljapuudega teostatud katsete põhjal väitsid, et puudele on mullas leiduv vesi kas kergesti kättesaadav või ei ole üldse kättesaadav, teiste sõnadega — kogu mullas üle när-

bumisniiskuse piiri leiduv vesi on taime poolt ühesuguse kergusega omastatav. Sellele vastupidisel arvamusel on Maksimov ja Komizerko (Максимов и Комизерко, 1952), kes kirjutavad, et mullaniiskuse muutused peegelduvad teravalt taime kasvus ja sellega seotud anatoomilistes ja füsioloogilistes tunnustes mitte ainult «surnud veetagavara» piiri vahetus läheduses, kus vett kinnihoidvad jõud mullas väga järsult suurenevad, vaid ka niinimetatud optimaalsele niiskusele lähedastes piirides, kus isegi tunduvad muutused vähe muudavad mulla vett kinnihoidvat jõudu. Maksimovi ja Komizerko väide on tõestatav paljude uurimuste andmetega. Nendest võiks märkida Viljamsi (1950) poolt esitatud Wollny' ja Hellriegeli klassikalisi uurimisi teraviljadega, millede puhul kõigi teiste tegurite samaväärsuse korral taimede parim kasv ilmnes 60%-lise mullaniiskuse juures (arvestatud mulla täielikust veemahutavusest). Seda suurust loetakse üldiselt käesoleva ajani taimedele mullaniiskuse optimumiks (Виленский, 1954). Alpatjev (Алпатьев, 1954) laiendab küll optimaalse mullaniiskuse piire 60—80%-ni (arvestatud täielikust veemahutavusest), kuid peab samuti keskmiseks suuruseks 60%, kusjuures ta rõhutab, et see kunagi ei ole alla 40%. Maksimovi ja Komizerko (Максимов и Комизерко, 1952) järgi loetakse selleks optimumiks 60—70% täielikust veemahutavusest.

Mulla veesisalduse erinevused ei mõju ainult taimede üldisele kasvule, vaid mõjutavad suurel määral üksikute organite kasvu, nende dimensioone, anatoomilist ehitust ja füsioloogilisi protsesse. Nii kirjutab Lundegardh (1949), et mulla väiksema niiskusesisalduse juures on juurekava tugevasti arenenud, kuid pealmaaosa jääb väikseks. Seevastu kutsub aga ülemäärane veesisaldus esile juurekava kängumise, kuid rohelised osad on lopsaka kasvuga. Martin (1940), kes jälgis vegetatsioonikatsete abil mulla (liivsavi) niiskuse mõju päevalilletaimedele, leidis, et nende kasvukiirusele mõjusid juba väikesed mullaniiskuse erinevused. Madalam niiskusesisaldus tingis kasvu aeglustumise varre diameetri ja kõrguse osas, samuti vähenes taimede kuivkaal. Erinevused ilmnesid ka anatoomilises ehituses: väiksema niiskuse juures oli õhulõhesid arvukamalt, kuid nad olid väiksemad. Mullaniiskuse mõju transpiratsiooni kiirusele ilmnes alles siis, kui $^2/_3$ kättesaadavast niiskusest oli ära kulutatud.

Käesoleva teema seisukohast on väga huvitav Pessini (1938) töö. Viimane uuris vegetatsioonikatsete abil mulla niiskustingimuste mõju *Pinus palustris*'e (kasvab loodusliku drenaažiga muldadel) ja *Pinus caribaea* (kasvab halva loodusliku drenaažiga muldadel — soode ääres) seemikutele liivsavimullal. Ta võrdles 5 mulla niiskusastet, mis sisaldasid vett (arvestatud protsentides õhukuiva mulla kaalust) järgnevalt: väga kuiv — 5%, kuiv —

10%, värske — 15%, niiske 25% ja märg — 35%. Katsete tulemused näitasid, et tõusmete kasvu näitajad on otseses seoses mullaniiskusega. *Pinus palustris* andis kõige paremaid tulemusi niiskel mullal (25%), kus seemikud omasid kõige suuremat maapealsete osade ja juurte kuivkaalu, okaste pikkust, okkakimpude arvu, kõige rohkem külgjuuri ja mükoriisseid moodustisi. Kõige halvem oli kasv kuival (5%) mullal. *Pinus caribaea* vastavad näitajad olid samuti kõige paremad niiskel mullal. Märjal mullal absorbeerisid *Pinus caribaea* seemikud kolm korda rohkem vett kui väga kuival mullal, kuid seejuures tunduvalt vähem kui värskel ja niiskel mullal (kasvu optimumis). Samasugune oli pilt transpiratsiooni intensiivsuse osas. Mõlemate liikide võrdlemine näitas, et *Pinus caribaea* (mullaniiskuse kasvuoptimum 15—25%) on vähem tundlik mulla niiskustingimuste suhtes kui *Pinus palustris* (mullaniiskuse kasvuoptimum 25%).

Mullaniiskuse mõju puuseemnete idanemisele on uurinud Mork (1938) ja Safonova (Сафонова, 1949). Erilist huvi pakuvad Morki katsed, millede eesmärgiks oli selgitada mullatemperatuuri ning mullaniiskuse mõju männi- ja kuuseseemnete idanemisele. Katseks kasutati peenendatud toorhuumust. Idandamine viidi läbi termostaatidesse asetatud spetsiaalsetes nõudes, kus mullaniiskus hoiti kaalumise abil konstantsena. Katsetati 4 niiskusastmega — veesisaldus 20, 35, 50 ja 70% mulla mahust (mitte aga mulla täielikust veemahutavusest, nagu eespool mainitud Safonova töös ekslikult on märgitud), mis töös esitatud tabeli järgi vastavad absoluutselt kuiva mulla kaalule ümberarvestatult 100-, 200-, 300- ja 400-protsendilisele mullaniiskusele. Olgugi et töös andmeid mulla täieliku veemahutavuse kohta ei ole esitatud, peab arvama, et see on absoluutselt kuiva mulla kaalule arvestatult samuti üle 400% (järgnevaks arvestuseks võtame täielikuks veemahutavuseks 400—450%), sest töös esitatud andmete järgi 400% juures veel idanemine toimus, kuid kõrge niiskusesisalduse tõttu olid tõusmete juured deformeerunud. Toodud alusel (täielik veemahutavus 400—450%) arvestusi tehes näeme, et katsetatud mulla niiskusesisaldused mulla täielikust veemahutavusest arvestatult olid tõenäoliselt 22—25%, 44—50%, 67—75% ja 89—100% piirides. Temperatuurid olid 10°, 15° ja 20°, kusjuures katsete tulemusena selgus, et mullatemperatuur, mille optimum idanemisel oli 20° juures, mullaniiskuse optimumi asukohta ei muuda.

Morki poolt katsetatud niiskusastmetest oli idanemine kõige suurem 35- ja 50-protsendilise niiskusesisalduse juures (arvestatud mulla mahust), kusjuures tulemused 35% juures olid mõnevõrra paremad. 20%-lise niiskusastme puhul oli idanemisprotsent madal ja idanemine toimus aeglaselt. 70%-lise niiskusastme puhul oli idanemine samuti madal, kuid peale selle ilmnes, nagu eespool juba

mainiti, juurte deformatsioon. Lõppkokkuvõttes tuleb autor järeldusele, et antud mullaliigi (toorhuumus) juures on männi- ja kuuseseemnete idanemise mullaniiskuse optimum 35 ja 50% (arvestatud mulla mahust) vahel. Asendades neid mahuprotsentides toodud mullaniiskuse näitajaid meie poolt tehtud arvutuste teel saadud arvudega ja neid ümmardades, näeme, et idanemise optimum asub mulla täieliku veemahutavuse suhtes 44—75% piirides (absoluutselt kuiva mulla kaalu suhtes 200—300%). Väga olulise ja huvitava töö puuduseks peab lugema katsetatud niiskusastmete väikest arvu, mistõttu mullaniiskuse optimum on määratav väga üldistes joontes.

Safonova (Сафонова, 1949) töö pakub oma uurimisobjektide tõttu käesoleva töö seisukohast väiksemat huvi. Ta uuris mullaniiskuse mõju puuseemnete idanemisele ja tõusmete ilmumisele tumedal kastanmullal 60-, 45-, 30-, 25-, 20- ja 15-protsendilise niiskusesisalduse juures (arvestatud mulla täielikust veemahutavusest, mis meie poolt tehtud arvutuste kohaselt peab olema absoluutselt kuiva mulla kaalule arvestatult 34,6%). Katsete põhjal jõudis Safonova järeldusele, et idanemiseks vajalik optimaalne mullaniiskus on mitmesuguste puuliikide seemnetel erinev. Seda näitavad Safonova tööst võetud ja alljärgnevalt esitatud arvud:

| | Idanemise optimum (%-des mulla täielikust veemahutavusest) |
|---|---|
| *Morus alba* | 45—60 |
| *Ulmus pumila* | 30—45 |
| *Larix sibirica* | 20—30 |

Esitatud näitajad paistavad silma ja äratavad kahtlust oma väga väikeste suuruste poolest. Eriti teravalt ilmneb see asjaolu *Larix sibirica* puhul. Autor põhjendab seda *Larix sibirica* ökoloogiliste iseärasustega.

On terve rida autoriteetseid töid, milledes näidatakse mükoriisade positiivset mõju puudele toitainete omastamisel mullast. Seepärast on siinkohal vaja tsiteerida Kelley't (Келли, 1952), kelle järgi ka mükoriisad moodustuvad vaid optimaalse niiskuse tingimustes, s. t. tingimustes, mis on kasvuprotsessideks optimaalsed.

Suhteliselt vähe on uurimisi taimedele optimaalsete niiskustingimuste kindlakstegemiseks läbi viidud turvasmuldadel ja neidki ainult põllukultuuride aspektist.

Märkimisväärsed on Lebedevitši (Лебедевич, 1951) ja Laskevitši (Ласкевич, 1951) poolt Valgevenes 1946.—1948. a. läbiviidud vegetatsioonikatsed Minski sookatsejaama katsealalt pärineva turvasmullaga (täielik veemahutavus 414—437%, pH — 5,5; täieliku

veemahutavuse järgi otsustades peab turvasmuld olema hästi lagunenud). Lebedevitš uuris turvasmulla niiskusesisalduse mõju suhkrupeedi ja suvinisu viljakusele. Kasvuperioodi esimesel 45—60 päeval kasvasid suhkrupeedid kõige paremini 70% mullaniiskuse juures, kuid kõige suuremat saaki andsid 60- või 70-protsendilise püsiva niiskuse või 60—80%-lise vahelduva niiskuse juures. Suvinisu kasvas aga kõige paremini turvasmulla 80%-lise niiskusesisalduse juures.

Laskevitši uurimisobjektiks oli koksagõss. Parimad tagajärjed olid 80%-lise niiskusastme puhul. On vaja seejuures märkida, et juurte saaki halvendas rohkem niiskuse viimine 50—60 protsendini kui tõstmine 90%-ni.

Üleliidulise Soomajanduse Instituudi andmete järgi (Турнас, 1951) on turvasmuldadel optimaalseks niiskuseks (arvestatud täielikust veemahutavusest) mitmeaastastele heintaimedele 76—82%, kaerale 75%, kanepile ja kartulile 73% ja päevalillele 76%. Kuid Fatšihhina (Фатчихина, 1955) andmetel on vähelagunenud turvasmuldade puhul täielikust veemahutavusest arvestatud 60%-line niiskusesisaldus nii mulla mikrobioloogiliseks tegevuseks kui ka põllukultuuride kasvuks liiga kõrge. Optimaalseks peab ta suurema osa turvaste jaoks 70—75%-list mulla kogukaalust arvestatud niiskusesisaldust.

Eesti NSV-s uuris Eisen (Эйзен, 1955) mullaniiskuse mõju põllukultuuride (talirukis, oder, kaer, suhkrupeet, kultuurheinad) kasvule vähelagunenud madalsoo-turvasmullal (15—30%-lise lagunemisastmega pilliroo-tarna turvas). Ta leidis, et sellel turvasmullal on nimetatud kultuurtaimede jaoks optimaalne niiskusesisaldus 55—65% mulla täielikust veemahutavusest. Niisugune mullaniiskus tekkis kohtadel, kus põhjavee sügavus oli üle 70—80 cm.

Oluliseks küsimuseks taime ja mullaniiskuse vahekorras on mulla veega küllastumise mõju selgitamine. Katsed on tõestanud selle negatiivset mõju. Mulla veega küllastumise negatiivne mõju ei seisne aga vee ülekülluses, vaid sellest tingitud aeratsiooni puudulikkuses, mis takistab juurte normaalset funktsioneerimist mullalahuse absorbeerimisel (Lundegårdh, 1949; Parker, 1950; Ласкевич, 1951).

Parker (1950) kirjeldab oma katsete tulemusi mulla veega üleujutamise mõju uurimisel Põhja-Carolinas 8 puuliigiga (*Pinus taeda* L., *Juniperus virginiana* L., *Taxodium distichum* (L.) Richard, *Quercus alba* R., *Q. borealis* var. *maxima* (Marsch) Ashe, *Q. lyrata* Walt, *Cornus florida* L.). Katseobjektideks kasutas ta nende puuliikide välistingimustes (savipottides) kasvatatud 2-aastasi seemikuid. Mulla veega üleküllastamisel ilmnes seemikutel transpiratsiooni langus, millele järgnes lehtede rohelise värvi kadumine ja kõige lõpuks mahalangemine. Seejuures reageerisid üksikud liigid

mulla veega küllastamisele erinevalt, olenevalt nende loodusliku kasvukoha ökoloogilistest tingimustest. Kui näiteks kõik teised mainitud liigid reageerisid mulla veega üleujutamisele transpiratsiooni langusega, siis *Juniperus virginiana*'l (kasvab oma looduslikus areaalis soodel) seda ei esinenud.

Mc Dermott'i (1954) uurimus näitab mulla veega üleujutamise mõju *Alnus rugosa*, *Platana occidentalis*'e, *Betula nigra*, *Ulmus americana*, *U. alata* ja *Acer rubrum*'i seemikutele. Katse tulemusena konstateerib ta lehtede väiksemaks jäämist, sõlmevahede lühenemist, lehtede rohelise värvuse kadumist (kollaseks või punaseks muutumist) ja hiljem mahakukkumist.

Reimi (1937) töö järgi ei idane männi- ja kuuseseemned veega täielikult küllastatud mullas.

Esitatud kirjanduse andmeid lühidalt kokku võttes tuleb märkida, et taimede eluprotsessid on oluliselt seotud mulla niiskustingimustega. Et viimaseid oleks võimalik kvalitatiivselt hinnata ja muuta taimede kasvule soodsas suunas, peab teadma taimedele kättesaadava mullaniiskuse miinimumi, samuti mullaniiskuse optimumi ja maksimumi. Nagu eespool toodust selgub, on nimetatud suurused oluliselt sõltuvad mullaliigist, selle omadustest ning taimeliigist. Veel selgub esitatud andmetest, et need mõlemad komponendid on käesoleva töö seisukohast lähtudes vähe uuritud: piisavalt ei ole andmeid juurdumise staadiumis olevate männi- ja kuusetaimede nõuete kohta mulla niiskusesisalduse suhtes üldse ja peaaegu puuduvad andmed nende nõuete kohta turvasmuldade niiskustingimuste suhtes. Nagu näitab eeltoodu, on turvasmuldade niiskustingimuste hindamiseks taimede seisukohast üldiselt vähe ära tehtud. Käesoleva töö aspektist on need väga olulised lüngad, eriti veel seetõttu, et okaspuud on oma kõige nooremas eas eriti tundlikud mulla niiskustingimuste suhtes, mis on aga kuivendatud siirdesoometsade lageraietel väga varieeruvad (võivad esineda mullaniiskuse mõlemad äärmused). Käesoleva uurimuse ette seatud põhiülesannete lahendamiseks osutus vajalikuks selle lünga täitmine. Vajalike andmete saamiseks ei peetud õigeks kasutada kaudseid meetodeid, vaid esitati küsimus taimele endale. Seda tehti vegetatsioonikatsete teel, mille otseseks ülesandeks oli selgitada mullaniiskuse mõju männi- ja kuusetõusmetele turvasmuldadel.

## 2. Uurimise metoodika

Vegetatsioonikatsed, mille ülesandeks oli selgitada turvasmuldade niiskustingimuste mõju männi- ja kuuseseemnete idanemisele, tõusmete kasvule (maapealsete osade toor- ja kuivkaal, juurte

kuivkaal), tõusmete morfoloogilistele iseärasustele (juurte ja pealmaaosade areng), füsioloogilistele protsessidele (transpiratsioon) ja biokeemilistele näitajatele (tuhasisaldus, klorofülli- ja valgulise lämmastiku sisaldus), viidi läbi 1953. ja 1954. aastal. Vegetatsioonikatseteks kasutatud turvasmuld toodi mõlemal aastal Kurista metsamajandi Vaimastvere metskonnast möödunud sajandi lõpul kuivendatud siirdesoometsa 1953. a. raiestikult. 1953. aastal viidi vegetatsioonikatsed läbi vahetult metsakõdu all asetseva hästilagunenud turvasmullaga (pealmine, ca 15 cm paksune turbakiht). 1954. aastal katsetati lisaks eelmainitule selle all asetsevat vähemlagunenud turvast (võetud lasundist 15—30 cm sügavuselt). Muld segati enne vegetatsiooninõudesse asetamist põhjalikult ja sõeluti suuremate kõdunemata osakeste (puutükid) eemaldamiseks. Mõlemal aastal võeti katseks toodud ja ettevalmistatud muldadest keskmised proovid, milledest määrati täielik veemahutavus, tuhasisaldus ja happelisus. Alljärgnevalt esitatakse andmed nende näitajate kohta.

*Tabel 22*

**Andmed vegetatsioonikatseteks kasutatud muldade kohta**

| Aasta | Turba liik | Lagunemisaste, % | Täielik veemahutavus, % | Tuhasus, % | Happelisus, pH |
|---|---|---|---|---|---|
| 1953 | Tarna-puuturvas | 70 | 437 | 11,80 | 5,19 |
| 1954 | Tarna-puuturvas | 70 | 395 | 11,59 | 5,21 |
| 1954 | Pilliroo-puu-tarna turvas | 45 | 640 | 8,19 | 5,40 |

1953. aastal viidi vegetatsioonikatsed läbi Eesti Põllumajanduse Akadeemia vegetatsioonimajas. Turvasmulla niiskusesisalduse mõju uurimiseks katsetati viit niiskusastet — 20, 40, 60, 80 ja 100%, arvestatud protsentides täielikust veemahutavusest. Et Fatšihhina (Фатчихина, 1955) järgi täielikust veemahutavusest arvestatud niiskuseprotsendid ei iseloomusta hästi turvasmuldade niiskuslikku seisundit, siis tuuakse paralleelselt andmed ka mulla kogukaalust ja absoluutkuiva mulla kaalust arvestatud niiskuseprotsentide kohta. Tabelis 23 on antud katsete skeem.

Lisaks eelnimetatud katsele alustati samal ajal katseid (3-s korduvuses) närbumisniiskuse määramiseks männi, kuuse ja odraga (algniiskusega 60% täielikust veemahutavusest). Jakobsoni idandamisaparaadis määratud seemnete laboratoorne idanemisprotsent oli männil 92, kuusel 49. Kõigisse nõudesse asetati võrdne kogus mulda (algniiskusega 13% täielikust veemahutavusest). Sellele vastava arvestuse kohaselt vett juurde lisades saadi

*Tabel 23*

1953. aasta vegetatsioonikatsete skeem

| Mulla niiskusesisaldus, % | | | Vegetatsiooninõude arv | |
|---|---|---|---|---|
| täielikust veemahutavusest | mulla kogukaalust | absoluutkuiva mulla kaalust | männil | kuusel |
| 20 | 48,3 | 93,4 | 3 | 3 |
| 40 | 63,6 | 174,8 | 3 | 3 |
| 60 | 72,9 | 262,2 | 3 | 3 |
| 80 | 77,8 | 249,6 | 3 | 3 |
| 100 | 81,4 | 437,0 | 3 | 3 |

ettenähtud niiskusesisaldused. Külvati 4. juulil. Igasse nõusse külvati 100 seemet (otra 50) 1 cm sügavusse. Kaalu järgi kasteti iga päev nõu põhja ulatuva klaastoru kaudu automaatkaalul, mille täpsus oli 1 g. Kastmiseks kasutati destilleeritud vett. Idanemise ajal mulla pealmise kihi läbikuivamise takistamiseks kaeti nõud katse algperioodil pealt pärgamendiga. Et selgitada mullaniiskuse mõju seemnete idanemisele, jälgiti katse algperioodil tõusmete ilmumist. Pärast katse lõpetamist (4.—6. oktoobril) lõigati tõusmed mullapinna kõrguselt ja mõõdeti nende pikkus ning toor- ja kuivkaal.

Närbumisniiskuse määramiseks kasvatati taimi algul 60%-lise niiskusastme juures. Vee juurdeandmine katkestati siis, kui tõusmete juured olid läbinud mulla kogu vegetatsiooninõu ulatuses. Samal ajal kaeti mullapind auramise takistamiseks parafiini ja vaseliini seguga (vahekorras 2 : 1). Närbumise tunnuste ilmumisel asetati vegetatsiooninõud veeaurust küllastatud ruumi. Selleks kasutati kuivatuskappi, mille põhja asetati lahtised nõud veega. Kui turgor ka seal ei taastunud, määrati mullaniiskus (pärast pealmise, juurtest läbimata mullakihi eemaldamist). Viimane ongi otsitav närbumisniiskus.

*1954. aasta vegetatsioonikatsed*

1954. aastal olid vegetatsiooninõud samasugused kui 1953. aasta katseteks. Ainult närbumisniiskuse määramiseks kasutati 7 cm kõrgusega ja 6 cm läbimõõduga alumiiniumtopse. (Väiksemate nõude eesmärgiks oli närbumisniiskuse kiirem saavutamine, sest 1953. a. katsed näitasid, et suuremate nõude puhul närbumise seisundi saabumine võtab palju aega).

*Tabel 24*

**1954. aasta vegetatsioonikatsete skeem**

| Mulla niiskusesisaldus, % | | | Ettenähtud niiskusele üleviimine toimus | | Vegetatsiooninõude arv | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| täielikust veemahutavusest | mulla kogukaalust | absoluutkuiva mulla kaalust | männil | kuusel | männil | kuusel |
| | | | Turvasmuld A | | | |
| 20 | 44,1 | 79,0 | 23. VIII | 6. VIII | 5 | 5 |
| 30 | 54,2 | 118,5 | 24. VII | 28. VII | 5 | 5 |
| 40 | 61,2 | 158,0 | 19. VII | 24. VII | 5 | 5 |
| 50 | 66,4 | 197,5 | 12. VII | 16. VII | 5 | 5 |
| 60 | 70,3 | 237,0 | 10. VII | 10. VII | 5 | 5 |
| 70 | 73,4 | 276,5 | 10. VII | 10. VII | 5 | 5 |
| 80 | 76,0 | 316,0 | 10. VII | 10. VII | 5 | 5 |
| 90 | 78,0 | 355,5 | 10. VII | 10. VII | 5 | 5 |
| 100 | 79,8 | 395,0 | 10. VII | 10. VII | 5 | 5 |
| | | | Turvasmuld B | | | |
| 20 | 56,2 | 128,0 | 26. VII | 28. VII | 3 | 3 |
| 40 | 71,9 | 256,0 | 16. VII | 17. VII | 3 | 3 |
| 60 | 79,3 | 384,0 | 10. VII | 10. VII | 3 | 3 |
| 80 | 83,7 | 512,0 | 10. VII | 10. VII | 3 | 3 |
| 100 | 86,5 | 640,0 | 10. VII | 10. VII | 3 | 3 |

Nagu juba eespool mainiti, tehti vegetatsioonikatsed sama turbalasundi kahe turvasmullaga (tabel 22). Edasise käsitlemise hõlbustamiseks tähistatake tinglikult ülemist, hästi lagunenud turvasmulda tähega A ja looduslikes tingimustes selle all asuvat vähem lagunenud turvasmulda tähega B. Turvasmullal A katsetati niiskusastmeid 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ja 100% ja turvasmullal B — 20, 40, 60, 80 ja 100% (arvestatud täielikust veemahutavusest). Külvati 25. juunil 1954. aastal. Jakobsoni aparaadis määratud seemnete laboratoorne idanemisprotsent oli männil 69 ja kuusel 67.

Et saada erinevate niiskusastmetega vegetatsiooninõudes enamvähem võrdset tõusmete arvu (1953. a. katsete metoodika seda ei taganud), hoiti seemnete idanemise ajal mullaniiskus kõigis nõudes 60% juures (arvestatud täielikust veemahutavusest). Selle niiskusesisalduse juures hoiti 10. juulini, milliseks ajaks oli idanemine ja tõusmete ilmumine põhiliselt toimunud (esimesed tõusmed ilmusid 2. juulil 1954. a.). Alates 10. juulist alustati kastmist juba niiskusastmete järgi. Seejuures 60%-lise ja suurema niiskusesisal-

duse (70, 80, 90 ja 100% täielikust veemahutavusest) juurde viidi vegetatsiooninõud kohe, kuna aga madalamate niiskusastmete puhul tuli oodata, kuni muld ise aurumise ja tõusmete transpiratsiooni tulemusena omandas nõutud niiskusesisalduse. Peab märkima, et madalamate niiskusesisalduste puhul võttis see suhteliselt palju aega. Tabelis 24 tuuakse katsete skeem ja tähtajad, millal saavutati skeemis ettenähtud niiskusesisaldus.

Pärast ettenähtud mullaniiskuse saavutamist hoiti vegetatsiooninõud muutumata niiskuse juures kuni katsete lõpuni. Katsete lõpetamine toimus 7.—10. oktoobrini.

Närbumisniiskuse määramiseks ettenähtud vegetatsiooninõude algniiskus oli eelmise aastaga analoogiliselt 60% täielikust veemahutavusest. Katsed toimusid mõlemal turvasmullal kuuse- ja männitõusmetega (3 korduses). Külv teostati 9. juulil 1954. aastal, kusjuures igasse nõusse külvati 25 seemet. Viimast korda kasteti 30. juulil 1954. aastal. Siis kaeti mullapind nõudes parafiini ja vaseliini seguga ning asetati päikesevarjulisse kohta. Närbumisaja saabumise täpsemaks määramiseks jälgiti õhulõhede seisundit (okastelt rebitud ja absoluutses alkoholis fikseeritud epidermise tükkide mikroskoobi all vaatlemise teel) hommikutundidel. Kui õhulõhed olid hommikul suletud, siis võis järeldada, et ka öö jooksul vee defitsiit taimes ei kadunud. Kui sellele lisandus ka okaste turgori kaotus, määratj antud nõus mulla niiskus. Närbumine saabus:

| | männil | kuusel |
|---|---|---|
| Muld A | 23. august | 26. august |
| Muld B | 23. august | 26. august |

Transpiratsiooni määramiseks kaeti mulla A iga variandi ühe vegetatsiooninõu mullapind pärast skeemis ettenähtud niiskusesisalduseni jõudmist parafiini ja vaseliini seguga, millega võeti võimalus niiskuse kaoks mulla pindmise auramise teel. Nõude kaalumine veekao määramisel ja vee juurdelisamisel toimus 0,01 g täpsusega tehnilistel kaaludel.

Lisaks mainitud meetodile kasutati transpiratsiooni intensiivsuse määramiseks L. A. Ivanovi poolt väljatöötatud lõigatud okste kiirkaalumise meetodit, mis avaldati Ivanovi poolt algsel kujul juba 1918. aastal (Иванов, 1918). Määramise praktilisel läbiviimisel peeti silmas Ivanovi (Иванов, 1946) tööd ning Ivanovi, Silina ja Tselnikeri poolt 1950. aastal kirjeldatud (Иванов, Силина и Цельникер, 1950) täpsustatud meetodit (lõikamine parafiinis*).

* Peab märkima, et kõik autorid (Родионов, 1955, jt.) ei pea parafiinis lõikamist vajalikuks.

Määramiseks kaevati taim juurtega mullast välja ja lõigati sulas parafiinis (et vältida õhu tungimist juhtteedesse) ära maapealne osa. Samal ajal (lõikamise momendil) käivitati stopper. Seejärel kaaluti kiiresti analüütilistel kaaludel tõusme maapealne osa, nii et saadi selle kaal 1 minut pärast lõikamist. Umbes 2 min. 40 sek. pärast esimest kaalumist alustati taime teistkordset kaalumist sellise arvestusega, et teine kaalumine lõpeks täpselt 3 min. pärast esimese kaalumise lõppu. Kaalumiste vahena saadi taime poolt 3 minuti jooksul transpireeritud vee hulk. Järgnevalt puhastati tüvekene okastest ja määrati selle kaal. Tõusme esialgse kaalu ja tüvekese kaalu vahe kujutab endast okaste, s. o. transpireeriva massi kaalu. Nende andmete alusel arvutati välja transpiratsiooni intensiivsus (veekaotus mg-des 1 tunni jooksul 1 g okaste toorkaalu kohta). Kuna määramine toimus laboratooriumis, kus põhiliselt langeb ära niisuguste oluliste transpiratsiooni mõjustavate tegurite muutlikkus, nagu seda on tuul, päike, õhutemperatuur ja õhuniiskus, mis looduslikes tingimustes olulist mõju avaldavad, määrati vaid 3 samades tingimustes kasvanud taime transpiratsioon. Iga määramise puhul mõõdeti õhutemperatuuri ja relatiivset niiskust.

Okaste klorofüllisisalduse määramine toimus Godnevi (Годнев, 1952) poolt esitatud metoodika järgi. Selleks võeti mulla A iga katsevariandi ühest vegetatsiooninõust 10 tõusme okkad, millest pärast peenendamist kaaluti analüütilistel kaaludel (0,1 mg täpsusega) välja umbes 50-milligrammine kogus klorofülli määramiseks, kuna ülejäänud osast määrati 105° juures kuumutamisel kuivaine protsent. Klorofülli määramiseks võetud proov purustati uhmris klaaspulgaga ja klorofülli ekstraheeriti 96-kraadilise etüülpiiritusega. Kolorimeetri abil määrati klorofülli hulk milligrammides 1 liitri lahuse kohta. Edasisel arvutamisel leiti klorofülli hulk milligrammides 1 g kuivaine kohta.

Taimede kõrgus ning toor- ja kuivkaal määrati nii mulla A kui ka mulla B puhul iga variandi 3 vegetatsiooninõu tõusmete alusel. Mulla A puhul iga variandi viiest vegetatsiooninõust kaeti üks transpiratsiooni määramiseks parafiini ja vaseliini seguga ja ühest nõust võeti tõusmeid transpiratsiooni määramiseks Ivanovi kiirkaalumise meetodil, klorofülli määramiseks ja fikseeriti juuri mükoriisa jälgimiseks.

Juurte ja maapealsete osade tuhasisaldus määrati uhmris peenendatud materjali aeglase tuhastamise teel muhvelahjus. Tuhaprotsent arvestati ümber absoluutselt kuiva analüüsitava materjali kaalule.

Lämmastiku määramine toimus mullal A kuusetõusmete maapealsetest osadest. Kjeldahli mikromeetodil määrati valguline, mittevalguline ja üldlämmastik. Põhieesmärgiks oli valgulise

lämmastiku määramine, sest sellega võimaldus kontrollida klorofülli määramisel saadud tulemusi. Teatavasti esineb klorofülli taimes valkudega seotult (Кретович, 1952) ja valkude sisalduse väljendajaks tuleb pidada valgulist lämmastikku.

Mükoriisa vaatlemiseks fikseeriti tõusmete juured 70-kraadilises etüülpiirituses.

### 3. Männi- ja kuusetõusmete abil määratud turvasmuldade närbumisniiskused

Andmed 1953. ja 1954. aasta vegetatsioonikatseteks kasutatud turvasmuldade närbumisniiskuste kohta on esitatud tabelis 25.

Tabeli andmetest nähtub, et närbumisniiskus on rohkem lagunenud (väiksema veemahutavusega) turvasmulla A puhul suhteliselt suurem kui väiksema lagunemisastmega (suurema veemahutavusega) turvasmullal B. See vahekord peegeldub täielikust veemahutavusest arvestatud närbumisniiskuste võrdlemisel. Seletada tuleb seda rohkem lagunenud turba tõenäoliselt kõrgema kolloidide sisaldusega — kolloidid hoiavad kinni suhteliselt suurema osa veest.

*Tabel 25*

**Männi- ja kuusetõusmete abil määratud turvasmuldade närbumisniiskused**

| Aasta | Turvasmulla lagunemisaste, % | Täielik veemahutavus, % | | Närbumisniiskused, % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mänd | | | kuusk | | |
| | | mulla kogukaalust | abs. kuiva mulla kaalust | mulla kogukaalust | abs. kuiva mulla kaalust | mulla täielikust veemahutavusest | mulla kogukaalust | abs. kuiva mulla kaalust | mulla täielikust veemahutavusest |
| 1953* | 70(A) | 81,4 | 437 | 36,7 | 58,0 | 13,3 | 38,8 | 63,3 | 14,5 |
| 1954 | 70(A) | 79,8 | 395 | 37,2 | 59,2 | 15,0 | 37,9 | 61,2 | 15,5 |
| 1954 | 45(B) | 86,5 | 640 | 36,0 | 56,3 | 8,8 | 37,8 | 60,8 | 9,5 |

Absoluutsete näitajate alusel arvestatud närbumisniiskuse protsentides on vahed kahe erineva turvasmulla puhul minimaalsed. Kõik tabelis esitatud andmed asuvad mulla kogukaalust arvestatud närbumisniiskuse puhul 36,0 ja 38,8% vahel ja absoluutselt

* 1953. a. katsetes määrati närbumisniiskust täiendavalt veel odra abil, kusjuures määramise tulemused langesid kokku kuusetõusmete puhul saadud tulemustega.

kuiva mulla kaalust arvestatud närbumisniiskuse korral vastavalt 56,3 ja 63,3% vahel.

Väikesed erinevused ilmnevad ka männi- ja kuusetõusmete abil määratud närbumisniiskustes. Saadud andmetest järeldub, et kuusel saabub närbumispunkt turvasmuldade mõningal määral kõrgema niiskusesisalduse juures kui männil. See seletub männi suurema ökoloogilise amplituudiga, mistõttu ta on võimeline täielikumalt ära kasutama mullas leiduvaid niiskusvarusid.

## 4. Männi- ja kuuseseemnete idanemise sõltuvus turvasmulla niiskusesisaldusest

Turvasmulla niiskusesisalduse mõju männi- ja kuuseseemnete idanemisele võis jälgida 1953. aastal läbiviidud vegetatsioonikatsete ajal, sest siis viidi muld külvi teostamisel kohe skeemis ettenähtud niiskuse juurde. Seemnete idanemise käik (otsustades tõusmete ilmumise järgi) on esitatud joonistel 36 ja 37. Lõppresultaadid (tõusmete arv katse koristamisel ja selle protsentuaalne suhe külvatud seemnete arvusse) on esitatud tabelis 26.

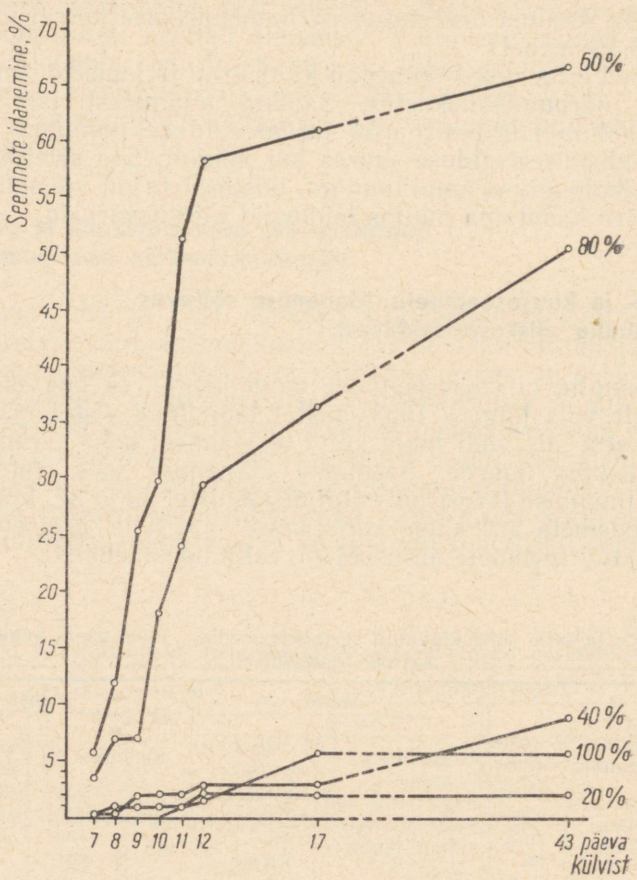
*Tabel 26*

**Tõusmete arv ja selle suhe külvatud seemnete arvusse 1953. aasta vegetatsioonikatsete lõpetamisel ***

| Niiskusesisaldus, % (täielikust veemahutavusest) | Mänd | | Kuusk | |
|---|---|---|---|---|
| | tõusmete arv | % külvatud seemnete arvust | tõusmete arv | % külvatud seemnete arvust |
| 20 | 9 | 3,0 | 4 | 1,3 |
| 40 | 28 | 9,3 | 44 | 14,6 |
| 60 | 232 | 77,3 | 125 | 41,6 |
| 80 | 104 | 52,0 | 122 | 40.6 |
| 100 | 18 | 6,0 | 6 | 2,0 |

* Nii tabelis kui ka graafikutel (joonised 36 ja 37) toodud protsendid on arvestatud 300-st külvatud seemnest (iga niiskusastme puhul 3 vegetatsiooninõud à 100 seemet), välja arvatud 80%-lise niiskuse juures kasvanud männitõusmed, mille puhul tuli arvestada 2 vegetatsiooninõu andmeid (üks vegetatsiooninõu langes välja drenaaži ummistumise tõttu).

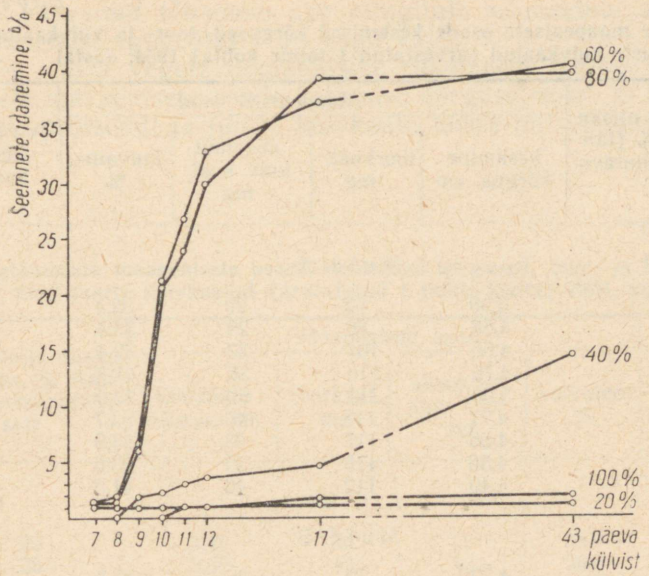
Esitatud materjalidest nähtub, et katsetatud 5 niiskusastme puhul oli seemnete idanemine peaaegu mittemärkimisväärne 20%-lise (lähedane närbumisniiskusele) ja 100%-lise (veega küllastatud) turvasmulla niiskusesisalduse juures (arvestatud täielikust veemahutavusest).




*36. Männiseemnete idanemine turvasmulla mitmesuguse niiskusesisalduse juures.*

Tulemused veega küllastatud mulla osas langevad niisiis enam-vähem kokku ka eespool toodud Reimi väitega, kes eitab okaspuu seemnete idanemise võimalust veega küllastatud mullas.

Kõige paremini idanesid seemned 60- ja 80-protsendilise täielikust veemahutavusest arvestatud mullaniiskuse juures, millest lähtudes tuleb katsetatud turvasmulla puhul seda vahemikku pidada seemnete idanemise optimumiks.




*37. Kuuseseemnete idanemine turvasmulla mitmesuguse niiskusesisalduse juures.*

## 5. Männi- ja kuusetõusmete kõrguse ning toor- ja kuivkaalu olenevus turvasmulla niiskusest

Tabelis 27 esitatakse andmed 1953. aasta vegetatsioonikatsete tulemuste kohta.

*Tabel 27*

**Männi- ja kuusetõusmete maapealsete osade keskmised kõrgused ning toor- ja kuivkaalud 1953. aastal**
(arvestatud ühe taime kohta)

| Turvasmulla niiskusesisaldus, % (täielikust veemahutavusest) | Mänd | | | | Kuusk | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | keskmine kõrgus, cm | toorkaal, mg | absoluutkuiv kaal, mg | kuivaine, % | keskmine kõrgus, cm | toorkaal, mg | absoluutkuiv kaal, mg | kuivaine, % |
| 20 | 4,09 | 95 | 28 | 30,2 | 3,65 | 44 | 20 | 46,3 |
| 40 | 4,45 | 107 | 31 | 26,1 | 3,20 | 57 | 21 | 30,2 |
| 60 | 5,35 | 124 | 32 | 26,3 | 3,54 | 80 | 23 | 31,7 |
| 80 | 5,19 | 113 | 34 | 29,7 | 3,24 | 62 | 23 | 34,7 |
| 100 | 4,60 | 100 | 34 | 34,5 | 3,13 | 58 | 23 | 40,6 |

*Tabel 28*

**Männitõusmete maapealsete osade keskmised kõrgused, toor- ja kuivkaalud ning juurte kuivkaalud (arvestatud 1 taime kohta) 1954. aastal**

| Turvasmulla niiskusesisaldus, % (täielikust veemahutavusest | Maapealsed osad | | | | Juurte absoluutkuiv kaal, mg |
|---|---|---|---|---|---|
| | keskmine kõrgus, cm | toorkaal, mg | absoluutkuiv kaal, mg | kuivaine, % | |
| | | Muld A | | | |
| 20 | 3,99 | 62 | 20 | 32,4 | 8 |
| 30 | 4,58 | 86 | 29 | 33,4 | 13 |
| 40 | 4,66 | 101 | 33 | 32,4 | 14 |
| 50 | 4,76 | 116 | 36 | 31,3 | 17 |
| 60 | 5,06 | 118 | 39 | 33,5 | 17 |
| 70 | 4,71 | 119 | 40 | 33,7 | 17 |
| 80 | 4,66 | 117 | 40 | 33,9 | 19 |
| 90 | 4,56 | 115 | 39 | 33,6 | 19 |
| 100 | 4,40 | 112 | 46 | 41,3 | 9 |
| | | Muld B | | | |
| 20 | 4,72 | 70 | 26 | 37,3 | 11 |
| 40 | 4,70 | 78 | 30 | 38,1 | 15 |
| 60 | 4,95 | 96 | 36 | 37,2 | 16 |
| 80 | 4,70 | 95 | 39 | 40,7 | 16 |
| 100 | 4,60 | 88 | 37 | 41,8 | 9 |

1953. aasta vegetatsioonikatsete tulemustest nähtub, et turvasmulla niiskusesisalduse tõus 20%-lt 60%-ni kutsub siin esile nii tõusmete kõrguse kui ka kaaluliste näitajate suurenemise. Niiskuse edasisel suurendamisel need näitajad langevad, välja arvatud tõusmete kuivkaal, mis suureneb kuni mulla veega täieliku küllastumiseni. Tabelis 27 esitatud andmete järgi otsustades on katsetatud niiskusastmetest tõusmete kasvuks kõige optimaalsem turvasmulla niiskusesisaldus 60% (arvestatud täielikust veemahutavusest). Et esitatud arvulised näitajad langevad 40%-lise niiskusastme suunas järsemalt kui 80%-lise niiskusastme puhul, siis tuleb järeldada, et kasvuoptimum asub 60—80% vahel. Omapärane nähtus esineb tõusmete kuivkaalu osas — kuivkaal tõuseb pidevalt koos turvasmulla niiskusesisalduse tõusuga. Mulla niiskusesisalduse tõusuga suureneb kuivaine protsent tõusmete maapealsetes osades, järsult eriti kõrgele tõuseb 100%-lise niiskusastme juures. Erandi moodustavad teise äärmuse (20%) juures kasvanud taimed, mille kuivaine protsent on samuti kõrge.

Peab märkima, et 1953. aastal saadud katsetulemustesse tuleb suhtuda teatud reservatsiooniga, sest äärmustingimustes (20% ja

100%) kasvanud tõusmete arv (tingitult seemnetele ebasoodsatest idanemistingimustest) oli väga väike.

1954. aasta vegetatsioonikatsete tulemused männi- ja kuusetõusmete maapealsete osade keskmise kõrguse, toor- ja kuivkaalu, kuivaine protsendi ja juurte kuivkaalu kohta on esitatud tabelites 28 ja 29.

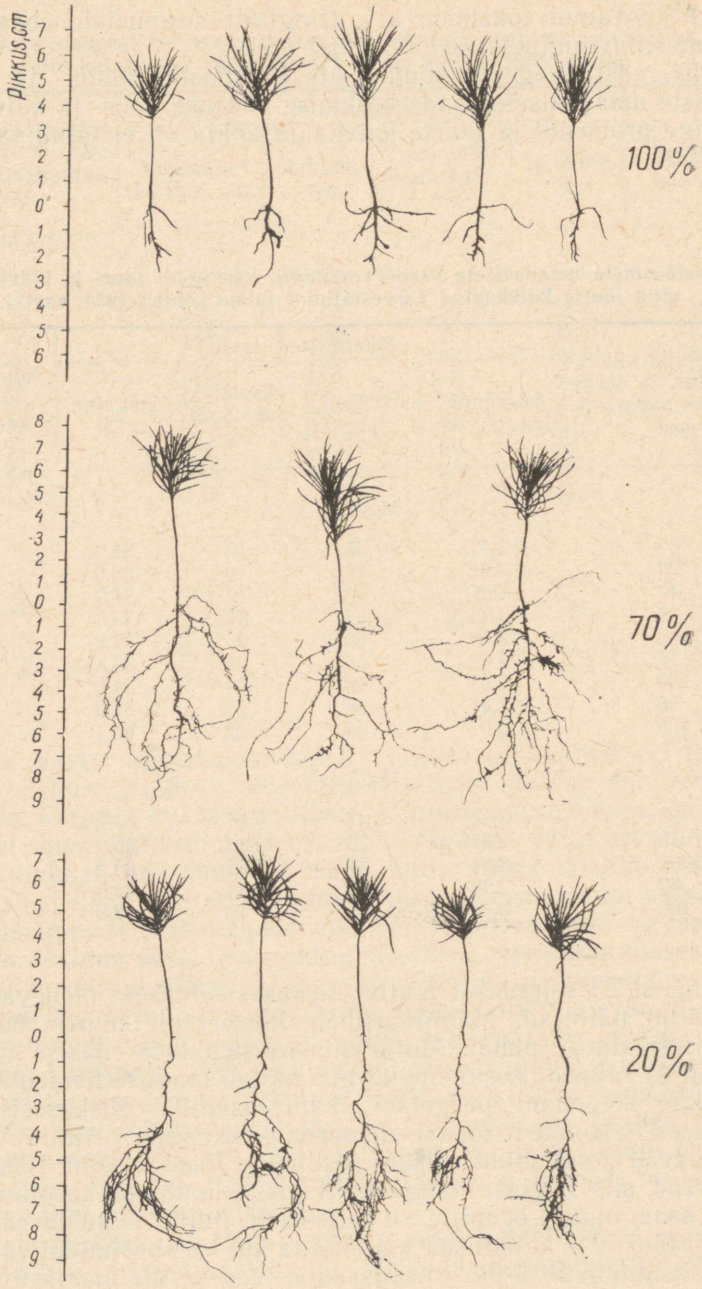
*Tabel 29*

**Kuusetõusmete maapealsete osade keskmised kõrgused, toor- ja kuivkaalud ning juurte kuivkaalud (arvestatud 1 taime kohta) 1954. aastal**

| Turvasmulla niiskusesisaldus, % (täielikust veemahutavusest | Maapealsed osad | | | | Juurte absoluutkuiv kaal, mg |
|---|---|---|---|---|---|
| | keskmine kõrgus, cm | toorkaal, mg | absoluutkuiv kaal, mg | kuivaine, % | |
| | | Muld A | | | |
| 20 | 3,45 | 36 | 12 | 34,9 | 5 |
| 30 | 3,62 | 49 | 18 | 36,0 | 8 |
| 40 | 4,04 | 56 | 19 | 34,9 | 8 |
| 50 | 3,85 | 63 | 21 | 33,8 | 10 |
| 60 | 3,78 | 65 | 23 | 34,8 | 11 |
| 70 | 3,67 | 66 | 23 | 35,5 | 12 |
| 80 | 3,55 | 68 | 24 | 34,9 | 13 |
| 90 | 3,41 | 66 | 23 | 34,0 | 11 |
| 100 | 3,07 | 50 | 22 | 43,1 | 3 |
| | | Muld B | | | |
| 20 | 3,61 | 43 | 16 | 37,7 | 8 |
| 40 | 3,87 | 55 | 20 | 36,8 | 10 |
| 60 | 3,61 | 57 | 22 | 38,2 | 11 |
| 80 | 3,58 | 61 | 23 | 38,5 | 10 |
| 100 | 3,13 | 45 | 19 | 42,8 | 3 |

Tabelist 28 selgub, et mulla niiskusesisaldusest olenevad kõik nimetatud näitajad. Männitõusmete kõrgus oli suurim 60%-lise niiskusesisalduse puhul. Mulla niiskusesisalduse edasise tõusuga (üle 60%) taimede keskmine kõrgus näitab languse tendentsi.

Kõige selgemini peegelduvad turvasmulla niiskusesisalduse muutused tõusmete maapealsete osade toorkaaludes. Mulla A puhul suurenevad toorkaalud niiskusesisalduse tõustes kuni 70%-ni ja alustavad siis aeglast langust. Sama toimub ka absoluutkuiva kaalu osas, olgugi et mitte nii reljeefselt. Mulla B puhul saavutavad nii tõusmete keskmised toorkaalud kui ka absoluutkuivad kaalud maksimumi 60%-lise niiskusastme juures. Minimaalselt erineb


PIKKUS,cm
100 %
70 %
20 %

eelnimetatud variandist keskmine toorkaal 80%-lise mullaniiskuse juures. Kuivaine protsendid erilist seaduspärasust ei ilmuta, välja arvatud järsk tõus veega küllastatud (100%) mulla puhul. Loomulikult ei näita see tõus sel juhul mulla niiskustingimuste paranemist. Maapealsete osade toor- ja kuivkaalude järgi otsustades tuleb lugeda männitõusmetele optimaalseks turvasmulla niiskuseks 60—80% (täielikust veemahutavusest).

Juurte keskmised absoluutkuivad kaalud kinnitavad põhiliselt maapealsete osade kaalude alusel tehtud järeldust kasvuoptimumi asukoha kohta. Kõige väiksem on juurte kuivkaal närbumisniiskusele lähedase 20% ja täieliku veega küllastumise (100%) juures. Viimasel juhul oli männitõusmete juurekava täielikult redutseerunud.

Kuusetõusmete kohta esitatud andmed (tabel 29) näitavad, et tõusmete kõrgus suureneb koos mullaniiskuse tõusuga kuni 40%-ni (täielikust veemahutavusest). Turvasmulla veesisalduse edasise tõusuga tõusmete kõrgus langeb.

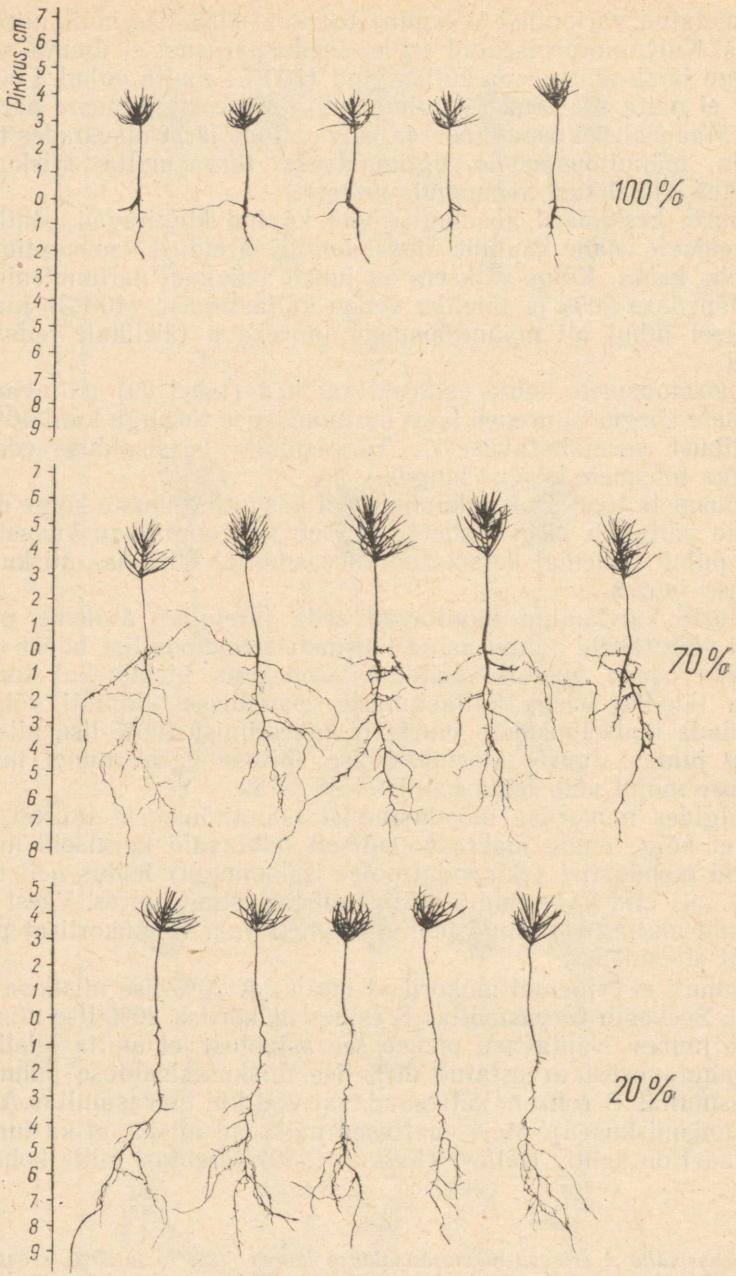
Tõusmete toor- ja kuivkaalude kui kasvutingimuste kõige olulisemate näitajate järgi otsustades asub kasvuoptimum kuusetõusmete puhul mõlemal katsetatud turvasmullal 80%-lise niiskusesisalduse juures.

Juurte kuivkaalud kinnitavad seda järeldust. Mõlema mulla puhul võib tähele panna männitõusmetele analoogilist hüpet maapealsete osade kuivainesisalduse protsendis üleminekul turvasmulla täieliku veega küllastumise seisundisse. Samuti võis ka täheldada kuusetõusmete juurte redutseerimist 100%-lise niiskusastme juures. Juurte morfoloogilise ehituse varieerumist mullaniiskuse mõjul võib näha joonistel 38 ja 39.

Jälgides mükoriisa moodustumist männitõusmete juurtel, selgus, et kõige enam makroskoopiliselt nähtavaid koralseid mükoriisseid moodustisi (ektoendotroofse iseloomuga) leidus neil tõusmetel, mis olid kasvanud 60%-lise niiskusastme juures. Veest küllastatud mullas kasvanud männitõusmete juurtel mükoriisat praktiliselt ei esinenud.

Samuti ei esinenud mükoriisat mullas A 20%-lise niiskusastme puhul. Seevastu turvasmullas B esines mükoriisa 20%-lise niiskusastme juures. Nähtavasti oleneb see asjaolust, et mulla täielikust veemahutavusest arvestatud 20%-lise niiskusesisalduse puhul on turvasmullas B rohkem kättesaadavat vett kui turvasmullas A (vt. närbumisniiskused). Meie vaatlused näitavad niisiis, et ka turvasmuldadel on kehtiv Kelley' (Келли, 1952) järeldus, mille kohaselt

*38. Turvasmulla A erineva niiskusesisalduse juures (100, 70 ja 20%, arvestatud täielikust veemahutavusest) kasvanud männitõusmed (joonis vasakul).*


Piikkus, cm
100 %
70 %
20 %

mükoriisad moodustuvad vaid tingimustes, mis on kasvuprotsessideks optimaalsed. Siit tuleneb võimalus edaspidi, pärast vastava metoodika väljatöötamist kasutada ka mükoriisade analüüsi andmeid turvasmuldade niiskustingimuste hindamiseks.

## 6. Turvasmulla niiskusesisalduse mõju männi- ja kuusetõusmete transpiratsioonile

Transpiratsiooni mõõdeti turvasmullal A kasvatatud männi- ja kuusetõusmetel.

Kiirkaalumise meetodil teostatud transpiratsiooni määramise tulemused on esitatud tabelis 30.

*Tabel 30*

**Tõusmete transpiratsiooni intensiivsus (veekadu milligrammides 1 tunnis 1 g okaste toorkaalu kohta) turvasmullal A mitmesuguse niiskusesisalduse juures**

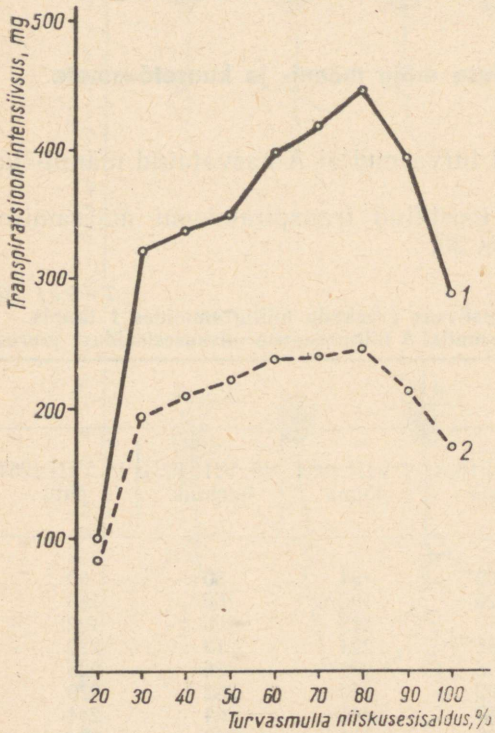
| Turvasmulla niiskusesisaldus, % (mulla täielikust veemahutavusest) | Mänd | | Kuusk | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 7. VIII 1954 hommik | 14. VIII 1954 lõuna | 7. VIII 1954 lõuna | 19. VIII 1954 hommik | 19. VIII 1954 õhtu |
| 20 | 64 | 102 | 84 | 50 | 60 |
| 30 | 344 | 326 | 196 | 160 | 168 |
| 40 | — | — | 212 | 206 | 192 |
| 50 | 360 | 352 | 224 | 210 | 220 |
| 60 | 454 | 398 | 238 | 216 | 228 |
| 70 | 480 | 422 | 240 | 252 | 270 |
| 80 | 466 | 450 | 246 | 294 | 244 |
| 90 | 468 | 396 | 214 | 248 | 224 |
| 100 | 392 | 288 | 168 | 224 | 104 |

Tabelis 30 antud arvud (samuti joonis 40) näitavad, et tõusmete transpiratsioon on maksimaalne 70—80%-lise niiskusastme juures. Mulla niiskusesisalduse tõustes üle 80% langeb transpiratsioon. Kuna transpiratsiooni maksimum langeb kokku tõusmete kaaluliste näitajate põhjal leitud mullaniiskuse optimumiga, siis ühtivad saadud tulemused Šefer-Šafonova (Иванов, 1951) järeldusega, mille järgi puutaimede transpiratsiooni kõrgpunkt asub nende kasvuks optimaalse mullaniiskuse juures.

Kõigil juhtudel oli männi transpiratsiooni intensiivsus kuuse omast tunduvalt suurem.

*39. Turvasmulla A erineva niiskusesisalduse juures (100, 70 ja 20%, arvestatud täielikust veemahutavusest) kasvanud kuusetõusmed (joonis vasakul).*

Lisaks transpiratsiooni intensiivsuse määramisele mõõdeti transpiratsiooni parafiiniga kaetud vegetatsiooninõude kaalumise teel, mille kohta on esitatud andmed tabelis 31.




*40. Männi- ja kuusetõusmete transpiratsiooni intensiivsus (mg-des 1 tunni jooksul 1 g okaste toorkaalu kohta) turvasmulla A mitmesuguse niiskusesisalduse juures. 1 — männitõusmete transpiratsioon 14.08.54. — keskpäeval, 2 — kuusetõusmete transpiratsioon 7.08.54. — keskpäeval.*

*Tabel 31*

**Katseperioodidel ühe taime poolt transpireeritud vee hulk grammides turvasmulla A erinevate niiskusastmete puhul 1954. aastal**

| Turvasmulla niiskusesisaldus, % (täielikust veemahutavusest) | Mänd | | | Kuusk | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30. VII—8. VIII | 12. VIII—23. VIII | 26. VIII—13. IX | 30. VII—8. VIII | 12. VIII—23. VIII | 26. VIII—13. IX |
| 30 | 0,66 | 1,21 | 1,46 | 0,33 | 0,51 | 0,61 |
| 40 | 1,29 | 1,98 | 2,42 | 0,36 | 0,69 | 0,72 |
| 50 | 1,57 | 2,43 | 2,93 | 0,50 | 0,77 | 0,87 |
| 60 | 1,76 | 2,56 | 3,40 | 0,64 | 0,98 | 1,39 |
| 70 | 1,79 | 3,03 | 3,67 | 0,68 | 1,11 | 1,40 |
| 80 | 1,80 | 3,04 | 3,63 | 0,73 | 1,11 | 1,43 |
| 90 | 1,56 | 2,77 | 3,42 | 0,73 | 0,95 | 1,16 |
| 100 | 1,29 | 1,78 | 2,31 | 0,56 | 0,67 | 0,86 |

Tabelis 31 esitatud andmetest selgub, et kõige suuremad veekogused on tõusmete poolt katseperioodil transpireeritud 60—80-protsendilise täielikust veemahutavusest arvestatud turvasmulla niiskusesisalduse juures. See omakorda kinnitab tõusmete kasvuks optimaalse mullaniiskuse asumist neis piires.

## 7. Männi- ja kuusetõusmete klorofülli-, valgulise lämmastiku ja tuhasisalduse olenevus turvasmulla niiskusest

Klorofülli määrati turvasmullal A kasvatatud tõusmete okastest. Lisaks klorofüllile määrati kuuseokastest ka valgulise lämmastiku sisaldus. Mainitud määramiste tulemused esitatakse tabelis 32.

*Tabel 32*

**Klorofülli hulk milligrammides 1 grammi okaste kuivkaalu kohta**

| Turvasmulla niiskusesisaldus, % (täielikust veemahutavusest) | Mänd | | Kuusk | | Valgulise lämmastiku % kuivainest kuusel |
|---|---|---|---|---|---|
| | 7. IX 1954 | 24. XI 1954 | 7. IX 1954 | 24. XI 1954 | |
| 20 | 15,4 | 14,6 | 15,9 | 15,3 | 1,13 |
| 30 | — | 14,7 | — | 16,7 | 1,22 |
| 40 | 16,5 | 14,9 | 16,9 | 17,2 | 1,40 |
| 50 | — | 15,8 | — | 18,6 | 1,65 |
| 60 | 19,4 | 17,2 | 17,2 | 21,1 | 1,83 |
| 70 | — | 15,9 | —, | 21,2 | 1,74 |
| 80 | 14,8 | 14,2 | 18,8 | 20,2 | 1,67 |
| 90 | — | 13,8 | — | 16,8 | 1,57 |
| 100 | 8,2 | 9,5 | 8,3 | 6,7 | 0,94 |

Märkus. 24. XI 1954. a. määrati klorofülli 60° juures fikseeritud taimedest.

Esitatud andmetest nähtub, et klorofüllisisaldus männiokastes tõuseb mullaniiskuse suurenedes 60%-ni. Mullaniiskuse edasisel suurenemisel langeb klorofülli hulk okastes. Kuuseokkad sisaldavad kõige rohkem klorofülli 60—80-protsendilise mullaniiskuse juures. Valgulise lämmastiku kvantitatiivne määramine kuusel näitab täiesti seaduspärast paralleelsust klorofülli- ja valkudesisalduse osas. Anormaalseid tingimusi veega küllastatud turvasmullas iseloomustab hästi ka klorofüllisisaldus. Üleminekul 90%-lise niiskusesisaldusega turvasmullalt veega küllastatud (100%) turvasmullale toimub klorofüllisisalduse järsk langus. Väliselt avaldub see okaste rohelise värvuse kadumises.

Tõusmete maapealsete osade ja juurte tuhasisalduse määramise tulemused on toodud tabelis 33.

*Tabel 33*

**Männi- ja kuusetõusmete maapealsete osade ja juurte tuhasisaldus (%-des kuivainest)**

| Turvasmulla niiskusesisaldus, % (täielikust veemahutavusest) | Mänd | | | | Kuusk | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | maapealsed osad | | juured | | maapealsed osad | | juured | |
| | Muld A | Muld B | Muld A | Muld B | Muld A | Muld B | Muld A | Muld B |
| 20 | 2,45 | 2,52 | 3,34 | 3,14 | 3,13 | 2,77 | 3,97 | 2,62 |
| 30 | 2,35 | — | 3,29 | — | 2,95 | — | 3,89 | — |
| 40 | 2,42 | 2,59 | 3,69 | 3,41 | 3,32 | 2,83 | 3,39 | 2,52 |
| 50 | 2,96 | — | 4,04 | — | 3,79 | — | 3,33 | — |
| 60 | 3,08 | 2,56 | 3,59 | 3,33 | 3,74 | 3,16 | 3,24 | 2,57 |
| 70 | 2,82 | — | 3,56 | — | 3,66 | — | 3,23 | — |
| 80 | 2,72 | 2,52 | 3,35 | 2,95 | 3,66 | 2,65 | 2,71 | 2,90 |
| 90 | 2,62 | — | 3,33 | — | 3,67 | — | 2,68 | — |
| 100 | 1,89 | 1,79 | 3,08 | 2,57 | 1,59 | 1,58 | 5,49 | 3,33 |

Määramise tulemustest nähtub, et tõusmete maapealsete osade tuhasisaldus suureneb koos turvasmulla niiskusesisaldusega, saavutades maksimumi turba 50—60%-lise (täielikust veemahutavusest) niiskusesisalduse juures ja langeb jälle mullaniiskuse edasisel suurenemisel. Männijuurte tuhasisalduse kõver on sarnane maapealsete osade omaga. Erinevat pilti pakub kuusejuurte tuhasisaldus, mis langeb mullaniiskuse tõustes 20%-lt kuni 90%-ni. Turvasmulla veega täieliku küllastumise juures (100%) toimub tuhasisalduse järsk tõus. Selline hüpe on tingitud nähtavasti veega küllastatud mullas kasvanud kuusejuurte suurest rauasisaldusest (tuhk punakaspruuni värvusega).

## 8. Kuivendatud siirdesoometsade raiestike pealmiste turbakihtide niiskusesisalduse hinnang vegetatsioonikatsete tulemuste alusel

Tabelites 34 ja 35 on esitatud andmed 1953. ja 1955. aasta vegetatsiooniperioodidel määratud mullaniiskuste kohta. Andmetest järeldub, et turvasmulla niiskusesisaldus võib langeda närbumisniiskuseni või sellelähedaste piirideni vaid kõige pealmises, 0—2 cm tüseduses kihis, ja sedagi vaid ettevalmistatud maapinna puhul (kui mullapinnalt on kõrvaldatud auramist takistav surnud kate). Eriti selgesti ilmnesid 0—2-sentimeetrise pealiskihi läbikuivamise tunnused lappidel, millelt oli kõrvaldatud vaid kuivanud samblakiht ning milledel kõige pealmise kihi moodustas toorhuumus (tabel 34). Kuid ettevalmistamata maapinna puhul püsis mullaniiskus ka kõige pealmises kihis üldiselt optimumi piires ja langes sellest allapoole vaid väga tugeva kuivenduse korral (tabel 35 — 1955. a. juulis teostatud määramised).

*Tabel 34*

**Turbalasundi kõige ülemiste kihtide niiskusesisaldus kuivendatud siirdesoometsa raiestikul (1. raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil) erinevate maapinna seisundite juures (Vaimastvere metskond, 1953. a.)**

| Kuupäev | Põhjavee sügavus, cm | Proovi võtmise sügavus, cm / Turvasmulla niiskusesisaldus %-des, arvestatud | Tavalisel viisil ettevalmistatud lapil | | | Lapil, millelt kõrvaldatud vaid samblakiht | | | Ettevalmistamata maapinnal | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0—2 | 5 | 15 | 0—2 | 5 | 15 | 0—2 | 5 | 15 |
| 21. V | 20 | 1) mulla kogukaalust | 65,3 | 74,6 | 77,1 | 42,5 | 71,1 | 80,0 | 74,2 | 75,6 | 81,4 |
| | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 188 | 294 | 337 | 67 | 246 | 395 | 288 | 310 | 437 |
| | | 3) täielikust veemahutavusest | 41,8 | 73,5 | 84,3 | 13,4 | 61,5 | 79,0 | 57,6 | 77,5 | 79,5 |
| 9. VI | 20 | 1) mulla kogukaalust | 62,4 | 73,5 | 79,1 | 55,7 | 77,5 | 81,1 | 77,0 | 76,8 | 84,1 |
| | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 166 | 277 | 343 | 126 | 332 | 428 | 335 | 331 | 533 |
| | | 3) täielikust veemahutavusest | 36,9 | 69,3 | 85,8 | 25,2 | 83,0 | 85,6 | 67,0 | 82,8 | 88,8 |
| 27. VI | 23 | 1) mulla kogukaalust | 53,3 | 69,3 | 81,2 | 39,9 | 74,9 | 82,4 | 71,6 | 76,6 | 80,7 |
| | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 114 | 226 | 433 | 66 | 299 | 469 | 253 | 327 | 419 |
| | | 3) täielikust veemahutavusest | 25,3 | 56,5 | 72,2 | 13,2 | 74,8 | 93,8 | 50,6 | 81,8 | 93,1 |
| 14. VIII | 26 | 1) mulla kogukaalust | 71,7 | 77,5 | 83,7 | 49,1 | 76,4 | 82,2 | 78,4 | 76,3 | 84,3 |
| | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 253 | 345 | 515 | 96 | 323 | 463 | 363 | 324 | 535 |
| | | 3) täielikust veemahutavusest | 56,2 | 86,3 | 85,8 | 19,2 | 80,8 | 92,6 | 72,6 | 81,0 | 89,2 |

*Tabel 35*

**Turbalasundi kõige pealmiste kihtide niiskusesisaldus kuivendatud siirdesoometsa raiestikul (3. raiumisjärgsel vegetatsiooniperioodil) erineva põhjavee sügavuse ja erinevate maapinna seisundite puhul (Vaimastvere metskond, 1955. a.)**

| Kuupäev | Põhjavee sügavus, cm | | Proovi võtmise sügavus, cm / Turvasmulla niiskusesisaldus %-des, arvestatud | Kraavi ääres | | | | | | Kraavist eemal | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | lapil | | | ettevalmistamata mullas | | | lapil | | | ettevalmistamata mullas | | |
| | kraavi ääres | kraavist eemal | | 0—2 | 5 | 15 | 0—2 | 5 | 15 | 0—2 | 5 | 15 | 0—2 | 5 | 15 |
| 12. VI | 50 | 18 | 1) mulla kogukaalust | 48,2 | 74,1 | 76,5 | 76,4 | 73,8 | 74,6 | 86,4 | 86,1 | 86,5 | 87,2 | 85,6 | — |
| | | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 93 | 281 | 325 | 324 | 281 | 300 | 636 | 620 | 640 | 679 | 506 | — |
| | | | 3) täielikust veemahutavusest | 15,5 | 72,8 | 81,3 | 53,8 | 72,8 | 75,0 | 58,0 | 77,5 | 80,0 | 61,7 | 63,2 | — |
| 13. VI | 50 | 18 | 1) mulla kogukaalust | 60,6 | 73,0 | 77,8 | 77,7 | 75,1 | 76,2 | 81,6 | 87,1 | — | 88,4 | 83,4 | — |
| | | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 161 | 270 | 354 | 348 | 326 | 320 | 437 | 645 | — | 774 | 504 | — |
| | | | 3) täielikust veemahutavusest | 26,8 | 67,6 | 87,6 | 58,0 | 81,5 | 80,0 | 39,7 | 80,6 | — | 70,4 | 63,6 | — |
| 23. VI | 57 | 15 | 1) mulla kogukaalust | 59,4 | 75,5 | 81,7 | 73,13 | 76,8 | 78,4 | 86,1 | 86,8 | 86,7 | 84,5 | 85,3 | — |
| | | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 146 | 310 | 447 | 271 | 331 | 347 | 638 | 659 | 650 | 545 | 582 | — |
| | | | 3) täielikust veemahutavusest | 24,4 | 77,6 | 100 | 45,4 | 55,2 | 86,9 | 58,0 | 82,4 | 81,3 | 49,6 | 72,8 | — |
| 24. VI | 57 | 20 | 1) mulla kogukaalust | 21,2 | 71,5 | 74,9 | 69,1 | 64,6 | 70,9 | 80,5 | 83,0 | 86,8 | 87,5 | 85,1 | — |
| | | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 27 | 247 | 299 | 225 | 182 | 244 | 440 | 488 | 656 | 698 | 572 | — |
| | | | 3) täielikust veemahutavusest | 4,5 | 41,2 | 74,8 | 37,5 | 45,5 | 61,0 | 40,0 | 61,0 | 82,0 | 63,5 | 71,5 | — |

*Tabel 35 (järg)*

| Kuupäev | Põhjavee sügavus, cm: kraavi ääres | Põhjavee sügavus, cm: kraavist eemal | Proovi võtmise sügavus, cm / Turvasmulla niiskusesisaldus %-des, arvestatud | Kraavi ääres: lapil 0—2 | Kraavi ääres: lapil 5 | Kraavi ääres: lapil 15 | Kraavi ääres: ettevalmistamata mullas 0—2 | Kraavi ääres: ettevalmistamata mullas 5 | Kraavi ääres: ettevalmistamata mullas 15 | Kraavist eemal: lapil 0—2 | Kraavist eemal: lapil 5 | Kraavist eemal: lapil 15 | Kraavist eemal: ettevalmistamata mullas 0—2 | Kraavist eemal: ettevalmistamata mullas 5 | Kraavist eemal: ettevalmistamata mullas 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. VII | 50 | 25 | 1) mulla kogukaalust | 54,4 | 72,3 | 73,3 | 58,4 | — | 69,5 | 84,4 | 82,5 | 85,0 | 80,0 | 82,5 | — |
| | | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 177 | 261 | 274 | 140 | — | 229 | 549 | 446 | 621 | 899 | 475 | — |
| | | | 3) täielikust veemahutavusest | 19,5 | 65,3 | 68,5 | 23,3 | — | 57,3 | 49,9 | 55,8 | 71,0 | 81,7 | 59,1 | — |
| 14. VII | 59 | 25 | 1) mulla kogukaalust | 24,1 | 72,4 | 74,9 | 61,2 | 68,9 | 70,7 | 83,6 | 83,4 | 86,1 | 85,5 | 86,3 | 87,1 |
| | | | 2) absoluutkuiva mulla kaalust | 32 | 262 | 298 | 157 | 221 | 241 | 510 | 504 | 638 | 580 | 630 | 677 |
| | | | 3) täielikust veemahutavusest | 5,3 | 65,5 | 74,5 | 26,2 | 55,3 | 60,3 | 46,4 | 63,0 | 78,9 | 52,7 | 78,8 | 84,4 |

Kuid juba 5 cm sügavuses oli mullaniiskus peaaegu kõigil analüüsitud juhtudel optimaalsetes või sellele lähedastes piires. Ühelgi juhul ei esinenud selles sügavuses niiskusesisalduse langust puutaimedele otseselt kahjulike piirideni. 15 cm sügavusel oli kraavilähedastel, tugevasti kuivendatud aladel mullaniiskus samuti põhiliselt optimaalne, kuid nõrgemini kuivendatud kohtades tõusis niiskusesisaldus sageli liiga kõrgele ja saavutas puutaimedele kahjulikud, liigniiskuse tingimusi näitavad väärtused.

Alade kohta, kus sademeterikastel suvedel põhjavesi peaaegu maapinnani (5—8 cm sügavuseni) ulatus, andmeid ei esitata, sest muld oli juba mõne sentimeetri sügavusel täielikult veega küllastatud (täielikust veemahutavusest arvestatud niiskusesisaldus 100% või rohkem). Kuid peab märkima, et taolistes kohtades esinesid tunduvalt soodsamad niiskustingimused kändude ümber moodustunud mikrokõrgendikel. Näiteks 14. augustil 1953. aastal oli 5 cm sügavusel asuva põhjaveega alal ka mulla kõige pealmine kiht veega küllastatud, kuid kändude kõrval asuvatel mikrokõrgendikel olid niiskustingimused suhteliselt palju soodsamad (allpool esitatavad andmed — keskmine kolme mikrokõrgendiku niiskuse määramistest).

| Proovi võtmise sügavus, cm | Niiskuse %, arvestatud mulla kogukaalust | Niiskuse %, arvestatud absoluutkuiva mulla kaalust | Niiskuse %, arvestatud täielikust veemahutavusest |
|---|---|---|---|
| 0—2 | 68,0 | 212 | 35,3 |
| 5 | 81,6 | 444 | 74,0 |
| 15 | 86,7 | 652 | 93,1 |

Peaaegu maapinnani ulatuva põhjavee korral olid niiskustingimused eriti ebasoodsad tavalisel viisil valmistatud (süvendatud) lappidel.

Niiskustingimusi kunstliku metsauuendamise seisukohast hinnates näeme, et juba paarikümne sentimeetri sügavusel asuva põhjavee korral võivad idanemise ja noorte idutaimede staadiumis olevad okaspuukülvid kannatada niiskusepuuduse all. Eriti on see maksev maapinna ettevalmistamise viisi kohta, mis seisneb vaid kuivanud samblakihi eemaldamises. Seevastu ei kannata istutused peaaegu ühelgi juhul niiskusepuuduse all, sest juured sattuvad algusest peale küllaldase niiskusega tsooni. Maapinnalähedase põhjavee korral on niiskustingimused tunduvalt paremad kändude ümber moodustunud mikrokõrgendikel. Viimased on seetõttu nendes tingimustes kõige soodsamateks kultiveerimiskohtadeks. Mikrokõrgendikele kultiveerimise vajadus tekib põhjavee ulatumisel kultiveeritavate puutaimede juurte piirkonda.

## Järeldused

1. Männi- ja kuuseseemnete idanemine ning tõusmete kasv on oluliselt sõltuvad turvasmuldade niiskusesisaldusest. Erinevused turvasmuldade niiskusesisalduses peegelduvad selgelt tõusmete morfoloogias (juurte ehitus), bioloogilistes protsessides (transpiratsioon, mükoriisa moodustumine) ja biokeemilistes näitajates (klorofüllisisaldus, valgulise lämmastiku sisaldus).

2. Hästilagunenud (70%) turba puhul on männi- ja kuuseseemnete idanemiseks kõige soodsam mullaniiskus 60—80% (täielikust veemahutavusest). Idanemise näitajad langevad turvasmulla niiskusesisalduse suurenedes või vähenedes. Katsetatud niiskusastmete puhul (20—100%) oli idanemine minimaalne 20%-lise ja 100%-lise täielikust veemahutavusest arvestatud mullaniiskuse juures.

3. Männi- ja kuusetõusmete kasv (väljendatud toor- ja kuivkaalu kaudu) on kõige intensiivsem turvasmuldade 60—80(—90)%-lise niiskusesisalduse juures (arvestatud täielikust veemahutavusest).

4. Männi- ja kuusetõusmete juurekava areng on oluliselt seotud turvasmulla niiskusega. Juurekava oli kõige paremini arenenud 60—80(—90)%-lise mullaniiskuse juures (arvestatud täielikust veemahutavusest) kasvanud tõusmetel. Hästi väljakujunenud seos esineb mükoriisa moodustumise ja mullaniiskuse vahel: turvasmulla A puhul leidus mükoriisseid moodustisi männitõusmetel kõige rohkem 60%-lise ning vähemlagunenud turvasmulla B puhul 40%-lise ja 60%-lise täielikust veemahutavusest arvestatud niiskusastme korral.

5. Männi- ja kuusetõusmete transpiratsiooni intensiivsus oli kõige kõrgem turvasmuldade 60—90%-lise niiskusesisalduse juures (täielikust veemahutavusest). Mullaniiskuse suurenedes või vähenedes väljapoole neid piire langes transpiratsioon järsult. Kõige madalam oli transpiratsioon närbumisniiskusele lähedase mullaniiskuse piirkonnas (20% täielikust veemahutavusest).

6. Okaste klorofüllisisaldus oli männitõusmetel kõige suurem 60%-lise ja kuusetõusmetel 60—80%-lise täielikust veemahutavusest arvestatud turvasmulla niiskuse juures. Klorofüllisisaldusele mõjus vähendavalt nii niiskuse defitsiit kui ka üliküllus. 100%-lise mullaniiskuse juures kasvanud tõusmete klorofüllisisaldus oli kaks korda väiksem 20—30%-lise niiskusastme juures kasvanute omast. Kuusetõusmete klorofüllisisaldus ületab tunduvalt männitõusmete oma.

7. Analüüsitud näitajaid kokku võttes võib järeldada, et hästilagunenud turvasmuldadel oli männi- ja kuusetõusmete kasvuks optimaalne mullaniiskus 60—80% täielikust veemahutavusest

(kogukaalust vastavalt 70—84%). Selles vahemikus männitõusmete kasvuoptimum kaldub kuusega võrreldes väiksema niiskusesisalduse poole.

8. Mulla täielikust veemahutavusest arvestatud närbumisniiskus oli suurema lagunemisastmega (70%) turvasmullal A tunduvalt suurem (männil 15,0% ja kuusel 15,5%) kui vähemlagunenud (45%) turvasmullal B (männil 8,8% ja kuusel 9,5%). Absoluutkuiva mulla kaalust või mulla kogukaalust arvestatud närbumisniiskuse protsentides ei esinenud olulisi erinevusi kahe erineva lagunemisastmega ja veemahutavusega turvasmullal. Närbumisniiskus, arvestatud absoluutkuiva mulla kaalust, oli 1954. aasta määramistel turvasmullal A männi puhul 60,6% ja kuuse puhul 61,2%, turvasmullal B männi puhul 56,3% ja kuuse puhul 60,8%. Mulla kogukaalust arvestatud närbumisniiskus oli turvasmullal A männi puhul 37,7% ja kuuse puhul 38,0%, turvasmullal B männi puhul 36,4% ja kuuse puhul 37,2%.

9. Kuivendatud siirdesoometsade raiestikel võib mulla niiskusesisaldus langeda närbumisniiskuseni või sellele lähedaste piirideni tavaliselt vaid turbalasundi kõige pealmises, mõne sentimeetri tüseduses kihis, ja sedagi vaid isoleeriva katte puudumise korral. Kuid juba 5 cm sügavusel ja allpool on niiskustingimused noorte puutaimede kasvuoptimumi või sellele lähedastes piirides (kui põhjavesi ei ole nii maapinna lähedal, et võivad tekkida liigniiskuse tingimused). Pinnalähedase põhjavee korral on niiskustingimused tunduvalt soodsamad kändude ümber moodustunud mikrokõrgendikel.

10. Raiestikel valitsevad niiskustingimused on istutustele tunduvalt soodsamad kui külvidele, sest viimased võivad oma arengu alguses kannatada kõige pealmise mullakihi läbikuivamise tagajärjel. Mikrokõrgendikele kultiveerimise vajadus tekib juhul, kui põhjavesi ulatub istutatavate puutaimede juurte piirkonda.

# *Kuivendatud siirdesoometsade raiestike kunstliku uuendamise viisidest*

## 1. Kirjanduse ülevaade

Eelmistest peatükkidest selgub, et pikemat aega kuivendusele allunud siirdesoometsade lageraiete ökoloogilised tingimused on okaspuukultuuride rajamise seisukohast suuremalt osalt ebasoodsad. Ebasoodsate kasvukohategurite kompleksist tingitult on nende kunstlik uuendamine väga komplitseeritud ja ei ole rakendatavad tavalised, mineraalmuldadel kasutatavad männi ja kuuse kultiveerimise viisid. Et kuni viimase ajani on käsitletavatele aladele kultuure rajatud nn. tavaliste meetoditega (külv või istutus 0,4—0,5×0,4—0,5 m suurustele maakirvestega valmistatud kobestatud põhjaga lappidele), siis on sageli tagajärjeks olnud ebaõnnestumine. Veel peab lisama, et kultuuride arengus on kõige raskemad kultiveerimisjärgsed aastad, millal kasvukohatingimuste mõju peamiselt ilmnebki. Hiljem, tänu mulla suhteliselt kõrgele viljakusele, on kultuuride areng tavaliselt rahuldav.

Kuni viimase ajani on metsakultuuridealases uurimistöös väga vähe puudutatud kuivendatud soode ja üldse turvasmuldade kultiveerimisega seoses olevaid küsimusi. See peegeldub selgesti kasutusel olevate metsakultuuride õpikute (Огиевский и др., 1949; Zaborovski, 1959) sisus, kus täiesti käsitlemata on jäetud metsakultuuride rajamine turvasmuldadele. Huvitav on mainida, et juba Burghardt (Буркгардт, 1876) esitab konkreetsed soovitused kuivendatud soode metsastamiseks. Ta juhib tähelepanu hiliskülmadele, mis turvasmuldadel kuuske ja nulgu kahjustavad, ja soovitab neid puid männi või kase turbe alla kultiveerida. Külmakohrutuse vältimiseks peab ta otstarbekamaks mätastaimede istutamist koos istutuskoha rohukamaraga katmisega ja tihedaid külve.

Nõukogude Liidus teostatud sellesuunalistest töödest väärivad esiletõstmist Koštšejevi ja Lavrovi (Кощеев и Лавров, 1953; Кощеев, 1955) uurimused, millede põhjal on välja töötatud kompleksne meetod soostunud ja soostuvate raielankide (turvastunud kihi paksus 20—30 cm) metsastamiseks Nõukogude Liidu

põhja-, loode- ja lääneosas. Meetod seisneb sügavate ühesuunaliste vagude ajamises, mis loob pindmise kuivenduse ja mikrokõrgendikud kultiveerimiskohtade jaoks. Viimastel aastatel on soostunud raielankide kultiveerimise võtetega tegelnud ka Preobraženski (Преображенский, 1955). Et aga mainitud autorite poolt uuritud aladel kasvukohatingimused on tunduvalt erinevad, võrreldes kuivendatud siirdesoometsade lageraietega (soostumise algstaadium, õhuke turvastunud kiht, maapinna ettevalmistamisel paljastuv mineraalmaa), siis ei ole ka tulemused käesoleva teema seisukohast rakendatavad.

Nimetamist väärivad ka Verbitski (Вербицкий, 1939) tähelepanekud musta lepa kultiveerimise tulemuste kohta Kiievi oblastis Polesje tarnasoodel, kus häid tulemusi andis mainitud puuliigi metsikute taimede labidaga istutamine ettevalmistatud maale.

Viimasel ajal on Läti NSV-s Zviedris (Звиедрис, 1949, 1954) saavutanud häid tulemusi männi külviga väikestele (kuni 20×20 cm) liivaga üleriputatud lappidele. Selleks kõrvaldati pealt elusa sambla kiht ja riputati lapp üle liivaga. Seejärel toimus külv. Seemned kaeti omakorda umbes 1 cm paksuse liivakihiga. Liiva ülesandeks on kindlustada seemnetele idanemiseks vajalikke niiskustingimusi. Zviedrise metsakultiveerimise viisi on nähtavasti otstarbekohane rakendada aladel, kus eeldusteks on turbasammalde ja vähelagunenud turba olemasolu ja rohttaimestiku puudumine või selle nõrk areng*. Kuid mainitagu, et Eesti territooriumil (endises Voltveti katsemetskonnas) varematel aastatel läbiviidud uurimised näitavad, et okaspuuseemned idanevad elaval sfagnumil või sellest paljastatud sfagnumiturbal edukalt ka ilma liivata. Seetõttu oli võimalik kasutada isegi nn. «hangekülvi» meetodit (Reim, 1933, 1934). Häid tulemusi saavutas Leningradi oblastis turbasammaldest pinnakatte tingimustes ettevalmistamata maale külvates ka M. P. Jelpatjevski (Яковлев, 1955). Võib veel nimetada Valikova (Валикова, 1955) tööd turvasmuldadele rajatud metsakultuuride väetamisest ja Valgevene NSV teadlaste kogemusi (Шелухин, 1955, jt.) kikkapuu kultiveerimise kohta metsata madalsoodel. Käesoleva teema aspektist ei paku aga nende tööde üksikasjalikum kirjeldamine erilist huvi**.

Kauaaegsete katsete põhjal on Saksamaal ja Inglismaal

---

* Läti NSV-s saadud kogemused ja seisukohad sooalade kunstliku uuendamise kohta on kokkuvõtlikult avaldatud 1958. aastal ilmunud raamatus «Metsakultuurid Läti NSV-s» (Лесные культуры в Латвийской ССР, 1958).

** Soode metsastamise ja soometsade kunstliku uuendamise katsete ja uurimiste tulemused Nõukogude Liidus on üldistatud kujul esitatud NSVL TA Metsainstituudi poolt koostatud 4-köitelise väljaande «Metsade produktiivsuse tõstmise küsimused» teises köites (Проблемы повышения продуктивности лесов, том 2. Лесоосушительные мероприятия, 1959), mille koostamisel on kasutatud ka käesoleva töö materjale.

sealsete rabatüüpide jaoks välja töötatud komplekssed melioratsiooni ja metsakultiveerimise võtted (Brüning, 1881; Ostwald, 1894; Macdonald, 1951; Afforestation of moorland, 1952; Zehetmayr, 1953), mis aga kasvukohatingimuste järsult erineva iseloomu tõttu ei ole otseselt rakendatavad käesoleva küsimuse lahendamisel.

Suhteliselt palju on uuritud ja praktiseeritud kuivendatud soode kunstlikku metsastamist Soomes. Vastavad kogemused on kokkuvõtlikul kujul esitanud Lukkala oma metsanduslike objektide kuivendamist ja kuivendamisjärgset majandamist käsitlevates töödes (Lukkala, 1931, 1948, 1948a). Seejuures on peatähelepanu suunatud soode kuivendamisjärgsele (primaarsele) metsastamisele, s. o. metsakultuuride rajamisele värskelt kuivendatud soodel. Kuivendatud soode kunstliku metsastamise küsimusi käsitletakse ainult rabamännikute (rämede) ja lagedate rohu- või sfagnumisoode (nevade) osas, kus ei ole kindlustatud looduslik uuenemine. Kuivendatud soode metsastamise põhipuuliigiks loeb Lukkala mändi, millele võib lisanduda kask. Kuuske soovitatakse kultiveerida viljakama turbaga aladele ja intensiivsema kuivenduse puhul. Arusaadavalt on siis kasvukohatingimused ja neile vastavad kunstliku uuendamise võtted teistsugused kui meie poolt käsitletavatel pikka aega kuivendusele allunud siirdesoometsade lageraietel. Peamiseks erinevuseks on lopsaka taimkatte puudumine värskelt kuivendatud soodel, mistõttu on võimalik nii männi kui ka kuuse puhul kasutada kultiveerimisviisina hajalikülvi (varakevadine külv ettevalmistamata maapinnale), kusjuures see moodus annab häid tulemusi ka küllalt väikese külvinormi puhul.

Kõige soodsamaks külviajaks loetakse kuivendamisele järgnevat aastat ja soovitatakse kuivendatud ala kultiveerida mitte hiljem kui 4—6 aastat pärast kuivendamist*.

Mõningatel juhtudel (tugeva kuivenduse ja vähelagunenud turba puhul) soovitab Lukkala lapikülvi. Lapid valmistatakse 30×30 cm suurused, kusjuures turbakamar samasse kohta kummuli pööratakse. Tingimata tuleb vältida nõgusate külvikohtade tekkimist. Puudulikult kuivendatud kohtades peab külvikohtadena kasutama kõrvalepööratud mättaid. Märgitakse, et madalatel lappidel võivad taimed hävida sadude ajal tekkinud liigniiskuse («uppumise») tõttu ja kõrvalepööratud mätastel suvise liigkuivuse tagajärjel. Liigkuivusest põhjustatud kahjude vältimiseks tuleb silmas pidada, et kõrvalepööratud mättad liituksid maapinnaga. Selleks peab lapid tegema aasta või paar enne kultiveerimist.

* Vomperski (Вомперский, 1956) tuleb männinoorendike kasvukäigu uurimisel järeldusele, et teatud tingimustes võib osutuda otstarbekohaseks rajada kultuurid isegi 3—5 aastat enne kuivendamist.

Lukkala järgi on külvide tärkamine turvasmuldadel hea, kuid põhilise selektsiooni teeb järgnev talveperiood oma kohrutusnähtustega, mille mõju ilmneb eriti teravalt lappidel. Seetõttu soovitatakse hästilagunenud pealmise turbakihiga soodel lapikülve vältida. Kultiveerimisjärgsete talveperioodide külmakohrutuse kahjustustest pääsenud külvitaimed arenevad edaspidi rahuldavalt, nende edaspidine kasv oleneb peamiselt soo viljakusest.

Lähtudes põhiliselt kulude vähendamise seisukohast, soovitab Lukkala istutamist kasutada vaid erandjuhtudel, kui külvide kordaminek on kahtlane, näiteks tugeva rohukasvuga ja hästilagunenud pealmise turbakihiga niidutaolistel «nevadel» ja karusambla katte puhul.

Männi istutamise kohta märgitakse, et väikesi, 2 aasta vanuseid seemikuid võib soos edukalt istutada väikese puukiiluga täiesti ettevalmistamata maale. Kui tahetakse saada efektiivsemaid tulemusi kui külvide korral, peab kasutama istutamiseks 4-aastasi koolitatud männitaimi. Viimaste istutamine toimub samuti ettevalmistamata maale, kuid juba kiillabida abil. Istutuste kohta üldse märgib Lukkala, et need on turvasmuldadel kergemini läbiviidavad kui mineraalmuldadel.

Kuuske soovitatakse tema suure öökülmahelluse tõttu niihästi istutada kui ka külvata turbe alla (aladele, mis on juba kasega uuenenud). Kuuske soovitatakse istutada klappistutuse meetodil, kasutades selleks 4-aastasi koolitatud taimi.

Kuivendatud soode kunstlikku metsastamist kuusega käsitleb spetsiaalselt Multamäki (1940) uurimus. Ta võrdles värskelt (1—5 aastat tagasi) kuivendatud sügavaturbalistel (turbakihi tüsedus üle 1 m) hästilagunenud pealmise turbakihiga soodel kuuse hajalikülvi ja 4 aasta vanuste koolitatud taimede istutusi nii lagedal sool kui ka kasenoorendiku turbe all. Paremaid tulemusi andis hajalikülv. Külvid lappidena ettevalmistatud maale (0,3—0,4 m küljepikkusega, ruudukujulised ümberpööratud mätastega lapid) kannatasid tugeva külmakohrutuse all, kusjuures lappide keskel oli kahjustus tugevam kui äärtel. Kahjulikuks nähtuseks oli veel tõusmete mudastumine (tugevate vihmade ajal muutus hästilagunenud turvasmuld poritaoliseks ja üles pritsides kleepus tõusmete külge ning jäi sinna püsima, põhjustades nii tõusmete hukkumise ladvapungade katmise või tõusmete lamandumise teel). Kasenoorendiku all kahjustasid lapikülvide tõusmeid sügisel mahalangevad lehed. Koolitatud kuusetaimed istutati lappidele puukiiluga tehtud aukudesse, lapid kaeti pealt samblaga.

Öökülmade ohust lähtudes ei soovita Multamäki kuuse istutamist, sest tema tähelepanekute põhjal kannatavad taimlast toodud taimed rohkem külma all kui külvitaimed. Märkusena tuleb lisada, et vahetult seemnest kasvanud kuusetaimede suuremas külma-

kindluses võib kahelda, sest kuna autoril olid kasutada maksimaalselt 5 aasta vanuste kultuuride andmed, siis võib külvide puhul pealtnäha suurema külmakindluse põhjuseks olla neid varjav rohttaimestik, mille mõjupiirkonnast koolitatud taimed kiiremini välja jõudsid kui külvitaimed.

Rõhutades kuuse suurt külmaõrnust, peab Multamäki (1942) kuuse kultiveerimisel kuivendatud soodele vajalikuks turvet andva eeluuenduse, nn. kaitsemetsa olemasolu, mis praktiliselt tähendab seda, et tuleb ära oodata kultiveeritava ala kattumine väheväärtuslike lehtpuude ja põõsastega ning alles siis asuda sisse viima peapuuliiki. Lisame, et teiste hiliskülmaohtlike kasvukohtade uurimise põhjal on analoogilistele järeldustele tulnud Amann (1930), Heger (1949), Baumgartner (1956), Klintsov (Клинцов, 1953) jt.

Soomlaste kogemused ja uurimistulemused kuivendatud soode metsastamise alal on, kuigi mitte tervikuna, väärtuslikuks lähtematerjaliks metsakultiveerimise küsimuste lahendamisel kuivendatud siirdesoometsade lageraiete tingimustes.

Põgusalt puudutab kuivendatud madalsoode kultiveerimist Thurmann-Moe (1934), kes soovitab külmakahjustuste vältimiseks kasutada võimalikult tugevaid taimi või teostada hajalikülvi.

Eesti territooriumil asuvate soometsade kunstlikust uuendamisest leiame esimesi märkmeid Kulli uurimuses (1925), milles puudutatakse põgusalt metsakultiveerimise tulemusi turvasmuldadel (endise Põltsamaa metskonna andmeil), märkides, et männi lapikülvid on kõik ebaõnnestunud külmakohrutuse tagajärjel. Mõningal määral olid tulemused paremad, kui lapid kaeti sügisel samblaga. Kohh (1943) kirjeldab Kosenkraniuse tähelepanekuid Sõmerpalu metskonnast, millede järgi kuivendatud sool teostatud kändude juurimine halvendas uuenemistingimusi langil. Kännuasemeile külvatud ja puudelt sinna varisenud seeme idanes rahuldavalt, aga järgneval kevadel hukkus enamik taimi külmakohrutuse tagajärjel. Varsti tekkis kännuasemeile tihe ja jõuline rohttaimestik, mis veelgi halvendas uuenemistingimusi. Kohh lisab, et kuivendatud sool on kännu ligem ümbrus üheks soodsamaks uuenduskohaks.

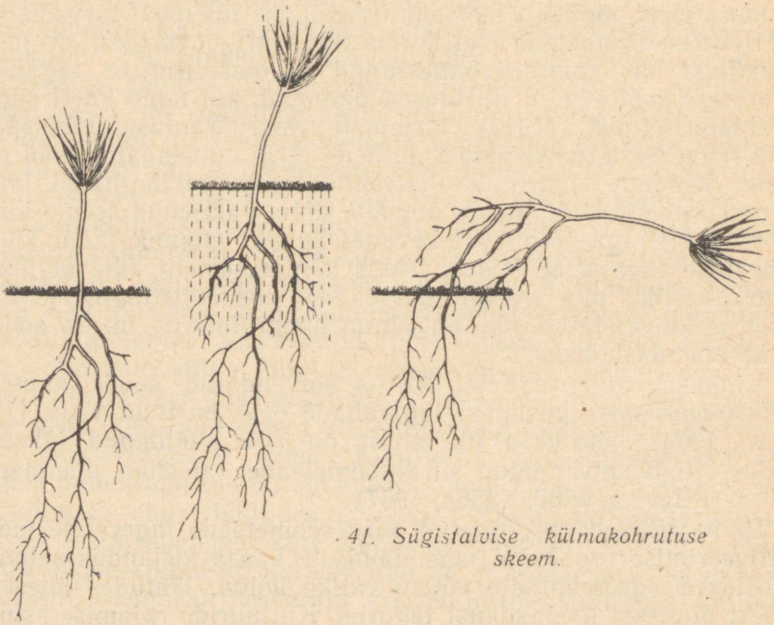
Viimasel ajal on Eesti NSV-s kuivendatud soode kunstliku metsauuendamise küsimusi lagerabade osas uurinud Valk (1956; Валк, 1959), käesoleva töö autor on aga avaldanud lühemaid kokkuvõtteid kuivendatud siirdesoometsade raiestike uuendamise kohta (Riispere, 1956, 1956a, 1957).

Palju aitavad kuivendatud siirdesoometsade lageraiete metsakultiveerimise probleemi lahendamisele kaasa kirjanduses toodud üldistused agrotehniliste võtete valiku kohta, lähtudes ühest või teisest olulisest looduslikust tegurist. Kultuuride rajamise esimese

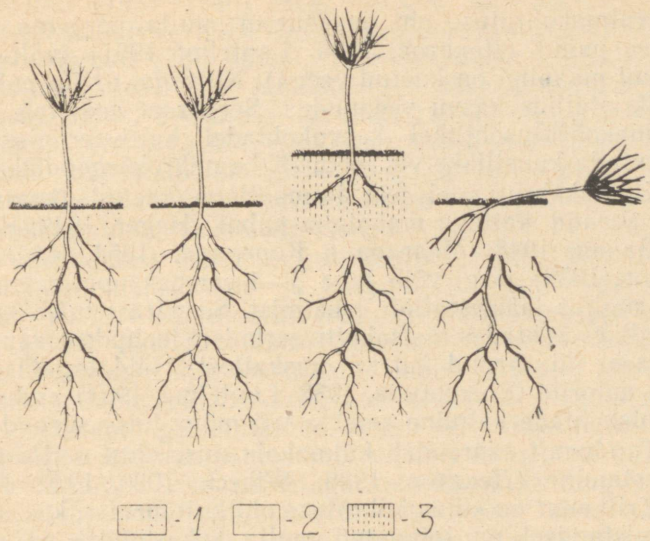
abinõu — maapinna ettevalmistusviisi — valikul tuleb põhiliselt lähtuda külmakohrutusest.

Külmakohrutus esineb peamiselt suure veemahutavuse ja -sisaldusega (suure kolloididesisaldusega) muldadel, s. o. savi- ja turvasmuldadel. Juba Hesselmann (1907) märgib, et kõige intensiivsem on metsakultuuride kahjustumine külmakohrutuse läbi just turvasmuldadel. Seetõttu on täiesti mõistetav selle nähtuse osa kordamineku vähendajana kuivendatud siirdesoode lageraietele rajatud okaspuukultuurides. Kohrutuse all kannatavad põhiliselt külvid, kuid ka istutamise teel rajatud kultuurid.

Vananenud on mõnedes varasemates ja ka hilisemates väljaannetes (Hess-Beck, 1930; Daniel, 1935; Lantelmé, 1951; Турский, 1954, jt.) avaldatud arvamus, et külmakohrutuse põhjuseks on külmumisel toimuv vee ruumala lihtne suurenemine. Kokkonen (1926), Dekatov (Декатов, 1931, 1936) jt. lükkasid oma töödega selle ettekujutuse ümber. Nad näitasid, et külmakohrutust põhjustab mulla aeglane külmumine (lumikatte puudumisel), mille tagajärjel tekivad mulla pealmises kihis vertikaalsed jääkristallid (nn. kammjää). Viimased kasvavad ühtede autorite arvates kapillaarvee (Müller, 1937; Rossmann, 1937, 1937a) ja teiste autorite (Gabran, 1937, 1937a) arvates mulla jahtumisel tekkiva veeauru kondensatsioonivee arvel. Selle tagajärjel kerkib mulla pea-



*41. Sügistalvise külmakohrutuse skeem.*




*42. Kevadise külmakohrutuse skeem. 1 — külmunud muld, 2 — sulanud muld, 3 — kohrutamist põhjustavad püstjad jääkristallid (nn. kammjää).*

lispind üles ja kisub endaga kaasa seal asetsevad taimed. Kevadel pärast lume sulamist sulavad jääkristallid ja ülestõstetud mullaosakesed langevad tagasi endisele tasapinnale. Koos mullaga ülestõstetud taimed jäävad aga paljastatud juurtega lamama. Kui jääkristallid ulatuvad juurtest sügavamale, jäävad juured täielikult mullast välja, väiksema ulatuse puhul aga jääb osa juuri veel maa sisse. Märgitagu seejuures, et on esinenud kuni 25 cm pikkusi jääkristalle. Selline on külmakohrutus mulla sügisese külmumise puhul (joonis 41).

Kevadise külmakohrutuse käik on mõningal määral erinev ja seisneb järgmises. Soojade ilmade saabumisel sulab pealmine mullakiht. Hiliskülmade puhul külmub muld uuesti ja pealmises kihis tekivad jääkristallid, mis tõstavad taime koos mulla kõige pealmise kihiga üles. Kui taime juured on veel kinnitunud alumisse külmunud mullakihti, tekib juurte rebenemine. Pärast mulla uuestisulamist jäävad maapinnale lamama rebitud juurtega taimed (joonis 42).

Autori poolt teostatud vaatlused, samuti kirjandusandmed ja praktikute tähelepanekud näitavad, et ühel ja samal kasvukohal oleneb külmakohrutuse esinemine mitmetest teguritest.

1. Külmakohrutuse oht on suurem mulla kõrgema niiskusesisalduse puhul (Декатов, 1936; Lantelmé, 1951) (välja arvatud juhul, kui maapind on kaetud veega). Kuivema mulla puhul takistab jääkristallide kasvu veepuudus. Seepärast soovitab ka Dekatov külmakohrutusohtlikel kasvukohtadel kultiveerimiskohtadena ära kasutada kunstlikke või looduslikke mikrokõrgendikke.

2. Külmakohrutus ei teki taimkattega kaetud (kamardunud) või ka surnud kattega maapinna puhul (Heger, 1949; Kokkonen, 1926; Ванин, 1948; Мелехов и Корелина, 1954, jt.). Dekatovi (Декатов, 1936) järgi võib juba 3—4 cm paksune metsakõdukiht vältida mullas jääkristallide tekkimist. Seepärast tuleb külmakohrutusohtlikes kohtades metsakultiveerimisel loobuda maapinna paljastamisest nii surnud kui ka eluskattest. Häid tagajärgi annab mõnede autorite (Евдокимов, 1938; Lantelmé, 1951) andmetel kultiveerimiskohtade katmine sambla või mõne teise surnud kattega.

3. Tunduvalt suurendab külmakohrutuse ohtu mulla segamine ja kobestamine (Декатов, 1936; Wibeck, 1920, 1929; Lantelmé, 1951). Eriti suur on külmakohrutuse oht kultuurides, kus maapinna ettevalmistamisel on toimunud mulla kobestamine. Ülaltoodust järeldub, miks meie kuivendatud siirdesoodele rajatud metsakultuurid enamikus külmakohrutuse all on kannatanud. Maapinna ettevalmistamine lappidena tavalisel viisil (mis seisneb kamara kõrvaldamises ja lapi põhja kobestamises) suurendab külmakohrutuse ohtu. Külmakohrutuse ohu vähendamiseks ei soovitata kultuurides ega ka taimeaedades läbi viia hilissügisesi kobestamisi ja rohimisi (Jones ja Peace, 1939). Aaltoneni (1948) järgi on istutused külvidest kohrutuskindlamad (eriti õrnad on üheaastased nõrgalt juurdunud taimed). Kuid külvide möödapääsematuse korral annavad paremaid tulemusi tihedad külvid (Fleischmann, 1935; Jones ja Peace, 1939; Алексеев, 1953; Стальский, 1954). Istutuste puhul tuleb kasutada meetodeid (näiteks klappistutust), mis jätavad maapinna purustamata (Hess-Beck, 1930).

4. Turvasmuldade puhul on kohrutusohtlikumad rohkem lagunenud turbad (Brüning, 1881; Baden, 1939). Seevastu vähelagunenud turvas ei allu kohrutusele. Kui kuivendatud siirdesoometsade hästilagunenud turvamuldadel asuvates kultuurides on kohrutamine tavaline nähtus, siis värskelt kuivendatud rabade metsastamise katseid kirjeldavates töödes me ei leia viiteid kohrutamise kui metsakultuuride kasvamaminekut takistava faktori kohta (Valk, 1956; Валк, 1959). Kohrutuse vältimiseks turvasmuldadel soovitatakse liivaga katmist (Duckstein, 1879; Hilf, 1949, jt.).

Väga väärtuslikuks lähtematerjaliks käesoleva probleemi lahendamisel on endise Voltveti (praeguse Tihemetsa) katsemetskonna kogemused ja katsete tulemused suure rohukasvuga ja külmakohrutusohtlike alade kultiveerimisel.

Auksmanni (1934, 1940) järgi osutusid külmakohrutuskindlamateks okaspuukülvid, milledele maapinna ettevalmistamisel läpi põhjad kobestamata jäeti, samuti tihedamad külvid. Külvata soovitati kändude äärde, kus rohukasv on nõrgem ja kohrutamise oht väiksem. Samal arvamusel on Rühl (1934), kuigi ta manitseb ettevaatusele, sest liiga kõrgele kännu juurde kultiveerimisel võivad esineda substraadi läbikuivamise kahjulikud nähtused. Kõige otstarbekamaks peab ta kultiveerimist kändude ümber moodustunud mikrokõrgendike alumistele äärtele.

Istutamisviisidest osutusid Auksmanni (1934, 1940) andmetel kohrutuskindlamateks klapp- ja längistutus. Teiste istutusviiside puhul andis positiivseid tulemusi istutuskohtade samblaga katmine.

Reim (1934) katsetas jänesekapsa-leselehe tüübi kuusemetsa raiestikul 3-aastaste kuuseseemikute puhul järgmisi istutusviise: 1) istutamine labidaga kaevatud aukudesse koos samblaga katmisega, 2) kiillabidaga istutamine täiesti ettevalmistamata maale, 3) kiillabidaga istutamine tavalisel viisil valmistatud 40×40 cm suurustele lappidele koos samblaga katmisega, 4) längistutamine kiillabidaga, 5) poolpuuriga käsitsi istutamine koos samblaga katmisega. Kahel järgneval aastal läbiviidud katsekultuuride ülevaatusel selgus, et kõige halvemad olid resultaadid längistutamise ja lappidele kiiluga istutamise puhul. Längistutuse ebaotstarbekohasust rõhutab hiljem ka Salev (1939), lugedes selle põhjuseks istutamisviisist tingitud juurte ja maapealsete osade asetumist ebanormaalsesse seisundisse. Parimaid tulemusi andis Reimi katsete puhul kõige lihtsam istutusviis — kiillabidaga istutamine täiesti ettevalmistamata maale. Eriti väärtuslik oli tulemus ökonoomilisest küljest.

Kiiresti ilmuva kõrge ja tiheda taimkatte seisukohast lähtudes on peaküsimuseks kultiveerimisviisi (külv või istutus) valik ja istutuse puhul kultiveerimismaterjali kvaliteet.

Külvi või istutuse valikul tuleb esmajoones meenutada Morozovit (Морозов, 1950), kelle arvates istutusi tuleb tingimata rakendada kõigis äärmuskasvukohatingimustes. Tema poolt loetletud teguritest nõuavad tingimata istutuse kasutamist ka käesoleva töö seisukohast olulised tegurid: tugev rohukasv, liigniiskus ja külmakohrutus. Morozoviga analoogilisel seisukohal on Tolski (Тольский, 1930), kelle järgi külvide edukaks arenguks on tingimata vajalik teatav mullaniiskuse ja -viljakuse keskmine seisund, mis kindlustab külvi arengu, kuid ei loo liiga soodsaid tingimusi rohttaimestiku ja võsa tugevaks kasvuks.

Šmidt (Шмидт, 1948) soovitab istutamist külvile eelistada rohtkatte kiire ilmumise puhul.

Wibeck (1929) kirjutab, et rohurikastes metsatüüpides ei esine kultuuride rajamisel toitesoolade vähesusest põhjustatud raskusi.

Peamiseks kultiveerimise takistajaks on rikkalik rohttaimestik, mis suvel noori okaspuutaimi rõhub ja varjab, sügisel närbudes neid aga täiesti katab, eriti sel juhul, kui taimed on liiga väikesed. Wibecki arvates langeb niisugustel kasvukohtadel valik täiesti istutuste kasuks, sest taimlataimedel (kõige paremad on mitmeaastased koolitatud taimed) on siin edukaks arenguks kaugelt suuremad võimalused kui vahetult seemnetest tärganud tõusmetel.

Männikülvide kasvamamineku eeltingimusi käsitledes märgib Hilf (1949), et toorhuumusesse, soo- või nõrgmulda külvamisel ei ole nende õnnestumine garanteeritud. Soo- ja huumusmuldadel on külvid tagajärjekad vaid mulla katmisel ca 4 cm tüseduse liivakihiga, mis väldib kuuma- ja kohrutuskahjustusi.

Tugeva rohukasvuga aladel sõltub kultuuride esialgne areng oluliselt kultiveerimismaterjali kvaliteedist. Männi istutamisel kasutatakse meie tingimustes peaaegu eranditult 2-aastasi seemikuid. Need ei saavuta sageli standardites ettenähtud mõõtmeid ja isegi ettenähtud mõõtmetega istutusmaterjali puhul nõuab rahuldava kordamineku saavutamine väga intensiivset hooldamist. Tugeva rohukasvuga alade kultiveerimise suhtes väärivad esiletõstmist abinõud, mis kindlustavad tugeva männi istutusmaterjali kasvatamise (väetamine, taimlas kasvatamise aja pikendamine jt.) taimlates.

Niihästi kaasaegsete kuusekultuuride seisund kui ka kauaaegne kuuse kultiveerimise praktika Eesti NSV territooriumil näitab, et suure rohukasvuga raiestikel ei anna 2-aastaste kuuseseemikute istutamine rahuldavaid tulemusi. Ebarahuldava kordamineku põhjuseks tuleb lugeda istutusmaterjali nõrkust ja inimtööjõu vähesusest põhjustatud mitteküllaldast hooldamist. Seetõttu ei suuda kultuurid vohava rohttaimestiku rõhuvale toimele vastu panna. Väga sageli ei saavuta ka istutusmaterjal 2 aasta vältel standardites ettenähtud mõõtmeid (maapealse osa kõrgus ulatub vaid 6—7 sentimeetrini), mis omakorda veelgi halvendab kordaminekut. Niisuguse nõrga istutusmaterjaliga rajatud kuusekultuuride iga on sageli lühike. Esimesel kahel kultiveerimisjärgsel aastal, millal toimub kultuuride inventeerimine ja vastav aruandlus, hooldatakse kultuure jõudumööda ja täiendatakse neid enne inventeerimist, kuid hiljem, tingitult inimtööjõu vähesusest, lakkavad hooldustööd. Suurel osal juhtudel hukkuvad niisugused kultuurid lopsaka rohukasvu ja tiheda lehtpuuvõsa tõttu ning ei ole kaugeltki kindlustatud tulevikupuistu planeeritud liigiline koosseis kuuse osas.

Kuuse kultiveerimise kogemused Eestis näitavad, et palju tulemuskindlamateks osutuvad koolitatud taimedega rajatud kuusekultuurid. Tugeva juurekava ning suhteliselt kõrge (vähemalt 20 cm) ja hästiarenenud maapealse osa tõttu on koolitatud taimedel hea kõrguse juurdekasv, mis algkõrgusele lisandudes aitab

kuusetaimedel ka minimaalse hooldamise puhul tulla võitjaks konkurentsis rohttaimestikuga. Samal põhjusel jõuavad koolitatud taimedega rajatud kuusekultuurid kiiresti välja hiliskülmade suhtes kõige ohtlikumast maapinnalähedasest õhukihist. Eeltoodud eeliste tõttu suudavad koolitatud taimedega rajatud kultuurid ka vähese hooldamise korral kultuuride rahuldava kordamineku ja sellega ka tulevikupuistu soovitud liigilise koosseisu kindlustada. Koolitatud taimedega rajatud kuusekultuuride areng sõltub suurel määral istikute kvaliteedist, mis omakorda sõltub nende vanusest (külvi osakonnas ja puukoolis kasvatamise ajast).

Eesti NSV territooriumil väljakujunenud kauaaegne metsakultiveerimise praktika ja varem teostatud spetsiaalsed katsed (Salev, 1939) näitavad, et paremaid tulemusi annab 4-aastaste koolitatud taimede istutamine. Puukooli on nad välja istutatud 2-aastaste seemikutena ja kasvatatakse seal täiendavalt 2 aastat (asetusega 10—15×10—15 cm), millise aja vältel nad omandavad nõutavad dimensioonid nii maapealses kui ka maa-aluses osas. Puukoolis kasvatamise ajal (2 aastat) paranevad edukalt ümberistutamisel tekitatud juurekavavigastused ning arenevad tugev juurekava ja maapealne osa.

5-aastased koolitatud kuusetaimed (kasvatatud 2 aastat külvipeenras ja 3 aastat puukoolis) tekitavad aga istutamisel raskusi oma liiga suure juurekava tõttu, mis teeb istutamise tülikaks ja põhjustab rohkeid juurekavavigastusi. Võrreldes 4-aastaste istikutega, ei ole 5-aastastel mingeid erilisi eeliseid ja kordaminek on mõnevõrra halvem. Seetõttu ei ole nende kasutamine majanduslikust küljest lähtudes otstarbekohane. Samuti ei ole ratsionaalne 3-aastaste koolitatud taimede kasutamine. Nad ei rahulda oma arengult ja ei anna seetõttu häid tulemusi ei kordaminekus ega kasvus. Kahekordne ümberistutamine lühikese aja vältel (2-aastaste seemikutena väljaistutamine puukooli ja sealt ühe aasta pärast kultiveeritavale alale istutamine) ei mõju hästi istikute kvaliteedile: istikud jäävad nõrgaks.

Arvestades Valgevenes (Мирон и Кругликов, 1937) ja ka Eestis saadud kogemusi, on seemikute kasutamise paratamatuse korral suuremaid eeliseid 3-aastastel, eriti siis, kui nad ei ole kasvatatud liiga tihedas seadus, mis tingib juurekava vertikaalseks muutumise ja seetõttu raskusi istutamisel.

## 2. Katsekultuuride rajamine

Ökoloogiliste tingimuste analüüsi ja vegetatsioonikatsete põhjal tehtud järelduste kontrollimiseks ja kunstliku uuendamise konkreetsete viiside katsetamiseks rajati 1953. a. kevadel kuivendatud

siirdesoometsade raiestikele Jõhvi metsamajandi Oru metskonnas, Kurista metsamajandi Vaimastvere metskonnas ja Võru metsamajandi Sõmerpalu metskonnas katsekultuurid. Kultiveeritavate puuliikidena kasutati mändi ja kuuske.

Maapinna ettevalmistusviiside katsetamisel oli peaeesmärgiks külmakohrutuskindla viisi väljaselgitamine. Selleks võrreldi põhiliselt järgnevaid maapinna ettevalmistusviise.

1. Nn. tavaline viis, mille puhul maapind valmistati ette maakirvega 0,7×0,7 m suuruste lappidena koos kamara (metsakõdukihi) kõrvaldamisega ja lapi põhja kobestamisega kuni 15 cm sügavuselt. Lappide tavalisest suuremaid mõõtmeid kasutati suurt rohukasvu silmas pidades.

2. Rehaga kõrvaldati 0,7×0,7 m suurustelt lappidelt vaid sammalkate. Alles jäi selle all asuv vähelagunenud metsakõdukiht. Lapi põhi jäi puutumata. Seda viisi katsetati ainult värskeil raiestikel (Oru ja Vaimastvere metskonnas), sest kamardunud aladel ei ole see läbiviidav.

3. Maapind jäeti täiesti ette valmistamata. Viidi läbi vaid kultiveerimiskohtade tähistamine.

4. Labidaga istutusaukude valmistamine (koolitatud kuusetaimede istutamiseks).

Kultiveerimisviisi osas katsetati istutust ja külvi. Istutusmaterjalina kasutati kõigi maapinna ettevalmistamisviiside puhul 2 aasta vanuseid kuuse- ja männiseemikuid, mida istutati kiillabidaga. Ettevalmistamata maapinna puhul kasutati veel 4-aastasi koolitatud kuusetaimi, mida istutati labidaga valmistatud aukudesse ning kiillabida ja poolsilinderlabida abil.

Oru ja Vaimastvere metskonnas rajati katsekultuurid ühesuguse skeemi järgi. Kultiveerimiskohtade sead oli 1,5 m × 1,5 m ja iga variant koosnes viiest kraavi suhtes perpendikulaarsest reast. Ettenähtud seadust peeti täpselt kinni vaid ridade vahekauguse osas, kuna ridades määras selle sageli kändude esinemine.

Kõik katsed rajati vahetult kuivenduskraavide äärde nii, et püstkülikukujuliste katsevariantide pikem külg oli kraavi suhtes perpendikulaarselt.

Oru metskonna möödunud sajandi lõpul kuivendatud siirdesoometsamassiivis valiti katsekultuuride asupaigaks kvartalil 109 asuv piki kuivenduskraavi kulgev värske (mets raiutud 1952/53. a. talveperioodil) 100 m laiune raiestik. Turba keskmine tüsedus katsekultuuride alal oli 3,6 m. Maapind valmistati ette vahetult enne kultiveerimist. Kultiveerimistööd (külv ja istutus) viidi läbi 28.—29. aprillini 1953. aastal. Kõigi variantide puhul (ka 4-aastaste koolitatud kuusetaimede puhul) kasutati istutamisel tööriistana kiillabidat. Külviks kasutatud männiseemne idane-

misprotsent oli 89. Kuuseseeme osutus järelkontrollimisel mittestandardseks, omades vaid 45%-list idanemisvõimet.

Vaimastvere metskonnas rajati katsed samuti mööda nud sajandi lõpus kuivendatud siirdesoometsa värskele, 1952/53. a. talvisele 100 m laiusele raielangile kvartalil 98. Katsekultuuride ala külge ja ühte otsa piirasid kuivenduskraavid. Turba keskmine tüsedus oli 3,0 m.

Maapinna ettevalmistamine viidi läbi 22.—25. aprillini ja kultiveerimistööd 4.—12. maini 1953. aastal.

Katsekultuurid rajati kolmes korduses (seeriad I, II, III). Kõigil variantidel istutati kiillabida abil, välja arvatud variant 15, millel koolitatud kuusetaimed istutati tavalise labidaga valmistatud aukudesse.

Külviks kasutatud kohaliku päritoluga seemne laboratoorne idanemisprotsent oli männil 84 ja kuusel 82.

Sõmerpalu metskonnas rajati katsekultuurid (2 seeriat) kvartalil 137 asuvale vanale kamardunud suuremapinnalisele lageraiealale, mis oli enne metsa raiumist (1945. a.) üle põlenud (turba keskmine tüsedus oli 0,5 m).

Seda ala püüti kultiveerida juba varem. 1947. aastal külvati mändi maakirvega ettevalmistatud lappidele. Külvid tulid hästi üles, kuid järgneval talveperioodil hävitas nad külmakohrutus. Kultuuri täiendati ja hooldati kuni 1950. aastani, kuid külmakohrutuse ja suure rohukasvu (peamiselt põdrakanep, nõges, luhakastevars jt.) tõttu ei andnud see tagajärgi.

Meie katsekultuurideks valmistati maapind ette vahetult enne kultiveerimist, mis viidi läbi 8.—12. maini 1953. aastal. Sõmerpalu metskonna katsekultuurides koosnes iga variant 3-st kraavile risti suunatud kultiveerimiskohtade reast. Ridadevaheline kaugus oli 1,5 m ja kultiveerimiskohtadevaheline kaugus ridades orienteeruvalt 1,5 m (olenevalt kändude asetusest).

Erinevalt Oru ja Vaimastvere metskonnas asuvatest katsekultuuridest ei saadud siin kamardunud maapinna tõttu rakendada rehaga maapinna ettevalmistamist (surnud kate puudus).

Seemikud istutati kiiluga. Koolitatud kuusetaimed istutati aga poolsilinderlabidaga, kusjuures seda kasutati analoogiliselt kiillabidaga.

Laboratoorne idanemisprotsent oli külviks kasutatud männiseemnel 91% ja kuuseseemnel 83%.

Kõigi katsekultuuride puhul oli külvinorm tavaliselt praktikas kasutatavast palju suurem — 150 seemet lapile. Selle eesmärgiks oli luua paremad tingimused külvide ülestuleku ja kordamineku jälgimiseks. Seemned külvati kahel viisil: 1) hajali üle lapi ja 2) lapile ümbrikasetuses paigutatud viide külvikohta, igasse 30 seemet.

Suhteliselt kõige tervemad männiseemikud istutati Oru metskonnas, kuna Sõmerpalus ja Vaimastveres olid nad pudetõvest rikutud (pudetõve ulatusliku leviku tõttu kultiveerimisaastal).

Peale eelkirjeldatud katsekultuuride esitatakse käesolevas töös ka mõningaid metsamajandite algatusel rajatud kultuuride inventeerimise ja mõõtmise andmeid.

### 3. Külvi teel rajatud kultuuride kasvamaminek

Esimesel kasvuaastal oli külvide areng hea. Kõigi katsekultuuride puhul ilmus lappidele rohkesti tõusmeid (joonis 43). Tõusmeid ei ilmunud vaid üksikutele kraavilähedaste alade mikroreljeefi kõrgematel osadel asuvatele lappidele või siis kraavist kaugel asuvatel kohtadel mulla veega täieliku küllastuse puhul.



*43. Männitõusmed tavalisel viisil valmistatud lapil (külvatud hajali üle lapi) Oru metskonna katsekultuuril kraavilähedasel alal 1953. a. sügisel.*

Ilmunud tõusmete loendamine 1953. aasta sügisel, mis viidi läbi vaid Vaimastvere metskonna katsekultuuride külvivariantidel, näitas, et kõige paremad olid seemnete idanemise tingimused tava-

*Tabel 36*

**Vaimastvere metskonnas külvi teel rajatud katsekultuuride kasvamaminek 1953. ja 1954. aasta sügisel**

| Maapinna ettevalmistusviis | Külvi-viis | Puuliik | Kaugus kraavist, m | Inventeeritud lappide arv | 1953. a. sügisel | | | | | 1954. a. sügisel | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | tõusmetega lappe | | säilinud tõusmete arv | | | tõusmetega lappe | | säilinud tõusmete arv | | | |
| | | | | | Arv | % | Kokku | Tõusmetega lappidel keskmine | Kõigil lappidel keskmine | Arv | % | Kokku | %-des 1953.a. tõusmete arvust | Tõusmetega lappidel keskmine | Kõigil lappidel keskmine |
| Tavalisel viisil valmistatud lapid (0,7×0,7 m) | Hajali üle lapi | Mänd | 0–25 | 42 | 41 | 98 | 1922 | 46,9 | 45,8 | 32 | 76 | 374 | 19,5 | 11,7 | 8,9 |
| | | | 25—100 | 126 | 126 | 100 | 6514 | 51,7 | 51.7 | 74 | 59 | 677 | 10,4 | 9,1 | 5,4 |
| | | | 0–100 | 168 | 167 | 99,4 | 8436 | 50,5 | 50,2 | 106 | 63 | 1051 | 12,5 | 9,9 | 6,3 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 44 | 44 | 100 | 1447 | 32,9 | 32,9 | 33 | 75 | 199 | 13.8 | 6,0 | 4,5 |
| | | | 25–100 | 124 | 124 | 100 | 4080 | 32,8 | 32,8 | 54 | 44 | 407 | 10,0 | 7,5 | 3,2 |
| | | | 0—100 | 168 | 168 | 100 | 5527 | 32,9 | 32,9 | 87 | 52 | 606 | 11,0 | 7,0 | 3,6 |
| Sama | Lapil 5 külvikohta | Mänd | 0—25 | 39 | 39 | 100 | 688 | 17,6 | 17,6 | 21 | 54 | 103 | 15,0 | 4,9 | 2,6 |
| | | | 25—100 | 111 | 109 | 98 | 1813 | 16,6 | 16,3 | 35 | 30 | 194 | 10,7 | 5,9 | 1,7 |
| | | | 0—100 | 150 | 148 | 98,7 | 2501 | 16,9 | 16,7 | 54 | 36 | 297 | 11.9 | 5,5 | 2,0 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 34 | 34 | 100 | 486 | 14,3 | 14,3 | 17 | 50 | 92 | 18,9 | 5,4 | 2,7 |
| | | | 25—100 | 106 | 97 | 92 | 1393 | 14,4 | 13,1 | 20 | 19 | 98 | 7,0 | 4,9 | 0,9 |
| | | | 0—100 | 140 | 131 | 93,6 | 1879 | 14,3 | 13,4 | 37 | 26 | 190 | 10,1 | 5,1 | 1,4 |

*Tabel 36 (järg)*

| Maapinna ettevalmistusviis | Külvi-viis | Puu-liik | Kaugus kraavist, m | Inventeeritud lappide arv | 1953. a sügisel | | | | | 1954. a. sügisel | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | tõusmetega lappe | | säilinud tõusmete arv | | | tõusmetega lappe | | säilinud tõusmete arv | | | |
| | | | | | Arv | % | Kokku | Tõusmetega lappidel keskmine | Kõigil lappidel keskmine | Arv | % | Kokku | %-des 1953. a. tõusmete arvust | Tõusmetega lappidel keskmine | Kõigil lappidel keskmine |
| Lapid (0,7×0,7 m), milledelt rehaga kõrvaldati vaid kuivanud samblakiht | Hajali üle lapi | Mänd | 0—25 | 45 | 45 | 100 | 1882 | 41,8 | 41,8 | 33 | 73 | 277 | 14,7 | 8.4 | 6,2 |
| | | | 25—100 | 127 | 127 | 100 | 3705 | 29,1 | 29,1 | 84 | 66 | 532 | 14,4 | 6,3 | 4,2 |
| | | | 0—100 | 172 | 172 | 100 | 5587 | 32,5 | 32,5 | 117 | 68 | 809 | 14,5 | 6,9 | 4,7 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 45 | 42 | 93 | 1000 | 23,8 | 22,2 | 27 | 60 | 157 | 15,7 | 5,8 | 3,5 |
| | | | 25—100 | 128 | 125 | 98 | 4346 | 34,7 | 33,9 | 73 | 57 | 670 | 15,4 | 9.2 | 5,2 |
| | | | 0—100 | 173 | 167 | 96,5 | 5346 | 32,0 | 30,9 | 100 | 58 | 827 | 15 5 | 8,3 | 4,8 |
| Sama | Lapil 5 külvi-kohta | Mänd | 0—25 | 41 | 41 | 100 | 480 | 11,7 | 11.7 | 23 | 56 | 107 | 22,3 | 4,7 | 2.6 |
| | | | 25—100 | 123 | 123 | 100 | 1813 | 14,7 | 14,7 | 79 | 64 | 619 | 34,1 | 7,8 | 5,0 |
| | | | 0—100 | 164 | 164 | 100 | 2293 | 14,0 | 14,0 | 102 | 62 | 726 | 31,7 | 7,1 | 4,4 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 39 | 37 | 95 | 268 | 7,2 | 6,9 | 24 | 62 | 82 | 30,6 | 3,4 | 2,1 |
| | | | 25—100 | 125 | 123 | 98 | 1664 | 13,5 | 13,3 | 57 | 46 | 392 | 23,6 | 6,9 | 3,1 |
| | | | 0—100 | 164 | 160 | 97,6 | 1932 | 12,1 | 11,8 | 81 | 49 | 474 | 24,5 | 5,9 | 2,9 |

lisel viisil ettevalmistatud lappidel (tabel 36). Vähem ilmus tõusmeid lappidele, millelt oli rehaga kõrvaldatud vaid samblakiht. Selle põhjuseks tuleb pidada halvemaid idanemistingimusi metsakõdu (toorhuumuse) pealmises kihis, mis selle maapinna ettevalmistusviisi puhul jääb kõrvaldamata. Popovi (Попов, 1954) uurimiste järgi valitseb metsakõdus seemnete idanemiseks halb õhu- ja veerežiim, samuti on temperatuuritingimused ebasoodsad (järsud temperatuuri kõikumised). Et temperatuuritingimused metsakõduga lappidel (rehaga ette valmistatud) on ekstreemsemad kui tavalisel viisil tehtud lappidel, näitasid ka meie poolt 1953. aasta suvel teostatud mikroklimaatilised vaatlused. Lisaks eelmainitule on Bublitzi (1953) andmetel metsakõdus alati seemnete idanemist takistavaid orgaanilisi ühendeid.

Otsustavat mõju külvide arengule omavad esimesele vegetatsiooniperioodile järgneva talveperioodi alguse ja lõpuga kaasaskäivad külmakohrutuse nähtused. Külmakohrutuse kahjustused olid ka meie poolt rajatud katsekultuuride külvivariantidel väga suured. Oluliselt on just külmakohrutuse süü, et 1954. aasta sügisel oli Vaimastvere metskonna katsekultuurides 1953. aastal loendatud tõusmetest alles vaid 14%. Vaatamata kasutatud suurele külvinormile ja külvist ilmunud rohkele tõusmete arvule oli 45% lappidest täiesti ilma tõusmeteta.

Siinjuures ilmneb maapinna ettevalmistamise viisi oluline osa. Tavalisel viisil ettevalmistatud maapinna puhul ilmnesid kohrutamisnähtused suuremal või vähemal määral peaaegu kõigil lappidel. Seevastu aga lappidel, millelt oli kõrvaldatud vaid samblakiht, oli kohrutamise esinemine minimaalne. Seetõttu on erinevus külmakohrutuse esinemises kahtlematult üheks põhjuseks selles, et 1953. aasta sügisel loendatud tõusmetest säilis 1954. aasta sügiseks tavalisel viisil valmistatud lappidel suhteliselt vähem kui rehaga valmistatud lappidel (viimastel oli hukkumise peapõhjuseks tugevam rohukasv).

Analoogiline oli külmakohrutuse pilt Oru metskonna katsekultuuride külvivariantidel (tabel 37), kus rehaga ettevalmistatud lappidel külmakohrutuse kahjustusi peaaegu ei esinenud. Küll oli aga neil aladel taimede keskmine arv väiksem kui tavalistel lappidel. Seletada tuleb seda jälle esimesel vegetatsiooniperioodil ilmunud tõusmete väiksema arvuga ja tugevama rohukasvuga.

Sõmerpalu katsekultuuride mõlemas seerias hävisid külvid täielikult 1953/54. aastal tugeva külmakohrutuse tagajärjel. 100%-line häving oli siin tingitud kasvukoha iseloomust. Pikemat aega kultiveerimata raielangil olid turvasmulda läbivad ja siduvad puujuured kõduneda jõudnud. Kamara eemaldamisega paljastus väga hästi lagunenud turvasmuld, mida veelgi kobestati. Need asjaolud olidki eelduseks kohrutamise eriti intensiivsele kulgemisele. Siit

Tabel 37

**Oru metskonnas külvi teel rajatud katsekultuuride kasvamaminek 1954. aasta sügisel**

| Maapinna ettevalmistusviis | Külviviis | Puuliik | Kaugus kraavist, m | Inventeeritud lappide arv | Seemikutega lappe | | Säilinud seemikute arv | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Arv | % | Kokku | Keskmine seemikutega lappidel | Keskmine kõigil lappidel |
| Tavalisel viisil valmistatud lapid (0,7×0,7 m) | Hajali üle lapi | Mänd | 0—25 | 67 | 46 | 68,7 | 788 | 17,0 | 11,8 |
| | | | 25—100 | 172 | 167 | 97,1 | 3738 | 22,4 | 21,7 |
| | | | 0—100 | 239 | 213 | 89,1 | 4526 | 21,2 | 18,8 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 75 | 54 | 72 | 335 | 6,2 | 4,1 |
| | | | 2—100 | 217 | 166 | 77 | 1377 | 8,3 | 6,3 |
| | | | 0—100 | 292 | 220 | 75,3 | 1712 | 7,8 | 5,9 |
| Sama | Lapil 5 külvikohta | Mänd | 0—25 | 77 | 57 | 74 | 455 | 7,8 | 5,8 |
| | | | 25—100 | 221 | 182 | 82 | 3183 | 17,4 | 14,4 |
| | | | 0—100 | 298 | 239 | 80,2 | 3638 | 15,2 | 12,2 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 65 | 21 | 32 | 78 | 3,8 | 1,2 |
| | | | 25—100 | 211 | 116 | 55 | 482 | 4,1 | 2,3 |
| | | | 0—100 | 276 | 137 | 49,6 | 560 | 4,1 | 2,0 |
| Lapid (0,7×0,7 m), milledelt rehaga kõrvaldati vaid kuivanud samblakiht | Hajali üle lapi | Mänd | 0—25 | 67 | 41 | 61 | 207 | 5,0 | 3,1 |
| | | | 25—100 | 198 | 177 | 89 | 3486 | 19,6 | 17,6 |
| | | | 0—100 | 265 | 218 | 82,3 | 3693 | 16,9 | 13,9 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 72 | 23 | 32 | 74 | 3,2 | 1,0 |
| | | | 25—100 | 197 | 131 | 66 | 997 | 7,6 | 5,0 |
| | | | 0—100 | 269 | 154 | 57,3 | 1071 | 7,0 | 4,0 |
| Sama | Lapil 5 külvikohta | Mänd | 0—25 | 64 | 23 | 36 | 97 | 4,2 | 1,5 |
| | | | 25—100 | 201 | 122 | 61 | 1148 | 9,4 | 5,7 |
| | | | 0—100 | 265 | 145 | 54,7 | 1245 | 8,3 | 4,7 |
| Sama | Sama | Kuusk | 0—25 | 74 | 5 | 7 | 16 | 3,3 | 0,2 |
| | | | 25—100 | 193 | 78 | 40 | 323 | 4,2 | 1,3 |
| | | | 0—100 | 267 | 83 | 31,3 | 339 | 4,1 | 1,3 |

järeldub, et vanadel kamardunud raielankidel tuleb külvide kasutamisest loobuda.

Esimese vegetatsiooniperioodi lõpus kahjustas Sõmerpalu metskonnas külve ka mudastumine (joonis 44).



*44. Mudastunud männitõusmed Sõmerpalu metskonna katsekultuuridest 1953. a. sügisel.*

Kõigi katsekultuuride puhul võis kraavist kaugemal asuvatel aladel tähele panna kultiveerimiskohtade süvendamise kahjulikku mõju külvide kordaminekule. Selgesti väljendub see Vaimastvere metskonna katsekultuuride külvivariantide andmetes (tabel 36). 1954. aasta sügiseks oli siin kraavi lähedal (0—25 m) tavalistel lappidel säilinud 1953. aastal loendatud taimi tunduvalt rohkem kui kraavist kaugemal (25—100 m) asuvatel lappidel. Rehaga valmistatud lappidel, kus kultiveerimiskohtade süvendamist ei toimunud, niisugune seaduspärasus ei ilmnenud. Tähelepanekud teise vegetatsiooniperioodi lõpus toimunud inventeerimisel näitasid, et kraavist kaugemal asuvatel kohtadel oli mikroreljeefi kõrgematel osadel säilinud palju rohkem külvitaimi kui süvendatud lappidel. Sellest lähtudes tuleb pidada lubamatuks kultiveerimiskohtade süvendamist maapinna ettevalmistamisel kraavist kaugel asuvatel pinnalähedase põhjaveega aladel.

Suureks takistuseks külvide arengule oli vohava rohttaimestiku tekkimine teisel raiumisjärgsel aastal. Kõige rohkem kannatasid noored külvitaimed kraavilähedastes kohtades, kus taimkate oli eriti kõrge ja tihe. Külvid ei kannatanud selle all vaid mikroreljeefi kõrgematel osadel (kändude juures) asetsevatel lappidel.

Kraavist kaugemal asuvates kohtades ilmus sfagnumiturbale külvatud seemnest rohkesti tõusmeid ja need arenesid hästi ka teisel vegetatsiooniperioodil. Kuid kolmanda vegetatsiooniperioodi (1955. a.) lõpul võis Vaimastvere metskonna külvivariantidel tähele panna turbasambla intensiivsest kasvust (selle põhjuseks



on metsaraiumise tagajärjel toimunud muutused mulla niiskustingimustes) põhjustatud külvitaimede lämmatamist.

Suurte raskustega on seotud noorte külvide hooldamine, milleks tekib vajadus koos rohttaimestiku ilmumisega. Suure kohrutusohu tõttu ei tule juba põhimõtteliselt arvesse lappide kobestamine, kuid katsekultuuride külvivariantide puhul ilmnes, et komplitseeritud on ka rohimine. Rohimist ei saa läbi viia rohttaimede juurtega väljakiskumise teel, sest nii tõmmatakse välja ka noori puutaimi või vigastatakse nende juuri. Seetõttu osutus kõige otstarbekohasemaks lõikamise teel rohu eemaldamine. Paremad olid hooldamisvõimalused suure tõusmete arvuga külvilappidel, sest rohttaimede tungimist lappidele takistasid seal tihedalt asetsevad okaspuutõusmed.

Katsekülvide tulemusi kokku võttes peab märkima, et männi- ja kuusekülvide kordaminekus olulisi erinevusi ei ilmnenud ja vaatamata ühe või teise meie poolt katsetatud maapinna ettevalmistus- ja külviviisi sidumisele, ei andnud ükski katsetatud külvivariant küllalt rahuldavaid tulemusi. Kuid kahtlematult on vaja kuivendatud siirdesoometsade raiestike kunstliku uuendamise viise ka külvide osas edasi katsetada ja täiustada, silmas pidades just käesoleva peatüki kirjanduse ülevaates esitatud Läti kogemusi.* Pealegi võib ka meie vabariigist üksikuid näiteid tuua, kus männikülvid soodsate kasvukohatingimuste ja uuenemisperioodil valitsenud soodsa ilmastiku koosmõjul hästi korda on läinud (joonis 45).

### 4. Istutamise teel rajatud kultuuride kasvamaminek ja areng

Võrreldes külvidega olenes katsekultuurides istutuste kasvamaminek tunduvalt enam kuivendatud siirdesoometsade raiestikele mittespetsiifilistest teguritest.

Esmajoones tuleb tähelepanu juhtida pudetõvest nakatatud männiseemikutele, mis eriti Vaimastvere metskonna katsekultuuride puhul viis istutuste kordamineku protsendi väga madalale. Peaaegu täielikult hukkusid esimesel vegetatsiooniperioodil Sõmerpalu metskonnas katsekultuuride I seerias pudetõvest nakatatud

* Kultiveerimiskohtade liivaga katmist on kasutatud ka Eesti territooriumil. 1939. a. külvati Aegviidu metskonnas turbasammaldega kaetud kuivendatud sool eelmainitud viisil ettevalmistatud kultiveerimiskohtadele mändi (6,81 ha) ja saavutati hea kasvamaminek.

*45. Heakasvuline külvi teel rajatud männikultuur kuivendatud siirdesoo endisel raiestikul Oru metskonnas (foto vasakul).*

Tabel 38

**Vaimastvere metskonna katsekultuuride istutuste kasvamaminek 1953. ja 1954. aasta sügisel ***

| Maapinna ettevalmistusviis | Puuliik | Istutusmaterjal | Kaugus kraavist, m | Inventeeritud taimede arv | Kasvamaminek 1953. a. sügisel | | | Kasvamaminek 1954. a. sügisel | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Elujõulisi taimi, % | Kiratsevaid taimi, % | Hukkunud taimi, % | Elujõulisi taimi, % | Kiratsevaid taimi, % | Hukkunud taimi, % |
| Tavalisel viisil valmistatud lapid | Mänd | 2-aastased seemikud | 0—25 | 945 | 60,0 | 11,4 | 28,6 | 12,3 | 7,8 | 79,9 |
| | | | 25—100 | 2789 | 65,7 | 19,0 | 15,3 | 4,2 | 8,6 | 87,2 |
| | | | 0—100 | 3734 | 64,3 | 17,0 | 18,7 | 6,3 | 8,4 | 85,3 |
| | Kuusk | Sama | 0—25 | 995 | 90,0 | 4,0 | 6,0 | 32,7 | 17,9 | 49,4 |
| | | | 25—100 | 2750 | 82,5 | 10,2 | 7,3 | 13,5 | 12,6 | 73,9 |
| | | | 0—100 | 3745 | 84,5 | 8,5 | 7,0 | 18,6 | 14,0 | 67,4 |
| Lapid (0,7×0,7 m), milledelt rehagakõrvaldati vaid kuivanud samblakiht | Mänd | Sama | 0—25 | 2065 | 57,1 | 5,1 | 37,8 | 16,6 | 8,3 | 75,1 |
| | | | 25—100 | 2170 | 70,1 | 7,1 | 22,4 | 7,8 | 6,7 | 68,5 |
| | | | 0—100 | 4235 | 63,8 | 6,1 | 30,1 | 12,1 | 7,5 | 80,4 |
| | Kuusk | Sama | 0—25 | 2130 | 76,2 | 2,2 | 21,6 | 34,6 | 15,5 | 49,9 |
| | | | 25—100 | 2125 | 88,0 | 5,7 | 6,3 | 19,3 | 11,5 | 69,2 |
| | | | 0—100 | 4255 | 82,1 | 5,9 | 14,0 | 27,0 | 13,5 | 59,5 |
| Ettevalmistamata maapind | Mänd | Sama | 0—25 | 399 | 22,5 | 7,3 | 70,2 | 4,3 | 3,3 | 92,4 |
| | | | 25—100 | 439 | 42,4 | 13,0 | 44,6 | 17,5 | 3,9 | 87,6 |
| | | | 0—100 | 838 | 32,9 | 10,3 | 56,8 | 11,2 | 3,6 | 85,2 |
| | Kuusk | Sama | 0—25 | 457 | 59,3 | 10,5 | 30,2 | 20,4 | 12,0 | 67,6 |
| | | | 25—100 | 458 | 75,5 | 11,6 | 12,9 | 24,3 | 9,2 | 66,5 |
| | | | 0—100 | 915 | 64,7 | 11,0 | 21,6 | 22,4 | 10,6 | 67,0 |
| | Kuusk | 4-aastased istikud | 0—25 | 431 | 91,5 | 4,6 | 3,9 | 51,5 | 26,7 | 21,8 |
| | | | 25—100 | 436 | 87,6 | 10,8 | 1,6 | 14,5 | 11,9 | 73,6 |
| | | | 0—100 | 867 | 89,5 | 7,7 | 2,8 | 32,9 | 19,5 | 47,8 |

* Seemikud istutati kiillabidaga, istikud aga käsitsi tavalise labidaga valmistatud aukudesse.

seemikud (ettevalmistamata maal). Seepärast on ka nende kultuuride kasvamamineku andmeid analüüsides vaja rohkem silmas pidada üksikute variantide suhteid kui kasvamamineku absoluutseid näitajaid. Sõmerpalu metskonna katsekultuuridest selgub, et pudetõvest nakatatud seemikute väljasuremine on oluliselt sõltuv kasvukohatingimustest. Esimesel kasvuaastal on tavalistel lappidel seemikute kasvuks soodsamad tingimused kui ettevalmistamata maapinnal (I seerial kasvas tihe, ca 1,5 m kõrgune põdrakanep), mistõttu hukkumise protsent esimese kasvuaasta lõpus oli tavalistel lappidel tunduvalt väiksem. Katsekultuuride II seeria puhul, kus kasutati tervet, tugevat istutusmaterjali ja kus rohukasv oli väiksem (puudus põdrakanep), oli seemikute väljalangemine esimesel vegetatsiooniperioodil ainult 10% piires.

Tunduvalt vähendas istutuste kasvamaminekut harilik männikärsakas (*Hylobius abietis*), kelle kahjustused ilmnesid värsketele, kamardumata raielankidele rajatud katsekultuurides Vaimastvere ja Oru metskonnas. Põhiliselt esimesel vegetatsiooniperioodil tekitatud kärsakakahjustused olid kõige tugevamad ettevalmistamata maapinnale männi- ja kuuseseemikutega teostatud istutustes ja kõige väiksemad tavalisel viisil valmistatud lappidel. Tugevate koolitatud kuusetaimede kasutamise puhul esines kärsakakahjustusi suhteliselt vähem, mistõttu ka istutuste kordamineku protsent sel juhul oli esimese vegetatsiooniperioodi lõpus suurem (tabel 38). Kuid hilisemad tootmiskultuuride vaatlused Sõmerpalu ja Oru metskonnas näitasid, et raiestikel võib männikärsakas viia täieliku hävinguni samahästi ka 4-aastaste istikutega rajatud kuusekultuure.

Siit järeldub, et kuivendatud siirdesoometsade värskete raiestike uuendamisel istutuse teel tuleb tingimata rakendada kärsakatevastaseid keemilisi tõrjevahendeid, nagu seda on kultiveerimiseelne ja -järgne heksakloraaniga tolmutamine (Parmas, 1954), ja uurida bioloogiliste tõrjemeetodite rakendamise võimalusi.

Erinevate maapinna ettevalmistusviisidega rajatud istutuste võrdlemine näitas, et tavalisel viisil valmistatud kobestatud põhjaga lapid ei sobi antud tingimustes ka istutusteks (tabelid 38, 39 ja 40). Peamiseks põhjuseks on jälle suured külmakohrutuse kahjustused selle maapinna ettevalmistusviisi puhul (joonis 46). Kraavist kaugemal asuvatel, nõrgemini kuivendatud aladel kannatasid kultuurid veel kultiveerimiskohtade süvendamise läbi, mis kutsus esile vee kogunemise lappidesse ja halvendas seeläbi omakorda istutuste seisundit.

Paremaid tulemusi andis istutamine sel juhul, kui kultiveerimiskohtadelt kõrvaldati rehaga vaid samblakiht (tabel 39). Niisugustel lappidel kohrutuskahjustusi peaaegu ei esinenud. Samuti oli selle maapinna ettevalmistusviisi kasutamisel nõrgemini

Tabel 39

**Oru metskonnas 1953. a. kevadel rajatud katsekultuuride istutuste (istutatud kiilumise teel) kasvamaminek 1954. aasta sügisel**

| Maapinna ettevalmistusviis | Puuliik | Istutus-materjal | Kaugus kraavist, m | Inventeeritud taimede arv | Elujõulisi taimi, % | Kiratsevaid taimi, % | Hukkunud taimi, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tavalisel viisil valmistatud lapid (0,7×0,7 m) | Mänd | 2-aastased seemikud | 0—25 | 345 | 43,8 | 5,8 | 50,4 |
| | | | 25—100 | 1035 | 20,9 | 10,6 | 68,5 |
| | | | 0—100 | 1380 | 26,6 | 9,3 | 64,1 |
| | Kuusk | Sama | 0—25 | 305 | 60,7 | 1,6 | 37,3 |
| | | | 25—100 | 950 | 36,5 | 8,8 | 54,7 |
| | | | 0—100 | 1255 | 42,4 | 7,1 | 50,5 |
| Lapid (0,7×0,7 m), milledelt rehaga kõrvaldati vaid kuivanud samblakiht | Mänd | Sama | 0—25 | 340 | 36,1 | 2,0 | 60,9 |
| | | | 25—100 | 865 | 34,9 | 8,0 | 57,1 |
| | | | 0—100 | 1205 | 35,5 | 6,3 | 58,2 |
| | Kuusk | Sama | 0—25 | 335 | 74,3 | — | 25,7 |
| | | | 25—100 | 895 | 73,1 | 1,2 | 25,7 |
| | | | 0—100 | 1230 | 73,4 | 0,9 | 25,7 |
| Ettevalmistamata maapind | Mänd | Sama | 0—25 | 64 | 39,1 | — | 60,9 |
| | | | 25—100 | 172 | 37,2 | 3,5 | 59,3 |
| | | | 0—100 | 236 | 37,7 | 2,5 | 59,8 |
| | Kuusk | Sama | 0—25 | 79 | 64,6 | — | 35,4 |
| | | | 25—100 | 205 | 68,3 | 1,0 | 30,7 |
| | | | 0—100 | 284 | 67,3 | 0,7 | 32,0 |
| | Kuusk | 4-aastased istikud | 0—25 | 74 | 79,7 | 2,7 | 17,6 |
| | | | 25—100 | 217 | 84,8 | 0,9 | 14,3 |
| | | | 0—100 | 291 | 83,5 | 1,4 | 15,1 |

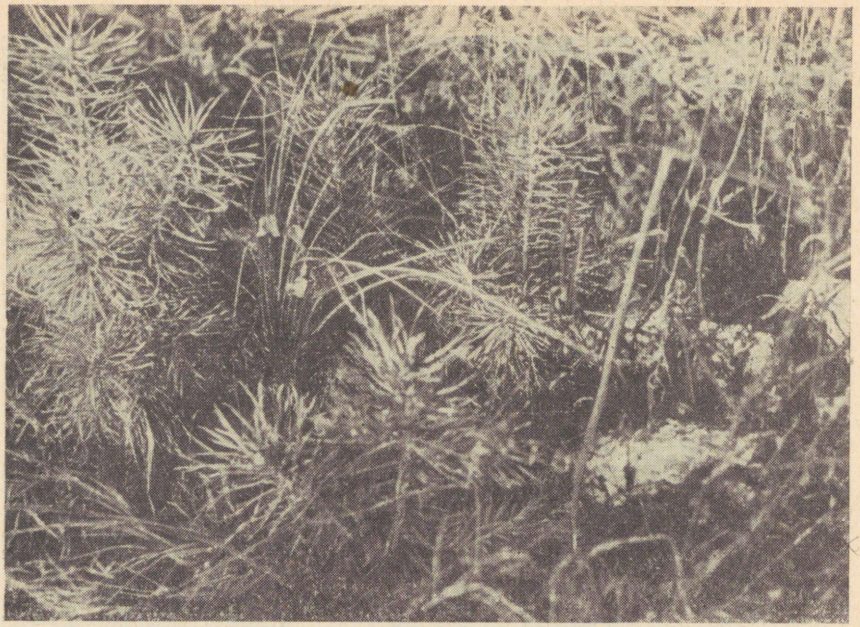


*46. Külmakohrutuse läbi mullast väljapaisatud männitaimed tavalisel viisil ettevalmistatud lapil (Oru metskonna katsekultuuridest 1954. a. kevadel).*

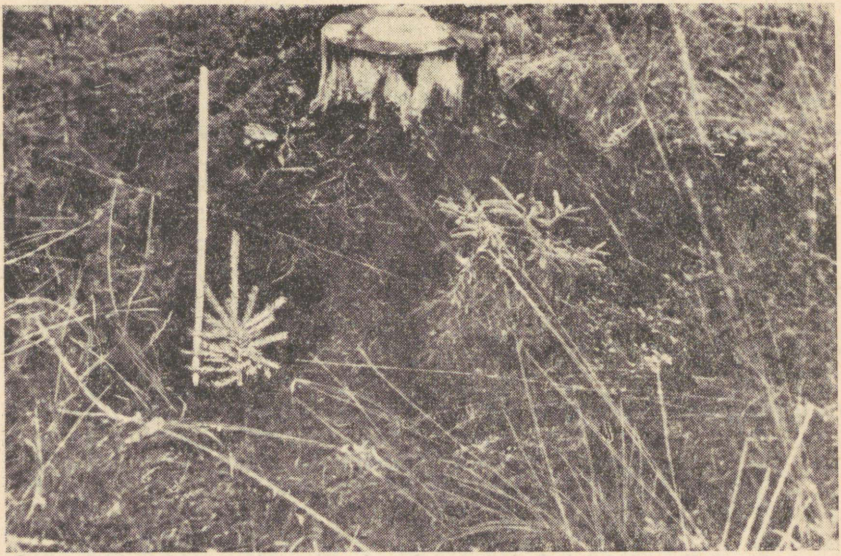
*Tabel 40*

**Sõmerpalu metskonna katsekultuuride istutuste (istutatud kiilumise teel) kasvamaminek 1954. aasta sügisel**

| Maapinna ettevalmistusviis | Puuliik | Istutus-materjal | Inventeeritud taimede arv | Elujõulisi taimi, % | Kiratsevaid taimi, % | Hukkunud taimi, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | I seeria istutused | | | |
| Tavalisel viisil valmistatud lapid (0,7×0,7 m) | Mänd | 2-aastased seemikud | 470 | 13,2 | 8,9 | 77,9 |
| | Kuusk | Sama | 455 | 5,7 | 2,4 | 91,9 |
| Ettevalmistamata maapind | Mänd | Sama | 721 | 1,4 | 0,4 | 98,2 |
| | Kuusk | Sama | 701 | 4,0 | 0,3 | 95,7 |
| | Kuusk | 4-aastased istikud | 691 | 81,8 | 4,2 | 14,0 |
| | | | II seeria istutused | | | |
| Tavalisel viisil valmistatud lapid (0,7×0,7 m) | Mänd | 2-aastased seemikud | 445 | 19,3 | 16,6 | 64,1 |
| Ettevalmistamata maapind | Mänd | Sama | 317 | 66,9 | 1,6 | 31,5 |



*47. 1953. a. kevadel kaheaastaste seemikutena rehaga valmistatud lapile istutatud männid 1954. a. sügisel (Oru metskonna katsekultuuridest).*



*48. 1953. a. kevadel kiillabidaga kännu juurde istutatud koolitatud kuusetaim 1954. a. sügisel (Oru metskonna katsekultuuridest).*

kuivendatud aladel hoopis väiksem liigniiskusest põhjustatud kultuuride seisundi halvenemine. Kasuks tuleb ka asjaolu, et rehaga maapinna ettevalmistamisel on rohkem võimalusi mikrokõrgendikele kultiveerimiseks, tavalist ettevalmistusviisi kasutades aga tuleb otsida kändude vahel madalamaid kohti, kus leidub vähem juuri.

Positiivseid tulemusi andis ka istutamine täiesti ettevalmistamata maapinnale (tabelid 38, 39 ja 40), mille puhul kohrutust üldse ei esinenud. Mõningaid raskusi värsketel raiestikel tekitas istutuse nõuetekohane läbiviimine ja istutusvigade vältimine. Tuli hoolega jälgida, et osa juuri ei jääks pinda katva samblakihi sisse.

Väiksema istutusmaterjali (seemikute) puhul olid värsketel raiestikel täiesti ettevalmistamata maapinnal tulemused halvemad kui maapinnal, millelt samblakiht oli kõrvaldatud. Samuti oli kärsakate poolt kahjustatud seemikuid ettevalmistamata maapinna puhul rohkem. Siit järeldub, et seemikute istutamisel värsketele raiestikele on soovitatav eemaldada kultiveerimiskohalt pealmine kuiv samblakiht (joonis 47).

Kultuuride inventeerimine järgnevatel aastatel näitas, et maapinna ettevalmistusviis kui kasvamaminekut mõjustava mikrokeskkonna reguleerimise vahend pärast juurdumisfaasi läbimist kultuuride kasvule olulist mõju ei avalda. Ettevalmistamata maapinnal annab lootustandvaid tulemusi niihästi seemikute kui ka koolitatud kuusetaimede istutamine kiilumise põhimõttel (joonised 48—51, tabelid 39 ja 40). Kuuseistikute kiilumiseks kasutati Sõmerpalu metskonnas poolsilinderlabidat, Oru metskonnas aga kiillabidat. Märgitagu siinjuures veel, et kiilumise põhimõttel istutamisel on võimalik paremini ära kasutada nõrgalt kuivendatud aladel looduslike mikrokõrgendike (mis tavaliselt moodustuvad kändude juures) eeliseid. Tähelepanekud aga näitavad, et neil mikrokõrgendikel on puutaimede kasvamaminek tunduvalt parem kui madalamates kohtades, kus nad sageli kannatavad liigniiskuse all. Kändude ümbruses on ka rohukasv väga nõrk või puudub hoopis (joonis 48).

Seevastu koolitatud kuusetaimede istutused labidaga valmistatud aukudesse kannatasid tugevasti külmakohrutuse all ja ei andnud seetõttu rahuldavaid tulemusi. Eriti halb oli nende kultuuride seisund nõrgalt kuivendatud alal (vt. tabel 38).

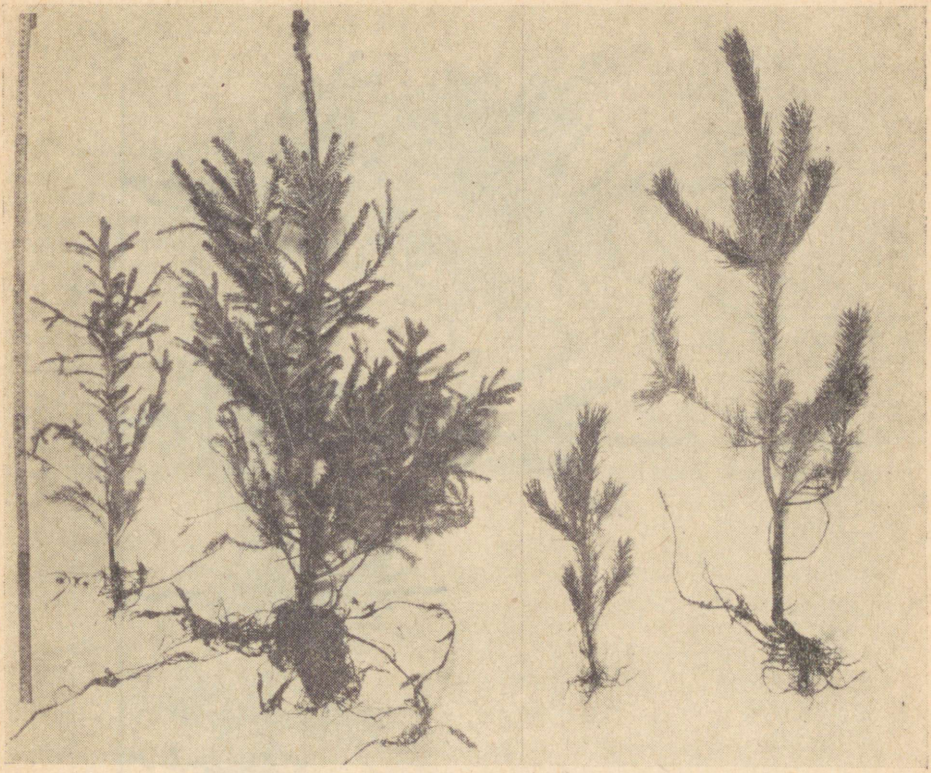
Kahtlust võib metskondade töötajate hulgas äratada koolitatud kuusetaimede istutamine kiilumise põhimõttel, kuna neid tavaliselt istutatakse labidaga valmistatud aukudesse. Muidugi ei saa märkimata jätta kuuse juurekava teatavat deformeerumist koolitatud taimede istutamisel kiilumise teel. Kuid juurekavade vaatlused näitavad, et tulenevalt tugevasti lagunenud turvasmuldade füüsikalistest omadustest (juurte poolt kergesti läbitavad) ei oma see



*49. 1953. a. kevadel 4-aastaste koolitatud taimedena kiilumise teel istutatud kuused 1957. a. sügisel.*

deformeerumine olulist tähtsust; kuuskedel areneb kiiresti mullastikutingimustele vastav juurekava. Selgesti näitab sel teel istutatud kuuskede juurte normaalset funktsioneerimist pealmaaosade intensiivne kasv (joonised 49, 50, 51 ja 52). Et antud istutusviis on efektiivne ka ökonoomilisest küljest, siis tuleb seda kuivendatud siirdesoometsade raiestikel* perspektiivseks pidada ja tootmiskatsete korras täiustada. Algust tehti selliste tootmiskatsetega 1956. aastal Sõmerpalu metskonnas (kv. 158), kus S. Miku

* Huvitav on märkida, et Mitscherlichi (Митчерлих, 1957) järgi võib kolme- ja nelja-aastasi koolitatud kuusetaimi istutada kiilumise teel ka heal liivsavimullal, Läti NSV-s aga (Лесные культуры в Латвийской ССР, 1958) soovitatakse seda viisi otseselt mõnede metsatüüpide kuivendatud raiestike kultiveerimiseks.



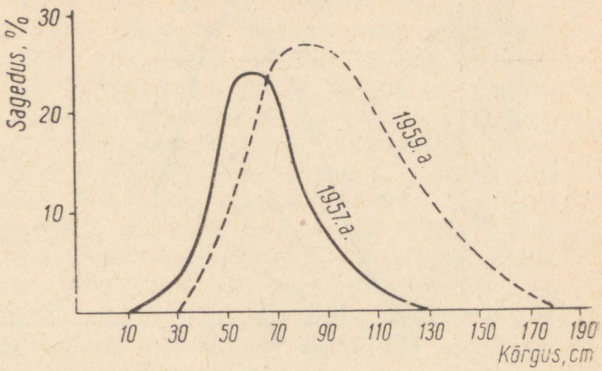
*50. 1953. a. kevadel erineva istutusmaterjaliga kiilumise teel istutatud hästiarenenud puukesed 1957. a. sügisel (Oru metskonna katsekultuuridest).*

initsiatiivil kasutati 4-aastaste istikute kiilumise teel istutamiseks heade tagajärgedega tavalist raudlabidat (joonised 51 ja 53, tabel 42). Viimasega oli võimalik saavutada laiemat istuspragu ja seetõttu sai juuri paremini paigutada.

Tööriistade konstruktsiooni ja istutusvõtete täpsustamiseks on vaja kõnesolevat istutusviisi tootmiskatsete korras edasi katsetada. Samuti vajab paralleelselt edasist katsetamist labidaaukudesse istutamine, et garanteerida kultiveerimiskohtade katmise teel mitmesuguste kohapeal leiduvate orgaaniliste materjalidega (sammal, vare jne.) ka selle istutusviisi vastupidavus külmakohrutusele.

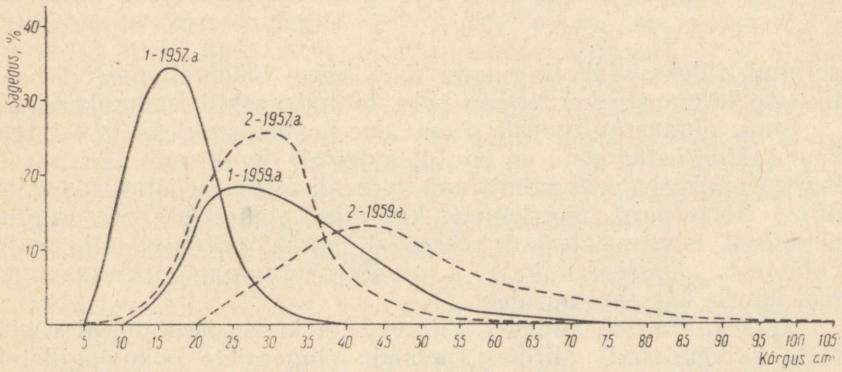
Kuivendatud siirdesoode raiestikel omab perspektiive maapinna ettevalmistamisel herbitsiidide kasutamine. Kirjanduse andmeil võib herbitsiididega maapinda töödeldes kaotada seal rohukasvu paariks aastaks ja hiljem töötlemist korrates veel kaue-

Körgus, cm
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
a
b
c




*52. Sõmerpalu metskonnas 1953. a. kevadel 4-aastaste kuuseistikute kiilumise teel rajatud katseistutuste puukeste jagunemine kõrguskasvu järgi 1957. ja 1959. a.*

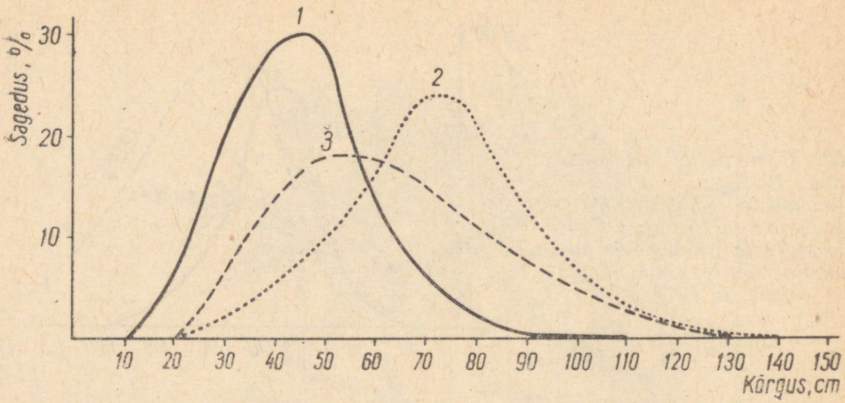
makski. Maapinna ettevalmistamisel herbitsiididega saavutataks kaks põhilist eesmärki: 1) mulla puutumata jätmisega oleks väldi-tud külmakohrutuse oht ja 2) oleks kõrvaldatud puutaimede




*53 Sõmerpalu metskonnas 1956. a. kevadel kiilumise teel rajatud kuuse katseistutuste puukeste protsentuaalne jagunemine kõrguskasvu järgi 1957. ja 1959. a. sügisel. 1 — istutatud 3-aastaste seemikutena; 2 — istutatud 4-aastaste istikutena.*

lämmatamise võimalus taimkatte poolt kultuuri kõige kriitilisemas arengujärgus (juurdumise faasis). Et mainitud maapinna ettevalmistamise võimalust ei ole käsitletavatel kasvukohtadel veel kat-

*51. 1956. a. kevadel kiilumise teel istutatud kuused 1959. a. sügisel. a — 4-aastaste istikutena kultiveeritud lagedal kasvanud taimed; b — 3-aastaste seemikutena kultiveeritud sookase turbe all kasvanud taimed; c — 4-aastaste istikutena kultiveeritud sookase turbe all kasvanud taimed (Sõmerpalu metskonna poolt rajatud katsekultuurist — joonis vasakul).*




*54. Oru metskonnas 1953. a. kevadel kiilumise teel rajatud katseistutuste puukeste protsentuaalne jagunemine kõrguskasvu järgi 1957. a. sügisel. 1 — kuusk, istutatud 2-aastaste seemikutena; 2 — kuusk, istutatud 4-aastaste istikutena; 3 — mänd, istutatud 2-aastaste seemikutena.*

setatud, tuleks seda tingimata teha kõige lähemal ajal, et positiivsete tulemuste korral see kohe tootmispraktikasse rakendada.

Suur tähtsus kultuuride normaalse kasvamamineku ja esialgse kasvu kindlustamisel on istutusmaterjali kvaliteedil. 2-aastaste kuuseseemikutega ettevalmistamata maale teostatud istutuse hukkumine Sõmerpalu metskonna katsealal (tabel 40) oli tingitud peamiselt istutusmaterjali nõrkusest. Samal põhjusel oli madal 2-aastaste kuuseseemikute istutuste kordaminek Vaimastvere metskonna katsekultuurides.

Katsekultuuride andmed näitavad, et kuuse istutamisel vastavad kuivendatud siirdesoometsade lageraiete ökoloogilistele tingimustele kõige rohkem 4-aastased koolitatud taimed (istikud). Vastuväiteid kuuseistikute kasutamisele kuivendatud siirdesoodel võib esile kutsuda ökonoomiline külg. Käesoleval juhul ei tehta ökonoomilisi arvestusi, kuid silmas pidades kultuuride hooldamise ja täiendamise kulude vähendamise arvel saadavat suurt kokkuhoidu, suhteliselt väikest kultiveerimiskohtade arvu (lehtpuuuuendus kindlustab tavaliselt noorendiku õigeaegse liitumise) ja lõpuks kõige tähtsamat — palju paremat lõppresultaati, ei tohiks ka ökonoomiline külg erilisi vastuväiteid tekitada. Pealegi on võimalik hooldamis- ja täiendamistööde arvel inimtööjõudu kokku hoida. Mis puutub kuuse koolitamise töödesse, siis mõningaid kogemusi (Пейн, 1955, jt.) arvestades on neid meie arvates võimalik mehhaniseerida kõigis lõikudes. Kultuuride hooldamistöid mehhaniseerida on aga tunduvalt raskem nii töö iseloomu kui ka ligipääsmatuse ja asustatud punktidest kaugel asumise tõttu.

Koolitatud taimede kasutamine kuusekultuuride rajamisel ei ole üldiselt muidugi uus idee. Küsimus väärib allakriipsutamist seepärast, et viimasel ajal pööratakse sellele tulemuskindlale kuuse kultiveerimise viisile Nõukogude Liidu loodeosas suhteliselt vähe tähelepanu. Seda on süvendanud ka metsakultuuride-alane kirjandus. Praegu käibelolevad õpikud (Огиевский и др., 1949) ei näe kahjuks ette ei koolitatud kuusetaimede kasvatamist taimeaedades ega ka nende kasutamist kuusekultuuride rajamisel.

Katsekultuuride tulemusi arvestades kultiveeriti 1955. aasta kevadel Sõmerpalu metskonnas kuivendatud siirdesoometsade raiestikke 4-aastaste kuuseistikute kiilistutuse põhimõttel juba tootmistingimustes. 1955. aasta sügisel kultuuride kontrollimisel oli nende kordaminek hea (hiljem hukkusid aga tugevate hiliskülmade ja kärsakakahjustuste mõjul) (tabel 42).

Tähelepanu väärib ka Sõmerpalu katsemetskonna algatus: tugevama männi istutusmaterjali saamiseks jäeti 1955. aasta kevadel 2-aastased seemikud hõrendatult (suurem osa taimi kasutati 2-aastastena) veel üheks aastaks taimlasse. Esimesed kultiveerimiskatsed niiviisi kasvatatud männi istutusmaterjaliga viidi läbi 1956. aasta kevadel. Meenutame siinjuures, et veel paarkolm aastakümmet tagasi kasutati mõnedes metskondades tugeva rohukasvuga alade kultiveerimiseks 4-aastasi männiistikuid. Männi koolitamisega on viimastel aastatel algust tehtud Kabala ja Sõmerpalu metskonnas. Oleks vaja, et neid töid laiendataks nii istikute kasvatamise kui ka väljaistutamise meetodite täpsustamiseks ja ökonoomilise külje analüüsiks.

Suuremamõõdulise istutusmaterjali kasutamine on vajalik edukaks võitluseks rohttaimestikuga. Suure algkõrgusega antakse taimedele kohe eelised kiiremaks väljajõudmiseks ebasoodsast rohttaimede rindest.

Tabelist 41 ja jooniselt 54 selgub, millisel määral mõjustab kultuuride kõrguskasvu kultiveerimisjärgsetel aastatel kultiveerimismeetod ja istutusmaterjal. Pole kahtlust, et 4-aastaste istikutega rajatud kuusekultuuril on suuremaid võimalusi võitluseks rohttaimestikuga kui 2-aastaste seemikutega teostatud istutusel, rääkimata külvidest, mis saavutavad kolmanda kultiveerimisjärgse vegetatsiooniperioodi lõpuks vaid paarikümne sentimeetrise kõrguse ja jõuavad rohurindest välja alles 5.—7. aastal pärast kultuuri rajamist.

Niihästi juurdumise faasis kui ka real hilisematel aastatel kahjustavad kuusekultuure vegetatsiooniperioodil esinevad hiliskülmad. Ilma sookase või mõne põõsaliigi (paakspuu) turbeta omandavad istutatud kuusekesed sageli hargneva tüve, korduvate hiliskülmade mõjul aga põõsakujulise välimuse ja nende edasine normaalne kasv muutub küsitavaks. Näitena esitame andmed

*Tabel 41*

**Oru metskonna katsekultuuride kõrguskasv**

| Puuliik | Kultiveerimisviis | 1955. a. | | 1957. a. | | 1959. a. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Keskmine | | | | | |
| | | kõrgus, cm | juurdekasv, cm | kõrgus, cm | juurdekasv, cm | kõrgus, cm | juurdekasv, cm |
| Mänd | Külv | 20,6 | 11,4 | 48,2 | 13,9 | 67,5 | 14,8 |
| „ | Istutus 2-aastaste seemikutega | 32,6 | 14,3 | 63,9 | 16,8 | 102,5 | 18,4 |
| Kuusk | Külv | 34,4 | 7,0 | 28,7 | 6,3 | 45,2 | 7,7 |
| „ | Istutus 2-aastaste seemikutega | 32,1 | 10,2 | 45,1 | 7,3 | 56,6 | 10,3 |
| „ | Istutus 4-aastaste istikutega | 52,6 | 18,5 | 74,2 | 13,3 | 90,1 | 13,9 |

mõnede kultuuride kohta tabelis 42 ning joonised 51 ja 55. Arvestades kirjanduses esitatud seisukohti, mikrokliima vaatlusandmeid ja kultuuride inventeerimise tulemusi, peab kuusekultuuride



*55. Öökülmadest kahjustatud kuused (1953. a. kevadel külumise teel istutatud 4-aastased istikud 1958. a sügisel).*



*56. Põdra poolt kahjustatud männikülv Vaimastvere metskonnas.*

projekteerimisel hiliskülmaohtu tõsiselt arvestama ja rajama neid vanematele raiestikele, milledel on juba tekkinud sookase turvestav rinne. Viimast tuleb vajaduse järgi reguleerida raiete abil.

Kuivendatud siirdesoometsade raiestikele rajatud männikultuurides on pärast juurdumisfaasist väljumist tõsiselt arvestamist nõudvateks kahjuriteks põdrad, kellede arvukus on viimastel aastatel tugevasti tõusnud. Mõnedes männikultuurides on põdrad puukeste noored võrsed peaaegu sajaprotsendiliselt hävitanud (joonised 56 ja 57). Selline olukord sunnib mõtlema põtrade arvukuse reguleerimisele metsauuenduse huvides, kuni pole leitud muid abinõusid põtrade tõrjeks.

Lõpuks tuleb rõhutada istutuskohtade tähistamise hädavajalikkust. Katsekultuuride puhul selgus, et ilma selleta on võimatu nii kultuuride seisukorra jälgimine kui ka nende nõuetekohane hooldamine. Tähistama peab küllalt tugevate keppidega, mis ulatuksid maa seest välja ca $^3/_4$ m.

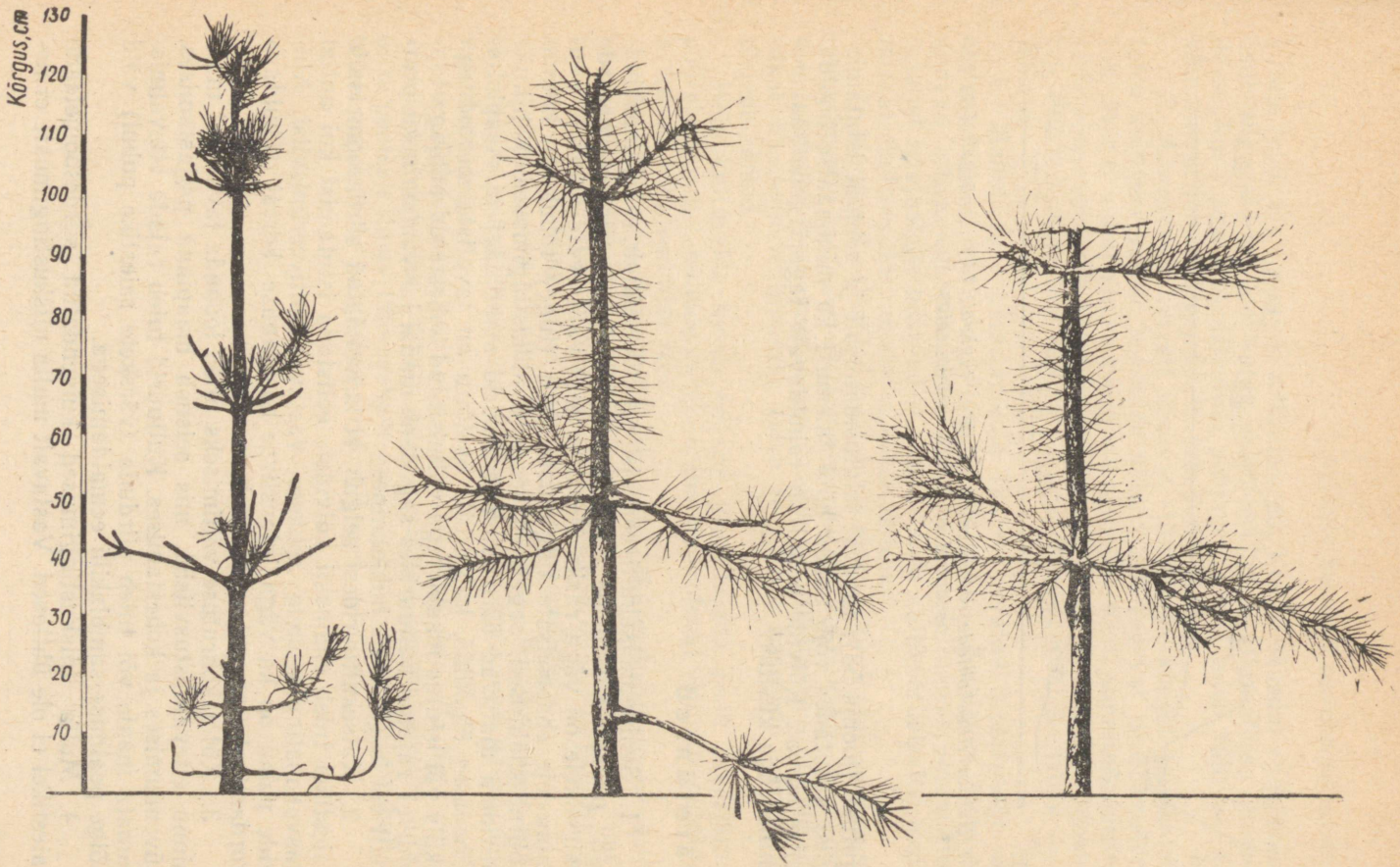
Istutuste ja külvide tulemuste võrdlemine näitab, et kuivendatud siirdesoometsade raiestikel tuleb kultiveerimisviisidest üldiselt eelistada istutust, mille puhul sobivat maapinna ettevalmistusviisi (täiesti ettevalmistamata maapind või kultiveerimiskohalt kõrvaldatud ainult samblakiht), ratsionaalset kultiveerimiskohtade pai-

*Tabel 42*

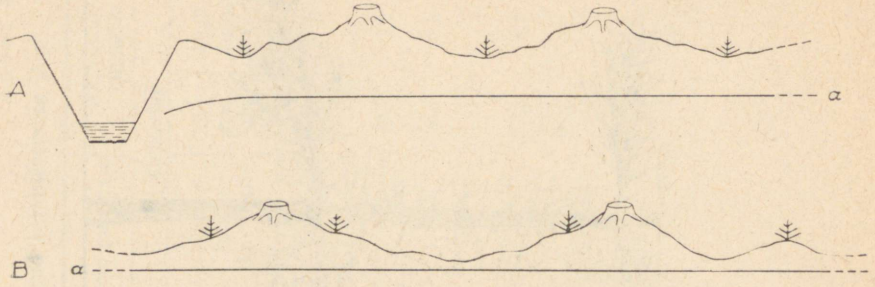
**Vegetatsiooniperioodil esinenud öökülmade mõju kuuseistutustele* 1957. a. sügisel teostatud inventeerimise järgi**

| Asukoht | Kultiveeritud ala seisund 1957. a. | Istutamise aeg | Istutusmaterjal | Inventeeritud puukeste arv | Kahjustatud puukeste % | Tervete puukeste keskmine | | Kahjustatud puukeste keskmine | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | kõrgus, cm | 1957. a. juurdekasv, cm | kõrgus, cm | 1957. a. juurdekasv, cm |
| Oru mk., kv. 109 | Kohati esineb 1—1,5 m kõrgune sookase ja paakspuu rinne | 1953 | 4-aastased istikud | 225 | 31,1 | 79,2 | 15,9 | 63,1 | 7,6 |
| Samas | | 1953 | 2-aastased seemikud | 788 | 39,7 | 47,8 | 9,8 | 40,9 | 3,4 |
| Sõmerpalu mk., kv. 137 | Umbes kaks kolmandikku kultiveeritud alast kaetud 2—4 m kõrguste sookaskedega | 1953 | 4-aastased istikud | 532 | 17,7 | 66,7 | 11,1 | 60,4 | 5,5 |
| Sõmerpalu mk., kv. 131 | Märkimisväärset sookase uuendust ei ole ilmunud | 1955 | Sama | 383 | 82,9 | 39,7 | 7,2 | 37,8 | 1,2 |
| Sõmerpalu mk., kv. 158 | Umbes pool inventeeritud kultuurist kaetud 1,5—3 m kõrguste sookaskedega | 1956 | Sama | 580 | 41,7 | 32,7 | 7,1 | 25,6 | 0,9 |
| Samas | | 1956 | 3-aastased seemikud | 601 | 15,6 | 17,9 | 4,7 | 14,9 | 0,9 |

* Kõik tabelis esitatud kuusekultuurid on istutatud kiilumise põhimõttel.




57. Põtrade poolt kahjustatud männid Sõmerpalu metskonnas.




*58. Kultiveerimiskohtade ratsionaalne paigutus tugevalt (A) ja nõrgalt (B) kuivendatud alal. a — põhjaveetase.*

gutust (joonis 58), tugevat istutusmaterjali ja sobivat istutamisviisi kasutades võib saada häid tulemusi ka minimaalse hooldamise korral. Külvide puhul on rahuldavate tagajärgede saavutamine väga küsitav.

## Järeldused

1. Senine metsakultiveerimise praktika näitab, et tulemuskindlate okaspuukultuuride rajamine kuivendatud siirdesoometsade raiestikele on väga raske ülesanne seal valitsevate noortele puutaimedele ebasoodsate tingimuste tõttu (tugev rohukasv, külmakohrutusnähtused, sageli ebasoodsad niikustingimused, kahjulike piirideni ulatuvad äärmustemperatuurid maapinnal ja maapinnalähedases õhukihis, kahjurid). Seetõttu on tavaliste meetoditega (külv või istutus maakirvega valmistatud kobestatud põhjaga lappidele) rajatud kultuurides sagedane madal kasvamamineku protsent või isegi täielik hukkumine.

2. Katsekultuuridest selgub, et kuivendatud siirdesoometsade raiestikel tuleb enamasti külvidele eelistada istutamist kui antud kasvukohatingimustele rohkem vastavat kultiveerimisviisi. Külvide puhul on ka väga intensiivse hooldamise korral rahuldava kordamineku saavutamine küsitav.

3. Külmakohrutuse vältimiseks tuleb loobuda tavalisest maapinna ettevalmistusviisist, mis seisneb maapinna paljastamises, süvendamises ja kobestamises. Kultuurid tuleb rajada ettevalmistamata maale või tuleb piirduda (värskete raiestike puhul) vaid kõige pealmise samblakihi eemaldamisega.

4. Mulla niiskustingimused kuivendatud siirdesoometsade raiestikel ei ole ühtlased. Vastavalt mulla niiskustingimuste erine-

vusele tuleb ära kasutada mikroreljeefi. Kraavi lähedal (põhjavesi asub sügaval) on soovitatav kultiveerida madalamatesse kohtadesse, kuna aga pinnalähedase põhjavee korral tuleb kultiveerida võimalikult mikrokõrgendikele (kändude äärde).

5. Arvestades kiiresti ilmuvat tihedat ja kõrget taimkatet, tuleb kultiveerimiseks kasutada võimalikult tugevat istutusmaterjali. Männi puhul annab parimaid tulemusi hästi suuremõõduliste ja tervete seemikute kasutamine, kuuse istutamisel tuleb seemikutele eelistada 4-aastasi istikuid ja nende puudumisel 3-aastasi seemikuid.

6. Männi- ja kuuseseemikuid (kaasa arvatud 3-aastased) on otstarbekohane istutada kiilumise põhimõttel. Esialgsed lootustandvad tulemused 4-aastaste kuuseistikute kiilumise põhimõttel rajatud istutustega lubavad soovitada seda kultiveerimisviisi tootmiskatsekultuurides edasiseks katsetamiseks.

7. Värsketel raiestikel tekitab nii männi- kui ka kuuseistutustele esimestel kultiveerimisjärgsetel aastatel suurt kahju ja vähendab tunduvalt kasvamaminekut harilik männikärsakas. Männikärsakakahjustuste vältimiseks tuleb tingimata kasutada vastavaid tõrjeabinõusid.

Männikultuuride kasvu edasise pidurdajana peab arvestama põdrakahjustusi, millede vähendamine näib olevat võimalik põtrade arvukuse reguleerimise teel.

8. Vegetatsiooniperioodil esinevate öökülmakahjustuste vältimiseks ei ole otstarbekohane kuusekultuure rajada värsketele raiestikele. Kuusekultuuridele on kõige sobivamad vanemad raiestikud, mis on juba kaetud turvet andva sookaseuuendusega.

9. Kultuuride hooldamise ja arvestamise huvides tuleb istutuskohad tähistada tugevate, vähemalt $^3/_4$ m maa seest väljaulatuvate keppidega.

10. Kultiveerimiskohti ei tarvitse hektari kohta olla liiga palju (orienteeruvalt 2000—4000), kuna tavaliselt tagab kultuuri liitumise peatselt ilmuv tihe sookase looduslik uuendus. Viimase hulka tuleb reguleerida valgustusraiete abil.

## KIRJANDUS


Aaltonen, V. T., 1948. Boden und Wald. Berlin-Hamburg.

Afforestation of moorland. 1952. Nature, vol. 1970, No. 4331.

Amann, H., 1930. Birkenvorwald als Schutz genen Spätfröste. Forstwissenschaftliches Centralblatt.

Auksmann, A., 1934. Metsakultuurid. Eesti Mets, nr. 4.

Auksmann, A., 1940. Metsakoolis arendatud metsakultiveerimise tööviisidest. Eesti Mets, nr. 6.

Baden, W., 1939. Sachgemässe Bewirtschaftung des Hochmoores. Arbeiten des Reichsnährstandes, Bd. 57. Berlin.

Baden, W. und Eggelsmann, R., 1952. Ein Beitrag zur Hydrologie der Moore. Wasser und Boden. Jg. 4, H. 8.

Baumgartner, A., 1956. Über die Unterschiede in den klimatischen Wuchsbedingungen einer freien und einer birkenüberstellten Wiederaufforstungsfläche. Forstwissenschaftliches Centralblatt, H. 7/8.

Becker-Dillingen, J., 1939. Die Ernährung des Waldes. Berlin.

Briggs, L. J. and Shantz, H. L. 1912. The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. U. S. Dep. of Agric.-Bureau of Plant industry, Bull. 230.

Brüning, K., 1881. Der forstliche und landwirtschaftliche Anbau der Hochmoore mittelst des Brandfruchtbaues. Berlin. (Ref. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung. 1881, lk. 379—380).

Bublitz, V., 1953. Über den Einfluss von Aussenfaktoren auf die Keimung und ihre Bedeutung für die Naturverjüngung. Allgemeine Forstzeitschrift, Nr. 53.

Daniel, O., 1935. Metsakaitse. Tartu.

Dauberschmidt, 1952. Zur Forstschadenbekämpfung in Forstkulturen. Allgemeine Forstzeitschrift, Nr. 19.

Duckstein, 1879. Zur Kultur der Bruchforsten. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, April.

Eden, A., Alderman, G., Nicholson, H. H. and Firth, D. H., 1951. The effect of ground waterlevel upon productivity and composition of fenlandgras. The Journal of Agriculturel Science 41 (Ref. Zeitschrift für Pflanzenernährung Düngung Bodenkunde, 1953. Bd. 60, H. 1.)

Eidmann, F. E., 1943. Untersuchungen über die Wurzelatmung und Transpiration unserer Hauptholzarten. Frankfurt am Main.

Fleischmann, R., 1935. Vom Auffrieren des Bodens. Bioklimatische Beiblätter der Meteorologischen Zeitschrift, H. 2. Braunschweig.

Gabran, O., 1937. Beobachtungen über Eiskristallbildungen, besonders auf ungefrorener Erdoberfläche. Meteorologische Zeitschrift, Bd. 54, H. 8. Braunschweig.

Gabran, O., 1937a. Eiskristallbildungen auf ungefrorenem Boden. Meteorologische Zeitschrift, Bd. 54, H. 11. Braunschweig.

Geiger, R., 1950. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig.
Gradmann, H., 1932. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Transpiration und des Welkens von den Wasserverhältnissen des Bodens. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 76. H. 4. Leipzig.
Hainla, V., 1955. Männi, kuuse ja sookase tootlikkusest kuivendatud siirdesoodel. Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 5.
Hainla, V., 1956. Siirdesoometsade tootlikkuse tõstmine kuivendamise teel. Tallinnas 25. ja 26. II 1956. a. toimunud metsandusalase teadusliku sessiooni materjalid. Tartu.
Hainla, V., 1957. Siirdesoomännikute kuivendamise tulemustest Eestis. Metsanduslikud uurimused I. Tartu.
Heger, A., 1949. Die Begründung von Mischwäldern auf Grosskahlflächen unter besondere Berücksichtigung des Vorwaldgedankens. Radebeul-Berlin.
Heikurainen, L., 1954. Rämemänniköiden uudistamisesta paljaaksihakkausta käyttäen. Acta forestalia fennica 61. Helsinki.
Hendrickson, A. H. and Veihmeyer, F. I., 1945. Permanent wilting percentages of soils obtained from field and laboratory trials. Plant Physiology, vol. 20, No. 4.
Hess-Beck, 1930. Forstschutz. Bd. 2. Neudamm.
Hesselmann, H., 1907. Studier över skogsväxt a mossar. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, 17. Stockholm.
Hilf, H. H., 1949. Die Kiefernsaat. (Die Technik der Kiefernkultur. Gesamtbearbeitung H. Hesmer.) Hannover.
Jones F. H., Peace, T. R., 1939. Experiments with frost heaving. Quaterly Journal of Forestry, vol. XXXIII, No. 2. London.
Karu, A., Muiste, L., 1958. Eesti metsakasvukohatüübid. Tallinn.
Kivenheimo, V., 1947. Untersuchungen über die Wurzelsysteme der Samenpflanzen in der Bodenvegetation der Wälder Finnlands. Helsinki.
Kivinen, E., 1948. Suotiede. Porvoo-Helsinki.
Kohh, E., 1943. Uurimusi okaspuu küttekändude valmistamise üle Sõmerpalu katsemetskonnas. Eesti Mets, nr. 1.
Kokkonen, P., 1926. Beobachtungen über die Struktur des Bodenfrostes. Acta forestalia fennica 30. Helsinki.
Kollist, P., 1957. Kuivendamise mõju sügavaturbaliste siirdesoometsade uuenemistingimustele. Metsanduslikud uurimused I. Tartu.
Kosenkranius, H., 1929. Soometsadest Ida-Virumaal. Eesti Mets, nr. 9.
Kosenkranius, H., 1943. Aegjärgulistest raietest. Eesti Mets, nr. 1 ja nr. 2.
Kosenkranius, H., 1944. Puude kasvu elustumisest metsa- ja sookuivenduse tagajärjel. Eesti Mets, nr. 1.
Kreutz, W., 1943. Beitrag zur Erforschung des Boden und bodennahen Klimas im Emslandmoor in Anlehnung an Bedürfnisse der Praxis. Journal für Landwirtschaft, Bd. 89, H. 2.
Kruedener, A., 1950. Forstliche Standortanzeiger. Auslese zum Gebrauch im Walde. Radebeul und Berlin.
Kull, E., 1925. Metsa kasvu tingimised Paala ja Pedja jõgede madalikus. Tartu Ülikooli metsaosakonna toimetused, nr. 5. Tartu.
Lantelmé, W., 1951. Der Barfrost. Forstwissenschaftliches Centralblatt, H. 10.
Luik, J., 1926. Maaparandus ja selle mõju puude juurdekasvu peale. Tartu Ülikooli Metsaosakonna toimetused, nr. 8. Tartu.
Lukkala, O. J., 1931. Metsäojituksen oppikirja. Helsinki.
Lukkala, O. J., 1948. Metsämiehen suo-oppi. Helsinki.
Lukkala, O. J., 1948a. Metsän ojitus sekä oijen kunnossapito ja suometsien hoito. Helsinki.
Lundegärdh, H., 1949. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena.
Macdonald, J. A. B., 1951. Plantations on peatlands. Report of forest research, 1950. London.

Martin, E. V., 1940. Effect of soil moisture on growth and transpiration in Helianthus annuus. Plant Physiology, vol. 15, No. 3.
Masing, V., 1953. Meetodeist taimkatte uurimisel ja kasutamisel kuivenduse ja teiste keskkonnatingimuste muutuste indikaatorina. Loodusuurijate Seltsi juubelikoguteos. Tallinn.
Masing, V. ja Trass, H., 1955. Juhend soode geobotaaniliseks uurimiseks. Abiks loodusevaatlejale, nr. 23. Tartu.
Mc Dermott, R. E., 1954. Effects of saturated soil on seedling growth of some bottomland hardwood species. Ecology, No. 1.
Mork, E., 1938. Gran-og furufrøets spiring ved forskjellig temperatur og fuktighet. Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen, Nr. 21, Bd. VI, H. 2. Oslo.
Multamäki, S. E., 1940. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. Acta forestalia fennica, 47. Helsinki.
Multamäki, S. E., 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsistymiseen. Acta forestalia fennica, 51. Helsinki.
Müller, O., 1937. Bemerkungen über das Vorkommen von Kammeis. Meteorologische Zeitschrift, Bd. 54., H. 8. Braunschweig.
Ostwald, E., 1894. Ueber die Aufforstung der Hochmoore. Sonderabdruck aus der baltischen Wochenschrift, Nr. 32.
Parker, J., 1950. The effects of flooding on the transpiration and survival of some southeastern forest tree species. Plant Physiology, vol. 25, No. 3.
Parmas, H., 1954. Männikärsakate tõrje heksakloraani tolmpreparaadiga. Tallinn.
Pessin, L. J., 1938. Effect of soil moisture on the rate of growth of longleaf and slash pine seedlings. Plant Physiology, vol. 13, No. 1.
Raudsepp, A., 1946. Eesti NSV turbasood. Tartu.
Reim, P., 1931. Huvitavaid katseid metsakasvatuse alal Tõlla talu metsas. Eesti Mets, nr. 5.
Reim, P., 1933. Kuuse- ja männiseemnete idanemisvõimalustest metsas. Eesti Mets, nr. 9.
Reim, P., 1934. Katsete tulemusi ja tähelepanekuid Voltveti katsemetskonnas 1929—1934. Eesti Mets, nr. 7—12.
Reim, P., 1937. Mullaniiskus ja selle mõju okaspuuseemnete idanemisel (kokkuvõte). Eesti metsanduse aastaraamat VIII. Tartu.
Riisberg, R., 1934. Kuivendusmõju metsa juurdekasvule mitmesuguseil sootüüpidel. Eesti Mets, nr. 7.
Riispere, U., 1956. Kuivendatud siirdesoometsade lageraiete ökoloogilised tingimused ja neile vastavad metsakultuuride rajamise meetodid. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Bioloogiline Seeria, nr. 3.
Riispere, U., 1956a. Metsauuendamine kuivendatud siirdesoometsade lageraietel. Tallinn.
Riispere, U., 1957. Metsakultiveerimisest kuivendatud soodel. Kabala metskonnas 2.—3. XI 1956. a. toimunud metsakuivendusalase teadusliku nõupidamise materjalid. Tartu.
Rossmann, F., 1937. Stengeleis am wasserführenden Hang. Meteorologische Zeitschrift, Bd. 54, H. 2. Braunschweig.
Rossmann, F., 1937a. Stengeleis — Eiszaphen. Meteorologische Zeitschrift, Bd. 54, H. 3. Braunschweig.
Rubner, K., 1953. Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Radebeul und Berlin.
Rühl, A., 1934. Märkmeid metsakülvamisest. Eesti Mets, nr. 7.
Rühl, A., 1936. Andmeid okaspuu loomuliku uuendamise kohta lageraietel. Eesti Mets, nr. 4.
Rühl, A., 1936a. Geobotanische Untersuchungen in den Wäldern des südwestlichen und nordöstlichen Eesti. Acta Instituti et Horti Botanici Universitatis Tartuensis.

Salev, K., 1939. Kuuse kunstlikust uuendamisest. Metsanduslikud uurimused I. Tartu.
Tacke, B., 1929. Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Moorkultur, H. 1.
Tacke, B., 1935. Frosterscheinungen auf Moorboden. Bioklimatische Beiblätter der Meteorologischen Zeitschrift, H. 2. Braunschweig.
Thurmann-Moe, P., 1934. Ueber Unterhaltung der Gräben und Behandlung des Waldes auf entwässerten Flächen. (Ref. Jahrbuch der Moorkunde, 22. Jg.). Hannover.
Thurmann-Moe, P., 1935. Ueber das Entwässerungsproblem auf Waldmooren (skogsmyrene). (Ref. Jahrbuch der Moorkunde, 25. Jg.).
Valk, U., 1956. Lagerabade metsastamise probleemist. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Bioloogiline Seeria, nr. 3.
Valk, U., 1957. Kuivade nõmmealade metsastamisest. Metsanduslikud uurimused I. Tartu.
Viiberg, G., 1930. Taimkatte muutumisest raiestikkudel. Eesti metsanduse aastaraamat IV. Tartu.
Viljams, V. R., 1950. Mullateadus. Maaviljelus ja mullateaduse põhialused. Talinn—Tartu.
Voolin, J., 1956. Eesti NSV metsamajanduse arendamise perspektiividest. Tallinnas 25.—26. II 1956. a toimunud metsamajandusalase teadusliku sessiooni materjalid. Tartu.
Voolin, J., 1959. Metsakuivendus Eesti NSV-s. Metsakuivenduse küsimusi. Tartu.
Wibeck, E., 1920. Om olika skogsodlingsmetoders förhållande till uppfrysningsfaran i Norrland. Meddelanden från Statens Skogsförsöksansalt, №. 17. Stockholm.
Wibeck, E., 1929. Erwägungen bei Wahl von Kulturmethoden in der schwedischen Nadelwaldwirtschaft. Acta forestalia fennica, 34. Helsinki.
Zaborovski, J., 1959. Metsakultuurid. Tallinn.
Zehetmayr, J. W. L., 1953. Problems of moorland afforestation. Quarterly Journal of Forestry, vol. 47, No. 1. London.
Алексеев С. В., 1953. К проблеме лесных культур в условиях Севера. В кн.: «Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере». Архангельск.
Алисов Б. П., Дроздов О. А., Рубинштейн Е. С., 1952. Курс климатологии. Л.
Алпатьев А. М., 1954. Влагооборот культурных растений. Л.
Ахромейко А. И., 1950. Физиологическое обоснование разведения сосны в степях. Сб.: «Бузулукский бор», т. III. М.—Л.
Бахулин М. Д., 1949. Агрономическая характеристика торфа. Сб.: К вопросу освоения и развития производительных сил Полесья. Минск.
Березенко Н. М., 1949. Наблюдения над динамикой травяного покрова на вырубках и под пологом леса в дубравах БССР. «Сборник работ по лесному хозяйству», вып. IX. Минск.
Берлянд М. Е., Красиков П. Н., 1953. Борьба с заморозками и их предсказание. Л.
Буркгардт, 1876. Посев и посадка леса. Практическое руководство к разведению леса и к его возобновлению. С.-Петербург.
Валикова В. Ф., 1955. Опыт культуры древесных пород на торфяных и заболоченных почвах. «Труды Института леса», т. XXXI. М.
Валк У., 1959. О лесо- и сельскохозяйственных проблемах использования безлесных верховых болот в Эстонии. «Труды Института леса», т. XLIX. М.
Ванин С. И., 1948. Лесная фитопатология. М.—Л.
Вербицкий Л. Н., 1939. Опыт облесения болот черной ольхой. «Лесное хозяйство», № 3.
Виленский Д. Г., 1954. Почвоведение. М.

Воейков А. И., 1948. Избранные сочинения. М.—Л.
Волобуев В. Р., 1937. Коэффициент завядания и максимальная молекулярная влагоемкость. Сб.: «Проблемы советского почвоведения», № 5.
Вомперский С. Э., 1956. Влияние осушения и качества торфа на рост молодняков сосны искусственного и естественного происхождения. Автореферат. Л.
Генкель П. А. и Окнина Е. З., 1954. Диагностика морозоустойчивости растений по глубине покоя их тканей и клеток. (Методические указания.) М.
Годнев Г. Н., 1952. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. Минск.
Грузис А. Я., 1955. Влияние осушения на прирост древесины. «Труды Института леса», т. XXXI. М.
Декатов Н. Е., 1931. Влияние микрорельефа на возобновление ели. Сб.: «Исследования по лесоводству». М.—Л.
Декатов Н. Е., 1936. Колебания температур в различных условиях лесной обстановки и влияние их на возобновление ели. Сборник трудов ЦНИИЛХ-а. «Исследования по лесоводству». Л.
Доктуровский В. С., 1932. Торфяные болота. М.—Л.
Долгов С. И., 1948. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. М.—Л.
Дубах А. Д. 1936. Влияние осушения на прирост древесины. Сб.: «Повышение производительности лесных земель посредством осушительной мелиорации». Л.
Дубах А. Д., 1936а. Очерки по гидрологии болот. Л.
Евдокимов Д. В., 1938. О борьбе с выжиманием сеянцев на культурах. «Лесное хозяйство», № 3.
Елпатьевский М. П., 1955. Некоторые итоги исследований в области осушительной мелиорации. «Труды Института леса», т. XXXI. М.
Зайцев Б. Д., 1955. Некоторые вопросы осушения и освоения заболоченных и болотных почв в условиях лесного хозяйства. «Труды Института леса», т. XXXI. М.
Звиедрис А., 1949. Посев сосны на торфяных почвах. «Лесное хозяйство», № 11.
Звиедрис А. И. 1954. Ведение хозяйства в колхозных лесах. Сб.: «Дни леса и сада». Рига.
Зиза А. А., Никонов М. Н., 1955. Сельскохозяйственное использование торфяных болот. М.
Зонн С. В., 1959. Почвенная влага и лесные насаждения. М.
Иванов Л. А., 1918. О методе определения испарения растений в естественных условиях их произрастания. «Лесной журнал», № 1-2.
Иванов Л. А., 1946. Свет и влага в жизни наших древесных пород. «Тимирязевские чтения», V, М.—Л.
Иванов Л. Н., Силина А. Н. и Цельникер Ю. Л., 1950. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях, «Ботанический журнал», № 2.
Иванов Л. А., 1951., Отношение к влаге древесных пород, применяемых при степном лесоразведении. Сб.: «Научные вопросы полезащитного лесоразведения», вып. 1.
Ивицкий А. И., 1949. Влияние осушения болот на режим рек. Сб.: «К вопросу освоения и развития производительных сил Полесья». Минск.
Ильвес А., 1956. Типы болотных лесов Эстонской ССР. Автореферат. Тарту.
Карасев Н. К., 1940. Сравнение коэффициентов завядания, исчисляемых по максимальной гигроскопичности и максимальной молекулярной влагоемкости. «Метеорология и гидрология», № 1-2.

Карасев Н. К., 1940 а. Коэффициенты завядания, полученные лабораторным путем, и истинная влажность завядания растений. «Метеорология и гидрология», № 11.

Келли А., 1952. Микотрофия у растений. М.

Клинцов А. П., 1953. Регулирование микроклимата в целях повышения производительности леса. Автореферат. Л.

Коллист П. И., 1954. Возобновление лесов на переходных болотах в Эстонской ССР. «Природа», № 11.

Коллист П. И., 1955. Некоторые результаты исследования условий возобновления леса на осушенных переходных болотах в Эстонской ССР. «Труды Института леса», т. XXXI. М.

Коллист П. И., 1959. Некоторые данные о лесорастительных условиях на осушенных переходных болотах. «Труды Института леса», т. XLIX. М.

Копачевская М., 1939. Определение коэффициента увядания растений в целях расчета физиологически доступной воды в почве. «Метеорология и гидрология», № 12.

Корнев В. П., 1950. Выращивание сеянцев березы в питомниках. В кн.: «Сборник по лесоразведению». М.—Л.

Костин С. И., 1951. Основы метеорологии и климатологии. Л.

Костяков А. Н., 1951. Основы мелиорации. М.

Кочерина Е. И., 1948. К вопросу о влажности завядания растений. «Почвоведение», № 1.

Кощеев А. Л., Лавров И. А., 1953. Опыт восстановления леса на заболоченных лесосеках. М.—Л.

Кощеев А. Л., 1955. Заболачивание вырубок и меры борьбы с ним. М.

Кретович В. Л., 1952. Основы биохимии растений. М.

Кудрявцев К. А., 1953. Биологические особенности возобновления березы в связи со сменой пород. Автореферат. Йошкар-Ола.

Купчинов Н. Н., 1955. Влияние осушения лесных земель на рост сосновых и ольховых древостоев в БССР. «Труды Института леса», т. XXXI. М.

Ласкевич Г. И., 1951. Влияние водного режима на урожай кок-сагыза. «Сборник научных трудов», т. 1. Институт мелиорации, водного и болотного хозяйства АН БССР. Минск.

Лебедевич Н. Ф., 1951. Влияние влажности и водного режима торфяной почвы на урожайность сахарной свеклы и яровой пшеницы. «Сборник научных трудов», т. 1. Институт мелиорации, водного и болотного хозяйства АН БССР. Минск.

Левин В. И., 1940. Прирост еловых древостоев на осушенных площадях Севера. «Лесное хозяйство», № 11.

Левин В. И., 1947. Прирост сосновых древостоев на осушенных площадях северных районов. «Труды АЛТИ», вып. 9. Архангельск.

Лесные культуры в Латвийской ССР (краткое руководство). 1958. Рига.

Лобанов Н. В., 1925. Критическая для высших растений почвенная влажность, I. «Научно-агрономический журнал», № 4.

Лобанов Н. В., 1926. Критическая для высших растений почвенная влажность, II. «Научно-агрономический журнал», № 10.

Максимов Н. А., 1952. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Том II. М.

Максимов Н. А. и Комизерко С. И., 1952. Влияние влажности почвы на рост и физиологические процессы у растений. В кн.: «Избранные работы по зимостойкости и засухоустойчивости растений», т. I. М.

Манцевич Д. И., 1950. Анализ хода приживания сосны в культурах. Автореферат. Воронеж.

Маслова А. А., 1927. Определение критической влажности в жизни растений на черноземе. «Сельскохозяйственное опытное дело», № 2(10). Харьков.
Мелехов И. С., Корелина А. А., 1954. О кипрейных вырубках и мероприятиях по возобновлению леса применительно к ним. Сб.: «Концентрированные рубки в лесах Севера». М.
Мирон К. Ф. и Кругликов Г. Г., 1937. Влияние густоты стояния сеянцев ели на их качество. «В защиту леса», № 3.
Митчерлих Э. А., 1957. Почвоведение. М.
Морозов Г. Ф., 1950. Очерки по лесокультурному делу. М.—Л.
Нестеров В. Г., 1949. Общее лесоводство. М.—Л.
Об улучшении сельскохозяйственного использования земель нечерноземной полосы Европейской части СССР. 1952. М.
Огиевский В. В. и др., 1949. Лесные культуры. М.—Л.
Павлова Е. С., 1935. Руководство для проведения вегетационного метода определения коэффициента увядания. Л.
Пейн Э., 1955. Лесные питомники и семена в США и Германии. М.
Перегулов И. Х., 1955. Добыча и применение торфа на удобрение. М.
Петров Д., 1905. Сравнительный обзор флоры лесосек разных годов в Наровской даче. «Известия Имп. лесного института» XIII. Петроград.
Попов Л. В., 1954. Водные свойства лесной подстилки и ее влияние на появление и приживаемость всходов сосны и ели. Автореферат. Л.
Преображенский А. В., 1955. К вопросу разработки методов искусственного возобновления хвойных лесов на заболоченных площадях Ленинградской области. «Труды Института леса», т. XXXI, М.
Проблемы повышения продуктивности лесов. Том 2, Лесоосушительные мероприятия, 1959. М.—Л.
Процеров А. В. и Карасев Н. К., 1939. Об исчислении коэффициента завядания по почвенным константам. «Мелиорация и гидрология», № 12.
Пьявченко Н. И., 1954. Использование заболоченных земель в сельском хозяйстве (лесная зона). М.
Раскатов П. Б., 1954. Физиология растений с основами микробиологии. М.
Рассел Э., 1955. Почвенные условия и рост растений. М.
Роде А. А., 1952. Почвенная влага. М.
Родионов М. С., 1955. К методике определения интенсивности транспирации древесных пород. «Ботанический журнал», № 1.
Рутковский, В. И., 1953. Шире развернуть лесогидрологические и лесометеорологические исследования. «Лесное хозяйство», № 2.
Сапожникова С. А., 1950. Микроклимат и местный климат. Л.
Сафонова Е. Я., 1949. Прорастание семян некоторых древесных пород при различной степени влажности почвы. «Тр. Ин-та физиологии растений АН СССР», т. VI, вып. 2. М.—Л.
Смоляк Л. П., 1953. Естественное возобновление главнейших лесных пород на осушенных площадях Полесской низменности. Автореферат. Минск.
Смоляк Л. П., 1955. Возобновление леса на осушенных торфяноболотных почвах Полесья БССР. «Труды Института леса», т. XXXI. М.
Стальский А. И., 1954. Посевы сосны и ели на концентрированных вырубках в некоторых придвинских лесхозах. Сб.: «Концентрированные рубки в лесах Севера». М.
Сукачев В. Н., 1926. Болота, их образование, развитие и свойства. Л.
Тимирязев К. А., 1948. Жан-Батист Буссенго. (Биографический очерк и личные воспоминания.) «Избранные сочинения», т. II. М.
Ткаченко М. Е., 1939. Общее лесоводство. Л.

Ткаченко М. Е., 1952. Общее лесоводство. М.—Л.
Тольский А. П., 1916. О задачах лесоводственной метеорологии. В кн.: «Сборник статей по лесн. хоз-ву в честь 25-летия деятельности М. Орлова». Петроград.
Тольский А. П., 1922. Сорная травянистая растительность в лесном хозяйстве и меры борьбы с ней. М.
Тольский А. П., 1930. Частное лесоводство. Основы лесокультурного дела, часть III. Л.
Труу А. Ю., 1955. Торфяные месторождения Эстонской ССР в области ордовикских отложений и перспективы использования их в сельском хозяйстве. Автореферат. Таллин.
Турнас П. А., 1951. Сельскохозяйственное освоение болот. М.—Л.
Турский М. К., 1954. Лесоводство. М.
Тюремнов С. Н., 1949. Торфяные месторождения и их разведка. М.—Л.
Фатчихина О. Е., 1955. К методике изучения водных свойств торфяно-болотных почв. «Труды Института леса», т. XXXI. М.
Федоров Ф. С., 1931. Сельскохозяйственное использование болот. М.—Л.
Федоровский Д. В., 1948. Зависимость коэффициента завядания от вида растений и осмотического давления почвенного раствора. «Почвоведение», № 10.
Федоровский Д. В., 1953. Поступление воды и питательных веществ в растение при низкой влажности почвы и высоком осмотическом давлении почвенного раствора. «Труды почвенного института им. В. В. Докучаева», т. XLI. М.
Флеров К. В., 1927. Почвенные коллоиды и критическая почвенная влажность для высших растений. «Сельскохозяйственное опытное дело», № 3 (11). Харьков.
Хайнла В., 1959. Повышение производительности болотных лесов путем осушения. «Труды Института леса», т. XLIX. М.
Шелухин Н. В., 1955. Разведение бересклета европейского на осушенных болотах БССР. «Труды Института леса», т. XXXI. М.
Шенников А. П., 1950. Экология растений. М.
Шмидт В. Э., 1948. Лесные культуры в главнейших типах леса. М.—Л.
Эйзен И. А. 1955. Влияние глубины стояния грунтовых вод на плодородие слаборазложившихся торфяных почв. Автореферат. Таллин.
Эркин Г. Д., 1934. Влияние осушения на производительность лесов. М.
Яковлев Н. Я., 1955. Лесные культуры на осушенных болотах и вырубках в таежной зоне. «Лесное хозяйство», № 5.

*У. РИЙСПЕРЕ*

**Об условиях и способах искусственного возобновления вырубок на осушенных переходных болотах**

*Резюме*

В Эстонской ССР от избыточного увлажнения страдает около 50% общей площади гослесфонда. На этих площадях из-за неблагоприятных условий влажности произрастают низкорослые малопродуктивные заболоченные и болотные леса. Для повышения продуктивности избыточно увлажненных лесов на территории Эстонской ССР проводится ряд осушительно-мелиоративных работ, которым Партия и Правительство уделяют большое внимание.

Из общей площади болотных лесов республики около одной трети составляют леса переходных болот, которые надо считать одним из самых важных лесохозяйственных объектов осушения. Осушение этих лесов в более широких масштабах началось уже в конце прошлого и в начале нынешнего столетия. Особенно же интенсивно оно проводится в настоящий период.

Леса (бонитет V-а или ниже) естественных переходных болот состоят главным образом из сосны и березы, с небольшой примесью ели (рис. 1). По классификации лесов Эстонской ССР (Karu, Muiste, 1958) они относятся к переходно-болотному типу лесорастительных условий.

Ранее осушенные леса переходных болот в настоящее время состоят главным образом из сосны III (II—IV) бонитета, но встречаются и ель (обычно от $^{1}/_{10}$ до $^{2}/_{10}$) и береза пушистая (также от $^{1}/_{10}$ до $^{2}/_{10}$), причем ель встречается чаще на сильно осушенных, а береза на слабо осушенных местах (рис. 2). По вышеуказанной классификации эти ранее осушенные леса относятся к перегнойно-торфяноболотному типу лесорастительных условий.

Большинство из числа ранее осушенных лесов переходных болот уже достигло спелого возраста. Эти леса занимают значительные площади, располагаясь по всей территории Эстонской ССР — в Йыхвиском, Куристаском, Выруском, Вильяндиском, Ярвамааском и др. лесхозах. Многие леса переходных болот уже подверглись сплошной рубке. Как показали исследования Коллиста 1955), после сплошной рубки происходит смена пород, на вырубках осушенных переходных болот происходит естественное возобновление при преимуществе березы пушистой и вместо сосновых древостоев появляются древостои из березы пушистой (рис. 3). Исследования Хайнла (1955, 1956), доказавшей, что производительность березы пушистой на осушенных переходных болотах в несколько раз меньше, чем производительность сосны и ели на них, подтверждают нежелательный характер этой смены (рис. 4 и 5).

Смену пород в нежелательном направлении в этом случае можно предотвратить, закладывая на сплошных вырубках в лесах осушенных переходных болот культуры сосны и ели. Однако из практики прошлого известно, что создание культур на таких площадях весьма трудная и сложная задача. В практике лесничеств, занимающихся культивированием таких площадей, часто отмечалась низкая приживаемость или гибель культур. Практика показывает, что в развитии культур самыми трудными являются первые годы после закладки, когда влияние неблагоприятных для роста древесных растений экологических условий сказывается наиболее резко и гибельно. Миновав эту фазу, сохранившиеся деревца развиваются обычно удовлетворительно. Не следует удивляться плохой приживаемости культур, так как до последнего времени агротехника закладки культур и ухода за ними не была разработана. Это обстоятельство и является причиной использования несоответствующей экологическим условиям агротехники (посев или посадка сеянцами на площади 0,4—0,5×0,4—0,5 м со сдиранием дерна и последующим разрыхлением почвы).

По этим соображениям в 1953 г. приступили к исследованию экологических факторов (почвенных условий, растительного покрова, микроклимата) с целью разработать приемы искусственного возобновления сплошных вырубок в лесах на осушенных переходных болотах Эстонской ССР. До последнего времени вопрос влияния различных величин влажности торфяных почв на рост и развитие деревьев был мало исследован, что в значительной мере тормозило разработку способов искусственного возобновления на торфяных почвах. С целью заполнения этого пробела и выяснения упомянутого вопроса были поставлены вегетационные опыты. Для контроля выводов, сделанных на основании

изучения экологических условий и результатов вегетационных опытов, а также для изыскания конкретных способов искусственного возобновления были применены опытные культуры сосны и ели.

Полевые работы в основном велись в Оруском лесничестве Йыхвиского лесхоза, в Ваймастверескоm лесничестве Куристаского лесхоза и в Сымерпалуском лесничестве Выруского лесхоза на сплошных вырубках лесов издавна осушенных переходных болот.

*

Для характеристики почвенных условий мест произрастания определяли мощность их торфяной залежи, ботанический состав торфа, степень разложения (по П. Д. Варлыгину), зольность и кислотность (pH солевой вытяжки KCl электрометрическим способом). Периодически определялась влажность верхних слоев торфяной залежи (до глубины 15—20 см) и измерялась глубина залегания грунтовых вод. Представленные в работе химические анализы проведены в лаборатории лесоводства Института зоологии и ботаники АН ЭССР, микробиологические анализы (из проб 4. VI, 28. VI и 25. VII 1954 г.) — в микробиологической лаборатории Института растениеводства АН ЭССР. В дополнение к упомянутым данным для общей характеристики почвенных условий лесов на осушенных переходных болотах использовались результаты других исследователей в тех же самых местопроизрастаниях (Хайнла, Коллист). Главное внимание обращалось на более существенные для произрастания растений верхние торфяные слои.

Наши объекты исследования, как и большинство лесов на осушенных переходных болотах Эстонии, были расположены на глубокоторфяных площадях (средняя глубина торфа в Ваймастверескоm лесничестве 3 м и в Оруском лесничестве 3,6 м), за исключением участков опытных культур в Сымерпалуском лесничестве, где средняя глубина торфа равнялась только 0,5 м. Различия в глубине залегания торфа в этих пределах не оказывают заметного влияния на лесовозобновление, так как корни деревцов и в последнем случае не достигают минеральной среды.

Торфяные залежи в наших лесах на осушенных переходных болотах состоят главным образом из древесно-осокового, осоково-древесного и древесно-тростниково-осокового торфа. В самом верхнем слое обычно преобладает древесный торф, а в болотах, более слабо осушенных, встречается и сфагновый и пушицевый торф. Степень разложения торфа обычно колеблется от 30% до 45%. На участках, подвергавшихся длительной и интенсивной осушке, верхний слой торфяной залежи является более хорошо

разложившимся (60—70%) и по темной окраске и зернистой структуре резко отличается от нижезалегающего более светлого, менее разложившегося, бесструктурного торфа. В местах длительной и интенсивной осушки мощность этого слоя может достигать до 30 см, но на слабоосушенных площадях этот слой не превышает толщины нескольких сантиметров и его труднее опознать. В лесах переходных болот долговременной осушки под моховым слоем обнаруживается свойственный лесным почвам слой подстилки толщиной в несколько сантиметров.

Данные о зольности торфа показывают, что под влиянием продолжительного осушения в самых верхних слоях зольность значительно выше, чем в залегающих ниже (табл. 2, рис. 6).

По данным химических анализов (табл. 3) выяснилось, что резкому повышению зольности не всегда сопутствует увеличение количества основных питательных веществ. Повышение зольности происходит главным образом за счет накопления малополезных для растений излишков соединений кремния и железа. В верхних сильно разложившихся слоях содержание фосфора и калия больше, чем в нижезалегающих слоях, в меньшей степени подвергавшихся осушке. В изученных нами торфяных почвах содержание кальция было высоким, что обусловливалось главным образом карбонатной материнской породой.

Как для всех торфяных почв, так и для почв лесов на осушенных переходных болотах Эстонии является характерным большое содержание азота. Количество же легкоусвояемых растениями соединений азота зависит от интенсивности осушки (табл. 4). Так, например, 4 июня 1954 г. на вырубке длительно осушенного переходного болота в Ваймастверескоm лесничестве (кв. 98) содержание $NO_3$ в 100 г абсолютно сухой почвы вблизи от канавы на глубине 5—20 см равнялось 38,9 мг и на глубине 20—40 см — 16,7 мг, а вдали от канавы — соответственно 14,8 мг и 10,4 мг. Из этого видно, что в результате осушки в верхних слоях значительно увеличивается накопление легкоусвояемого азота. Рубка леса также увеличивает запас нитратов. Так, в тот же день (4. VI 1954) и на том же участке в спелом лесу вблизи канавы содержание $NO_3$ было меньше: на глубине 5—20 см — 22,3 мг и на глубине 20—40 см — 11,3 мг.

Из микробиологических анализов (табл. 5) выясняется, что в верхнем торфяном слое почвы лесов на переходных болотах длительной осушки встречаются как аммонифицирующие, так и нитрофицирующие бактерии. Нитрофицирующих бактерий больше всего оказалось в верхнем, хорошо аэрируемом слое, между тем как глубже практически их не найдено. Действием нитрофицирующих бактерий объясняется и большее содержание нитратов в верхнем слое.

По данным Хайнла, pH в торфяных почвах лесов на осушенных переходных болотах Эстонии колеблется от 4 до 5, по нашим же данным, могут встречаться и более высокие показатели. По литературным сведениям, можно считать такие почвенные реакции для хвойных деревьев благоприятными.

Суммируя имеющиеся в нашем распоряжении данные, приходим к заключению, что содержание основных питательных веществ и реакция торфяных почв в лесах осушенных переходных болот благоприятны для произрастания деревьев. Отсюда основными почвенными факторами, которые необходимо учитывать при лесовозобновлении, являются главным образом режим влажности и физические свойства почвы, обусловленные высокой коллоидальностью хорошо разложившегося торфа.

Более детально рассматривается режим влажности исследуемых вырубок в настоящей работе в связи с вегетационными опытами, а влияние физических свойств — в связи с явлением выжимания морозом в культурах.

*

При проведении большинства анализов растительного покрова была использована безвыборочная система закладки анализов. Это делалось таким образом, что для характеристики исследуемой площади брались за определенные расстояния (10 м) 25 пробных площадок по 4 м². В каждом анализе отмечались все виды растений и их покрытие. При надобности описывалась и жизненность растений. На основе материала были определены средние покрытия видов растений в различных условиях, а также их встречаемость. Кроме того, брались и некоторые выборочные площадки. Их размеры равнялись 100 м², на каждой из них были проанализированы 3 пробных площади по 10 м² и взяты их средние показатели. При оценке покрытия применялась расширенная (7-балльная) шкала Хульт-Сернандера (по Masing, 1953).

При анализе естественного возобновления употреблялся метод ленточных проб. На ленточных площадках производился перечет всех деревцов и измерялись их высоты с точностью до 10 см.

Собранный материал о растительном покрове (табл. 6—9) и естественном возобновлении (табл. 10 и 11) вырубок лесов осушенных переходных болот позволяет сделать следующие выводы:

1. В спелых лесах осушенных переходных болот растительный покров составляют главным образом обычные лесные мхи (*Hylocomium proliferum, Pleurozium Schreberi, Rhytidiadelphus triquetrus, Dicranum undulatum* и др.), тенелюбивые травянис-

тые растения — майник (*Majanthetum bifolium*), грушанки (*Pyrola sp. sp.*), кисличка (*Oxalis acetosella*), щитовник игольчатый (*Dryopteris spinulosa*) и кочедыжник женский (*Athryrium filix-femina*). Кроме упомянутых видов, часто встречаются брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), реже — черника (*Vaccinium myrtillus*). Местами поблизости от канав, в виде густого ковра растет плаун болотный (*Lycopodium annotinum*) (рис. 7 и 8). В подлеске преобладает ломкая крушина (*Rhamnus frangula*), которой сопутствуют рябина (*Sorbus aucuparia*) и можжевельник (*Juniperus communis*). На слабоосушенных участках в живом покрове преобладают сфагновые мхи, пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), осоки (*Carex sp. sp.*) и другие характерные для неосушенных болот растения.

2. В результате сплошных рубок в растительном покрове осушенных переходных болот происходят быстрые и значительные изменения. В первый после рубки вегетационный период тенелюбивые травянистые растения и зеленые мхи отмирают (степень общего покрытия травянистого покрова в конце вегетационного периода не превышает 20—30%) (рис. 9—11) и уже во втором вегетационном периоде вырубки покрываются пышной травянистой растительностью (с общей степенью покрытия до 80%) (рис. 12—18). Растительность вырубки отсутствует только на микроповышениях, около пней, покров которых или мертв, или же состоит из лесных мхов и брусники слабой жизненности (рис. 19). Сравнительно надолго остаются лишенными травянистого растительного покрова и места с густым болотным плауном, покрывающиеся травянистой растительностью не раньше чем в третьем вегетационном периоде после рубки.

3. Видовой состав появляющейся на вырубках травянистой растительности зависит от степени их осушения. На участках интенсивного осушения (поблизости от канав) преобладают наряду со злаками щучка (*Deschampsia caespitosa*), полевица болотная (*Agrostis canina*), вейник лесной (*Calamagrostis arundinacea*), нитрофильные растения — иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*), малина (*Rubus idaeus*), крапива двудомная (*Urtica dioica*) и др. (напр., костяника каменистая — *Rubus saxatilis*). Полог травянистой растительности слабоосушенных вырубок или их участков характеризуется обилием молинии (*Molinia coerulea*), пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum*), кипреев (*Epilobium roseum* и *E. palustre*) и осок.

В зависимости от хорошей нитрификационной способности осушенных торфяных почв рост растений является очень интенсивным, и они достигают здесь больших размеров (например, иван-чай до двух и молинии до полутора метров высоты).

4. Кроме травянистых растений, на вырубках лесов осушен-

ных переходных болот появляются многие виды деревьев и кустарников. Из деревьев преобладает малоценная в лесохозяйственном отношении береза пушистая (до 80 тысяч экз. на 1 га), между тем как ель и сосна встречаются в незначительном количестве (рис. 20—22). Из кустарников преобладают крушина ломкая и виды ив, реже встречаются рябина, можжевельник и на слабоосушенных местах береза низкорослая. В первые после рубки годы удельный вес древесных пород и кустарников в общем покрытии небольшой, однако по мере старения вырубки он все время увеличивается.

5. Густой полог растительности, состоящий из травянистых, древесных и кустарниковых видов, оказывает отрицательное влияние на приживаемость и развитие лесных культур. В первые после рубки годы (до 2—3-летнего возраста) решающее значение имеет травяная растительность, а на более старых вырубках большое влияние оказывают деревья и кустарники, начинающие перерастать травянистый ярус не раньше 4-го года после рубки.

Учитывая динамику появления травянистых растений, древесных пород и кустарников, необходимо проводить искусственное возобновление сосны (малочувствительная к заморозкам) непосредственно после рубки, до появления травянистой растительности. В зависимости от пышного развития растительности следует предпочитать посадки посевам, при проведении которых необходимо использовать сильный посадочный материал. Применение этих мероприятий обеспечивает культурам преимущества в борьбе с травянистой растительностью и малоценным естественным возобновлением. Необходимо максимально использовать свободные от растительности места у пней.

*

Микроклимат — один из существенных факторов, обусловливающих приживаемость и развитие лесных культур на осушенных болотах. Для изучения микроклимата проводились наблюдения в Ваймаствереском лесничестве Куристаского лесхоза на вырубке 1952—1953 гг. леса переходного болота, осушенного в конце прошлого века (рис. 23).

В вегетационном периоде 1953 года наблюдения производились с 10 мая по 10 августа в двух наблюдательных пунктах: 1) на расстоянии 10 метров от канавы (средняя за период наблюдений глубина уровня грунтовых вод 23 см) (рис. 24) и 2) на расстоянии 60 метров от канавы (грунтовые воды залегали крайне близко к поверхности, средняя глубина 5 см). В этих пунктах наблюдения производились ежедневно в 8, 14 и 20 часов. При этом измерялись температура и влажность воз-

духа на высоте 10 и 150 см, температура на поверхности почвы и в почве на глубине 5, 10, 15 и 20 см, суточные максимальные и минимальные температуры на поверхности неподготовленной почвы, затем на площадках в 0,7×0,7 м, с которых был снят только моховой покров, и на площадках, с которых были удалены слои мхов и лесной подстилки, т. е. обычной подготовки почвы. Эти способы подготовки почвы применялись и на опытных культурах.

За более короткие периоды были измерены также минимальные и максимальные температуры воздуха на различной высоте (с 11. VI по 29. VI на высоте 0, 2, 5, 10 и 20 см и с 21. VII по 30. VII на высоте 0, 20, 50 и 100 см).

В вегетационном периоде 1954 г., на второй год после рубки, наблюдения на той же вырубке производились с 27 мая по 26 июня (рис. 25). Параллельно наблюдения велись и в смежном березовом молодняке (высота 3—4 м, полнота 0,8). Наблюдательные пункты располагались на более сильно осушенных, по сравнению с пунктами 1953 года, участках (средняя глубина грунтовых вод в ближайшем к канаве наблюдательном пункте равна 65 см, а в более отдаленном пункте 18 см и в березовом молодняке 37 см). В период наблюдений 1954 года измерялись только максимальные и минимальные температуры на поверхности почвы (на неподготовленной почве и на площадках 0,7××0,7 м, с которых был снят дерн и проведено разрыхление) и на высоте 1,5 м.

При обработке полученных данных выявлен ряд закономерностей. Наибольшее внимание в настоящей работе уделялось крайним температурам на поверхности почвы и в припочвенном слое воздуха ввиду того, что именно эти температуры оказывают самое значительное влияние на приживаемость и развитие культур.

Данные измерений минимальных и максимальных температур, произведенных в 1953 и 1954 годах, приводятся в табл. 12—17.

Имеющиеся данные позволяют сделать следующие выводы:

1. В зависимости от различной глубины грунтовых вод на сплошных вырубках лесов осушенных переходных болот температурные условия для роста молодых деревцов на площадях более сильноосушенных хуже, чем на слабоосушенных (рис. 26, 27 и 30). Это выражается в более высоких максимальных и низких минимальных температурах, причем самые высокие максимальные и самые низкие минимальные температуры наблюдаются на поверхности земли и в приземном (до нескольких десятков сантиметров) слое воздуха (табл. 15).

2. Величина крайних температур и повторность крайних тем-

ператур, вредных для роста растений на вырубках, существенно обусловлены наличием на них живого и мертвого покрова (рис. 27 и 28). Мертвый моховой покров на свежих вырубках, действуя изолирующе, ухудшает микроклиматический режим. Удаление этого покрова, уменьшая колебания температуры на поверхности почвы, действует положительно. Данные почвенных температур 1953 г. (табл. 18 и 19, рис. 33 и 34) показывают, что при удалении изолирующего мохового покрова суточные температурные амплитуды в почве увеличиваются (например, в период наблюдений 1953 г. суточные амплитуды на площадке на глубине 5 см в среднем были на 1,6° больше, чем на той же глубине в неподготовленной почве; в тот же период на площадке на глубине 20 см суточные температуры амплитуды равнялись в среднем 0,3°, а на неподготовленной почве только 0,1°).

3. При относительно глубоком залегании грунтовых вод (начиная с нескольких десятков сантиметров) крайние температуры на поверхности почвы больше зависят от характера мертвого и живого покрова, чем от различий в глубине грунтовых вод. При поверхностном же залегании грунтовых вод (самые верхние слои почвы и моховой покров влажные или насыщены водой) влияние покрова не так существенно. Полог из березы пушистой в значительной степени сглаживает колебания суточных температур на поверхности почвы, уменьшая крайние температуры (табл. 16 и 17), и практически удаляет опасность вредных заморозков в вегетационном периоде.

4. По нашим наблюдениям при трех различных подготовках почвы на свежих вырубках, самые плохие температурные условия, в связи с изолирующим влиянием мертвого мохового покрова, создавались на неподготовленной почве. Самые благоприятные температурные условия были на площадках, подготовленных обычным способом, а промежуточные условия наблюдались на площадках, с которых был содран моховой покров, но изолирующее действие оставшейся лесной подстилки еще продолжало оказывать влияние (табл. 12, 13, 16, 17; рис. 28, 29, 31, 32).

5. Исходя из положения, что на вырубках лесов осушенных переходных болот часто бывают вредные для всходов крайние температуры и что самыми неблагоприятными являются температурные условия на поверхности почвы и в припочвенном слое воздуха, надо посадки предпочитать посевам. Высаживаемые при посадке деревца (сеянцы и саженцы) являются более стойкими в отношении крайних температур, чем всходы посевов и скорее вырастают из неблагоприятного припочвенного слоя воздуха (преимущества подготовки почвы невозможно использовать, так как это может вызвать более опасное явление — вы-

жимание морозом). В чувствительных к заморозкам еловых культурах надо использовать защитные свойства из березы пушистой (при осветлении следует вырубить только экземпляры березы, явно заглушающие культуры ели).

*

С целью изучения влияния влажности торфяных почв на рост всходов сосны и ели в 1953 и 1954 гг. были проведены вегетационные опыты. Торфяные почвы, использованные при вегетационных опытах, были доставлены из Ваймаствереского лесничества Куристаского лесхоза, из леса на переходном болоте, осушенном в конце прошлого века. В 1953 году вегетационные опыты проводились на хорошо разложившейся торфяной почве, непосредственно залегающей под лесной подстилкой (торфяная почва А), в 1954 году в опытах использовалась, кроме того, и нижезалегающая менее разложившаяся торфяная почва (торфяная почва Б). Данные относительно использованных при опытах торфах приведены ниже:

| Год | Вид торфа | Степень разложения (%) | Полная влагоемкость (%) | Зольность (%) | pH |
|---|---|---|---|---|---|
| 1953 | Осоково-древесный (А) | 70 | 437 | 11,80 | 5,19 |
| 1954 | Тот же | 70 | 395 | 11,59 | 5,21 |
| 1954 | Тростниково-древесно-осоковый (Б) | 45 | 640 | 8,19 | 5,40 |

Вегетационные опыты 1953 года проводились на почвах пяти степеней влажности — 20, 40, 60, 80 и 100% от полной влагоемкости (табл. 23). Так как влажность почвы уже с самого начала опытов соответствовала предусмотренной по схеме, то оказалось возможным проследить влияние влажности почвы на всхожесть семян. По вегетационному методу определялась и влажность завядания. В конце опыта определялся сырой и абсолютно сухой вес всходов.

Опыты 1953 года носили в некоторой мере подготовительный характер.

В 1954 году проводились опыты с почвой А при 9 степенях влажности — 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100% и с почвой Б при 5 степенях — 20, 40, 60, 80 и 100% от полной влагоемкости. До появления всходов все сосуды содержались при влажности, равной 60%, затем их начинали поливать по схеме. Опыты проводились в трех повторностях (табл. 24).

Расходы воды на транспирацию за отдельные периоды (в граммах на одно растение) определялись путем взвешивания вегетационных сосудов, поверхность почвы которых была покрыта смесью парафина с вазелином. В лабораторных условиях определяли интенсивность транспирации по методу быстрого взвешивания при помощи аналитических весов. Кроме того, определялось содержание хлорофилла в хвое и белкового азота в надземных частях. После окончания опытов был определен вес надземных частей и корней всходов в сыром и абсолютно сухом виде, а также их зольность.

Результаты вегетационных опытов служили основанием для оценки данных, полученных при определении почвенной влажности на вырубках.

Результаты опытов позволяют сделать следующие выводы:

1. Всхожесть семян сосны и ели и рост всходов в значительной мере зависят от степени влажности торфяных почв. Эти различия в содержании влаги отражаются в морфологическом строении всходов, в их биологических процессах (транспирация) и биохимических показателях (содержание хлорофилла и белкового азота).

2. На хорошо разложившемся (70%) торфе оптимальной влажностью для всхожести семян сосны и ели является влажность, равная 60—80% от полной влагоемкости. Показатели всхожести понижаются при увеличении или уменьшении влажности (табл. 26, рис. 36 и 37).

3. Интенсивность роста сосновых и еловых всходов на торфяных почвах (выраженная в их сыром и абсолютно сухом весе) является наибольшей при влажности 60—80 (—90)% от полной влагоемкости. При повышении или при понижении влажности показатели роста ухудшаются (табл. 27, 28 и 29).

4. Развитие корневой системы всходов сосны и ели тесно связано с влажностью торфяных почв. Корневая система была лучше всего развита у всходов, произраставших в условиях влажности 60—80 (—90)% от полной влагоемкости (рис. 38 и 39).

5. Интенсивность транспирации и расход на транспирацию у всходов сосны и ели были наивысшими при влажности 60—90% от полной влагоемкости. При увеличении или уменьшении влажности за указанные пределы транспирация резко понижалась (табл. 30 и 31, рис. 40). Наименьшая транспирация наблюдалась при влажности, близкой к влажности завядания (20% от полной влагоемкости).

6. Наибольшее содержание хлорофилла и белкового азота в хвое было у всходов сосны при влажности 60% и у ели — при влажности 60—80% от полной влагоемкости. На содержание

хлорофилла в хвое подавляюще действует как избыточное, так и недостаточное увлажнение. У всходов, росших при влажности 100%, содержание хлорофилла было в два раза меньше, чем у всходов, росших в противоположных условиях, т. е. при влажности 20—30% от полной влагоемкости (табл. 32 и 33).

7. На основании анализа данных вегетационных опытов можно заключить, что в исследуемых торфяных почвах (А и Б) оптимальной для роста сосновых и еловых всходов влажностью является влажность, равная 60—80% от полной влагоемкости почвы, но оптимальная влажность, высчитанная по отношению к общему весу почвы, соответственно в хорошо разложившемся торфе А равна 70—76% и в менее разложившемся торфе Б равна 79—84%. В указанном интервале оптимум роста сосен приурочен к более низкой влажности по сравнению с елью.

8. Высчитанная от полной влагоемкости влажность завядания более разложившейся торфяной почвы (А — 70%) значительно выше (у сосны 15,0% и у ели 15,5%), чем влажность завядания менее разложившейся (45%) почвы Б (у сосны 8,8% и у ели 9,5%). Если выразить влажность завядания в процентах к абсолютно сухому весу или общему весу почвы, то сколько-нибудь значительного различия между двумя отличающимися по степени разложения и влагоемкости торфяными почвами не наблюдается.

9. Определения почвенной влажности показали, что на вырубках лесов осушенных переходных болот влажность торфа может понижаться до влажности завядания или до близких к ней пределов только в самом верхнем слое торфяной залежи и то лишь при отсутствии изолирующего покрова. Но уже на глубине 5 см и ниже условия влажности близки к пределам оптимальных условий для роста молодых деревцов (если при этом уровень грунтовых вод не залегает настолько высоко, что создается избыточное увлажнение). При близком к поверхности почвы уровне грунтовых вод условия увлажнения значительно благоприятнее на микроповышениях около пней (табл. 34 и 35).

10. Условия влажности на вырубках более благоприятны для посадок, чем для посевов, последние в начале развития могут страдать от высыхания верхнего слоя почвы. На микроповышениях следует проводить посадку в тех случаях, когда уровень грунтовых вод достигает глубины попадания корней.

*

Для проверки выводов, сделанных на основании анализа экологических условий и вегетационных опытов и выработки принципов искусственного возобновления на сплошных вырубках осушенных переходных болот, весной 1953 года были заложены

опытные культуры ели и сосны. При закладке опытов и выработке способов культур учитывались возможности применения их результатов в производстве.

С целью выяснения наиболее устойчивых к выжиманию морозом способов подготовки почвы были испытаны следующие способы:

1. При так называемом обычном способе почва подготавливалась площадками размером 0,7×0,7 м при помощи мотыги или лопаты со сдиранием дерна (или мертвого мохового покрова и слоя лесной подстилки на свежих вырубках) с последующим разрыхлением на глубину до 15 см. Учитывая пышный травостой на вырубках, применяли более крупные, сравнительно с обычными, размеры площадок.

2. На площадках в 0,7×0,7 м граблями устранялся только моховой покров, а находящийся под ним малоразложившийся слой лесной подстилки оставлялся (без последующего разрыхления). Этот способ применялся только на свежих вырубках (в лесничествах Ору и Ваймаствере), на задернелых площадях этот способ не применим.

3. Почва оставлялась совершенно необработанной. Проводилась только маркировка посадочных мест.

4. Приготовлялись посадочные ямки при помощи лопат (для посадки еловых саженцев).

Из методов культивирования применялись посадка и посев. Посадочным материалом служили 2-летние еловые и сосновые сеянцы, которые сажались в щель с защемлением корней. При неподготовленной почве использовались еще и 4-летние еловые саженцы, которые сажали в ямки, а также в щель.

Анализ экологических условий и сравнение результатов посевов и посадок опытных культур показывают, что на вырубках осушенных переходных болот следует отдавать предпочтение посадкам перед посевами. Всхожесть посевов и их развитие были, правда, в первое лето хороши (рис. 43), но выжимание морозом и сильный рост травы произвели селекцию уже к следующему году. На опытных участках Ваймаствереского лесничества ко второй (1954 г.) осени сохранилось только 14% инвентированных в первый год всходов (табл. 36), на опытных участках Сымерпалуского лесничества посевы полностью погибли. Сложен и уход за посевами, состоящий в тщательном вырезывании травянистой растительности над и вокруг посевных растений; при этом густые посевы имеют преимущество, так как препятствуют проникновению травянистых растений на посевные места, вследствие чего уход здесь можно ограничить лишь устранением травянистой растительности вокруг посевного места.

Прорастание и развитие посевов при способе подготовки пло-

щадок граблями протекало в первый год менее успешно (особенно на сильно осушенных участках), чем на площадках, подготовленных по обычному способу (табл. 37). Причина этого коренится в худших условиях прорастания в верхнем слое лесной подстилки. При наличии малоразложившихся подушек сфагновых мхов и торфа, развитие и успех посевов были лучше. В результате выжимания морозом в осенний и весенний периоды уже к следующему году выяснились и преимущества для посевов этого способа подготовки почвы по сравнению с обычным способом.

Сравнение посадок, заложенных при различных способах подготовки почвы (табл. 38, 39 и 40), показало, что из вышеописанных способов первый — так называемый обычный способ, так же как и способ подготовки посадочных ямок для еловых саженцев, малонадежны для закладки посадок в данных условиях. Заложенные таким путем культуры сильно пострадали от выжимания морозом (рис. 46), чем и была доказана непригодность этих способов. На отдаленных от канавы слабее осушенных участках культуры страдали еще и от углубления культивируемых площадок, что вызывало скопление воды на площадках и, в свою очередь, ухудшало состояние культур.

Удовлетворительные результаты дала посадка на совершенно неподготовленной почве, при которой деревца от выжимания совсем не страдали. Однако правильное проведение посадки на свежих вырубках при неподготовленной почве создает некоторые трудности — необходимо тщательно следить, чтобы часть корней не попадала бы в покрывающий моховой покров.

Хорошие результаты давала такая подготовка почвы, при которой устранялся граблями только моховой покров (без следующего разрыхления). В этом случае повреждений от выжимания морозом почти не наблюдалось (рис. 47). Менее заметно было также ухудшение состояния культур вследствие излишней влажности на слабоосушенных участках. Надо отметить еще то обстоятельство, что при такой подготовке почвы имеется больше возможностей для культивирования на микроповышениях. При применении обычного способа приходится, однако, разыскивать между пнями более низкие места, где находится меньше корней.

При малоразмерном посадочном материале (сеянцы) результаты на неподготовленной почве на свежих вырубках были хуже, чем на почве, где моховой покров был удален. Повреждения сеянцев долгоносиком на неподготовленной почве также были заметнее. Поэтому желательно на свежих вырубках при использовании сеянцев устранять с посадочных мест мертвый моховой покров (особенно при использовании малоразмерного

посадочного материала) и обязательно применять защитные мероприятия против долгоносиков.

На лесосеках осушенных переходных болот перспективно применение при подготовке почвы гербицидов. По литературным данным, имеется возможность на несколько лет уничтожить травяную растительность, обработав почву гербицидами, а позднее, повторив эту обработку, и на более длительный срок. Такой обработкой можно достигнуть две основные цели: 1) вследствие незатронутости почвы была бы предотвращена опасность выжимания морозом и 2) было бы устранено заглушение культивированных пород сорной растительностью в самый критический период развития культур (в фазе приживания). Так как возможность подготовки почвы гербицидами еще не испробована на вырубках осушенных переходных болот, следовало бы непременно испытать ее в самое ближайшее время, чтобы в случае положительных результатов сразу же внедрить ее в производственную практику.

Большое значение для обеспечения успеха посадок имеет качество посадочного материала. Гибель посадок на опытном участке Сымерпалуского лесничества, проведенных на неподготовленной почве 2-летними еловыми сеянцами, была обусловлена преимущественно слабостью посадочного материала. При инвентаризации ряда культур выяснилось, что на лесосеках осушенных переходных болот при закладке культур следует использовать непременно здоровый и крупноразмерный посадочный материал (ель — 4-летние саженцы и сосна — хорошо развитые, по крайней мере 2-летние сеянцы), в противном случае, даже при выполнении всех других требований, успех культур не обеспечен. Заложенные крупноразмерным посадочным материалом культуры быстрее перерастают заглушающий их травяной ярус и поэтому требуют меньше ухода (табл. 41, рис. 50—54).

Сравнение способов посадки показывает, что на вырубках лесов осушенных переходных болот удовлетворительные результаты дает при сосновых и еловых сеянцах и даже при еловых саженцах посадка в щель с защемлением корней, которая на неподготовленной почве обеспечивает устойчивость посадок к выжиманию морозом. Наоборот, посадки саженцев в приготовленные лопатами ямки могут страдать от выжимания морозом и не давали поэтому удовлетворительных результатов. Особенно плохим было состояние этих культур на слабоосушенных площадях.

Конечно, нельзя не отметить при посадке 4-летних саженцев с защемлением корней некоторую деформацию корневых систем. Но наблюдения за корневыми системами показывают, что вследствие физических свойств сильно разложившихся тор-

фяных почв эта деформация не имеет существенного значения; ель быстро развивает соответствующую почвенным условиям корневую систему. Интенсивный рост надземной части посаженных таким путем елей ясно указывает на нормальное функционирование корней (рис. 49). Так как данный способ посадки эффективен и с экономической стороны, то его следует рекомендовать для дальнейшей проверки в производственных опытах. Следует при этом также отметить, что при посадке с помощью защемляющих орудий на слабоосушенных площадях возможно использовать естественные микроповышения у пней (рис. 48 и 58). Наблюдения показывают, что на этих микроповышениях деревца растут значительно лучше, чем на низинных местах, где они часто страдают от излишней влажности. Травяной покров вокруг пней более чахлый или же совершенно отсутствует.

При этом следует подчеркнуть настоятельную необходимость маркировки посадочных мест. На примере опытных культур выяснилось, что без этого невозможно следить за состоянием культур и проводить требуемый уход. Маркировать целесообразно крепкими колышками, которые возвышались бы над землей на $^3/_4$ м.

Уход за посадками состоит главным образом в удалении травы вокруг деревцов, что желательно производить срезанием. Выдергивание травянистых растений с корнями может вызвать повреждения и опасность выжимания морозом. Посадки на свежих вырубках в первый год роста в общем не требуют ухода. Потребность в уходе возникает обычно со второго года после рубки, в связи с интенсивным появлением травянистой растительности.

Число посадочных мест на 1 га не должно превышать 2000—4000, так как на вырубках лесов осушенных переходных болот сомкнутость культур обеспечивается многочисленным естественным возобновлением березы пушистой. В интересах культивируемой древесной породы необходимо в будущем видовой состав регулировать рубками ухода.

*U. RIISPERE*

**Über die Bedingungen und Methoden der künstlichen Verjüngung von Kahlflächen auf entwässerten Übergangsmooren**

*Zusammenfassung*

In der Estnischen SSR leidet ungefähr 50% der gesamten Staatswaldfläche unter übermässiger Feuchtigkeit. Auf diesen Flächen gedeihen infolge der ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnisse nur kleinwüchsige, wenig produktive versumpfende Wälder und Moorwälder. Zur Erhöhung der Produktivität der nassen Waldböden wird auf dem Territorium der Estnischen SSR eine Reihe von Entwässerungsarbeiten durchgeführt, denen Partei und Regierung eine grosse Beachtung schenken.

Von der gesamten Moorwaldfläche der Republik entfällt etwa ein Drittel auf Übergangsmoorwälder, die zu den wichtigsten forstwirtschaftlichen entwässerungsbedürftigen Objekten gezählt werden müssen. Die Entwässerung dieser Wälder wurde schon Ende des vorigen und Anfang des laufenden Jahrhunderts in grösserem Umfang in Angriff genommen. Besonders intensiv werden diese Waldentwässerungsarbeiten aber in unseren Tagen durchgeführt.

Die Wälder (der V.$^{a}$ oder einer niedrigeren Bonitätsklasse) der natürlichen Übergangsmoore bestehen hauptsächlich aus Kiefer und Birke unter Beimischung von Fichte (Abb. 1).

Die schon früher entwässerten Übergangsmoorwälder bestehen zur Zeit in der Hauptsache aus Kiefer der III (II—IV) Bonitätsklasse; doch finden sich auch Fichte und Moorbirke, wobei die Fichte häufiger auf stark entwässerten, die Birke dagegen auf schwach entwässerten Böden anzutreffen ist (Abb. 2).

Die Mehrzahl der schon früher entwässerten Übergangsmoorwälder hat schon das Reifealter erreicht. Diese Wälder nehmen auf dem ganzen Territorium der Estnischen SSR bedeutende Flächen ein (in den Forstbetrieben von Jõhvi, Kurista, Võru, Viljandi,

Järvamäa u. a.). Viele Übergangsmoorwälder sind schon kahlgeschlagen worden. Wie es aus den Untersuchungen von Kollist (1955) hervorgeht, tritt nach dem Kahlschlag ein Holzartenwechsel ein. Auf den Kahlflächen der entwässerten Übergangsmoore findet eine natürliche Verjüngung hauptsächlich durch die Moorbirke statt: an Stelle von Kiefernbeständen treten nunmehr Moorbirkenbestände auf (Abb. 3). Die Untersuchungen von Hainla (1955, 1956) zeigen, dass die Produktivität der Moorbirke auf entwässerten Übergangsmooren um ein mehrfaches niedriger ist als die der Kiefer und Fichte, wodurch der unerwünschte Charakter dieses Artenwechsels nachgewiesen wird (Abb. 4 und 5).

In diesem Fall kann der unerwünschte Holzartenwechsel durch eine künstliche Verjüngung der Kahlflächen der entwässerten Übergangsmoorwälder mit Kiefer und Fichte verhütet werden. Die Erfahrung zeigt aber, dass eine Bestandesbegründung auf derartigen Flächen eine äusserst schwierige und komplizierte Aufgabe ist. In der Praxis der Forstreviere, die solche Flächen künstlich zu verjüngen suchten, stellte es sich heraus, dass die Kulturen oft nur schlecht gediehen oder gar eingingen. Die Erfahrung zeigt, dass in der Entwicklung der Kulturen die ersten Jahre nach dem Anlegen die schwierigsten sind, da sich die ungünstigen ökologischen Verhältnisse in dieser Periode besonders stark und verderblich auf die Verjüngung auswirken. Sobald diese Phase überstanden ist, entwickeln sich die übriggebliebenen Bäumchen gewöhnlich befriedigend. Es ist nicht zu verwundern, dass die Kulturen sich den Umweltbedingungen nur schwer anpassten, da die Methoden ihrer Anlage und Pflege bis in die letzte Zeit hinein noch nicht ausgearbeitet waren. Dieser Umstand ist auch die Ursache dessen, dass eine den ökologischen Verhältnissen nicht angepasste Agrotechnik angewandt wurde (die Saat oder Pflanzung von Sämlingen auf abgeplaggten und durchhackten, 0,4—0,5×0,4—0,5 m grossen Plätzen).

Aus dieser Überlegung heraus wurde im Jahre 1953 die Untersuchung der ökologischen Faktoren (Bodenverhältnisse, Pflanzendecke, Mikroklima) in Angriff genommen, um die Methoden der künstlichen Verjüngung der Kahlflächen entwässerter Übergangsmoorwälder in der Estnischen SSR auszuarbeiten. Bis in die letzte Zeit hinein war die Einwirkung des Feuchtigkeitsgehalts der Torfböden auf das Wachstum der Sämlinge erst wenig erforst, wodurch die Ausarbeitung der Methoden der künstlichen Verjüngung auf Torfböden wesentlich gehemmt war. Zwecks Ausfüllung dieser Lücke und Klarlegung der obengenannten Frage wurden Vegetationsversuche angestellt. Um die auf Grund der Erforschung der ökologischen Verhältnisse, sowie auf Grund der Ergebnisse der Vegetationsversuche gezogenen Folgerungen

zu überprüfen und konkrete Methoden der künstlichen Verjüngung ausfinding zu machen, wurden Forstkulturversuche mit Kiefer und Fichte unternommen.

Zur Charakteristik der Bodenverhältnisse wurde die Mächtigkeit der Torfschicht, die Zusammensetzung des Torfes, der Zersetzungsgrad (makroskopisch nach P. D. Warlygin), der Aschengehalt und die Azidität (pH-Zahlen im KCl-Auszug) bestimmt. Periodisch wurde die Feuchtigkeit des Oberflächentorfes (bis zu einer Tiefe von 15—20 cm) festgestellt und der Grundwasserstand gemessen. Die in der Arbeit gebrachten chemischen Bodenanalysen wurden im Laboratorium des Instituts für Zoologie und Botanik an der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR gemacht, die mikrobiologischen Analysen (der Proben vom 4. VI, 28. VI und 25. VII 1954) — im mikrobiologischen Laboratorium des Instituts für Pflanzenzucht an der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR. Als Ergänzung der obenerwähnten Angaben wurden zur allgemeinen Charakteristik der Bodenverhältnisse der entwässerten Übergangsmoorwälder die Ergebnisse anderer Forscher benutzt (Hainla, Kollist). Das Hauptaugenmerk war auf die das Gedeihen der Pflanzen beeinflussenden oberen Torfschichten gerichtet.

Unsere Untersuchungsobjekte, wie auch die Mehrzahl der Übergangsmoorwälder Estlands, befanden sich auf dicktorfigen Flächen (durchschnittliche Mächtigkeit des Torfes im Forstrevier Vaimastvere 3 m, im Forstrevier Oru 3,6 m) — ausgenommen die Versuchsflächen des Forstreviers Sõmerpalu, wo die durchschnittliche Mächtigkeit des Torfes nur 0,5 m betrug. Die geringere Tiefe des Moores im letztgenannten Gebiet übt aber auf die Waldverjüngung keinen deutlich wahrnehmbaren Einfluss aus, da die Wurzeln der Bäumchen auch hier den mineralischen Untergrund nicht erreichen.

Die Torflager in unseren entwässerten Übergangsmoorwäldern bestehen hauptsächlich aus Wald-Seggentorf und Wald-Schilf--Seggentorf. In der Oberschicht dominiert gewöhnlich Waldtorf, jedoch findet sich in den schwächer entwässerten Mooren auch Sphagnum- und Wollgrastorf. Der Zersetzungsgrad des Torfes schwankt gewöhnlich zwischen 30 und 45%. Die obere Torfschicht von Grundstücken, die andauernd und intensiv entwässert wurden, ist stärker zersetzt (60—70%); durch ihre dunkle Färbung und Einzelkornstruktur unterscheidet sie sich scharf von dem tiefer gelegenen helleren, weniger zersetzten, strukturlosen Torf. An andauernd und intensiv entwässerten Stellen kann die Mächtigkeit dieser Schicht 30 cm erreichen, an schwach entwässerten übersteigt sie nicht einige Zentimeter und ist schwerer zu erkennen. In Übergangsmoorwäldern, die längere Zeit entwässert wurden,

findet sich unter der Moosdecke eine für Waldböden charakteristische, einige Zentimeter mächtige Streuschicht.

Die Angaben über den Aschengehalt des Torfes zeigen, dass der Aschengehalt der oberen Schichten unter dem Einfluss einer andauernden Entwässerung bedeutend höher ist als der der niedriger gelegenen (Tab. 2, Abb. 3).

Aus den Angaben der chemischen Bodenanalysen (Tab. 3) ist zu ersehen, dass dem jähen Ansteigen des Aschengehalts nicht immer eine Erhöhung der Hauptnährstoffvorräte entspricht. Das Ansteigen des Aschengehalts wird hauptsächlich durch die Ansammlung eines den Pflanzen wenig nutzbringenden Überschusses an Silizium- und Eisenverbindungen hervorgerufen. In den oberen stark zersetzten Schichten ist der Phosphor- und Kalkgehalt höher als in den tiefer gelegenen, die schwächer entwässert werden. In den von uns untersuchten Torfböden war der Kalkgehalt hoch, was hauptsächlich durch den karbonatischen Untergrund bedingt war.

Wie für alle Torfböden, so ist auch für die Böden der entwässerten Übergangsmoorwälder Estlands ein hoher Stickstoffgehalt charakteristisch. Die Menge der pflanzenverfügbaren Stickstoffverbindungen hängt von der Intensität der Entwässerung ab (Tab. 4). So betrug z. B. am 4. Juni 1954 der $NO_3$-Gehalt (in 100 g Trockensubstanz) auf dem Kahlschlag eines seit längerer Zeit entwässerten Übergangsmoores im Forstrevier Vaimastvere in unmittelbarer Nähe des Grabens in einer Tiefe von 5—20 cm 38,9 mg und in einer Tiefe von 20—40 cm 16,7 mg, fern vom Graben jedoch entsprechend 14,8 mg und 10,4 mg. Daraus ist zu ersehen, dass sich die Ansammlung von pflanzenverfügbarem Stickstoff in den oberen Schichten infolge der Entwässerung bedeutend vergrössert. Durch das Fällen des Waldes vergrössern sich auch die Nitratstickstoffvorräte. So war am selben Tage( am 4. Juni 1954) und auf derselben Fläche der $NO_3$-Gehalt unter Altbestand in der Nähe des Grabens geringer: in einer Tiefe von 5—10 cm 22,3 mg und in einer Tiefe von 20—40 cm 11,3 mg.

Aus den mikrobiologischen Analysen (Tab. 5) geht hervor, dass in der oberen Torfschicht der Böden der andauernd entwässerten Übergangsmoorwälder sowohl ammonifizierende als auch nitrifizierende Bakterien vorkommen. Nitrifizierende Bakterien fanden sich vorwiegend in der oberen, gut durchlüfteten Schicht, während tiefer praktisch keine mehr gefunden wurden. Durch die Tätigkeit der nitrifizierenden Bakterien ist auch der höhere Gehalt an Nitratstickstoff in der Oberschicht zu erklären.

Nach den Angaben von Hainla schwankt die pH-Zahl in den Torfböden der entwässerten Übergangsmoore Estlands zwischen 4 und 5, nach unseren Angaben können aber auch höhere Kenn-

ziffern beobachtet werden. Nach Literaturangaben ist eine solche Azidität des Bodens für Nadelhölzer günstig.

Die uns zur Verfügung stehenden Angaben lassen — zusammenfassend — den Schluss ziehen, dass der Gehalt an wichtigsten Nährstoffen und die Azidität der Torfböden der Übergangsmoorwälder für das Gedeihen der Bäume günstig ist. Daraus folgt, dass die Hauptbodenfaktoren, die bei der Verjüngung unbedingt in Betracht gezogen werden müssen, vor allem der Wasserhaushalt und die physikalischen Eigenschaften des Bodens sind.

In der vorliegenden Arbeit wird der Wasserhaushalt der untersuchten Kahlschläge im Zusammenhang mit den Vegetationsversuchen und der Einfluss der physikalischen Eigenschaften im Zusammenhang mit der Erscheinung des Auffrierens der Kulturen eingehend betrachtet.

Bei den Aufnahmen der Pflanzendecke wurde meist die Linientaxation angewandt. Dabei wurden zur Charakteristik der zu untersuchenden Fläche in bestimmten Abständen (10 m) 25 kleine Probeflächen (4 m² gross) analysiert. Auf jeder Probefläche wurden alle betreffenden Pflanzenarten und ihr Deckungsgrad notiert. Wenn nötig, wurde auch die Vitalität der einzelnen Arten vermerkt. Auf Grund des Materials wurde der mittlere Deckungsgrad der Pflanzenarten unter verschiedenen Bedingungen, sowie ihre Stetigkeit bestimmt. Ausserdem wurden auch einige grössere Aufnahmeflächen (100 m²) benutzt. Auf jeder von ihnen wurden 3 Probeflächen (10 m²) analysiert und ihre durchschnittlichen Kennziffern berechnet. Bei der Bestimmung des Deckungsgrades wurde die erweiterte (mit 7 Gradeinteilungen) Hult — Sernander — Skala (nach Masing, 1953) angewandt.

Bei der Analyse der natürlichen Verjüngung wurden bandförmige Probeflächen benutzt, wo alle Bäumchen gezählt und ihre Höhe gemessen wurde.

Auf Grund des gesammelten Materials über die Bodenvegetation (Tab. 6—9) und die natürliche Verjüngung (Tab. 10 und 11) lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Im Altbestand der entwässerten Übergangsmoore besteht die Moosschicht hauptsächlich aus gewöhnlichen Waldmoosen (*Hylocomium proliferum, Pleurozium Schreberi, Rhytidiadelphus triquetrus, Dicranum undulatum* u. a.), die Krautschicht jedoch aus schattenliebenden Kräutern (*Majanthemum bifolium, Pyrola* sp. sp., *Oxalis acetosella, Dryopteris spinulosa, Athyrium filix-femina*). Ausser den genannten Arten findet sich häufig *Vaccinium vitis-idaea*, seltener *Vaccinium myrtillus* und stellenweise in der Nähe von Gräben, wie ein dicker Teppich, *Lycopodium annotinum* (Abb. 7 und 8). In der Strauchschicht dominiert *Rhamnus frangula* mit Beimischung von *Sorbus aucuparia* und *Juniperus communis*.

Auf schwach entwässerten Grundstücken sind in der Vegetationsdecke Torfmoose, *Eriophorum vaginatum*, *Carex* sp. sp. und andere für nicht entwässerte Moore charakteristische Pflanzen vorherrschend.

2. Als Ergebnis von Kahlschlägen finden in der Pflanzendecke der entwässerten Moore schnelle und beträchtliche Veränderungen statt. In der ersten Vegetationsperiode nach dem Kahlhieb sterben die schattenliebenden Kräuter und Moose aus (der Deckungsgrad der Krautschicht beträgt zum Ende Vegetationsperiode nicht mehr als 20—30%) (Abb. 9—11) und schon in der zweiten Vegetationsperiode bedecken sich die Kahlschlagflächen mit einer üppigen Kräutervegetation (Deckungsgrad der Schicht bis 80%) (Abb. 12—18). Die Kahlvegetation fehlt nur noch auf kleinen Bodenerhebungen um die Baumstümpfe herum, wo die Decke entweder schon tot ist oder aber aus Waldmoosen und Preiselbeeren geringer Vitalität besteht (Abb. 19). Verhältnismässig lange bleiben auch Stellen, die mit dichtem Waldbärlapp bedeckt sind, ohne Kräutervegetation, die sich dort nicht vor dem Ende der dritten Vegetationsperiode nach dem Kahlhieb ansiedelt.

3. Der Artenbestand der auf den Kahlschlagflächen erscheinenden Kräutervegetation hängt vom Intensitätsgrad der Entwässerung ab. Auf intensiv entwässerten Flächen (in der Nähe von Gräben) dominieren neben Gräsern (*Deschampsia caespitosa, Agrostis canina, Calamagrostis arundinacea*) nitrophile Pflanzen (*Chamaenerion angustifolium, Rubus idaeus, Urtica dioica* und *Rubus saxatilis*). Die Krautschicht der schwach entwässerten Kahlschlagfläche ist durch reichliches Vorkommen von *Molinia coerulea, Eriophorum vaginatum, Epilobium roseum, E. palustre* und Seggen- (*Carex*-) Arten gekennzeichnet.

Bei einer guten Nitrifikation des entwässerten Torfbodens ist das Wachstum der Pflanzen sehr intensiv und sie werden recht gross (so erreicht z. B. *Chamaenerion angustifolium* eine Höhe von 2 m und *Molinia coerulea* eine Höhe von 1½ m).

4. Ausser den Kräutern erscheinen auf den Kahlschlagflächen der entwässerten Übergangsmoorwälder viele Baumarten und Sträucher. Von den Bäumen dominiert die forstwirtschaftlich wenig wertvolle Moorbirke (bis 80 000 Stück je ha), während die Fichte und die Kiefer in geringer Zahl anzutreffen sind (Abb. 20—22). Von den Sträuchern sind *Rhamnus frangula* und Weiden- (*Salix*-) Arten vorherrschend, seltener finden sich *Sorbus aucuparia, Juniperus communis* und — an schwach entwässerten Stellen — *Betula humilis*. In den ersten Jahren nach dem Kahlhieb spielen die Holzarten und Sträucher im Pflanzenbestand keine grosse Rolle, doch kommt ihnen mit dem Altern der Kahlschlagfläche immer grössere Bedeutung zu.

5. Der dichte Pflanzenbestand, der Kräuter sowie Baum- und Straucharten einschliesst, übt einen negativen Einfluss auf das Wachstum und die Entwicklung der Forstkulturen aus. In den ersten Jahren nach dem Kahlhieb (bis zu einem Alter von 2—3 Jahren) ist die Krautvegetation von ausschlaggebender Bedeutung, auf den alten Kahlflächen dagegen üben die Bäume und Sträucher, die nicht vor dem vierten Jahr nach dem Kahlhieb über die Krautschicht hinüberzuwachsen beginnen, einen grossen Einfluss aus.

6. In Anbetracht der Dynamik des Erscheinens von Kräutern, Baumarten und Sträuchern ist es unbedingt notwendig, die Verjüngung mit Kiefer (unempfindlich gegen Spätfröste) unmittelbar nach dem Kahlhieb, vor dem Erscheinen der Krautvegetation, vorzunehmen. Wegen des starken Graswuchses sind Pflanzungen den Saaten vorzuziehen, wobei unbedingt kräftiges Pflanzgut zu verwenden ist. Die Durchführung dieser Massnahmen befähigt die Kulturen, gegen die Unkrautvegetation und gegen wertlose Holzarten erfolgreich anzukämpfen. Es ist unbedingt notwendig, die Stellen ohne Graswuchs um die Baumstümpfe herum maximal auszunutzen.

*

Das Mikroklima ist ein wesentlicher Faktor, der das Gedeihen und die Entwicklung der Forstkulturen auf entwässerten Mooren bedingt. Zur Erforschung des Mikroklimas wurden Messungen im Forstrevier Vaimastvere des Forstbetriebs Kurista auf der Kahlfläche (von 1952/1953) eines Ende des vorigen Jahrhunderts entwässerten Übergangsmoorwaldes vorgenommen (Abb. 23).

Während der Vegetationsperiode des Jahres 1953 wurden die Messungen vom 10. Mai bis zum 10. August an zwei Messungsstellen ausgeführt: 1) in einer Entfernung von 10 m vom Entwässerungsgraben (mittlerer Grundwasserstand während der Beobachtungsperiode 23 cm) (Abb. 24) und 2) in einer Entfernung von 60 m vom Entwässerungsgraben (oberflächennaher Grundwasserspiegel, mittlere Tiefe 5 cm). An diesen Messstellen fanden die Beobachtungen täglich um 8, 14 und 20 Uhr statt. Dabei wurden Temperatur und Luftfeuchtigkeit in einer Höhe von 10 und 150 cm gemessen, auch die Temperatur an der Bodenoberfläche und die Bodentemperatur in 5, 10, 15 und 20 cm Tiefe, die Temperaturminima und -maxima an der Oberfläche unbearbeiteter Böden, dann auf 0,7×0,7 grossen Plätzen, wo nur die Moosschicht entfernt war, und endlich auf abgeplaggten und durchhackten Plätzen, d. h. auf gewöhnlich bearbeiteten Böden. Diese Bodenarbeitungsweisen wurden auch bei Versuchskulturen angewandt.

In kürzeren Zeitabschnitten wurden auch die Extreme der Lufttemperatur in verschiedener Höhe gemessen (vom 11.VI bis zum

28 VI in einer Höhe von 0, 2, 5, 10 und 20 cm und vom 21. VII bis zum 30. VII in einer Höhe von 0, 20, 50 und 100 cm über dem Boden).

Während der Vegetationsperiode des Jahres 1954, im zweiten Jahr nach dem Kahlhieb, wurden vom 27. Mai bis zum 26. Juni (Abb. 25) Beobachtungen auf derselben Kahlfläche angestellt. Gleichlaufend wurden auch Beobachtungen im angrenzenden Moorbirkenjungwuchs (Höhe 3—4 m, Bestandesschluss 0,8) durchgeführt. Die Messungsstellen befanden sich im Vergleich zu den Messungsstellen des Jahres 1953 auf intensiver entwässerten Flächen (mittlerer Grundwasserstand an der dem Entwässerungsgraben am nächsten gelegenen Messungsstelle 65 cm, an der am weitesten entfernten 18 cm und im Moorbirkenjungwuchs 37 cm). In der Beobachtungsperiode des Jahres 1954 wurden nur die Temperaturmaxima und -minima an der Bodenoberfläche (auf unbearbeitetem Boden und auf 0,7×0,7 m grossen abgeplaggten und durchhackten Plätzen) und in 1,5 m Höhe gemessen.

Bei der Bearbeitung der erhaltenen Angaben wurde eine Reihe von Gesetzmässigkeiten festgestellt. Das Hauptaugenmerk wird in der vorliegenden Arbeit auf die Temperaturextreme an der Bodenoberfläche und in der bodennahen Luftschicht gerichtet, da gerade diese Temperaturen auf das Anwachsen und die Entwicklung der Kulturen den grössten Einfluss ausüben.

Die Ergebnisse der in den Jahren 1953 und 1954 ausgeführten Messungen der Minimal- und Maximaltemperaturen werden in den Tabellen 12—17 gebracht.

Aus den erhaltenen Angaben lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Je nach dem unterschiedlichen Grundwasserstand auf den Kahlschlägen der Übergangsmoorwälder sind die Temperaturverhältnisse auf stärker entwässerten Flächen für das Wachstum der jungen Bäume ungünstiger als auf weniger stark entwässerten (Abb. 26, 27 und 30). Dieses äussert sich in den extremen Maximal- und Minimaltemperaturen, wobei die niedrigsten Minimaltemperaturen an der Bodenoberfläche und in der bodennahen Luftschicht (bis zu einigen zehn Zentimetern über dem Erdboden) beobachtet werden (Tab. 15).

2. Die Werte der Temperaturextreme und die Häufigkeit schädlicher Temperaturextreme sind durch die tote und lebende Bodendecke der Kahlflächen wesentlich bedingt (Abb. 27 und 28). Die tote Moosdecke auf frischen Kahlschlägen wirkt isolierend und verschlechtert die mikroklimatischen Verhältnisse. Die Beseitigung dieser Bodendecke wirkt sich günstig aus, da dadurch die Temperaturschwankungen an der Bodenoberfläche geringer werden. Aus den Angaben über die Bodentemperaturen

des Jahres 1953 (Tab. 18 und 19, Abb. 33 und 34) ist zu ersehen, dass nach Beseitigung der isolierenden Moosdecke die täglichen Temperaturschwankungen im Boden grösser wurden (in der Beobachtungsperiode des Jahres 1953 waren z. B. die täglichen Schwankungen auf dem Platz in einer Tiefe von 5 cm durchschnittlich um 1,6° grösser als in derselben Tiefe auf unbearbeitetem Boden; während derselben Periode betrugen die täglichen Temperaturschwankungen auf dem Platz in einer Tiefe von 20 cm durchschnittlich 0,3°, auf unbearbeitetem Boden jedoch 0,1°).

3. Bei einem verhältnismässig tiefen Grundwasserspiegel (von einigen zehn Zentimetern angefangen) hängen die Temperaturextreme an der Bodenoberfläche mehr vom Charakter der toten und lebenden Bodendecke ab als von der unterschiedlichen Tiefe des Grundwasserstandes. Bei oberflächennahen Grundwasserspiegeln (die obersten Bodenschichten und die Moosdecke feucht oder wassergesättigt) ist aber der Einfluss der Bodendecke von keiner wesentlichen Bedeutung. Ein Moorbirkenschirm wirkt auf die täglichen Temperaturschwankungen an der Bodenoberfläche stark ausgleichend, da er die Temperaturextreme mildert (Tab. 16 und 17) und die Spätfrostgefahr während der Vegetationsperiode praktisch beseitigt.

4. Durch unsere Beobachtungen (drei verschiedene Bodenzustände auf frischen Kahlflächen) wurden die ungünstigsten Temperaturverhältnisse, bedingt durch die isolierende Wirkung der toten Moosdecke, auf unbearbeitetem Boden festgestellt. Die günstigsten Temperaturverhältnisse konnten auf abgeplaggten und durchlockerten Plätzen beobachtet werden, mehr oder weniger günstige aber an Plätzen, wo die Moosschicht abgezogen war, jedoch die übriggebliebene isolierend wirkende Waldstreuschicht noch Einfluss ausübte (Tab. 12, 13, 16, 17; Abb. 28, 29, 31, 32).

5. In Anbetracht dessen, dass auf den Kahlflächen der entwässerten Übergangsmoorwälder oft für die Keimlinge schädliche Temperaturextreme vorkommen und dass an der Bodenoberfläche und in der bodennahen Luftschicht besonders ungünstige Temperaturverhältnisse herrschen, sind Pflanzungen auf solchen Kahlflächen den Saaten vorzuziehen. Gepflanzte Bäumchen (Sämlinge und verschulte Pflanzen) sind Temperaturextremen gegenüber widerstandsfähiger als Keimlinge; sie wachsen schneller über die nachteilige bodennahe Luftschicht hinaus (die Vorzüge der Bodenvorbereitung können nicht ausgenutzt werden, da dieses eine gefährliche Erscheinung — nämlich Barfrost — hervorrufen kann). In spätfrostempfindlichen Fichtenkulturen ist die Schutzwirkung des Moorbirkenschirmes auszunutzen (bei Jungwuchspflege sind nur solche Birkenexemplare auszumustern, welche die Fichtenpflanzen sichtlich unterdrücken).

Zur Erforschung der Wirkung, die der Feuchtigkeitsgehalt der Torfböden auf das Wachstum der Kiefern- und Fichtenkeimlinge ausübt, wurden in den Jahren 1953 und 1954 Gefässversuche angestellt. Die bei den Versuchen benutzten Torfböden stammten aus dem Forstrevier Vaimastvere des Forstbetriebs Kurista, aus einen Übergangsmoorwalde, der am Ende des vorigen Jahrhunderts entwässert wurde. Im Jahre 1953 wurden Gefässversuche mit gut zersetztem, unmittelbar unter der Waldstreuschicht gelegenem Torfboden (Boden A) ausgeführt, im Jahre 1954 wurde bei den Versuchen ausserdem noch der niedriger gelegene weniger zersetzte Torfboden benutzt (Boden B). Die Angaben über die bei den Versuchen benutzten Torfböden sind folgende:

| Jahr | Torfart | Zersetzungsgrad (%) | Maximale Wasserkapazität (%) | Aschengehalt (%) | pH |
|---|---|---|---|---|---|
| 1953 | Seggen-Waldtorf (A) | 70 | 437 | 11,80 | 5,19 |
| 1954 | „ | 70 | 395 | 11,59 | 5,21 |
| „ | Schilf-Wald-Seggentorf (B) | 45 | 640 | 8,19 | 5,40 |

Die Vegetationsversuche des Jahres 1953 wurden bei einem Bodenfeuchtigkeitsgehalt von 20, 40, 60, 80 und 100% der Sättigung der maximalen Wasserkapazität ausgeführt (Tab. 23). Da der Feuchtigkeitsgrad schon zu Beginn der Versuche dem im Schema vorgesehenen entsprach, war es möglich, den Einfluss der Bodenfeuchtigkeit auf die Keimfähigkeit der Fichten- und Kiefernsamen zu verfolgen. Nach der Gefässmethode wurde auch der Welkungskoeffizient festgestellt. Am Ende des Versuchs wurde auch das Frisch- und Trockengewicht der Keimlinge bestimmt.

Die Versuche des Jahres 1953 waren gewissermassen vorbereitender Art.

Im Jahre 1954 wurden Versuche mit Boden A bei 9 Feuchtigkeitsgraden — von 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 und 100% — und mit Boden B bei 5 Graden — von 20, 40, 60, 80 und 100% der Sättigung der maximalen Wasserkapazität ausgeführt. Bis zum Erscheinen der Keimpflanzen wurde der Feuchtigkeitsgrad in allen Gefässen auf einer Höhe von 60% gehalten, darauf fing man an, sie nach dem Schema zu begiessen. Die Versuche wurden in drei Wiederholungen durchgeführt (Tab. 24).

Der Wasserverlust durch Transpiration während der einzelnen Perioden (in g je Pflanze) wurde durch Wägen der Versuchsgefässe festgestellt, deren Bodenoberfläche mit einer Mischung von

Paraffin und Vaselin bedeckt wurde. Unter Laborbedingungen wurden die Transpirationswerte (in mg je 1 g Frischgewicht in 1 Stunde) nach der Momentanmethode (kurzfristige Wägungen an abgeschnittenen Pflanzenteilen) mit Hilfe der Analysenwaage festgestellt. Ausserdem wurde der Chlorophyllgehalt in den Nadeln und der Gehalt an Eiweissstickstoff in den oberirdischen Teilen bestimmt. Nach Abschluss der Versuche wurde das Frisch- und Trockengewicht der oberirdischen Teile und der Wurzeln der Sämlinge, aber auch ihr Aschengehalt festgestellt.

Die Ergebnisse der Gefässversuche dienten als Grundlage zur Bewertung der Angaben, die bei Feuchtigkeitsbestimmungen auf den Kahlflächen erhalten wurden.

Die Versuchsergebnisse lassen folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Die Keimfähigkeit der Kiefern- und Fichtensamen und das Wachstum der Sämlinge hängt in einem bedeutenden Masse vom Feuchtigkeitsgrad der Torfböden ab. Die Unterschiede im Wassergehalt des Bodens wirken sich auf den morphologischen Bau der Sämlinge, auf ihre biologischen Prozesse (Transpiration) und chemischen Merkmale (Chlorophyllgehalt und Eiweissstickstoff-Gehalt) aus.

2. Auf gut zersetztem (70%) Torf stellt eine Feuchtigkeit von 60—80% der grössten Wasserkapazität die optimale Feuchtigkeit für die Keimfähigkeit der Kiefern- und Fichtensamen dar. Die Kennziffern der Keimfähigkeit sinken bei einer Zu- oder Abnahme der Feuchtigkeit (Tab. 26; Abb. 36 und 37).

3. Die Wachstumsintensität der Kiefern- und Fichtenkeimlinge auf Torfböden (durch ihr Frisch- und Trockengewicht ausgedrückt) ist bei einer Feuchtigkeit von 60—80% der grössten Wasserkapazität am höchsten. Bei einer Zu- oder Abnahme der Feuchtigkeit verschlechtern sich die Wachstumskennziffern (Tab. 27, 28 und 29).

4. Die Wurzelentwicklung der Kiefern- und Fichtenkeimlinge steht mit der Feuchtigkeit der Torfböden in engem Zusammenhang. Das Wurzelsystem von Keimlingen, die bei einem Feuchtigkeitsgrad von 60—80 (—90)% der grössten Wasserkapazität heranwuchsen, war am besten entwickelt (Abb. 38 und 39).

5. Die Transpiration der Kiefern- und Fichtenkeimlinge war bei einer Feuchtigkeit von 60—90% der grössten Wasserkapazität am höchsten. Bei einer Zu- oder Abnahme der Bodenfeuchtigkeit über die genannten Grenzen hinaus nahm die Transpiration jäh ab (Tab. 30 und 31; Abb. 40). Die geringste Transpiration wurde bei einem sich dem Welkungskoeffizienten nähernden Feuchtigkeitsgrad beobachtet (20% der grössten Wasserkapazität).

6. Der höchste Chlorophyll- und Eiweissstickstoff-Gehalt konnte in den Nadeln der Kiefernkeimlinge bei einer Feuchtigkeit von 60%

und in denen der Fichte bei einer Feuchtigkeit von 60—80% der grössten Wasserkapazität nachgewiesen werden. Sowohl zu hohe Wassersättigungsgrade als auch Wassermangel wirken sich auf den Chlorophyllgehalt der Nadeln ungünstig aus. Keimlinge, die bei einem Feuchtigkeitsgrad von 100% heranwuchsen, enthielten zweimal weniger Chlorophyll als die in entgegengesetzten Verhältnissen, d. h. bei einem Feuchtigkeitsgrad von 20—30% der grössten Wasserkapazität herangewachsenen (Tab. 32 und 33).

7. Die Analyse der Angaben über die Gefässversuche gestattet die Schlussfolgerung, dass 60—80% der grössten Wasserkapazität auf den untersuchten Torfböden (A und B) für das Wachstum von Kiefern- und Fichtenkeimlingen die optimale Feuchtigkeit darstellt, dass aber die optimale in Gewichtsprozenten des Bodens berechnete Feuchtigkeit in dem gut zersetzen Boden A 70—76% und in dem weniger zersetzten Boden B 79—84% beträgt. Im gegebenen Intervall ist das optimale Wachstum der Kiefer im Vergleich zur Fichte an eine niedrigere Feuchtigkeit gebunden.

8. Der aus der grössten Wasserkapazität berechnete Welkungskoeffizient des stärker zersetzten Bodens (A — 70%) ist bedeutend höher (bei der Kiefer 15,0% und bei der Fichte 15,5%) als der Welkungskoeffizient des weniger zersetzten (45%) Bodens B (bei der Kiefer 8,8% und bei der Fichte 9,5%). Wenn wir den Welkungskoeffizienten in Prozenten des Trockengewichts oder in Gewichtsprozenten des Bodens ausdrücken, so kann keine bedeutende Differenz zwischen den durch den Zersetzungsgrad und die maximale Wasserkapazität unterschiedlichen Torfböden beobachtet werden.

9. Die Feuchtigkeitsbestimmungen haben erwiesen, dass der Wassergehalt des Torfbodens auf den Kahlflächen entwässerter Übergangsmoorwälder nur in der obersten Torfschicht bis zum Welkungskoeffizienten sinken oder sich ihm nähern kann, und zwar auch nur beim Fehlen einer isolierenden Bodendecke. In einer Tiefe von 5 cm und mehr nähern sich aber die Feuchtigkeitsverhältnisse bereits den Grenzen der für das Wachstum junger Baumpflanzen erforderlichen optimalen Bedingungen (wenn nur der Grundwasserspiegel dabei nicht so hoch ist, dass Wasserüberschuss eintritt). Bei oberflächennahem Grundwasserstand sind die Feuchtigkeitsverhältnisse auf den kleinen Bodenerhebungen um die Baumstümpfe herum günstiger (Tab. 34 und 35).

10. Die Feuchtigkeitsverhältnisse der Kahlschläge sind für Pflanzungen günstiger als für Saaten, da die letzteren in ihrer Anfangsentwicklung durch oberflächliche Bodenaustrocknung gefährdet werden können. Erreicht der Grundwasserspiegel die Wurzeltiefe der ausgepflanzten Baumpflanzen, so ist die Pflanzung auf kleinen Bodenerhebungen vorzunehmen.

Zur Kontrolle der aus der Analyse der Standortsverhältnisse und der Gefässversuche gezogenen Folgerungen, sowie auch zur Ausarbeitung von Prinzipien der künstlichen Verjüngung der Kahlflächen entwässerter Übergangsmoore sind im Frühjahr 1953 Versuchskulturen mit Fichte und Kiefer angelegt worden. Bei der Ausführung von Versuchen und der Ausarbeitung von Forstkulturmethoden wurde der Anwendbarkeit ihrer Ergebnisse in der Waldpraxis Rechnung getragen.

Zwecks Klarstellung der Auffrierungsschäden gegenüber widerstandsfähigsten Bodenzustände wurden folgende Vorbereitungsverfahren ausprobiert:

1. Der Boden wurde plätzeweise vorbereitet (0,7×0,7 m grosse abgeplaggte und bis 15 cm Tiefe durchlockerte Pflanzstellen). In Anbetracht des stärken Graswuchses auf den Kahlschlagflächen wurden Pflanzstellen grösseren Ausmasses als gewöhnlich benutzt.

2. Auf den 0,7×0,7 m grossen Pflanzstellen wurde nur die Moosdecke entfernt, die unter ihr gelegene wenig zersetzte Waldstreuschicht wurde aber nicht durchlockert. Dieses Verfahren wurde nur auf frischen Kahlflächen (in den Forstrevieren Oru und Vaimastvere) angewandt, auf vergrasten Flächen ist es nicht anwendbar.

3. Der Boden wurde vollkommen unbearbeitet gelassen, nur wurden die Pflanzstellen markiert.

4. Die Pflanzlöcher für die Pflanzung der verschulten Fichtenpflanzen wurden ausgehoben.

Von den Kulturverfahren wurden Pflanzung und Saat angewandt.

Als Pflanzgut dienten zweijährige Fichten- und Kiefernsämlinge, die nach der Spaltpflanzmethode ausgepflanzt wurden. Bei unbearbeitetem Boden wurden ausserdem noch vierjährige verschulte Fichtenpflanzen benutzt; beim Setzen wurden die Loch- und die Spaltpflanzung angewandt.

Die Analyse der ökologischen Verhältnisse und der Vergleich der Ergebnisse der Versuchskulturen zeigen, dass auf den Kahlflächen entwässerter Übergangsmoore die Pflanzungen den Saaten vorzuziehen sind. Freilich waren Pflanzenzahl und Entwicklung der Saaten im ersten Sommer gut (Abb. 43), jedoch fand schon im folgenden Jahr durch Auffrieren und üppigen Graswuchs eine Selektion statt. Auf den Versuchsflächen des Forstreviers Vaimastvere hatte sich zum Ende des zweiten Herbstes (im Jahre 1954) nur 14% der Pflanzenzahl der ersten Vegetationsperiode erhalten (Tab. 36), auf den Versuchsflächen des Forstreviers Sõmerpalu waren die Saaten vollkommen zugrundegegangen. Kompliziert ist die Pflege der Saaten, die in einem sorgfältigen

Freischneiden der Saatpflanzen von den verdämmenden Unkräutern besteht; dabei haben dichte Saaten den Vorzug, dass der Graswuchs auf den Saatplätzen behindert ist, und dass infolgedessen die Pflege sich nur auf die Unkrautbeseitigung um die Pflanzstellen herum beschränken kann.

Das Keimen und die Anfangsentwicklung der Saaten auf Plätzen, wo nur die Moosdecke entfernt wurde, waren im ersten Jahr (besonders auf gut entwässerten Flächen) nicht so erfolgreich als auf abgeplaggten und durchlockerten Plätzen. Dieser Umstand ist durch schlechtere Keimverhältnisse in der oberen Waldstreuschicht bedingt. Beim Vorhandensein von Torfmoosflecken wurden bessere Erfolge erzielt. Ein Vergleich der Barfrostschäden zeigte jedoch, dass es auch bei den Saaten zweckmässig ist, nur die Waldstreuschicht von den Pflanzstellen zu entfernen.

Ein Vergleich der bei unterschiedlichen Bodenbearbeitungsverfahren angelegten Pflanzungen hat gezeigt, dass die Pflanzung von Sämlingen auf abgeplaggten und durchackten Pflanzstellen und die Lochpflanzung verschulter Fichtenpflanzen unter den gegebenen Verhältnissen zur Anlegung von Waldkulturen nicht geeignet sind. Die auf diese Weise angelegten Kulturen litten schwer durch Barfrost (Abb. 46), wodurch die Unbrauchbarkeit dieser Verfahren erwiesen wurde. Auf weiter vom Graben entfernten, schwächer entwässerten Flächen litten die Kulturen zudem noch durch die Vertiefung der Pflanzstellen, was Wasseransammlungen verursachte und den Zustand der Kulturen wiederum verschlechterte.

Befriedigende Resultate wurden durch Pflanzung auf vollkommen unbearbeitetem Boden erzielt; in diesem Fall litten die jungen Pflanzen überhaupt nicht durch Barfrost.

Die regelrechte Ausführung der Pflanzung auf frischen Kahlflächen mit unbearbeitetem Boden ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden — es ist sorgfältig darauf zu achten, dass kein Wurzelteilchen in die Moosschicht gerät.

Auf frischen Kahlflächen hat sich ein Bodenarbeitungsverfahren als zweckmässig erwiesen, bei dem die Moosdecke von den Pflanzstellen mit dem Rechen entfernt wurde (ohne darauf folgende Auflockerung). Bei diesem Verfahren waren Barfrostschäden fast überhaupt nicht zu verzeichnen (Abb. 47). Weniger bemerkbar machte sich auch die Verschlechterung des Zustandes der Kulturen infolge von Wasserüberschuss auf schwach entwässerten Flächen. Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass dieses Bodenbearbeitungsverfahren mehr Möglichkeiten zur Kultivierung auf kleinen Bodenerhebungen bietet. Bei Anwendung der üblichen Pflanzstellenbearbeitung sind aber zwischen den Baumstümpfen

niedriger gelegene, weniger bewurzelte Stellen ausfindig zu machen.

Bei kleinwüchsigem Pflanzgut (Sämlingen) waren die Ergebnisse auf frischen Kahlflächen mit unbearbeiteten Böden schlechter als mit Böden, wo die Moosdecke plätzeweise entfernt wurde. Auch die Schädigung der Sämlinge durch Rüsselkäfer machte sich auf unbearbeiteten Böden mehr bemerkbar. Daher ist es bei Verwendung von Sämlingen erwünscht, auf frischen Kahlflächen die tote Moosdecke von den Pflanzstellen zu entfernen (besonders bei Verwendung von kleinwüchsigem Pflanzmaterial) und unbedingt Schutzmassnahmen gegen Rüsselkäfer zu treffen.

Von grosser Bedeutung für das Gedeihen der Pflanzungen ist die Qualität des Pflanzmaterials. Das Misslingen der Pflanzungen auf der Versuchsfläche des Forstreviers Sõmerpalu, wo zweijährige Fichtensämlinge in unbearbeiteten Boden gesetzt wurden, war hauptsächlich durch schwaches Pflanzmaterial bedingt. Die Untersuchung der Kulturen zeigte, dass auf den Kahlflächen entwässerter Übergangsmoore bei einer künstlichen Bestandesgründung unbedingt gesundes und kräftiges Pflanzgut zu verwenden ist (vierjährige verschulte Fichtenpflanzen, starke, wenigstens zweijährige Kiefernsämlinge); im ingegengesetzten Fall wird das Gedeihen der Kulturen, auch unter Einhaltung aller anderen Bedingungen, nicht gewährleistet. Mit gutgewachsenem Pflanzenmaterial begründete Kulturen überwinden schneller die verdämmende Krautschicht und sind daher weniger pflegebedürftig (Abb. 50—54).

Ein Vergleich der Pflanzverfahren zeigt, dass auf Kahlschlägen entwässerter Übergangsmoore Klemmpflanzung bei Kiefern- und Fichtensämlingen, ja sogar bei verschulten Fichten befriedigende Resultate ergab. Dieses Verfahren gewährleistet auf unbearbeitetem Boden die Standfestigkeit der Pflanzungen gegen Auffrieren. Dagegen können Lochpflanzungen durch Barfröste leiden und es lassen sich daher keine befriedigenden Resultate damit erzielen. Besonders schlecht war der Zustand dieser Kulturen auf schwach entwässerten Flächen.

Natürlich muss vermerkt werden, dass es bei der Klemmpflanzung vierjähriger verschulter Fichtenpflanzen zu einer gewissen Deformation des Wurzelsystems kommen kann. Allerdings haben Beobachtungen des Wurzelsystems gezeigt, dass diese Deformation in Anbetracht der physikalischen Eigenschaften der gut zersetzten Torfböden von keiner wesentlichen Bedeutung ist; die Fichte entwickelt sehr bald eine den Bodenverhältnissen entsprechende Wurzelung. Das intensive Wachstum der oberirdischen Teile der nach diesem Pflanzverfahren gesetzten Bäumchen zeigt deutlich das normale Funktionieren der Wurzeln

(Abb. 49). Da das gegebene Pflanzverfahren auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus effektiv ist, so ist es für weitere Betriebsversuche auf Kahlflächen entwässerter Übergangsmoore zu empfehlen. Es sei noch vermerkt, dass bei Klemmpflanzung auf schwach entwässerten Flächen die natürlichen kleinen Bodenerhebungen um die Baumstümpfe herum ausgenutzt werden können (Abb. 48). Beobachtungen haben gezeigt, dass die jungen Pflanzen auf diesen kleinen Bodenerhebungen bedeutend besser wachsen als an niedrig gelegenen Stellen, wo sie öfters durch Wasserüberschuss geschädigt werden. Die Grasdecke um die Baumstümpfe herum ist spärlich, sie kann auch vollkommen fehlen.

Dabei ist es unbedingt notwendig, die Pflanzstellen zu markieren. Bei Versuchskulturen hat es sich herausgestellt, dass es ohne Markierung nicht möglich ist, den Zustand der Kulturen zu beobachten und die nötige Pflege durchzuführen. Es ist zweckmässig, für die Markierung starke Pfähle, die $^3/_4$ m über den Erdboden hinausragen, zu verwenden.

Die Kulturpflege besteht hauptsächlich in der Beseitigung der konkurrierenden Bodenflora um die Bäumchen herum, was am besten durch Freischneiden geschieht. Das Ausreissen der verdämmenden Unkräuter kann Beschädigungen der Baumpflanzen und Barfrostgefahr hervorrufen. Pflanzungen auf frischen Kahlflächen bedürfen im allgemeinen im ersten Wachstumsjahr keiner Pflege. Im zweiten Jahr nach dem Kahlhieb muss gewöhnlich wegen des intensiv auftretenden Forstunkrauts mit der Pflege begonnen werden.

Die Zahl der je Hektar verwendeten Pflanzen soll 2000—4000 nicht übersteigen, da auf den Kahlflächen entwässerter Übergangsmoore die Moorbirke einen normalen Bestandesschluss durch reichliche natürliche Verjüngung gewährleistet. Im Interesse der kultivierten Holzart ist es notwendig, fernerhin den Artenbestand durch Pflegehieb zu regulieren.

## Sisukord


Eessõna . . . . . 5
Sissejuhatus . . . . . 7

*Mullastikutingimused* . . . . . 15

*Taimkate ja looduslik uuendus ning nende tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast* . . . . . 24
1. Kirjanduse ülevaade . . . . . 24
2. Katsete metoodika . . . . . 25
3. Taimkatte muutumine pärast lageraiet ja selle tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast . . . . . 26
4. Raiumisjärgne raielankide looduslik uuenemine ja selle tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast . . . . . 46
Järeldused . . . . . 50

*Mikroklimaatilised tingimused ja nende tähtsus kunstliku uuendamise seisukohast* . . . . . 52
1. Kirjanduse ülevaade . . . . . 52
2. Vaatluspunktide kirjeldused ja vaatluste metoodika . . . . 58
3. Maksimum- ja miinimumtemperatuurid maapinnal ja maapinnalähedases õhukihis . . . . . 62
4. Temperatuuritingimused pealmistes mullakihtides . . . . 74
5. Õhutemperatuur ja õhuniiskus . . . . . 79
Järeldused . . . . . 81

*Turvasmuldade niiskus ning selle mõju männi- ja kuusetõusmetele* . . 83
1. Kirjanduse ülevaade . . . . . 83
2. Uurimise metoodika . . . . . 94
3. Männi- ja kuusetõusmete abil määratud turvasmuldade närbumisniiskused . . . . . 100
4. Männi- ja kuusetõusmete idanemise sõltuvus turvasmulla niiskusesisaldusest . . . . . 101
5. Männi- ja kuusetõusmete kõrguse ning toor- ja kuivkaalu olenevus turvasmulla niiskusest . . . . . 103
6. Turvasmulla niiskusesisalduse mõju männi- ja kuusetõusmete transpiratsioonile . . . . . 109

7. Männi- ja kuusetõusmete klorofülli-, valgulise lämmastiku ja tuhasisalduse olenevus turvasmulla niiskusest . . . . . 111
8. Kuivendatud siirdesoometsade raiestike pealmiste turbakihtide niiskusesisalduse hinnang vegetatsioonikatsete tulemuste alusel 112
Järeldused . . . . . 117

*Kuivendatud siirdesoometsade raiestike kunstliku uuendamise viisidest* . 119
1. Kirjanduse ülevaade . . . . . 119
2. Katsekultuuride rajamine . . . . . 129
3. Külvi teel rajatud kultuuride kasvamaminek . . . . . 132
4. Istutamise teel rajatud kultuuride kasvamaminek ja areng . . 139
Järeldused . . . . . 156
Kirjandus . . . . . 158

**Об условиях и способах искусственного возобновления вырубок на осушенных переходных болотах.** *Резюме.* . . . . . 166

**Über die Bedingungen und Methoden der künstlichen Verjüngung von Kahlflächen auf entwässerten Übergangsmooren.** *Zusammenfassung* 182

Рийспере Уно Рихардович

ОБ УСЛОВИЯХ И СПОСОБАХ ИСКУССТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ВЫРУБОК НА ОСУШЕННЫХ ПЕРЕХОДНЫХ БОЛОТАХ

На эстонском, русском и немецком языках

Редакционно-издательский совет
Академии наук Эстонской ССР
Таллин, ул. Кохту, 6

*

TKN toimetaja S. Sündema.

Tehniline toimetaja E. Toomsalu.

Korrektor I. Jeletsky.

Ladumisele antud 14. IX 1961. Trükkimisele antud 30. XII 1961. Paber 60×90, 1/16. Trükipoognaid 12,5. Arvutuspoognaid 13,22. Trükiarv 800. MB-10305. Tellimise nr. 8036. Hans Heidemanni nimeline trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I

Hind 1 rbl. 8 kop.

RbL 1.08

A 3.
21920

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00962281 4