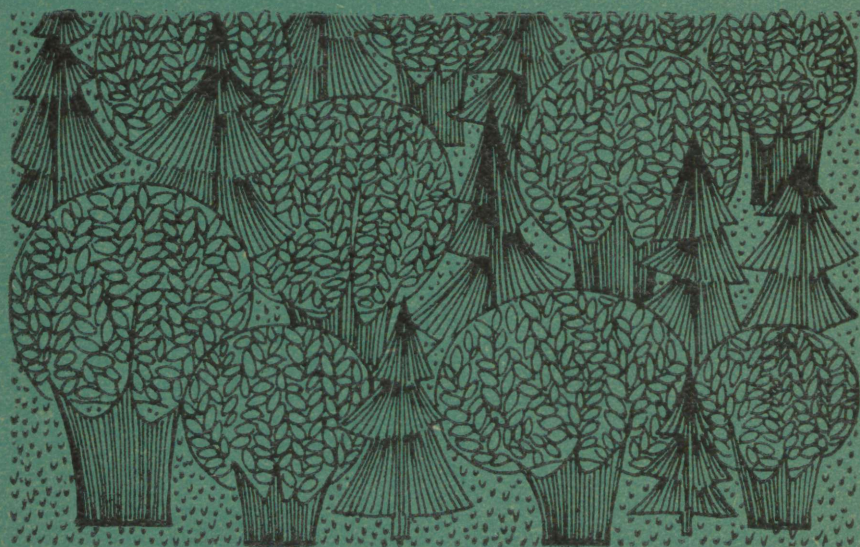


M. VAUS

**Eesti põlevkivi-
karjääride
pinnaste
metsa-
kasvatustlikud
omadused**



A-31125_{II}

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TALLINNA BOTAANIKAAED

18V

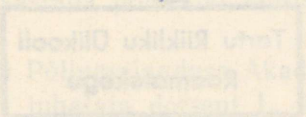
M. VAUS

Kaasa antakse 1 kopeer

ESSONA

EESTI PÕLEVKIVIKARJÄÄRIDE PINNASTE METSAKASVATUSLIKUD OMADUSED

... ja metsakultuure. Kuna beemle püüi läheneda ...
... lekselt siis ei ole see üldiselt osad küsitud põhilikkudega ...
... millest oleksid võimalikud vastavad eriarvutused. Ka ei ole ...
... vähele uuritud mõningaid eriti põlvkondade allteemaid. Selles ...
... uurimata arvata autorid koosolev töö võib olla kasulik ...
... uurimistöö sooritamisel ning selle tulemused ...
... teaduslikult ...



78008

... Tallinna Botaanika aed ...
... Kirjastus «Valgus» ...

KIRJASTUS «VALGUS» • TALLINN 1970

Kaane kujundas E. Tali

Tänapäeval kaasneb paljude maapõuevarade kaevandamisega paratamatusena vähetootlike, esteetiliselt vähepakkuvate ammen-
datud karjääriväljade tekkimine. Nii on see ka Eesti NSV põlev-
kivibasseinis. Läbitöötatud karjääriosade uuesti kasutusele võt-
misega seotud küsimused leiavadki käsitlemist käesolevas raama-
tus. Raamatus antakse ülevaade karjääripuistangute looduslike
tingimuste tundmaõppimiseks tehtud uurimustest. Peamine tähele-
panu on pööratud mullastikuliste tingimustele ning nende
analüüsimisele esmajoones karjääripuistangute metsastamise
aspekti silmas pidades.

Raamat on mõeldud metsanduse alal töötajaile, metsandus-
likust ja mullateaduslikust uurimistööst huvitatuile.

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

78069

EESSÖNA

Ammendatud põlevkivikarjääride puistangute metsastamisvõimaluste ja nende taimekasvatustlike omaduste uurimise järele tekkis meie vabariigis vajadus seoses uute suurte põlevkivikarjääride projekteerimise ja käikulaskmisega. Hiljem, kui selgus, et puistangutele istutatud metsakultuurid kasvavad ja arenevad rahuldavalt, kaotas esimene probleem osa oma esialgsest tähtsusest.

Kavandatud territooriumide otstarbekas kasutamine kas põlluvõi metsamajanduses või mõnel muul viisil eeldab valitsevate looduslike tingimuste tundmaõppimist. Sel eesmärgil uuris käesoleva töö autor aastail 1963—1966 põlevkivikarjääride puistangute füüsikalisi ja keemilisi omadusi ning puistanguil kasvavat taimestikku ja metsakultuure. Kuna teemale püüti läheneda komplekselt, siis ei ole töö üksikud osad käsitletud põhjalikkusega, millist oleksid võimaldanud vastavad eriuurimised. Ka ei ole piisavalt uuritud mõningaid eriti töömahukaid allteemasid. Sellest hoolimata arvab autor, et käesolev töö võib olla kasulik edasise uurimistöö suunamisel ning töös väljatoodud järeldused aitavad otstarbekamalt metsastada põlevkivi lahtisel kaevandamisel tekkinud puistanguid.

Töö valmis Eesti Põllumajanduse Akadeemia mullateaduse ja agrokeemia kateedri juhataja dotsent L. Reintami juhendamisel. Samuti on autorit rohkesti abistanud sama kateedri vanemõpetaja R. Sepp. Neile kuulub autori kõige siiram tänu.

Palju tänu võlgneb autor ka TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi kollektiivile eesotsas direktor H. Habermaniga ning TA Tallinna Botaanikaia kollektiivile eesotsas direktor A. Pukiga, kes võimaldasid töö läbiviimist ning abistasid autorit väärtuslike nõuannetega.

SISSEJUHATUS

N. V. Lazarev kirjutab raamatu «Введение в геогигиену» (Лазарев, 1966) sissejuhatuses, et uue teaduse — geohügieeni — loomise idee tekkis temal Kohtla-Järvel, kus kohalik elanikkond juhtis ta tähelepanu aheraine terrikoonide ümbrust saastavale mõjule. Juba siis, 1949. aastal, tekkis ka mõte terrikoonide haljastamise vajadusest.

Kõikidest haljastusviisidest kõige efektiivsemaks õhu puhastajaks on mets (Рябинин, 1965), mistõttu uute metsaalade loomist või endiste taastamist tuleks antud seisukohalt pidada kõige soovitamaks. Metsastamist tuleb pidada otstarbekaks ka mitmel teiselgi põhjusel: kuna mets on kõigist fütotsünoosidest kõige intensiivsema bioloogilise ringega (Дылис jt., 1964), siis avaldab ta ka kõige suuremat mõju mulla- ja põhjaveele (Перельман, 1966). See metsa omadus on aga väga oluline Kirde-Eesti põhjavete puhastamise (Марксоо, 1964; Юргенсон, 1955) seisukohalt. Inimese seisukohalt on mets oluline ka puhkemaastikuna, ta parandab tööstusest rikutud maastike üldilmet või koguni taastab selle ning võib anda majanduslikku tulu.

Üheks suuremaks tööstuse poolt rikutud piirkonnaks Kirde-Eestis on põlevkivikarjääride ala, mille pind suureneb kiiresti. Vajadusest lülitada mahajäetud põlevkivi- (ja teised) karjäärid uuesti tootmisse (põllu- või metsamajanduses) ja parandada nende esteetilist ilmet on korduvalt kirjutatud (Luik, 1962, 1966a, b; Jaana, 1964; Kontor, 1964; Meriheine, 1964; Vager, 1964; Jagomägi, 1966; Vaus, 1966; Margus, 1967; Лайноя, 1967 jt.). Enamasti on need populariseerivad või probleemi tõstatavad artiklid. 1960. aastast alates on Kohtla-Järve Rohelise Vööndi Metsamajand rajanud tasandatud karjääripuistangutele rohkesti metsakultuure (seisuga 1. juuli 1969 — 510 ha), kuid seda tööd on tehtud enamasti nagu raieistike kultiveerimist ning saadud kogemusi on vähe üldistatud.

Vaadeldes metsakultuuride kasvamamineku ja suhteliselt hea kasvu küllaltki rohkeid andmeid, tundub, et küsimus metsa kasvu võimalikkusest * puistanguil langeb ära. Seega kujuneb peamiseks

probleemiks, kuidas saavutada vastavale puistangule püstitatud funktsiooni maksimaalne täitmine. Enamikul juhtudel on selleks funktsiooniks metsa maksimaalne tootlikkus. Kuid selleks, et rajada karjäärialadele maksimaalse toogiga puistuid, mis sealjuures tõstaksid kasvukoha kvaliteeti, on vaja igakülgset tunda uue, tekkinud kasvukoha metsakasvatustlikke omadusi.

Senini puuduvad nimetatud probleemi lahendamiseks meie vabariigis nii teaduslikud alused kui ka praktilised kogemused. Kuigi käesolev töö ei ole kaugeltki suuteline probleemi lahendama, püütakse Eesti NSV kirdeosas paiknevate Kohtla ja Viivikonna karjäärides ning karjääris nr. 1 läbiviidud vastavaid uurimistulemusi kokku võttes astuda esimesed sammud probleemi lahendamise suunas.

* Väljavõte ENSV TA Looduskaitse Komisjoni 1964. a. 31. okt. üldkoosoleku protokollist nr. 39: otsus p. 8 «Metsastamiskatsed on seni rajatud üksnes Kohtlas suhteliselt madalate karjääride, pinna lähedal paiknenud põlevkivikihitidega aladel. Selle asjaolu tõttu ei peegelda katsekultuurid üldist olukorda karjäärialade metsastamiseks. Üksikute noorte puutaimede kasvamine loodusliku uuendusena ei luba samuti teha oletusi veel kogu metsakoosluse kohta. Katsed anda praegu vastust küsimusele, kas need alad on metsastatavad või mitte, on ennatlikud ning ei toetu kõigiti teaduslikule metodoloogiale».

Väljavõte ENSV TA Looduskaitse Komisjoni 1964. a. 31. okt. üldkoosoleku protokollist nr. 39: otsus p. 8 «Metsastamiskatsed on seni rajatud üksnes Kohtlas suhteliselt madalate karjääride, pinna lähedal paiknenud põlevkivikihitidega aladel. Selle asjaolu tõttu ei peegelda katsekultuurid üldist olukorda karjäärialade metsastamiseks. Üksikute noorte puutaimede kasvamine loodusliku uuendusena ei luba samuti teha oletusi veel kogu metsakoosluse kohta. Katsed anda praegu vastust küsimusele, kas need alad on metsastatavad või mitte, on ennatlikud ning ei toetu kõigiti teaduslikule metodoloogiale».

KARJÄÄRIPUISTANGUTE OMADUSTE UURIMISE JA REKULTIVEERIMISE AJALOOST

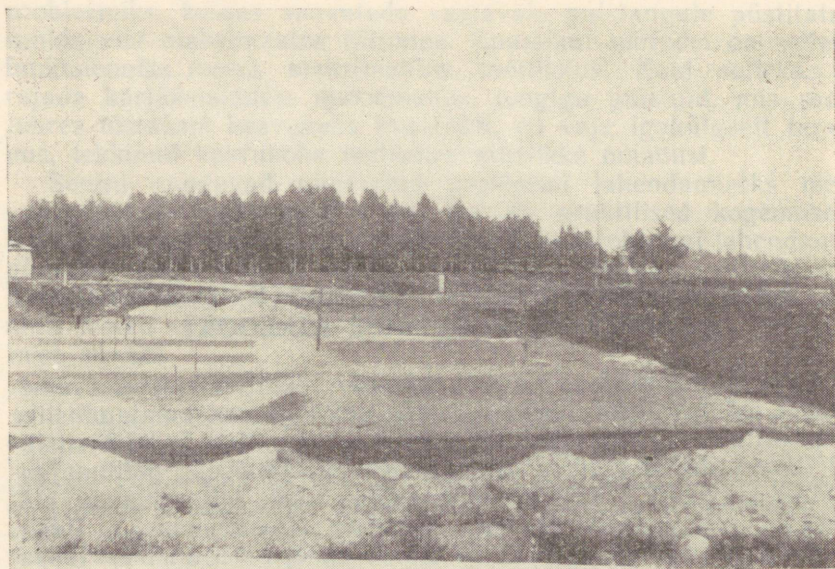
Lahtiste mäetöödega rikutud maastike rekultiveerimiseks nime-tatakse mäetehniliste, melioratiivsete, põllu- ja metsamajanduslike ning ehituslike tööde kompleksi, mis on suunatud karjääriviisilist kaevandatud alade mullaviljakuse taastamisele, põllumajanduslike kõlvikute, metsade, puhkealade ning mitmesuguse ots-tarbega veekogude ja ehituste loomisele (Временная..., 1966).

Üldiselt jagatakse rekultiveerimine kaheks (К n a b e, 1959a; S t ý s, 1961a; B r ü n i n g, 1963; O l s c h o w y, 1964; S t r i p . . . 1966; О в ч и н н и к о в, 1963): 1) mäetehnilised tööd. Need toimu-vad maavarade kaevandamise käigus või ka hiljem (kuid mitte enam kui aasta pärast karjääri ammendamist), tööde eesmärgiks on luua soodsamad tingimused järgmiseks etapiks; 2) bioloogiline rekultiveerimine ja ehitamine. Selle etapi ülesandeks on tagada nimetatud alade otstarbekas rahvamajanduslik kasutamine, esteet-ilise maastiku loomine. Tööde läbiviimise aeg oleneb kohalikest tingimustest.

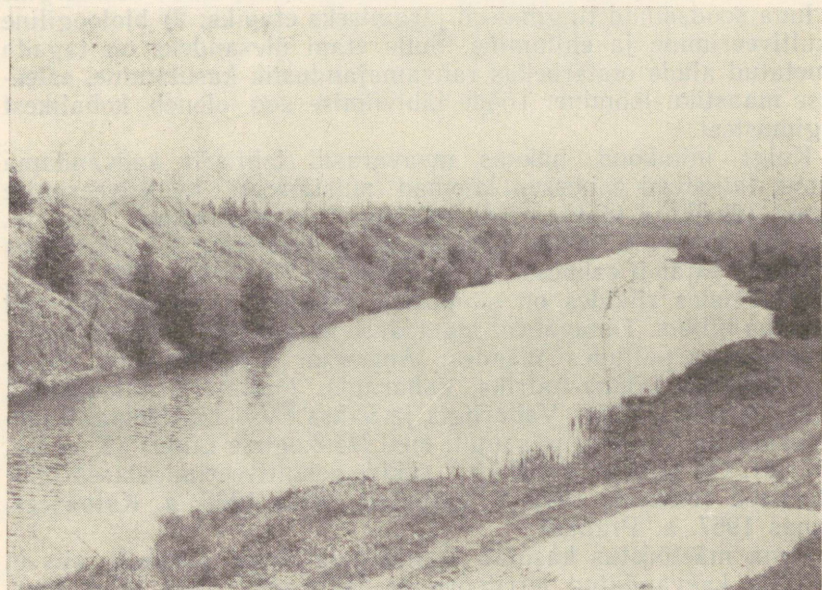
Kuigi inimkond hakkas maavarasid lahtiselt kaevandama ammu, langevad esimesed laiemaid puistangute rekultiveerimise katsed (üksikuid väiksemaid katsetusi oli Saksamaal juba 18. sajandil, К n a b e, 1961) Saksamaal ja Ameerika Ühendriikides käesoleva sajandi esimesse aastakümnesse (К n a b e, 1961; M a y, 1965). Teistes riikides on sihipärase rekultiveerimisega hakatud tegelema hiljem. Tänapäeval tegeldakse karjääripuistangute rekultiveerimisega paljudes maades: Ameerika Ühendriikides, Austrias, Belgias, Lõuna-Aafrika Vabariigis, Poolas, Prantsusmaal, Saksa Demokraatlikus Vabariigis ja Saksa FV-s, Inglismaal, Tšehhoslovakkias, Ungaris ja samuti meil Nõukogude Liidus (К n a b e, 1957/58). On toimunud VMAN* riikide rekultiveerimisalased nõu-pidamised (esimene 1962. a. Leipzигis, teine 1965. a. Katowices, kolmas 1967. a. Prahast).

Kuna mäetööstus kasutab teatud maa-alasid ajutiselt, siis ei või jätta kaevandatud territooriume jäätmaaks, vaid tuleb taot-

* Vastastikuse Majandusliku Abistamise Nõukogu.



Joon. 1. Viivikonna karjääris rajatud staadion. Juuni, 1967. a.



Joon. 2. Viivikonna karjääri tühemikku tekkinud veekogu, mida kasutatakse suplemiseks ja kalastamiseks. August, 1966. a.

Ammendatud karjäärialade kasutamine (märgitud «+») mitmesugustes majandusharudes

Tabel 1

	Ameerika Ühendriigid (Limstrom, Deitsman, 1951; Collinge, 1962; Jewell, 1964; May, 1964; Don Sullivan, 1965; Strip... 1966)
	Colorado (Voluntary... 1966)
	Havai (Sherman, 1960)
	Indiana (Sawer, 1962; New... 1963)
	Kansas (Buskett, 1952)
	Ohio (Rehabilitation... 1956; Deasy, 1963; Reilly, 1965)
	Pennsylvania (Reclamation... 1961)
	Põhja-Dakota (Dierks, 1961)
	Austria Föderat. Vabariik (Clothier, 1961)
	Bulgaaria Rahvavabariik (Михайлов, 1967)
	Lõuna-Aafrika Vabariik (Chemik, 1963)
	Nigeeria Föderatsioon (Wimbush, 1963)
	NSV Liit
	Gruusia NSV (Горатишвили, 1965)
	Ukraina NSV (Ганжа, 1965)
	Vene NFSV, Sverdlovski obl. (Тарчевский, 1964).
	Tuula obl. (Овчинников, 1963)
	Poola Rahvavabariik (Грешта, 1966)
	Saksa Dem. Vabariik (Knabe, 1959; Werner, 1963)
	Saksa Föderat. Vabariik (Forstliche... 1960; Olschowy, 1964, 1965)
	Suurbritannia (Edmondson, 1961; Gibbons 1961; Collins, 1964; Campbell, 1961)
	Tšehhoslovakkia Sotsialistlik Vabariik (Pekarek, 1960; Jonas, 1961; Patejdl, 1965)
Põllumajanduslike kõlvikutena	
Aiad	+
Heinamaad	+
Karjamaad	+
Põllud	+
Metsamajanduses	+
Jahialad	+
Veehoidlad (-kogud)	+
Veesport	+
Plaažid	
Kalamajandus	+
Puhkealad	+
Pargid	+
Spordiplatsid	+
Ehitused	+
Lennuväljad	+
Looduslikud reservaadid, uurimisalad	+

leda, et nad pärast mäetööde lõppu uuesti kasutusele võetaks. Sealjuures peaks iga järgnev maakasutuse viis olema eelmisest intensiivsem ning otstarbekam. See aga eeldab rekultiveeritava territooriumi looduslike tingimuste põhjalikku tundmist. Maavarade karjääriivisilisel tootmisel tekkinud nn. tehispinnased (antropogeensed mullad, Счирнов, 1960) ja kasvukohad ei ole sarnased ühegi looduslikus evolutsioonis tekkinud kasvukohaga. Seepärast on vaja neid igakülgselt tundma õppida, mida üksmeelselt rõhutavad kõik autorid (Кнабе, 1959a, b; Lehman, 1960; Пекарек, 1960; Seidelbach, 1960; Јонаш, 1961; Мау, 1964; Арманд, 1961; Рекомендации..., 1964; Временная..., 1966 jt.).

Kahjuks on kuni viimase ajani ilmunud vähe teaduslikke uurimistöid nimetatud valdkonnast. Pealegi on enamik olemasolevaid töid vaid kirjeldava iseloomuga, millele õigustatult viitab V. A. Ovtšinnikov (Овчинников, 1963) ja viidatakse artiklis «A digest...» (1962/64). Uurimistöo ilmset aktiveerumist on märgata viimasel kahel aastakümnel, seda eriti Ameerika Ühendriikides (on asutud koguni vastavate spetsialistide väljaõpetamisele, Don Sullivan, 1965) ja Saksa Demokraatlikus Vabariigis. Kuid ka mujal on loodud vastavaid uurimisgrupe ja koguni uurimisinstituute. Selgitatakse välja mäetööstusest mõjutatud alade kasutamise võimalused, selleks määratakse maavarasid katvate kihtide ja nendest moodustatud puistangute taimekasvatuseks väärtus, veerežiim, vajumine, erosioon jms.

Nõukogude Liidus tegeldakse analoogiliste töödega mitmetes rajoonides — Tuula ja Sverdlovski oblastis, Gruusias, Ukrainas jm.

Tänu praktilise rekultiveerimise tugevale arengule on endised karjäärialad, olenevalt looduslikest tingimustest, leidnud kasutamist väga mitmeti, millest annab ülevaate tabel 1.

Nagu tabelist järeldub, on endiste karjääride kasutamine väga mitmekesine ning sõltub vastava riigi majanduselu intensiivsusest. Siiski torkab silma, et rekultiveerimise kõige rohkem levinud viisiks on metsastamine.

Meie vabariigi endiste põlevkivikarjääride metsastamise kõrval kasutatakse neid alasid veel staadionide (joon. 1) ning parkide rajamiseks ja karjääritühemikesse tekkinud veekogusid (joon. 2) suplemiseks ning kalastamiseks.

UURIMISOBJEKTID JA ÜLDINE METOODIKA

Karjääride puistanguile on iseloomulik mitmesuguste kivimaterjalide segipaisatus ja algstaadiumis ka mullale iseloomulike tunnuste (bioloogiline ringe, formeerumise seaduspärasused jt.) puudumine. Seetõttu on käesolevas töös loobutud nimetusest muld ja asendatud see sõnaga pinnas. Mõisted puistang ja pinnas ei ole autori käsituses kattuvad, kuna esimese all mõeldakse kogu põlevkivi katvate kihtide (ka vahekihtide) eemaldatud kompleksi, teise all aga sellist puistangu osa, mis võiks olla haaratud risosfääri poolt.

Töös olid uurimisobjektideks Kohtla, Viivikonna ja karjääri nr. 1 osad, mida kaevandati ja tasandati 1964. aastani ning kuhu on rajatud metsakultuurid hiljemalt 1965. aastal (esimesena mainitud karjääris rajas kultuurid Kohtla ja teistes karjäärides Vairava metskond).

Teemat on püütud lahendada komplekselt, eelkõige selleks, et tuua esile probleemi olemus ja anda lähtealused ning suunad uurimistöö edasiseks jätkamiseks.

Mainitud ülesande täitmiseks on käesolevas töös kasutatud geoloogilisi ning põlevkivi karjääriviisilise tootmise andmeid, analüüsitud kujunenud pinnaste proove, tehtud väetuskatseid, uuritud erosiooni, pinnaste kattumist loodusliku taimestikuga ning männikultuuride kasvu. Kogutud andmed ja kirjanduse läbitöötamisel saadud tulemused on võimaldanud anda mõningad soovituselised kujunevate puistangute tasandamiseks ning metsakultuuride rajamiseks neile.

Karjääripuistangud on oma keemiliselt, füüsikaliselt ja seetõttu ka taimekasvatustlikelt omadustelt väga varieeruvad, mida on ära märkinud paljud autorid (K n a b e, 1959a; S a w e r, 1962; L a m m, 1964; R e i l l y, 1965). See on kahtlemata nii, eriti puistangute nooremas eas. Teatud aastate möödudes puistangute omadused mitmete looduslike faktorite, eeskätt bioloogilise ringe mõjul ühtlustuvad.

Suure varieeruvuse ning pinnaste mitmete ainult neile omaste tunnuste (suhteliselt suur tusedus, sageli suur kivisus) tõttu ei ole nende uurimiseks välja kujunenud ühtseid ja täiuslikke metoo-

dikaid. Seepärast tuginetakse peamiselt mullateaduses, agrookeemias, metsakasvatuses jt. teadusharudes kasutatavaile uurimismeetodeile (Jonaš, 1965; Brüning, 1967; Harabin, 1967; Neumann, 1967; Стжыщ, 1965 jt.), mis on aluseks ka käesolevas töös.

Pinnaseproovid skeletsuse* määramiseks võeti suvalistest kohtadest arvestusega, et oleks iseloomustatud kõik skeletsuse astmed. Proovide suurus sõltus skeletsuse väärtusest ja kõikus 10—20 kg piires. Proovid võeti pinnase ülemisest, kuni 20-sentimeetrise kihist (selle kihi kivisusest** onoleb istutustööde edukus kõige enam). Skeletsus määrati Autotranspordi ja Maanteede Ministriumi Kohtla-Järve Teedevalitsuse laboratooriumis söelanalüüsiga.

Kivisuse katteväärtust hinnati proovide võtmise kohtadest tehtud fotodelt K. Kildema poolt kirjeldatud meetodil (Кильдема, 1962).

Proovidest eraldatud peenese mehhaaniline koostis määrati autori poolt TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi bio-geokeemia ning Tallinna Botaanikaia taimede eksperimentaalse ökoloogia ja immunitedi laboratooriumis pipetimeetodil (nii HCl-ga töödeldes kui ka vees hõõrudes).

Pinnaseproovid puistangute reaktsiooni ja keemiliste omaduste iseloomustamiseks võeti suvalistest kohtadest, Kohtla karjääris üks proov keskmiselt 2,5 ha kohta, Viivikonnas 3,5 ha kohta (arvestus kehtib enne 1964. a. rajatud kultuuride all oleva pinna kohta). Proovide võtmise suurem tihedus Kohtla karjääris ei ole juhuslik, seda tingis pinnase omaduste mõnevõrra suurem varieeruvus. Lisaks pinnalt (0—5 m sügavusest) võetud proovidele (5 väiksema proovi keskmine ca 10 m² pinnalt; vt. Wilson, 1957) võeti enamikes kohtades proovid ka 10—20 cm, 40—50 cm ja 80—100 cm sügavusest.

Et eri aastate proovid oleksid omavahel võrreldavad, võeti proovid sügisel, peamiselt septembris.

Kirjanduses leidub vähe andmeid pinnaseproovide võtmise meetodika kohta, mistõttu eri autorid on teinud seda väga erinevalt. Nii on J. D. Reilly (1965) võtnud ühe proovi 4 ha kohta, G. A. Limstrom (1960) soovib pinnase reaktsiooni määramiseks võtta proovi ca 0,1 ha kohta. Detailsemal puude kasvukäigu ja puuliikide ning pinnase vastastikuse mõju uurimisel kasutasid G. L. Lowry jt. (1962) 0,02—0,04 ha suuruse proovitüki iseloomustamiseks koondproovi, mis koosnes 12—15 üksikproovist. Kümnest üksikproovist koosnevat koondproovi on kasutanud Z. Strzyszc (1967).

Võetud proovidest määrati Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi keemia kesklaboratooriumis

* Skeletsus — > 1 mm ø fraktsiooni suurus %-des.

** Kivisus — > 10 mm ø fraktsiooni suurus %-des.

tuhaelemendid K_2O , CaO ja MgO kuningveega töötlemisel, mikroelemendid (1 N HCl -s lahustuv Cu , vees lahustuv B , aktiivne Mn , 1 N KCl -s lahustuv Zn ja 1 N HNO_3 -s lahustuv Co) meetodil, mida on kirjeldanud T. J. Rinkis (Ринькис, 1963). Sama instiituudi agrokeemia osakonnas Kuusikul määrati pH_{KCl} potentsio-meetriliselt, orgaaniline C Tjurini järgi, üld-N Kjeldahli järgi, hüdrolüüsuv N Tjurin-Kononova järgi, laktaatlahustuv P_2O_5 ja K_2O Egnér-Riehm'i järgi, üld- P_2O_5 Truogi järgi.

Andmed pinnaste kivisuse (koreselisuse), reaktsiooni, peamiste makro- ja mikroelementide ning orgaanilise aine sisalduse kohta on karjääride lõikes statistiliselt läbi töötatud, mille kohta töös on järgmised andmed: määramiste arv (n), aritmeetiline keskmine (\bar{x}) ja variatsioonikoefitsient (V).

Agrokeemia osakonnas määrati eespool toodud viisil ka väetuskatsete vegetatsiooninõudest võetud pinnaseproovide pH_{KCl} ja laktaatlahustuvad P_2O_5 ja K_2O .

Pinnases sisalduva orgaanilise aine fraktsiooniline analüüs tehti autori poolt TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi bio-geo-keemia ja Eesti Põllumajanduse Akadeemia mullateaduse ja agro-keemia kateedri laboratooriumis.

Orgaanilise süsiniku üldhulk pinnases, vabade ja liikuvate poolteisthapienditega seotud humiinhapete (0,1 N $NaOH$ -s lahustuvate) ning piirituse-bensooli segus lahustuv orgaaniline C määrati I. V. Tjurini meetodil (Тюрин, 1965). Naatriumpürofosfaadis ($Na_4P_2O_7 + NaOH$) ja 0,1 N H_2SO_4 -s lahustuv orgaaniline C ning humiin- ja fulvohapete sisaldus määrati M. M. Kononova ja N. I. Beltšikova meetodi järgi (Кононова, 1963).

Kõik keemiliste omaduste määramiste tulemused on algselt toodud pinnase peeneselise osa kohta, mistõttu ei ole õigustatud nende võrdlemine kirjanduses leiduvate looduslike muldade kohta kehtivate andmetega (need on toodud kogu mulla kohta). Pinnase kivisuse tõttu saame tunduvalt väiksemad tulemused.

Mitmete eriuurimiste (erosiooni, nõukatsete jt.) meetodikad on toodud vastavate uurimistulemuste juures.

Töö tehti 1963. kuni 1964. aastani Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituudi metsa-, hiljem botaanika-sektori juures ning 1964. aastast kuni töö valmimiseni 1967. aastal TA Tallinna Botaanikaaija maastikuarhitektuuri ja haljastamise sektori juures. Välitööd tehti põhiliselt 1963.—1965. aastani.

UURITUD ALA LOODUSLIKUD TINGIMUSED. PÕLEVKIVI, SELLE KAEVANDAMINE

Vabariiki tervikuna ning Kohtla-Järve linna ja rajooni iseloomustavad arvud tabelis 2 («25 aastat Nõukogude Eestit», 1965).

Reljeefilt on rajoon tasane, üksikud kõrgendikud esinevad Iisaku, Illuka, Mäetaguse, Kuremäe, Uljaste, Tudulinna, Avinurme ümbruses ja mujal. Sõltuvalt reljeefist on jõed enamasti väikesed ja aeglase vooluga, mistõttu laialdaselt esineb liigvett ja soostumist. Nagu näha tabelist 2, ületab rajoon metsade ja soode rohkusega vabariigi keskmist, mistõttu «...majandusliku tegevuse peärõhk... peaks langema... metsakasvatusele...» (Laasimer, 1958, lk. 37—38).

Sademetega hulgast uurimisobjektide läheduses (Jõhvi meteoroloogiajaamast isiklikult saadud andmed) annab ülevaate tabel 3.

Kuu keskmine temperatuur ulatub üle $+10^{\circ}\text{C}$ VI—VIII kuul, absoluutsed miinimumtemperatuurid (kuni -35°C) esinevad I—II kuul ja absoluutsed maksimumtemperatuurid (kuni $+48^{\circ}\text{C}$) V—VIII kuul.

Valitsevateks tuulteks on lõuna- ja edelatuuled.

Kohtla-Järve rajoon on maavaradelt kõige rikkamaks alaks Eesti NSV-s. Peale põlevkivi, mis on tähtsaimaks maavaraks, leidub turvast, fosforiiti, glaukoniitliivakivi ja mineraalseid ehitusmaterjale (Marksoo, 1964).

Põlevkivi e. kukersiit moodustab kesk-ordoviitsiumis (ca 450 miljonit aastat tagasi) mere põhja settinud mudast. Selles pruunika värvusega, suhteliselt kerges ja pehmes kivimis on kuni 35(55)% orgaanilist ainet (kerogeeni) ja 10—15% vett. Ülejäänud on mineraalne materjal. Eesti põlevkivimaardla tööstuslik lasund, mille piirid määrab kaevandamise tasuvus, paikneb Tapa—Narva raudteest lõuna pool kuni Peipsi järveni (Baukov, Müürisepp, 1966).

Esmakordselt asuti põlevkivi kaevandama 1916. aastal tolle aegse Kukruse mõisa maa-alal (Baukov, Müürisepp, 1966). [Gazizovi ja Alliku (Газизов, Аллик, 1959) järgi Järve mõisa maa-alal.] Seoses küttepuidusega kasvas põlevkivi tootmine suh-

Tabel 2

	Üldipind, km ²	Rahva- arv, tuh.	Rahvas- tihedus inim./km ²	Linna- elanike osa- tähtsus %	Põllumajan- duslikke kõivikuid km ² /% üldpinnast	Seal- hulgas põldu	Metsa- suse %*	Sooda % üld- pinnast**
Vabariik	45 000	1272,6	28	62	17 564/39	7658/17	32	20
Kohtla-Järve linn + rajoon	3226,6	107,7	37	73	801/25	278/9	43	33

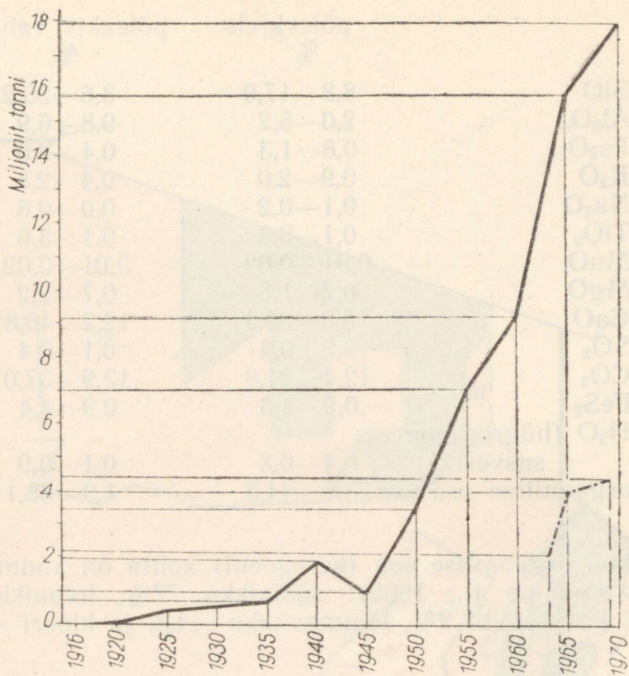
* Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeeriumi andmed seisuga 1. jaan. 1967. a. Kohtla-Järve linna ja rajooni kohta on andmed tõeliselt veidi suuremad, kuna ei ole arvestatud Peipsi järve alust pinda.

** Truu jt., 1964. Andmed on toodud Kohtla-Järve rajooni kohta.

Tabel 3

Sademe hulk (mm) aastatel 1960—1965
(Jõhvi meteoroloogijaama andmeil)

Aasta	K u u d												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Sum- ma
1960	40	18	17	27	30	70	58	51	34	43	53	54	495
1961	26	18	50	48	28	71	45	99	86	19	31	57	578
1962	26	18	14	31	53	94	79	132	114	59	50	30	700
1963	8	14	14	6	25	25	40	62	45	106	32	24	401
1964	17	12	3	21	35	17	41	39	61	46	45	39	377
1965	34	21	31	2	32	38	169	62	29	44	51	58	571
Aastate keskmine	30	26	28	36	58	48	67	100	83	62	60	33	632



Joon. 3. Põlevkivitoodangu kasv Eesti NSV-s. — üldine põlevkivitoodang; - - karjääriviisiline põlevkivitoodang.

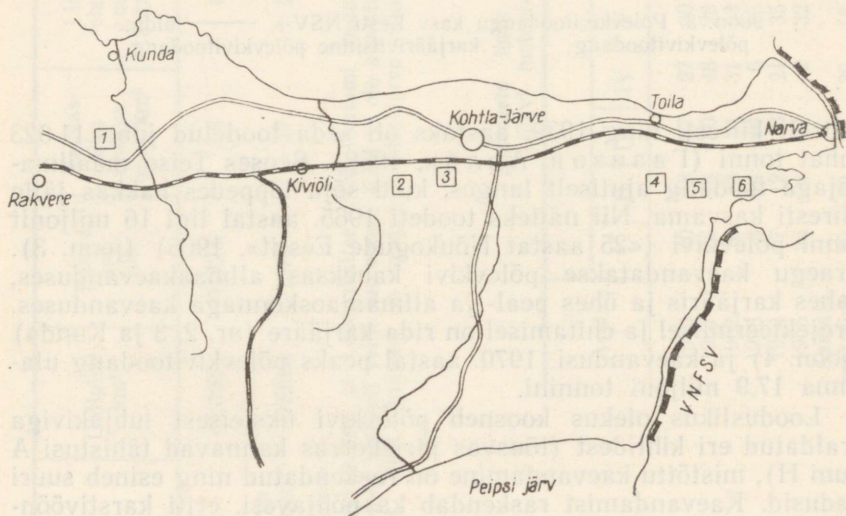
teliselt kiiresti ning 1939. aastaks oli seda toodetud juba 11 023 tuhat tonni (Газизов, Аллик, 1959). Seoses Teise maailmasõjaga toodang ajutiselt langes, kuid sõja lõppedes hakkas jälle kiiresti kasvama. Nii näiteks toodeti 1965. aastal ligi 16 miljonit tonni põlevkivi («25 aastat Nõukogude Eestit», 1965) (joon. 3). Praegu kaevandatakse põlevkivi kaheksas allmaakaevanduses, kahes karjääris ja ühes peal- ja allmaajaoskonnaga kaevanduses. Projekteerimisel ja ehitamisel on rida karjääre (nr. 2, 3 ja Kunda) (joon. 4) ja kaevandusi. 1970. aastal peaks põlevkivitoodang ulatuma 17,9 miljoni tonnini.

Looduslikus olekus koosneb põlevkivi üksteisest lubjakiviga eraldatud eri kihtidest (tõusvas järjekorras kannavad tähistusi A kuni H), mistõttu kaevandamine on raskendatud ning esineb suuri kadusid. Kaevandamist raskendab ka põhjavesi, eriti karstivõõndites, milles põlevkivi asemel on sageli savikas materjal (Бауков, Мүүriseпп, 1966).

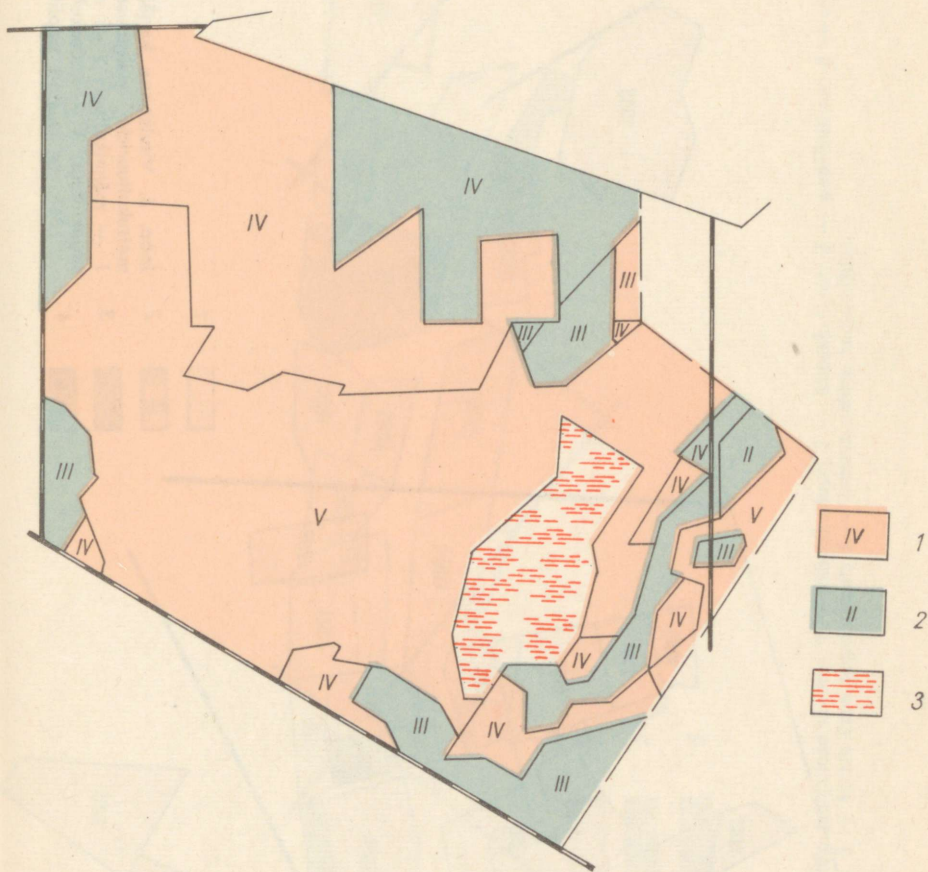
Põlevkivi- ja selle vahekihtide keemilise koostise kohta (Küttejõu kaevandus) toob andmed В. К. Торпан (Торпан, 1954):

	põlevkivis %	põlevkivi vahekihtides %
SiO	8,8—17,0	3,6—26,2
Al ₂ O ₃	2,0—5,2	0,8—6,9
Fe ₂ O ₃	0,8—1,3	0,4—2,0
K ₂ O	0,9—2,0	0,4—2,8
Na ₂ O	0,1—0,2	0,0—0,6
TiO ₂	0,1—0,3	0,1—3,6
MnO	0,01—0,02	0,01—0,02
MgO	0,7—1,3	0,7—2,2
CaO	15,0—30,1	12,2—46,8
SO ₃	0,2—0,4	0,1—0,4
CO ₂	12,4—24,8	13,9—37,0
FeS ₂	0,9—4,3	0,9—4,4
H ₂ O (hügrokoop- susvesi)	0,4—0,8	0,1—0,9
orgaaniline osa	23,8—44,3	1,9—38,1

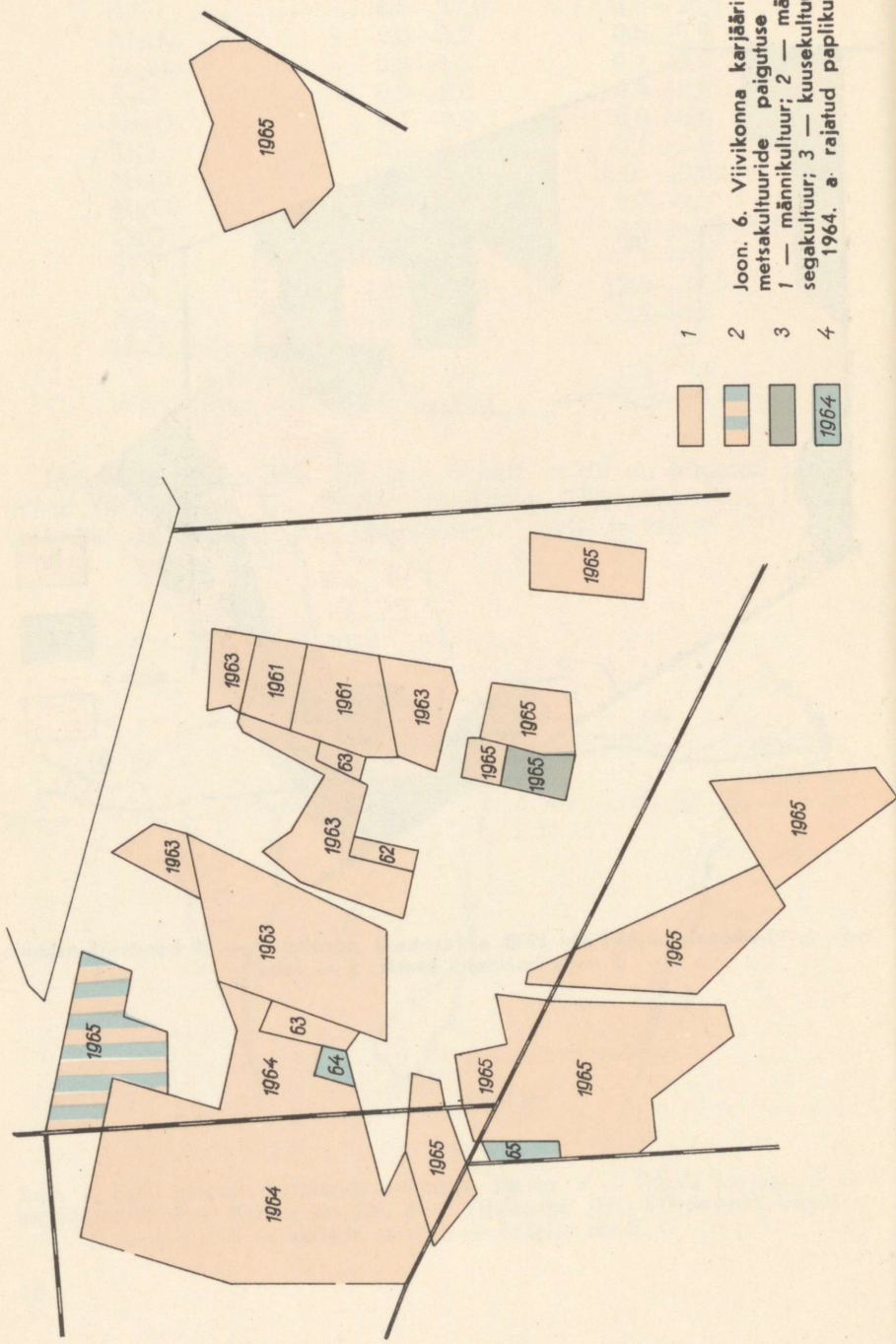
Põlevkivi orgaanilise osa (kerogeeni) kohta on andmed järgmised (Фомина jt., 1965): süsinikku 77%, hapnikku 10%; vesinikku 9%, väävlit 2%, lämmastikku <1% ja kloori <1%.



Joon. 4. Eesti põlevkivikarjääride paigutuse skeem: 1 — Kunda karjäär; 2 — karjäär nr. 3; 3 — Kohtla karjäär; 4 — Viivikonna (Uus-Viivikonna) karjäär; 5 — karjäär nr. 1; 6 — karjäär nr. 2.

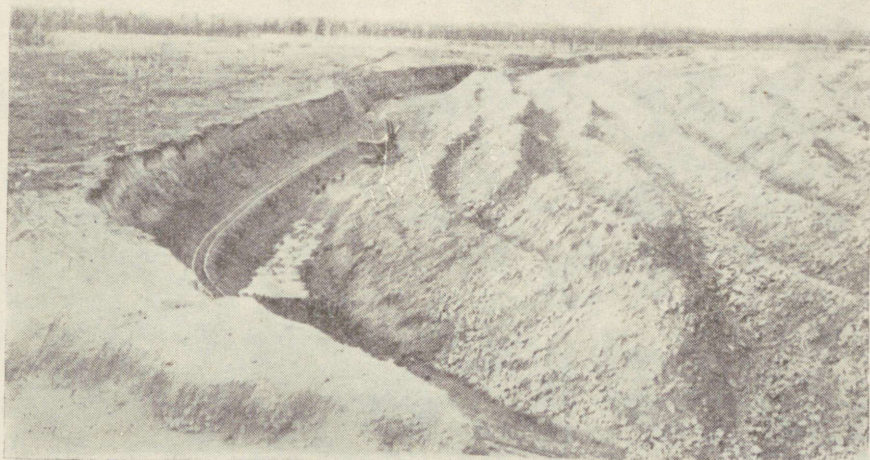


Joon. 5. Viivikonna karjääri alal 1938. a. kasvanud puistud: 1 — IV boniteedi männik; 2 — II boniteedi kaasik; 3 — raba



- 1
- 2
- 3
- 4

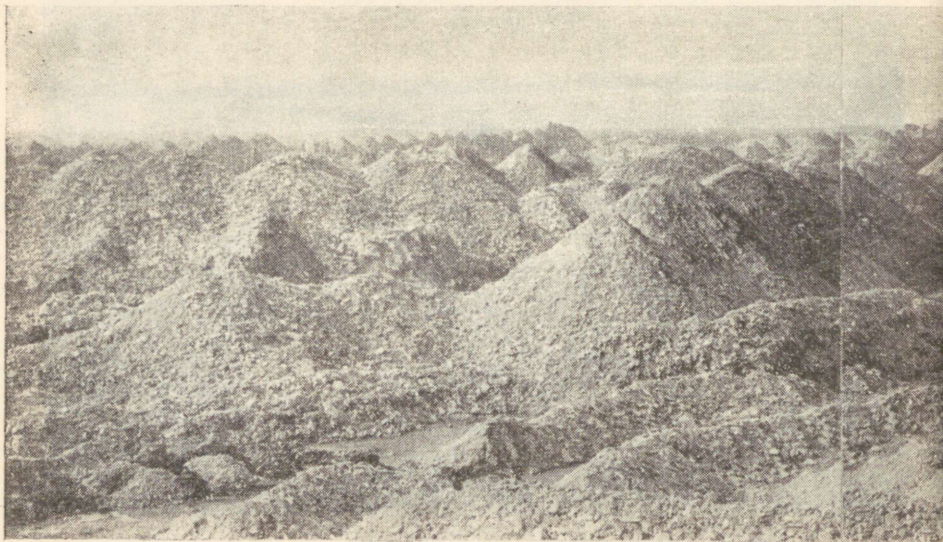
Joon. 6. Viivikonna kariääri rajatud
 metsakultuuride paigutuse skeem:
 1 — männikultuur; 2 — männi-kase
 segakultuur; 3 — kuusekultuur; 4 —
 1964. a. rajatud papplikultuur.



Joon. 8. Põlevkivi kaevandamine Viivikonna karjääris. September, 1963. a.



Joon. 9. Tasandamata puistangud Viivikonna karjääris. September, 1963. a.



Joon. 10. Puistangud

Põlevkivi kattematerjalideks uuritud aladel* on teised ordoviitsiumi, devoni ja kvaternaari setted, milledest devoni setted on levinud vaid karjääri nr. 1 lõunaosas. Et aluspõhjakiivid lasuvad väikese langusega lõuna suunas, siis kasvab selles suunas ka põlevkivi kattematerjalide түsedus.

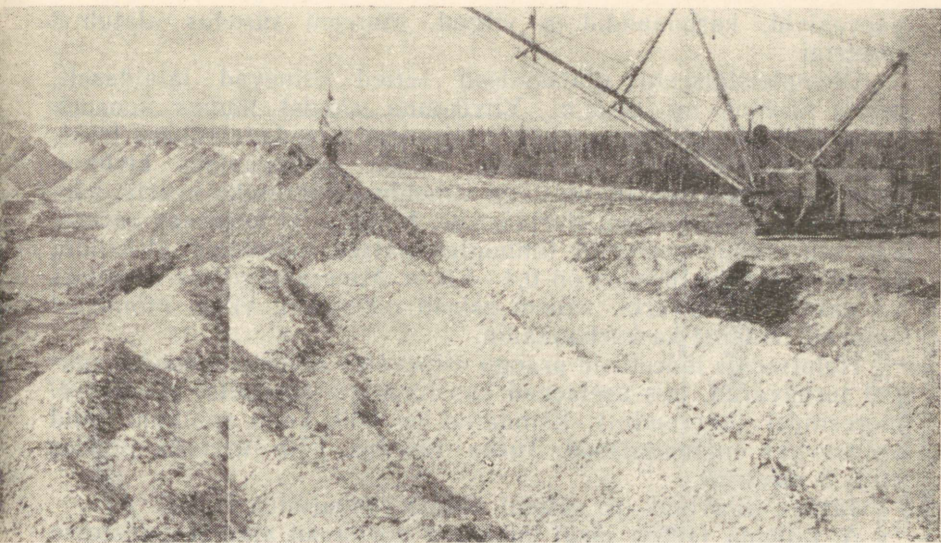
Ordoviitsiumi setted asuvad vahetult põlevkivil ning kuuluvad uuritud alal keskordoviitsiumi kukruse lademesse.

Kukruse lade on esindatud rohekashallide kuni kollakashallide savikate, sageli bituminoosete lubjakividega. Rohkesti esineb lubjakivise või savika põlevkivi ja halli mergli vahekihte. Lademe түsedus on varieeruv, 0—11 m. Keemiline ja mineraloogiline koosseis on ebaühtlane. Valitsevaks on kaltsiit ja dolomiit. Terrigeen-setest materialidest, mida esineb nimetatud horisondis 11—12%, on valitsevaiks savimineraalid, kvarts ja päevakivid.

Sageli, kuid ebaühtlaselt esineb karbonaatsetes kivimites väävlü ühendeid (püriit, sfaleriit jt.).

Karjääri nr. 1 edelaosa ja Viivikonna karjääri põhjaosa karbonaatsete materjalide keemilist koostist iseloomustavad järgmised arvud (%-des):

* Põlevkivi kattematerjalide kirjeldus on koostatud Põlevkivi Instituudist saadud andmete järgi (Разработка..., 1966).



karjääris nr. 1. Aprill, 1965. a.

	Viivikonna karjäär	Karjäär nr. 1
SiO ₂	7,02—8,10	5,36—18,20
Al ₂ O ₃	1,52—1,84	1,78—5,67
Fe ₂ O ₃	1,66—1,69	0,91—2,48
P ₂ O ₅	0,40—0,51	0,09—0,17
CaO	27,16—34,44	24,82—40,77
MgO	8,68—15,42	5,78—17,82
SO ₃	0,37—0,94	0,02—0,05
H ₂ O	0,18—0,28	0,18—0,44

Väga väikestes kogustes esinevad baarium, strontsium, mangaan, tsink, vask jt. mikroelemendid.

Kvaternaari setete kesk- ja ülepleistotseeni ja holotseeni setted asuvad paleosoilise aegkonna setete ülemisel, murenenud pinnal.

Keskpleistotseeni glatsiaalsed ja fluvioglatsiaalsed setted on esindatud karjääris nr. 1 liiva-aleuriit-peliit-miktiididega*. Veeri-seid ja munakaid leidub vähe. Mineraalses koosseisus on kvarts,

* Liiva fraktsiooni suurusjärguks on 0,1—1 mm, aleuriidil 0,01—0,1 mm ja peliidil < 0,01 mm. (Vt. R a u k a s, 1965).

päevakivid, karbonaadid ja vilgud. Moreeni түседус ulatub 8 meetrini.

Ülempleistotseeni glatsiaalsed setted esinevad laialdaselt, nende түседус on 1—5 m. Viivikonna alevist lõunas koosneb moreen liivakast aleuriitpeliidist. Moreeni jämedapurrulises fraktsioonis on põhiliseks kristalsed, vähem karbonaatsed kivimid. Mineraloogiline koostis on väga vahelduv, põhiliseks kvarts, päevakivid ja karbonaadid. Karjääri nr. 1 põhja- ja keskosas paiknevad murenenud moreenil limnoglatsiaalsed peliidikad aleuriidid ja peliidid. Kihi түседус on 0,4—5,0 m. Mineraloogilises koostises on valitsevaks kvarts, vähem esineb päevakivi, vilke. Mõnikord omavad tähtsust ka karbonaadid.

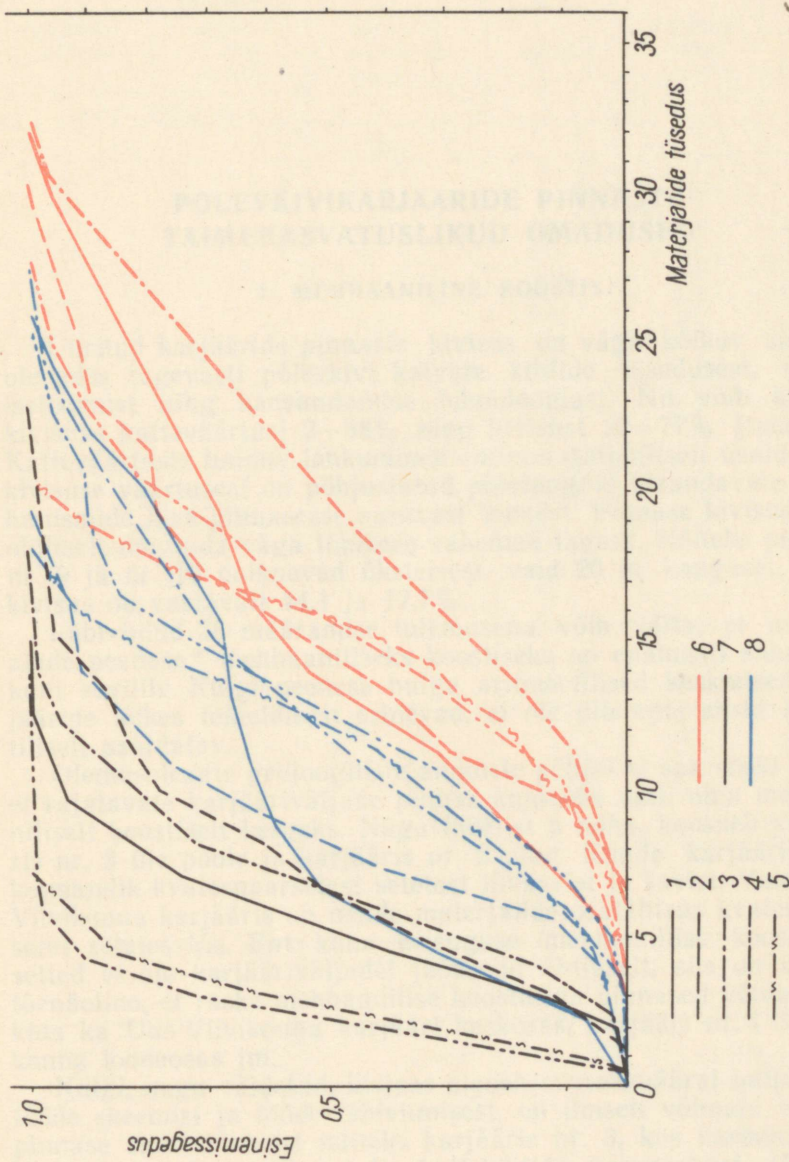
Holotseenis ladestused praegu esinevates arvukates soodes suured turbavarud, mis asetsevad kas limnoglatsiaalsetel setetel või moreenidel (harvemini). Esindatud on kõik kolm sootüüpi, kuid valitsevaks on madalsood. Turba түседус võib ulatuda soodes kuni 8 meetrini.

Järve-, alluviaal- jt. setteid esineb tähtsusetul hulgal.

A. Lillema (1958) järgi kuuluvad uuritavad alad järgmistesse allvaldkondadesse: Kohtla karjäär leostunud ja leetunud kamar-karbonaat-, leet- ja soostunud muldade allvaldkonda (II^c); Viivikonna karjäär ja karjäär nr. 1 gleistunud kamar-leet-, leede-, turvastunud leet-glei- ja soomuldade allvaldkonda (VI^a). TA Zoologia ja Botaanika Instituudi botaanikasektori arhiivimaterjalide järgi levisid Kohtla karjääri aladel valdavalt siirde- ja madalsoomullad, vähemal määral on esinenud liivmuldi ja lodualasid. Ka Viivikonna karjääri aladel on samadel andmetel esinenud vaid siirdesoomullad. Säilinud varasema metsakorralduse (1938. a.) andmete järgi (joon. 5) olid Viivikonna karjääri põhjaosas (kaevandamistöõde algusrajoonis) valitsevaks männikud, vähem esines kaasikuid ja soid. Puistute keskmiseks boniteediks oli IV, 2.

Viivikonna kaevandus ja karjäär rajati 1935. aastal (hiljem maa-alune kaevandamine lõpetati), Kohtla kaevandus ja karjäär 1937. a. (Газизов, Аллик, 1959) Töös käsitletud karjäärides alustati Viivikonnas kaevandamist 1949. a. ja Kohtlas 1953. aastal (joon. 6, 7). Kaevandamissügavused on vastavalt 4—7 ja 1—6 meetrit. Paljandustöid on tehtud väikesemahuliste mehhaaniliste labidatega, Viivikonnas mõnevõrra ka draglainidega, mistõttu puistang on võrreldes karjääri nr. 1 puistanguga suhteliselt tasane (joon. 8, 9, 10). Kõik puistangud asuvad ammendatud karjääri sisemuses, olles seega nn. sisepuistangud.

Tasandamine on toimunud põhiliselt buldoosritega.



Joon. 11. Põlevkivi katendi tüseduse jagunemine karjääride kaupa (Paspaботка..., 1966): 1 — karjäär nr. 1; 2 — Uus-Viivikonna karjäär; 3 — karjäär nr. 2; 4 — karjäär nr. 3; 5 — Kunda karjäär; 6 — summaarne katend; 7 — katendi kvaternaarsed materjalid; 8 — katendi karbonaatsed materjalid.

PÕLEVKIVIKARJÄÄRIDE PINNASTE TAIMEKASVATUSLIKUD OMADUSED

1. MEHHAANILINE KOOSTIS

Uuritud karjääride pinnaste kivisus on väga kõikuv suurus, olenedes tugevasti põlevkivi katvate kihtide түsedusest, nende iseloomust ning kaevandamise tehnoloogiast. Nii võib kohata kivisuse katteväärtusi 2—58% ning kivisust 22—77% (tabel 4). Katteväärtuste tunduv lahkuminek (mis on statistiliselt usaldatav) kivisuse väärtusest on põhjustatud puistanguid tasandavate mehhanismide kive pinnasesse suruvast toimest. Pinnase kivisus võib oluliselt muutuda väga lühikese vahemaa tagant. Näiteks proovid nr. 9 ja nr. 10 paiknevad üksteisest vaid 20 m kaugusel, kuid kivisus on vastavalt 44,1 ja 17,7%.

Läbiviidud 38 määramise tulemusena võib väita, et uuritud alade peenese* mehhaaniliseks koostiseks on enamasti sidus liivkuni saviliiv. Kuigi peenese hulga aritmeetilised keskmised karjääride lõikes teineteisest erinevad, ei ole diferents siiski statistiliselt usaldatav.

Olemasolevate geoloogiliste andmete põhjal ei saa siiski väita, et rajatavate karjääriväljade pinnas kujuneks alati oma mehhaaniliselt koostiselt kergeks. Nagu tabelist 5 näha, koosneb karjääris nr. 3 üle poole ja karjääris nr. 2 ning Kunda karjääris ligi kolmandik kvaternaarsest setetest liivsavist ja savist. Vaid Uus-Viivikonna karjääris on nende materjalide osatähtsus kvaternaarsest setetest $\frac{1}{10}$. Ent kuna erisuguse mehhaanilise koostisega setted ei ole karjääriväljadel jaotunud ühtlaselt, siis on üsnagi tõenäoline, et raske mehhaanilise koostisega pinnased võivad tekkida ka Uus-Viivikonna karjääri keskosas, karjääri nr. 1 3. jaoskonna loodeosas jm.

Kuigi, nagu väidetud, kivisus on suurel määral paljandustööde skeemist ja tööde läbiviimisest, on ilmselt võimatu vältida pinnase suurt kivisust näiteks karjääris nr. 3, kus karbonaatsed kivimid moodustavad ca $\frac{4}{5}$ kattekihtide kogumahust (Разра-

* < 1 mm ø fraktsioon.

Uuritud karjääripinnaste kivisuse ja skeletsuse näitajaid

Proovi nr.	Kivisuse katteväärtus	Kivisus	Proovide keskmine skeletsus	Keskmine kivisuse katteväärtus	Keskmine kivisus
				karjäärid kokku	
%					
Kohtla karjäär					
1	58,4	75,8			
2	44,7	76,9			
3	15,7	51,1			
4	14,8	39,4			
5	8,8	22,7	68,8		
6	34,9	63,7			
7	ei määratud	39,0	(V=27%)*		
8	23,3	65,0			
9	10,6	44,1			
10	2,7	17,7			
Karjäär nr. 1					
11	59,1	66,0		25,56	
12	34,0	55,6	63,6	(V=73%)	49,95
13	42,0	67,0	(V=35%)		(V=35%)
14	11,5	29,1			
15	ei määratud	28,8			
Viivikonna karjäär					
16	54,7	59,0			
17	14,0	49,7			
18	24,0	62,7	63,5		
19	15,8	37,6	(V=22%)		
20	25,8	42,5			
21	2,6	54,3			
22	11,0	26,3			

* Variatsioonikoeffitsient

Tabel 5

Karjääride nr. 1, 2, 3, Uus-Viivikonna ja Kunda kvaternaari setete mehhaaniline koostis (%)
(Põlevkivi Instituudi andmed)

Karjäär	Turvast	Mulda	Liiva, saviliiva	Liivsavi, savi
nr. 1	20	1	51	28
nr. 2	11	1	57	31
nr. 3	10	9	28	53
Uus-Viivikonna	7	1	82	10
Kunda	4	10	53	33

Karjääripinnaseid iseloomustavad näitajad

Tabel 6

Proovi nr.	Proovivõtmise		pH _{KCl}	Orgaanilise C	Üldine					Liikuv			Cu 1 N HCl	Vees lahustuv B	Aktiivne Mn	Zn 1 N KCl	Co 1 N HNO ₃	Füüsikalist savi %	
	koht	sügavus cm			P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N						veega	HCl
Kohtla metskond																			
1-1	kvartal 74,	0—5	7,1	2,60	0,20	0,45	5,0	0,15	0,03	8,0	7	9,8	2,0	0,06	60	e. m.	0,84	15,0	18,2
1-2	1963. aasta	15	7,3	1,96	0,23	0,27	3,9	0,08	0,04	10,0	4	8,4	1,2	0,08	60	0,05	0,50	8,2	12,7
1-3	männikultuur	45	7,3	2,91	0,21	0,32	4,3	0,20	0,03	6,0	5	8,4	2,0	0,04	64	0,65	0,90	13,5	19,4
1-4		90	7,2	2,63	0,21	0,47	e. m.	e. m.	0,00	7,5	3	1,0	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.
2-1	"	0—5	7,2	2,88	0,28	0,50	4,5	"	0,05	1,0	4	9,8	3,4	0,08	240	0,30	2,00	23,3	"
2-2		15	7,1	3,75	0,19	0,50	4,6	"	0,06	1,5	3	7,0	3,4	0,06	256	0,60	2,20	30,4	50,5
2-3		45	7,0	4,71	0,07	0,88	e. m.	"	0,10	1,5	3	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.
2-4		90	7,0	2,43	0,15	0,46	"	"	0,18	3,0	3	"	"	"	"	"	"	"	"
9-1	kvartal 72,	0—5	7,1	12,40	0,20	0,90	8,4	"	0,23	1,0	5	"	0,9	0,18	100	0,30	1,60	17,5	"
9-2	1964. aasta	15	7,2	12,18	0,23	0,55	10,1	"	0,24	0,5	4	"	0,5	0,12	100	0,45	1,00	17,2	41,6
9-3	männikultuur	45	7,1	11,89	e. m.	e. m.	e. m.	"	0,37	0,5	4	"	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	19,2	e. m.
10-1	kvartal 69,	0—5	7,1	13,28	0,21	0,47	9,5	"	0,37	1,0	13	"	3,1	0,32	120	0,30	0,90	10,4	41,1
10-2	1960. aasta männi	15	7,0	10,55	0,54	0,50	10,5	"	0,28	1,0	3	"	3,0	0,26	120	0,45	1,00	21,5	44,5
10-3	ja lehise sega-	45	6,8	8,06	0,44	0,37	12,4	"	0,34	1,0	1	"	0,7	0,08	108	0,75	0,14	8,1	39,1
10-4	kultuur	90	6,9	5,30	e. m.	e. m.	e. m.	"	e. m.	1,0	4	"	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.
Vaivara metskond																			
13-1	kvartal 147,	0—5	7,3	0,93	0,18	0,19	6,5	0,63	0,03	1,0	2	14,0	4,0	0,06	72	0,68	0,70	4,1	8,7
13-2	1963. aasta	15	7,2	1,10	0,23	0,23	5,6	e. m.	0,03	1,0	2	12,6	3,6	0,02	76	0,75	0,80	11,4	13,4
13-3	männikultuur	45	7,3	1,36	0,36	0,59	e. m.	"	0,04	1,5	4	14,0	3,2	0,02	e. m.	1,05	0,70	10,5	12,8
13-4		90	7,1	1,26	e. m.	e. m.	"	"	e. m.	1,0	2	e. m.	e. m.	e. m.	"	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.
16-1	kvartal 62,	0—5	7,3	2,63	0,17	0,20	5,8	"	0,05	1,5	3	14,0	1,4	0,08	92	0,45	0,80	7,8	15,2
16-2	1961. aasta	15	7,2	4,44	0,20	0,19	7,0	0,26	0,08	1,0	3	11,2	1,6	0,06	72	0,15	1,10	10,5	17,4
16-3	männikultuur	45	7,1	4,22	0,24	0,17	5,8	0,15	0,07	1,5	2	12,6	2,8	0,06	72	0,15	0,86	14,8	16,8
16-4		90	6,9	1,99	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	1,5	1	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.
19-2	kvartal 62,	50	7,1	2,82	0,20	0,24	5,5	"	0,04	1,5	3	9,1	1,5	0,06	134	0,23	1,03	10,0	18,6
19-3	looduslikult metsastunud	95	7,3	2,42	0,12	0,25	3,5	0,23	0,05	1,5	2	7,7	3,0	0,06	82	0,15	1,00	3,9	4,3
21-1a	"	15	6,7	6,10	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	0,20	1,0	10	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	2,0	8,6
21-1b		15	6,6	5,12	"	"	"	"	0,14	2,5	5	"	"	"	"	"	"	9,7	12,4
21-2		40	7,0	1,76	"	"	"	"	0,03	1,5	3	"	"	"	"	"	"	6,1	12,3
21-3		85	7,0	5,42	"	"	"	"	0,07	1,0	2	"	"	"	"	"	"	11,1	14,7
24-1	kvartal 62,	0—5	7,3	1,16	0,16	0,13	2,0	0,15	0,03	5,5	2	"	2,1	0,05	77	0,75	0,35	3,2	9,7
24-2	1963. aasta	15	7,0	4,48	0,15	0,23	4,5	0,40	0,05	1,0	3	"	2,2	0,04	84	0,65	0,80	11,2	17,3
24-3	männikultuur	45	7,3	1,40	0,11	0,14	2,0	0,13	0,02	2,0	3	"	2,7	0,05	90	0,25	0,65	5,1	7,1
24-4		90	7,1	3,33	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	2,5	1	"	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.

Märkus. e. m. — ei määratud.

ботка..., 1966), kusjuures kvaternaarse teete tusedus on 80 protsendil alla 4 m (joon. 11). Kuigi ka teistes karjäärides on karbonaatsetel materjalidel kattekihtide kompleksis sageli tugev ülekaal, on seal kvaternaarse teete maht suurem, mis võimaldab kattekihtide selektiivsel eemaldamisel vältida pinnase ebasoovitavalt suurt kivisust.

2. REAKTSIOON

Tehtud määramiste järgi (kokku 132 määramist) kõigub tasan- datud pinnaste reaktsioon uuritud aladel pH_{KCl} 6,1 ja 7,5 vahel, olles Kohtla karjääris aritmeetilise (vesinikioonide kontsentratsiooni järgi) keskmisena $\bar{x}=6,78$ ja Viivikonnas $\bar{x}=7,11$. Kohtla karjääri pinnaseid iseloomustab mõnevõrra suurem varieeruvus reaktsiooni osas, millest annavad tunnistust vastavad variatsioonikoefitsiendid — Kohtlas $V=4,1\%$, Viivikonnas $V=2,2\%$ (vastavad määramiste arvud $n=62$ ja $n=70$).

Reaktsiooni muutumisel sügavuse suunas ei täheldatud enamikul juhtudel mingit korrapärasust. Erandiks on Viivikonnas asuvad looduslikult metsastunud karjäärid (tabel 6 proovid 19-2, 19-3 ning 21-1a kuni 21-3), millede pinnase pealmise kihi moodustab turvas. Viimane on kahtlemata vahetult mõjutanud tema all olevat kihti reaktsiooni langemise suunas.

3. PINNASE TOITAINETESISALDUS

a) tuhaelementide üldsisaldus

Fosfor. Läbiviidud analüüside andmetel võib uuritud aladel pidada üldfosfori poolest rikkamaks Kohtla karjääri pinnaseid, kus selle sisaldus 53 määramise aritmeetilise keskmisena on $0,18\%$ ($V=56\%$).

Viivikonna karjääri pinnastes on üldfosfori sisaldus mõnevõrra madalam: 36 määramise keskmisena on see $0,11\%$ ($V=71\%$).

Kaalium. Ka üldkaaliumi poolest tuleb Kohtla karjääri pinnaseid pidada suhteliselt rikkamaks, kui seda on Viivikonna karjääri pinnased. Üldkaaliumi sisaldus Kohtla pinnastes on võrdlemisi varieeruv ($V=52\%$), sõltudes võrdeliselt savikate materjalide osatähtsusest pinnases. 54 määramise keskmisena on üldkaaliumi sisaldus $0,62\%$. Savikaid materjale Viivikonna karjääri pinnastes peaaegu ei esine. Üldkaaliumi sisaldus on seal keskmiselt $0,27\%$ ($n=37$, $V=67\%$).

Kaltsium. Kuigi üldkaltsiumi sisaldus Kohtla karjääri pinnastes ulatub $12,4\%$ -ni, on selle keskmine suurus vaid $2,65\%$ ($n=54$,

V=104%). Viivikonna karjääris on nii maksimumväärtus (7,0%) kui ka keskmine suurus (2,15%, n=37, V=88%) madalamad Kohtla karjääri vastavatest näitajatest.

Magneesium. Suhteliselt väikese arvu analüüside järgi (n=10) on karjääripinnastes leiduv üldmagneesiumi hulk 0,08—0,63%.

b) üldise ja hüdrolüüsuva lämmastiku sisaldus

Üldlämmastiku sisaldus on Kohtla karjääris suurem ($\bar{x}=0,097\%$, V=102%) kui Viivikonna karjääri pinnastes ($\bar{x}=0,060\%$, V=115%). Hüdrolüüsuva lämmastiku osas on olukord vastupidine. Nii on seda Kohtla karjääri pinnastes keskmiselt 4,57 mg/100 g (n=47, V=61%) ja Viivikonna karjääri pinnastes 6,14 mg/100 g (n=33, V=65%).

c) laktaatlahustuva P₂O₅ ja K₂O sisaldus

Laktaatlahustuvat (liikuvat) fosforit ja kaaliumi sisaldavad uuritud pinnased vähe, ainult harva ületab nende sisaldus 10 mg/100 g. Erandiks on Kohtla karjääris kvartalites 71—72 ja 74—75 1961. ja 1962. a. männikultuuride all olev liivane pinnas, milles laktaatlahustuva fosfori sisaldus ulatub 24 mg/100 g. Samas kohas pinnases leiduvad «saviklombid» sisaldavad rohke laktaatlahustuva fosfori kõrval ka rohkesti (20 mg/100 g) laktaatlahustuvat kaaliumi. Viimase sisaldus sügavamal pinnases sageli langeb. Kohtla karjääri pinnased sisaldavad laktaatlahustuvat P₂O₅ keskmiselt 6,19 (n=62, V=122%) ja K₂O — 5,55 (n=62, V=106%) ning Viivikonnas vastavalt — 2,37 (n=62, V=60%).

Tabel 7

Mikroelementide keskmine sisaldus (mg/kg) Kohtla ja Viivikonna karjääri pinnastes

Element	Kohtla			Viivikonna		
	n	\bar{x}	V	n	\bar{x}	V
Cu (1N HCl-s lahustuv)	10	2,02	57	11	2,56	34
B (vees lahustuv)	10	0,128	77	11	0,051	22
Mn (aktiivne)	10	122,8	57	10	85,1	22
Zn (1N KCl-s lahustuv)	9	0,428	51	11	0,478	66
Co (1N HNO ₃ -s lahustuv)	10	1,108	58	11	0,790	10

Märkus: n — määramiste arv

\bar{x} — aritmeetiline keskmine

V — variatsioonikoefitsient

ja 2,19 mg/100 g ($n=62$, $V=86\%$). Nagu näitavad variatsioonikoefitsientide suured väärtused, on laktaatlahustuvate toiteelementide hulk uuritud pinnastes väga varieeruv.

d) mikroelementide sisaldus

Mikroelementide esinemine uuritavates pinnastes on väga heteroogne. Nende sisaldus on toodud tabelis 7.

e) orgaanilise süsiniku sisaldus

Orgaanilise süsiniku poolest võib Kohtla karjääri pinnaseid pidada rikkaks, C keskmine sisaldus on 7,18% ($n=57$), kuid tema hulk puistangu eri osades on võrdlemisi varieeruv ($V=81\%$). Viivikonna karjääri pinnased on orgaanilise süsiniku poolest tunduvalt vaesemad — keskmine 2,38% ($n=58$, $V=77\%$). Et orgaaniline C pärineb peamiselt põlevkivist, siis oleneb ka tema sisaldus puistangusse jäänud põlevkivi hulgast. Viimase osatähtsus puistangu materjalis on aga väiksema kaevandamissügavuse korral tunduvalt suurem, millega ongi seletatav Kohtla karjääri pinnaste suurem orgaanilise süsiniku sisaldus.

Varem rekultiveeritud pinnastel on märgata orgaanilise C sisalduse suurenemist pinnase ülemises osas, mis on ilmselt bioloogilise ringe tulemuseks. Nii näiteks Kohtla karjääri 1960.—1961. a. kultuuride (kaevandatud 1956—1959) ning Viivikonna karjääri 1963. a. kultuuri (kaevandatud 1949—1950) pinnastes langeb sügavuse suurenedes orgaanilise C sisaldus pidevalt. Seejuures muutub üldise N sisaldus pöördvõrdeliselt orgaanilise süsiniku sisaldusega.

Põlevkivist ning kolmekümne pinnaseproovi peeneselisel osast määrati orgaanilise C fraktsiooniline koostis, mille kohta on toodud andmed tabelis 8.

33,13% orgaanilisest C-st, mis sisaldus põlevkivis, osutus naatriumpürofosfaadis lahustuvaks vaid 0,4%, millest alla poole moodustasid humiinhapped. Viimastest on ca $\frac{1}{3}$ seotud Ca-ga. Piirituse-bensooli segus lahustus vaid 0,6% põlevkivi orgaanilisest süsinikust. Sellele, et põlevkivi praktiliselt ei lahustu orgaanilistes lahustites, viitavad paljud uurijad (Фомина jt., 1965). Kuid puistangus, eriti selle pindmises osas, allub põlevkivi võrdlemisi hästi füüsikalisele murenemisele ja oksüdeerumisele. Põlevkivi oksüdeerumist on uurinud paljud autorid (Фомина jt., 1965). Oksüdeerumise käigus suureneb põlevkivis CaCO_3 ja savi ning väheneb kerogeeni osatähtsus, põlevkivi tumeneb, kusjuures eraldub vesi, süsinikoksiid ning süsinikdioksiid, põlevkivi humifitseerub. Lõpp-produkt on sarnane looduslike humiinhapetega. Seega võime eeldada, et aja jooksul karjääripinnased (eriti väiksema kaevandamissügavuse korral) rikastuvad orgaanilise C poole.

Pinnases sisalduva orgaanilise C

Proovi nr.	Proovivõtmise		Orgaanilise C% pinnases	Na ₄ P ₂ O ₇ + NaOH-s lahustuva	Humiinhapete
	koht	sügavus cm			
Kohtla metskond					
1-1	kvartal 74,	0-5	2,60	9,2	3,2
1-2	1963. aasta männikultuur	15	1,96	15,3	4,3
1-3		45	2,91	9,1	4,4
1-4		90	2,63	9,4	2,4
2-1	„	0-5	2,88	5,7	2,9
2-2		15	3,75	6,7	2,8
2-3		45	4,71	11,3	5,0
2-4		90	2,43	17,2	7,5
12-1	kvartal 69,	0-5	7,46	14,7	5,5
12-2	1960. aasta männi ja lehise	15	0,52	14,4	4,6
12-3	segakultuur	45	3,40	30,2	10,5
12-4		90	3,91	25,6	6,7
Vaivara metskond					
13-1	kvartal 147,	0-5	0,93	21,8	4,3
13-2	1963. aasta männikultuur	15	1,10	21,5	3,0
13-3		45	1,36	31,5	6,7
13-4		90	1,26	34,8	6,6
16-1	kvartal 62,	0-5	2,63	13,3	5,6
16-2	1961. aasta männikultuur	15	4,44	18,7	7,4
16-3		45	4,22	18,4	7,9
16-4		90	1,99	5,7	1,2
19-2	kvartal 62,	50	2,82	6,5	1,5
19-3	looduslikult metsastunud	95	2,42	23,7	7,7
21-1a	„	15	6,10	17,4	6,6
21-1b		15	5,12	29,9	10,6
21-2		40	1,76	5,0	1,1
21-3		85	5,42	7,3	2,1
24-1	kvartal 62,	0-5	1,16	13,5	7,7
24-2	1963. aasta männikultuur	15	4,48	5,3	2,5
24-3		45	1,40	6,4	2,1
24-4		90	3,33	3,3	1,2
☐	Põlevkivi		33,13	0,4	0,13

fraktsiooniline koostis

Fulvo- hapete	0,1 N H ₂ SO ₄ -st lahus- tuva	Piiritu- ses + bensoo- lis lah- ustuva	Lahus- tumatu jäägi	Vabade ja seotud R ₂ O ₃ -ga	Ca-ga seotud	Humiin- hapete ja fulvo- hapete suhe
orgaanilise C%-st				humiinhapete %		
6,0	e. m.	1,5	e. m.	e. m.	e. m.	0,53
11,0	"	6,8	"	"	"	0,39
4,7	"	5,2	"	"	"	0,94
7,0	"	4,5	"	"	"	0,34
2,9	"	3,1	"	"	"	0,99
3,9	"	3,1	"	"	"	0,71
6,3	"	2,3	"	"	"	0,78
9,7	"	1,2	"	"	"	0,77
9,2	1,4	3,2	80,7	35	65	0,61
9,8	6,2	8,3	71,1	0	100	0,47
19,7	2,8	1,9	65,1	37	63	0,53
18,9	e. m.	0,4	e. m.	e. m.	e. m.	0,35
17,5	7,6	7,1	63,5	72	28	0,25
18,5	7,2	13,1	58,2	e. m.	e. m.	0,16
24,8	8,9	7,1	52,5	"	"	0,27
28,2	e. m.	7,8	e. m.	"	"	0,23
7,7	1,5	11,3	73,9	77	23	0,73
11,3	e. m.	4,4	e. m.	e. m.	e. m.	0,65
10,5	0,9	4,2	76,5	53	47	0,75
4,5	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	e. m.	0,27
5,0	"	"	"	"	"	0,30
16,0	"	3,3	"	"	"	0,48
10,8	0,8	3,7	78,1	65	35	0,61
19,3	e. m.	6,6	e. m.	e. m.	e. m.	0,55
3,9	1,0	3,6	90,4	100	0	0,26
5,2	0,6	1,4	90,7	e. m.	e. m.	0,40
e. m.	e. m.	1,6	e. m.	"	"	e. m.
2,8	"	2,6	"	"	"	0,87
4,3	"	3,4	"	"	"	0,50
2,1	"	1,7	"	"	"	0,57
0,26	0,1	0,6	98,9	69	31	0,51

lest, milles peaks suurem peamiselt humiinhapete fraktsiooni osatähtsus.

Kohtla ja Viivikonna karjääri pinnastes leiduva orgaanilise C fraktsioonilise koostise määramise tulemused võib kokku võtta järgmiselt.

1. Kõikidest proovidest naatriumpürofosfaadis, 0,1 N vävelhappes ja piiritus-bensoolis lahustuva materjali koguhulk on tunduvalt suurem (erandiks on piiritus-bensoolis lahustuva materjali hulk proovist 12-4) põlevkivi vastavate fraktsioonide hulgest.

2. Naatriumpürofosfaadis lahustuva orgaanilise C osatähtsus (humiin- + fulvohapete C) ei ulatu 86,7% juhtudest üle 25 protsendi. Meie vabariigis levivatel looduslikel muldadel nii väikest humiin- ja fulvohapete sisaldust tavaliselt ei esine.

3. Humiinhapete hulk on 93,1% juhtudest alla 10% üldisest orgaanilisest süsinikust. Nii madal humiinhapete hulk esineb vaid kamar-leetmuldade ja leostunud ning leetunud kamar-karbo-naatmuldade sügavamates horisontides.

4. Humiin- ja fulvohapete suhe on 89,7% esinemisjuhtudest alla 0,80, mis näitab, et tegemist on fulvaatse huumusega.

NÕUKATSED KARJÄÄRIPINNASTE VILJAKUSE SELGITAMISEKS

Pinnase viljakuse selgitamiseks viidi männitaimedega läbi nõukatse.

Katse kestis 23. juunist 1964 — 7. oktoobrini 1965 Tallinna Botaanikaaias vegetatsioonihoones. Toitesubstraadina kasutati läbi 5-mm-se sõela sõelatud Viivikonna karjääri pinnast algnäitajatega — pH_{KCl} — 7,2, laktaatlahustuvat P_2O_5 — 2,5 ja K_2O — 7 mg/100 g. Kaaskomponendina kasutati rabaturvast ning külvide katmiseks liiva, männiokkakõdu ja rabaturvast. Katse viidi läbi neljas korduses. Vegetatsiooninõu sisaldas sõltuvalt variandist kas 8,5 kg õhukuiva pinnast või 7,8 kg õhukuiva pinnast segatult 0,2 kg õhukuiva turbaga, veesisaldus 70% absoluutsest veemahutavusest. Ühes vegetatsiooninõus kasvatatavate taimede arv oli 50. Katsevariandid olid järgmised: 1) kontrollvariant — 0; 2) põhiliste väetisliikide mõju selgitamiseks olid kasutusel N — P — K — NP — NK — PK — NPK ning Mg; 3) kompleksväetise, kahekordse lämmastikukoguse, turba ja erinevate katematerjalide mõju selgitamiseks olid kasutusel NPKMg, N_2PK , kompleksväetis (edaspidi tähistatud kompl.), pinnas + rabaturvas (Ts), pinnas kaetud männiokkakõduga (Kk), pinnas kaetud rabaturbaga (Tk). Väetistena kasutati ammoniumsalpeetrit (NH_4NO_3), naatriumdi- vesinikfosfaati (NaH_2PO_4), kaaliumsulfaati (K_2SO_4), kompleksväetist [NH_4NO_3 — 18,72%, KNO_3 — 43,71%, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ — 37,45%, H_3BO_3 — 0,055%, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,007%, $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — 0,037%, $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ — 0,007%, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ — 0,007%, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — 0,007%] ja magneesiumsulfaati (MgSO_4). Väetisi lisati pinnasele järgmiselt: NH_4NO_3 — 1,90 g nõu kohta (N_2PK variandi korral 3,80 g nõu kohta), NaH_2PO_4 — 2,24 g, K_2SO_4 — 1,23 g, MgSO_4 — 0,05 g ja kompleksväetist 7,5 g nõu kohta.

Väetist lisati mõlemal aastal ülalmärgitud koguses (välja arvatud MgSO_4 , mida anti vaid teisel katseaastal), kusjuures esimesel aastal anti lämmastik kahe annusena. $\frac{1}{3}$ aastases väetiskogusest lisati vesilahusena külvi ajal, ülejäänud osa anti augusti I dekaadil.

Väetuskatse K- ja NK-variantides kasvatatud männitaimede kaalanalüüsi tulemused

Variant	Ühe taime			Juurestiku ja maapealse osa suhe	100 okka kaal, g
	juures-tiku	maapeal-se osa	üld-		
	kaal g				
K	0,0367	0,0691	0,1058	0,53	0,2172
NK	—	0,0710	—	—	0,3308

Taimed talvitusid temperatuuris ca +5°C.

Kasvatatud taimede okkamaterjalist (kuivatatud temp. +65°C) määrati Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi keemia kesklaboratooriumis N — Kjeldahli järgi, P₂O₅ — Truogi järgi kolorimeetriliselt, K₂O ja CaO leekfotomeetriga.

Vegetatsioonikatse tulemuste statistilised näitajad on toodud tabelis 9. Kuna K- ja NK-väetistega katsevariandi kordused mitmesugustel põhjustel hukkusid või nende tulemused ei ole usaldatavad, ei tooda nende kohta ka statistiliselt läbitöötatud näitajaid. K- ja NK-variantide kohta tuuakse andmed tabelis 10.

Järjestades nõukatses saadud andmed kaalanalüüsi järgi (kaalu alanevas järjekorras) saame järgmised read:

Ühe taime üldkaal *	$\frac{\text{NPK} - \text{NP} - \text{Kkompl.} - \text{NPKMg} - \text{P} - \text{N}_2\text{PK} - \text{PK} - \text{N} - (\text{NK}) - (\text{NK}) - \text{Kk} - 0 - \text{Ts} - (\text{K}) - \text{Tk}}{\text{Tk}}$
„ „ juurestiku kaal	$\frac{\text{P} - \text{NPK} - \text{Kkompl.} - \text{NP} - 0 - \text{NPKMg} - \text{PK} - \text{N}_2\text{PK} - \text{Kk} - \text{N} - (\text{K}) - \text{Ts} - \text{Tk}}{\text{Tk}}$
„ „ maap. osa kaal	$\frac{\text{NPK} - \text{NP} - \text{NPKMg} - \text{N}_2\text{PK} - \text{Kkompl.} - \text{P} - \text{PK} - \text{N} - \text{Kk} - \text{Ts} - 0 - (\text{NK}) - (\text{K}) - \text{Tk}}{\text{Tk}}$
100 okka kaal	$\frac{\text{NP} - \text{NPK} - \text{P} - \text{NPKMg} - \text{PK} - \text{Kkompl.} - \text{Kk} - (\text{NK}) - \text{N}_2\text{PK} - \text{N} - \text{TK} - (\text{K}) - 0 - \text{Ts}}{\text{Tk}}$

Okaste keemilise analüüsi järgi (näitajate alanemise järjekorras):

* Allakriipsutatud osa on O-(kontroll-)variandist statistiliselt usaldatavalt erinev.

P_2O_5 -sisaldus	okastes	$P-NP-PK-NPKMg-Kompl.-N_2PK-N-Kk-NPK-Tk-0-Ts$
K_2O	„ „	$N_2PK-Ts-0-NPKMg-Kompl.-N-NPK-NP-Tk-PK-Kk-P$
CaO	„ „	$N_2PK-N-NP-Kk-NPKMg-P-Kompl.-NP-K-0-Ts-PK-Tk$
N	„ „	$N_2PK-NP-Kompl.-NPK-NPKMg-N-0-PK-Ts-Kk-Tk-P$

Esitatud andmete analüüsimisel ilmneb, et 0-st statistiliselt erinevaid tulemusi andsid alati (nii üldkaalu, taime maapealse osa, juurestiku kui ka 100 okka kaalu osas) NPK ja P väetusvariandid. Ühe taime kaalu statistiliselt usaldatavat erinevust 0-st andsid peale ülalnimetatud variantide veel kõik fosforit sisaldavad katsevariandid. Tuleb märkida, et turbaga katmine andis koguni negatiivseid tulemusi. Suurendatud lämmastikukogus või magneesiumi lisamine NPK-le võrreldes puhta NPK kogusega andis koguni statistiliselt usaldatava erinevuse negatiivses suunas. Sedasama põhjustas kompleksväetise lisamine. (Kompleksväetis sisaldab võrreldes NPK-ga atomaarset lämmastikku 1,4, atomaarset fosforit 1,2 ja atomaarset kaaliumi 2,3 korda rohkem.)

Kasvult parimate variantide okka värvus oli enamasti normaalne, vähe esines klorootilisi okkaid. Seda ei saa ütelda 0-variandi ja variantide NK, Kk, Tk ja Ts kohta, milles esines rohkesti kas osaliselt või täielikult kollakaid ja violetjaid okkaid. Okkad olid sageli eri pikkusega.

0-variandist statistiliselt usaldatava erinevuse taimede okastes sisalduva P_2O_5 suhtes andis väetamine P-ga ja CaO suhtes väetamine N_2PK -ga.

Külvide katmine turba või metsakõduga kiirendas tõusmete ilnumist, kusjuures nende ilnumine oli ühtlasem.

Lühiajalises (4 kuud) väetuskatses uuriti põlevkivi kohasust toitesubstraadina (purustatud ja sõelutud läbi 3-mm-se avaga sõela). Tulemused ei andnud statistiliselt usaldatavat erinevust kontrollvariandist.

KARJÄÄRIDE METSASTAMINE

1. PÖLEVKIVI KAEVANDAMISE JA PUISTANGU TASANDAMISE TEHNOLOOGIA, SELLE MÖJU PINNASE OMADUSTELE. EROSION.

Lahtised mäetööd ulatuvad väga mitmesuguste sügavusteni. Nii on G. A. Limstromi ja G. H. Deitshmani (1951) andmetel USA-s ning Skavina (1965) andmetel Poolas paljude karjääride sügavus kuni 20 meetrit. Kuid sageli kaevandatakse lahtiselt ka maavarasid, mis asuvad 100 ja enam meetrit sügaval (Olschowy, 1964; Pringle, 1959; Тарчевский, 1964). Viimasel juhul eemaldatakse enamasti maavarasid katvad kihid karjääri sisemusest ning moodustatakse nn. välispuistanguid, mis mitmete oma rekultiveerimistingimuste poolest lähenevad rohkem terrikoonidele.

Meie vabariigis ulatub kaevandamissügavus põlevkivikarjäärides praegu kuni 15 meetrini, kuid edaspidi on lahtiste mäetööde sügavuseks projekteeritud kuni 35 meetrit. Puistanguid moodustavad vahetult paljandustöid tegevad ekskavaatorid. Väiksemates karjäärides (Kohtla ja Viivikonna) kasutatud ekskavaatorite ЭВГ-4 ja ЭВГ-6 senised tööskeemid olid koostatud ainult paljandustööde ökonoomsust ja mehhanismide maksimaalvõimsuse ärakasutamist silmas pidades. Selle tulemuseks olid väga heterogeensed, sageli väga kivised (joon. 12, 13) ning raskesti tasandatavad puistangud. Alates 1959. aastast, mil algasid süstemaatilised tasandamistööd, asuti ka ekskavaatorite tööskeeme ümber tegema, arvestades eespool mainitud faktorite kõrval ka tasandamistööde ökonoomikat (Работа..., 1966). Õeldu kehtib ekskavaatorite ЭШ-10/60 ja ЭШ-15/90 kohta, mis varem moodustasid väga ebasaseid (joon. 10) ja raskesti tasandatavaid puistanguid (tasandamistööde maht ruutmeetri kohta 2 m³).

Eesöeldust järeldub, et põlevkivi katvad kihid on erineva taimekasvatustliku väärtusega (erisugune toitainetesisaldus, mehaaniline koostis jms.). Seepärast on otstarbekas viljakamad materjalid paigutada puistangu pealmisse ossa selliselt, et pärast tasandamist kujuneks antud tingimustes maksimaalse taimekasvatustliku väärtusega pinnas. Sellisele kattedkihtide selektiivse

eemaldamise ja puistangusse asetamise vajadusele on viidanud paljud autorid (Limstrom, 1960; Seidelbach, 1960; Semotan, 1962), Saksa DV-s ja Saksa FV-s, samuti Tšehhoslovakkias on selektiivne kattekihtide eemaldamine ka tootmisesse rakendatud (Štýs, Trefný, 1962). Ent isegi ka niisugusel puistangu moodustamisel on materjalide teatud segunemine paratamatu, nagu seda kirjeldab lubjakivide puhul R. J. Cowan (1961). Mitmetes riikides on hakatud pealmisi viljakamaid kihte (sealhulgas mulda) eelnevalt koorima ning kohe või pärast säilitamist tasan-datud puistangule asetama (Pringle, 1959; Campbell, 1961; Гогатишвили, 1965). Mulla eelneva koorimise ning viljakamate kihtide puistangu pindmisesse osasse paigutamise nõue on püsitatud ka Moskva-lähedase kivisöebasseini puistangute rekultiveerimise ajutises instruksioonis (Временная..., 1966).

Kattekihtide selektiivset eemaldamist tingib sageli mõnede kihtide kõrge happesus (võib ka murenemise käigus suurened), mis rekultiveerimisel pidurdab taimede kasvu või teeb selle koguni võimatuks. Selliseid materjale võib leiduda kogustes, mis tingib teatud puistanguosade pikemaks ajaks murenemisele ja leostumisele jätmist. Näiteks Iowas (USA) on koguni 38% puistanguist kõrge happesuse tõttu ebasobivad taimede kasvuks (Einspahr, 1956). Maavarade liialt happelisi kattematerjale ja seetõttu ka puistanguid esineb veel teisteski riikides — Saksa DV-s (Illner, Kätzur, 1964), Inglismaal (Campbell, 1961), Poolas Грешта, 1966), Tšehhoslovakkias (Štýs, 1960), Nõukogude Liidus (Мионов, 1964). Pinnaste kõrge happesus on tingitud peamiselt suurest püriidi- (markasiidi-, polüsulfiidi-) sisaldusest, mis õhu käes ja väävlit oksüdeerivate bakterite toimel oksüdeerub ning millega kaasneb väävelhappe, liikuva alumiiniumi ja kahevalentse raua tekkimine (Зайцев, Савич, 1967). Kõrge happesusega pinnastes muutub taimedele toksiliseks ka mangaan. Mõnevõrra vähem esineb puistanguid, mille reaktsioon on neutraalne või aluseline, kuid siiski mitmetes piirkondades või maades võivad sellised alad olla valitsevad, näiteks Illinoisi osariik USA-s (Limstrom, Deitshman, 1951), paljud Inglismaa piirkonnad (Edmondson, 1961), Sverdlovski oblast NSV Liidus (Горчаковский jt., 1966).

Nagu eespool toodud andmed näitavad, leidub ka meie põlevkivi kattematerjalides ja vahekihtides rohkesti püriiti ja alumiiniumi, kuid puistangusse sattuv karbonaatide hulk on tavaliselt mitmeid kordi suurem, mistõttu tekkiv väävelhape neutraliseerub.

Intensiivse põllumajandusega rajoonides kooritakse kaevandamisele võetavatelt põllualadelt muld. Kuna selle paigaldamine puistangule kohe pärast kaevandamist on mõnikord võimatu, koondatakse kooritud muld (mõnikord ka mulla lähtekivim (Voysey, 1961)) eraldi vallidesse ja säilitatakse niiviisi mitu aastat. Taolise säilitusviisi suhtes on erisugused autorid avalda-



Joon. 12. Kolmeaastane hariliku männi taim (istutatud 2-aastase seemikuna) suhteliselt kivisel pinnasel Kohtla karjääris. August, 1964. a.

nud nii poolt kui ka vastuväiteid. N. C. O'Flanagan jt. (1963) uurisid muutusi, mis toimusid säilitatavas mullas (kerge liivsavi) ning leidsid, et 3 aasta jooksul selles olulisi muutusi degradeerumise suunas ei toimunud. Sama väidab Patejdl (1965). Seevastu G. D. Ashley ja B. Wilkinson (1959) väidavad, et eriti raskema lõimisega muldade omadused halvenevad vallides säilitamisel. Ka F. Hunter ja J. A. Currie (Pringle, 1959) märgivad, et säilitatavas mustmullas saavutavad ülekaalu anaeroobsed protsessid, mulla agregaatus langeb. P. H. K. Foulsham (Pringle, 1959) on leidnud, et säilitamisel bakterite üldarv mullas langeb ning selle põhjuseks on mulla tihenemine. Mulla mahu vähenemine võib B. M. Dougalli väite järgi ulatuda koguni 20—30 protsendini (Pringle, 1959).

Karjääriviisilise kaevandamise tulemusel moodustunud ebataasend puistangud on raskesti haljastatavad, nende kasutamine metsa- ja eriti põllumajanduses on raske kui mitte võimatu. Seepärast peetakse üldiselt vajalikuks puistangute tasandamist. Tasandamise ulatus ja maht sõltub pinnase omadustest ning projekteeritavast kasutusviisist. On püstitatud nõue, et tasandamise



Joon. 13. Karjääripinnaseid iseloomustab suhteliselt suur skeletsus ja kivisus. Viivikonna karjäär. August, 1966. a.

tulemusel saadud pinnasel oleks võimalik luua projekteeritavale majandamisviisile sobivad ühendused ja tagada, et kogu pinnal saaks liikuda vajalike mehhanismidega.

G. A. Limstrom (1960) toob ära kolme võimaliku tasandamisviisi kirjeldused:

1) täispinnaline tasandamine astmeni, mis on vajalik planeeritavaks majandamiseks. Tavaliselt jäetakse pind kergelt lainjaks. On kõige kulukam tasandamise viis;

2) terrassiline tasandamine. Kaks või enam eri kõrguses asuvat horisontaalset või nõrga kaldega tasandatud riba, mida eraldavad järsemad tasandamata kalded;

3) ribaline tasandamine. «Lõigatakse» ära ja tasandatakse vaid puistangu kuhikute ja vallide tipu-(harja-)osa.

Samalaadseid tasandamisviise on soovitatud ka Moskva-lähedase söebasseini puistangute tasandamiseks (Временная..., 1966).

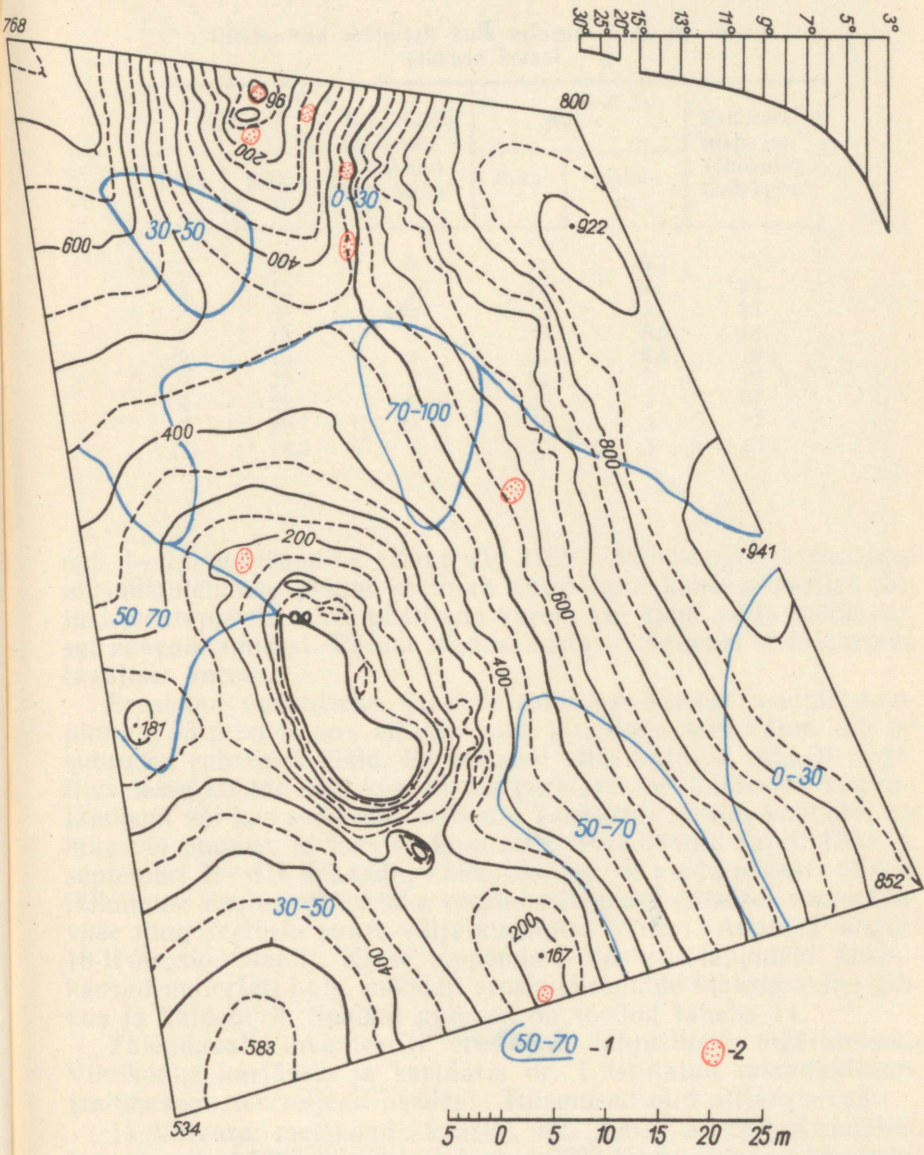
Kõige olulisemaks pinnase omaduseks, mis määrab tasandamise viisi, on peenese mehhaaniline koostis ja kivisus. Raske mehhaanilise koostise korral peetakse ebasoovitavaks puistangu täis-

pinnalist tasandamist, kuna tasandavad mehhanismid pinnast liigselt tihendavad (eriti kui see on märg) (Voysey, 1961; May, 1964). Nagu näitavad V. C. Jamisoni jt. (1951) uurimused, on savika pinnase kokkusurutavus traktori poolt pöördvõrdeline pinnase tiheduse ja võrdeline selle niiskusesisaldusega. Tihenemine põhjustab filtratsiooni kiiruse vähenemist ja selle tagajärjel erosiooni suurenemist, mida on tasandatud puistanguil täheldanud mitmed uurijad (Sawer, 1962; New..., 1963; Strip..., 1966). Kivisus, vastupidi, pidurdab erosiooni (Bramble, 1952; Experiences..., 1961) ning vähendab pinnase tihendamist mehhanismide poolt (Schoeewe, 1960), kuid seevastu takistab puistangu kasutamist põllu- ja metsamajanduses (Voysey, 1961).

Eri autorid annavad ka erisuguseid väärtusi põllu- ja metsamajanduses kasutatavate puistangunõlvade võimalike kallete kohta. W. C. Bramble (1952) märgib, et 35° kaldega nõlva on küll võimalik haljastada, kuid tulemus on nõlva väikese stabiilsuse tõttu ebapüsiv. Sama väidab ka S. H. Beaver (1960), kusjuures lisab, et mainitud suurusega kaldel paiknevate kultuuride hooldamine ning edaspidi igasuguste raiete läbiviimine on raskendatud. Ta peab seepärast maksimaalseks soovitatavaks kalde väärtuseks 18°. V. Trefný (1965) peab maksimaalseks soovitatavaks kaldeks puistangu põllumajanduslikul kasutamisel 7°, metsamajanduslikul kasutamisel 14° ning puistangu välisserva kaldeks kuni 34°. S. Štýs jt. (1963) seab puistangu välisserva kalde sõltuvusse puistangu kõrgusest: puistangutel kõrgusega 20, 40, 60, 80 ja 100 m peaksid kalded olema 16°, 11°30', 9°, 8°, 6°30'.

Kallete suuruse esitamisel on autorid arvestanud ilmselt erosiooniohtlikkust. Joonestades toodud andmete järgi kõvera, leiame selles kooskõla W. C. Bramble'i (1952) väitega, et erosioon on ühesuguse tugevusega nii lühikesel ja järsul kui ka pikal, kuid laugel nõlval. Ka G. A. Limstrom ja G. H. Deitshman (1951) viitavad sellele, näidates ära komponendid, mis kõige enam mõjutavad erosiooni. Nendeks on: 1) pinnase mehhaaniline koostis (erodeeritavus langeb suunas — liivakas raske liivsavi, sõre liiv, tolmpjas savi, tolmpjas raske liivsavi), 2) kaldenurgast ja kalde pikkusest, 3) taimestiku tihedusest ja iseloomust. Nagu näitavad J. Wojciechowski ja A. Rys'i (Войцеховски, Рысь, 1965) uurimused, kannatavad erosiooni all rohkem nooremad, poorsemad puistangud. Erosiooni ärahoidmiseks ning pidurdamiseks kasutatakse mitmesuguseid mooduseid, millest tähtsaim on kalde loomine, millel erosiooni ei toimuks, nõlvade terrasseerimine ja risti kallet vaostamine ning haljastamine (Strip..., 1966).

Tasandatud karjääridel esineb sageli lihkeid ning langatusi, toimub üldine vajumine. Nende põhjusena märgitakse materjalide kobestumist kaevandamisel ning puistangu hilisemat tihenemist. Näiteks liiva ja kruusa maht kaevandamisel suureneb puistangusse asetamisel 10—15%, kuid mõningate aastate pärast vähe-



Joon. 14. Tasandatud puistangu reljeef karjääris nr. 1 (Разработка..., 1966): 1 — kivi-
 suse katteväärtuse %; 2 — erosiooni käigus kokkukantud materjal.

Erodeeritud materjali hulk erineva kalde ja nõlva pikkuse korral

Kalde		Erodeeritud materjali (õhukuiv) hulk kg/m ²	Kalde		Erodeeritud materjali (õhukuiv) hulk kg/m ²
nurk °	pikkus m		nurk °	pikkus m	
2	13	0	11	18,5	3
3	13	0	12	15	23
7	39	150	15	15	23
8	15	0	16	6,5	18
9	15	0	21	6,5	19
9	20	0	21	7	12
9	22	6	35	3	27
9	20	22	35	3	27
11	8,5	6	35	3	15

neb 1—1,5 protsendini (K n a b e, 1959). Puistangute stabiilsuse uurimistulemuste põhjal soovib autor kuni kahekorruselisi ehitusi puistanguile mitte püstitada varem kui kuue aasta möödumisel kaevandamisest. Pärast kümne aasta möödumist võib ehitada tavalises korras.

Erosiooni uurimiseks vaatlusalustel karjääridel asetati maapinnale 33 proovilappi, milleks olid pinnasele kinnitatud 0,5 m² suurused ruberoidi tükid. Proovilapid olid asetatud reljeefi negatiivsetesse kohtadesse, kus oli märgata erosioonimaterjali akumulatsiooni või kus seda võis eeldada. Taimestik nendes kohtades oli hõre või puudus, kivisus — kuni 50%. Proovilapid rajati 1963. a. septembri II—III dekaadil, katse likvideeriti aasta pärast. (Katse jätkamine osutus võimatuks erosioonilappide väikese vastupidavuse ning seetõttu suure väljalangemise tõttu.) Andmed koguti 18-lt erosioonilapilt. Katse lõppemisel kaaluti lappidele kokkukantud materjali hulk, mõõdeti erosioonirennide maksimaalne pikkus ja kaldenurk. Saadud andmed on toodud tabelis 11.

Täiendavalt inventeeriti erosiooni kahjustuste määramiseks Viivikonna karjääris ja karjääris nr. 1 istutatud männikultuure (mitmesugustes reljeefi osades). Tulemused olid alljärgnevad:

1) Vaivara metskond, kvartal 62, 1963. a. männi istutus. Inventeeritud 1963. a. sügisel, loetud 2793 taime, nendest erosiooni läbi hukkunud 12 taime, s. o. 0,43%;

2) Vaivara metskond, kvartal 137, 1965. a. männi-tamme istutus. Inventeeritud 1965. a. sügisel, loetud 209 taime, nendest erosiooni läbi hukkunud 3 taime, s. o. 1,43%.

Viimati nimetatud kohas tehti 0,586 ha suurusel pinnal nivel-

limine, mille ülesandeks oli välja selgitada tasandamisel tekkinud reljeef, erosiooni ulatus ning selle sõltuvus kivisusest (joon. 14). Proovitükki, nii nagu muidki uuritud kohti iseloomustas vaoline (sageli koguni pinnaline) erosioon. Proovitükil oli erosioon levinud kõige enam kohtades, kus kivisuse kattevärtust hinnati kuni 30% -le, kattevärtuse puhul kuni 50% oli see veidi väiksem ja puudus peaaegu üldse kivisuse suurema kattevärtuse korral. Eroosioonist haaratud materjal on akumuldeerunud * 20 m² suurusele pinnale, mis moodustab 0,34% proovitüki pindalast (arvestati akumuldeerimiskohad, kus kokkukantud materjali keskmine түsedus ületas 5 cm ja seega ohustas männitaimede kasvu). Eroosioonirennid olid levinud peamiselt piki buldooseri (oli töötnud peamiselt risti horisontaale) roomiku jälgi.

Kõike eespool toodut arvesse võttes võib väita, et erosioon ei põhjusta siiani tasandatud põlevkivikarjäärade puistanguil märkimisväärset taimede hukkumist istutatud männikultuurides. Männi külvikultuuride kohta (rajatud põhiliselt alates 1965. aastast) vastavaid uurimisi läbi viidud ei ole, kuid võib arvata, et erosioonikahjustused võivad olla seal tunduvalt suuremad.

Oleks ebaõige soovitada erosioonikahjustuste vältimiseks tasandamist nn. laudtasaseks horisontaalseks pinnaks, mis asjalt suurendaks tasandamistööde mahtu ja maksumust. Ilmselt ei ole õige soovitada ka mingit kindlat kalde piirväärtust (Moskvalähedase söebasseini rekultiveerimise ajutises juhendis on soovitatud puuviljaaedade ja metsamajanduse jaoks kuni 4° (Временная..., 1966), sama soovitab Gruusia NSV tingimuste jaoks A. D. Gogatišvili (Гогатишвили, 1967), vaid selle määramisel tuleks arvestada järgmisi tingimusi: 1) pinnase mehaaniline koostis, 2) projekteeritava kultuuri iseloom (külv, istutus, taimede suurus), 3) nõlva pikkus.

Kuigi kogutud andmed ei ole kaugeltki küllaldased, võiks tolmjate liivade (kivisusega kuni 50%) tasandamisel näiteks olla järgmised kalde piirväärtused (projekteeritav kultuur — männi istutus):

Kaldenurk °	14	12	10	8	6
Nõlva pikkus m	11	14	19	25	32+

Siiski tuleb üle 10° kallete loomisest võimaluse korral loobuda, sest nagu näitavad J. Hohlovi jt. (Хохлов и др., 1965) uurimused, on enamik traktoreid kasutatavad kuni 10° kallakuga nõlvadel (juba sellistelgi kalletel väheneb tootlikkus tunduvalt).

* Nagu vaatlused näitavad, on istutatud männikultuuridele (2-aastane mänd) erosiooni materjalide denudatsioonist hädaohtlikum akumulatsioon, mis matab istutatud taimed. Seda väidavad ka G. A. Limstrom ja G. H. Deitshman (1951), pidades mändi matmise suhtes eriti õrnaks.



Joon. 15. Pärast vihmasadusid moodustuvad puistangutel sageli loigud, mis säilivad suhteliselt kaua. Viivikonna karjäär. September, 1963. a.

Esitatud andmete täpsustamine ning uute väljatöötamine kõigi teiste eespool loetletud tingimuste kombinatsioonide jaoks peaks olema spetsiaalse uurimistöö ülesandeks.

Erosioonikahjustuste piiramiseks peab vältima taimede istutamist (eriti seemnete külvi) reljeefi negatiivsetesse osadesse, kus esineb mattumise oht. Nendes kohtades pinnas sageli mudastub, mille tagajärjel väheneb filtratsioon ja pinnase aeratsioon ning tekivad pinnavee loigud (joon. 15). Erosiooni aitab oluliselt vähendada tasandatud pinda viimistlevate buldooseriite liikumine piki horisontaale. Viimase võtte tõhususele viitab D. P. Clothier (1961).

Langatustel on uuritud karjääripuistanguil väga väike osa tähtsus.

2. PUISTANGUTE LOODUSLIK TAIMESTUMINE

Puistangute looduslik taimestumine oleneb paljudest teguritest: ajast, mis on möödunud kaevandamisest, ümbritsevate alade taimeistiku iseloomust, pinnase mehhaanilisest koostisest, toitelementidega varustatusest, erosioonikindlusest, veega varustatusest jne. (Limstrom, Deitshman, 1951). Enamasti on loo-

duslik taimestumine ühel või teisel põhjusel aeglane või ebapiisav (A digest . . . , 1962/1964).

V. V. Tartševski (Т ар ч е в с к и й, 1964) märgib näiteks, et püriidi ja kipsi puistangud Uraalides ei taimestu üldse, asbesti puistanguil tekib taimestik alles 10—15 aastat pärast kaevandamist. Puistangute aeglast taimestumist märgivad ka D. P. Clothier (1961) ning B. P. Kolesnikov ja V. S. Nikolajevski (К о л е с н и к о в, Н и к о л а е в с к и й, 1962).

Põhjalikud andmed toob South Lancashire'i (Inglismaa) söebasseini puistangute loodusliku taimestumise kohta J. K. Molyneux (1963). Neist andmeist selgub, et domineerivamaks liigiks on valge kastehein, järgnevad võnkkastevars, murakas, hunditubakas ja ahtalehine põdrakanep. Paiseleht ja ahtalehine põdrakanep on kuni 24 aasta vanustel puistangutel (mehhaaniline koostis saviliiv kuni savi) kaasdominandid. Pärast nimetatud aega esinevad nad ainult «teiste tavaliste liikide nimekirjas» ja dominantide ning kaasdominantidena esinevad peamiselt kõrrelised. Pioneertaimedena märgib autor peale eespool mainitud liikide veel väikest oblikat ja harilikku hiirekõrva. Samuti märgib F. Jonaš (1959) pioneertaimedena paiselehte, sellele lisanduvad maits, kari-kakar, kassitapp.

Paljud nimetatud taimed esinevad ka looduslikult taimestunud asbesti puistanguil Uraalides (Т ар ч е в с к и й, З а й ц е в а, 1964).

V. V. Tartševski (Т ар ч е в с к и й, 1964) uurimuste järgi formeerub puistangute taimestik lõplikult umbes 25 aasta jooksul. Kui Voltšanski karjääri esialgses taimkattes oli valitsevaks paiseleht, millega kaasnesid siil-takelrohi, kadakkaer, osjad ja piimohakad, siis juba kaheksa-aastaselt puistangul on esikohal kõrrelised (nurmikas, kastevars), mis jäävadki valitsevaks.

Taimestiku uurimised toimusid Kohtla ja Viivikonna karjääris. Metsakultuurides ja väiksemas ulatuses ka tasandamata aladel hinnati silmamõõduliselt taimestiku katteväärtust. Kohtla karjääris määrati kolmes ja Viivikonna karjääris kahes metsakultuuris taimestiku maapealne mass ning keemiline koostis. Selleks valiti juhuslikesse kohtadesse viis 4 m² suurust (nagu seda soovitas T. A. Rabotnov (Р а б о т н о в, 1966) proovilappi, millelt lõigati 1963. aasta septembri II—III dekaadis taimede maapealsed osad. Proovides määrati domineerivad liigid, materjali õhukuiv kaal ning keemiline koostis (TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi biogeokeemia laboratooriumis). N, P₂O₅ ja K₂O määrati pärast märgtuhastamist, N ja P₂O₅ kolorimeetriliselt, K₂O leekfotomeetril. SiO₂ määrati pärast tuhastamist temperatuuril +900° C. CaO ja MgO pärast tuhastamist temp. +700° C trilonomeetriliselt, Fe₂O₃ pärast tuhastamist temp. +700° C kolorimeetriliselt. Karjäärides levinud rohttaimestiku liigilisel iseloomustamisel on kasutatud ka Tartu Üliõpilaste Looduskaitseringi poolt 1965. a. augustis Kohtla ja Küttejõu karjääridest kogutud andmeid. Kogutud kasinate and-

mete põhjal ning alade erisuse tõttu on raske otsustada taimkatte massi ja dünaamika üle. Siiski võiks välja tuua mõned iseloomulikud jooned.

Kui äsja tasandatud ning kultiveeritud aladel ulatus Kohila karjääris liikide arv 35—40-ni, siis 5 aasta möödudes kahanes see 23-ni. Taimestiku üldkatteväärtnus suurenes sel ajal umbes 10%-lt 75%-le. Andmed liigilise koostise osas on sarnanevad eespool mainitud autorite andmetega. Värskest tasandatud aladel on enam esinevaiks liikideks paiseleht, põldkadakkaer, harilik hiirehernes, aas-seahernes, kohati luht-kastevars ja gallia koersinep. Viimane võib esineda ainuvalitseva liigina, kuid paari aasta möödudes langeb peaaegu täielikult välja. 5 aastat pärast tasandamist on domineerivaiks liikideks nurmikad, ahtalehine põdrakanep, paiseleht, luht-kastevars, metsmaasikas ja ohakad.

Rohttaimestiku proovide (võetud Kohtla ja Viivikonna karjääride 1960, 1961 ja 1963. a. metsakultuurides; alad on üksteisega taimestiku levikuvõimaluste poolest võrreldavad) õhukuiva materjali üldkaal oli väga varieeruv, 123—710 kg/ha. Andmete vähesuse tõttu ei saa massi produktsiooni erinevuste põhjusi välja selgitada, kuid võib väita, et suurem orgaanilise süsiniku ja üldlämmastiku sisaldus pinnases põhjustab ka suurema rohttaimestiku produktsiooni. Põhilise massi taimestikust moodustavad paiseleht ja põdrakanep (kokku 40—100%), kusjuures esimene moodustab sellise tihedusega rohurinde, mis võib tõsiselt ohustada männikultuuri (ilmselt ka mitmete teiste kultuuride) kordaminekut. Põdrakanep domineerib kohtades, kus pinnas on rikas kas üldlämmastiku või laktaatlahustuva P_2O_5 poolest. Sealjuures sisaldab põdrakanep, võrreldes näiteks kõrreliste või paiselehega, vähe üldlämmastikku ja üldfosforit. Fosforit tagastavad pinnasesse kõige enam koersinep ja puju, lämmastikku aga koersinep ja paiseleht. Et viimase osatähtsus on suhteliselt suur, siis tema lagunemisel võib pinnasesse vabaneda kuni 6,4 kg N hektari kohta. Üldse võib rohttaimestikust proovitükkide andmeil bioloogilisesse ringesse minna N — 1,1—9,1 kg/ha, P_2O_5 — 0,4—7,8 kg/ha ja K_2O — 1,2—11,8 kg/ha.

Vaadeldes rohttaimestiku liigilist koostist, ilmneb, et rohkesti esineb liike, mida L. Laasimer (1965) peab inimese poolt tugevasti mõjutatud aladele iseloomulikeks liikideks — kastevarred, kadakkaerad, aruheinad, harilik sinihelmikas jt. Kõrvuti esineb liike, mida sama autor käsitleb kui liivikutele iseloomulikke (varretu ohakas, jäneskastik), lubjavaesel ja lubjarikkal põhimoreenil levivatele muldadele iseloomulikke (aas-seahernes, harilik hiirehernes, soo-ohakas) ning esindajaid kõikidelt (nii märgadelt kui kuivadelt) mullatüüpidelt. Mitme liigi kohta märgib autor, et nad on nitrofiilid, mitme liigi rohke esinemine looduslikel muldadel annab tunnistust kõrgest põhjaveeseisust (paiseleht ja punane

aruhein). Rea liikide kohta märgib autor, et nad võivad kujuneda põldudel, raiestikel ja põlendikel tülikaks umbrohuks (võnkkastevars, jäneskastik, lambaaruhein, harilik raudrohi, valge kastehein).

3. PINNASE OMADUSTE MÕJU METSAKULTUURIDE KASVULE

Nagu märgitud, on puistangute looduslik taimestumine küllaltki sageli aeglane ja ebapiisav, mistõttu peetakse vajalikuks kunstlikku taimestamist — bioloogilist rekultiveerimist. Viimane võib toimuda kahes — põllumajanduslikus ja metsamajanduslikus suunas (Štýs, 1961b). Uuritud aladele ei ole rekultiveerimisel otsustavaks rajada põllumaid. Väite põhjenduseks toome ära nõuded ja soovitused, mida esitavad eri autorid puistanguile rajatavate põllumajanduslike kõlvikute kohta ning võrdleme neid tingimustega meie vabariigi põlevkivikarjäärides.

W. Knabe (1959) püstitab põllumaaks rekultiveeritavale puistangule järgmised nõuded:

1) pind peab põhjavee nivoost olema 1 m kõrgemal (ka siis, kui pumpade töö lakkab);

2) peab olema tagatud sademete vee äravool, kuna aja jooksul puistang tiheneb ning filtratsioon väheneb;

3) peab olema võimalik kasutada põllumajanduslikke masinaid;

4) pinnas peab koosnema 0,75—1,0 m tusedusest I—II väärustklassi materjalide kihist, väiksema tuseduse korral võib esineda ikaldusi;

5) peavad olema rajatud juurdepääsuteed loodavatele põllumajanduskõlvikutele.

Ligikaudu samal seisukohal on ka S. Štýs (1960), veidi tagasihoidlikumad nõuded mulla tuseduse osas (0,4—0,8 m) on püstitatud Moskva-lähedase söebasseini rekultiveerimise eeskirjades (Временная..., 1966).

Kui p. 1, 2, 3 ja 5 all esitatud tingimuste tagamine sõltub inimesest, siis p. 4 all püstitatud tingimus sõltub esmajoones looduslikest, maavarasid katvate materjalide omadustest.

Knabe (1959) klassifitseerib maavarasid katvaid materjale rekultiveerimise seisukohalt järgmiselt.

I. Väga hea — põllumajanduses hästi kasutatav.

II. Hea — põllumajanduses kasutatav.

III. Keskpärase — metsamajanduses rahuldavalt või hästi kasutatav.

IV. Halb — metsastatav, kuid ilma majandusliku tulemuseta.

V. Väga halb — ei võimalda taime kasvu.

Ligikaudu samasugune klassifikatsioon on ka S. Štýsil ja V. Trefnýl (1962) ning O. Pekarekil (1960). Iga autor on sõltuvalt kohalikest looduslikest tingimustest andnud oma klassifikatsioonile ka konkreetse sisu. Nii näiteks paigutavad S. Štýs ja

Pinnaste ja põllumuldade A₁-horisondi agrokeemilised näitajad
(arvestades skeletsust)

Karjääripinnas või mullaerim	Orgaanilise C %	Üldine			Laktaatlahustuv	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		%			mg/100 g	
Kohtla	2,31	0,05	0,19	0,03	1,9	1,7
Viivikonna	0,65	0,04	0,10	0,02	0,8	0,8
Nõrgalt leetunud kamar-leetmuld*	1,0	0,05	2,72	0,10	10,9	10,0
Õhuke tüüpiline kamar-karbonaat- muld**	3,3	0,18	4,47	ei ole määratud		
Leetjas kamar- karbonaatmuld*	1,7	0,13	2,64	0,15	18,6	9,4

* Lillema, 1958.

** Рейнтам jt. 1966.

V. Trefný Põhja-Tšehhi pruunsöekarjääride kattekihid järgmistesse klassidesse: löss — I—II, kruus — III—IV, liivad — III—IV, punakaspruunid savid — III—IV, söelisan dig a savid — IV—V jne.

Võttes aluseks eespool toodud klassifikatsiooni, on meie vabariigis Viivikonna (Uus-Viivikonna) karjääri ning karjääride nr. 1 ja nr. 2 põlevkivi kattematerjalid, arvestades geoloogilisi andmeid, paigutatud järgmistesse klassidesse (Разработка..., 1966): turbad (II) III—IV, mineraalsed kvaternaarsed setted III—IV, karbonaatsed materjalid IV (V). Seega ei peaks nimetatud materjalidest koosnev puistang olema kohane põllumajanduslike kõlvikute rajamiseks, vaid sobima metsastamiseks*. Arvestades eespool esitatud andmeid, mis näitavad, et uuritud pinnaste kivisus ületab vabariigi kõige kivisemate põldude kivisuse mitu korda ja seega teeb võimatuks nende pinnaste kasutamise põllumajanduslike kõlvikutena, võib väita, et meie vabariigi jaoks koostatud põlevkivimaterjalide klassifikatsioon on pinnaste taimekasvatusele sobiv. Samale järeldusele võime tulla, kui vaatleme pinnaste toitainetesisaldust (tabel 12).

Kuna projekteeritavate karjääri nr. 3 ja Kunda karjääri aladel esineb põllumajanduslikke kõlvikuid vastavalt 47 ja 76% kogu

* Nagu väidab L. V. Motorina (Моторина, 1967), ei ole põllumajanduslike kõlvikute rajamine mõeldav isegi suhteliselt viljakatele kvaternaarsele setele, ilma neile 40 cm tusedust mullakihti paigaldamata.

Karjääride alla projekteeritavate maa-alade kategooriad

Karjäär	Üldpind		Põllumajandus- likke kõrvikuid		Sellest põldu		Metsa		Soid, rabasid		Teed, vee- kogud jm.	
	ha	% üldpinnast	ha	% üldpinnast	ha	% üldpinnast	ha	% üldpinnast	ha	% üldpinnast	ha	% üldp.
Nr. 1	6129	31	—	—	3	—	4159	68	1780	29	159	3
Nr. 2	4449	53	1	—	—	—	1693	38	2631	59	72	2
Nr. 3	4235	1991	47	23	983	23	1695	40	502	12	47	1
Uus-Vii- vikonna Kunda	3943 3035	— 2319	— 76	— 51	— 1543	—	643 488	16 16	3266 205	83 7	34 23	1 1
Kokku	21 791	4394	20	12	2529	12	8678	40	8384	38	335	2

karjääri territooriumist (tabel 13), on nimetatud aladel põllumuldade näol olemas puistangute katmiseks I—II väärtusklassi materjal, mistõttu seal on rekultiveerimise korral mõeldav põldude loomine. Kahtlemata, nagu väidab ka J. D. Reilly (1965), muudetakse osa endisi põllumaid rekultiveerimisel paratamatult metsamaadeks, kuna muldade koorimisel ja puistangute katmisel on kaod vältimatud.

Uuritud karjääripinnaste võrdlemiseks vabariigi metsamuldadega, toome ära andmed, mis näitavad nende varustatust põhiliste toiteelementidega (tabel 14).

Nagu väidab I. K. Jakušenko (Якушенко, 1963) ulatub hariliku männi juurestik looduslikes muldades kuni 2,2 meetri

Tabel 14

Põhiliste toitelementide hulk (kg/m²) Kohtla ja Viivikonna karjääri pinnastes ning vabariigi metsamuldades

Puistu	Boni- teet	Karjäär, muld	Arves- tatav tüse- dus cm	Üldine		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		Kohtla	250	1,05	1,96	6,79
		Viivikonna	250	0,77	1,40	3,47
Männik	I	Keskmiselt leetunud kamar-leetmuld*	250	0,14	2,23	8,33
Männik	I	Keskmiselt leetunud kamar-leetmuld*	160	0,31	0,79	0,99
Kuusik	I	Õhuke tüüpiline kamar-karbonaatmuld**	75	1,35	3,05	49,41
Kuusik	I	lessiveerunud pruunmuld (leetjas kamar-karbonaatmuld)**	100	0,76	3,73	27,84
Kuusik	I	tüüpiline pruunmuld (leostunud kamar-karbonaatmuld)**	70	0,68	1,94	21,01
Männik	I	tugevasti leetunud leedemuld*	120	0,12	0,36	0,50
Kuusik	III	väga õhuke huumus-karbonaatmuld***	10	0,26	0,08	0,28
Männik	IV	keskmiselt leetunud leedemuld*	115	0,13	0,78	0,63
Männik	IV	keskmiselt leetunud leedemuld*	115	0,04	0,40	0,60
Männik	IV—V	turvastunud leetgleimuld*	86	0,41	0,54	0,35

* L. Raidi trükis avaldamata materjalide järgi.

** EPA mullateaduse ja agrokeemia kateedri trükis avaldamata materjalide järgi.

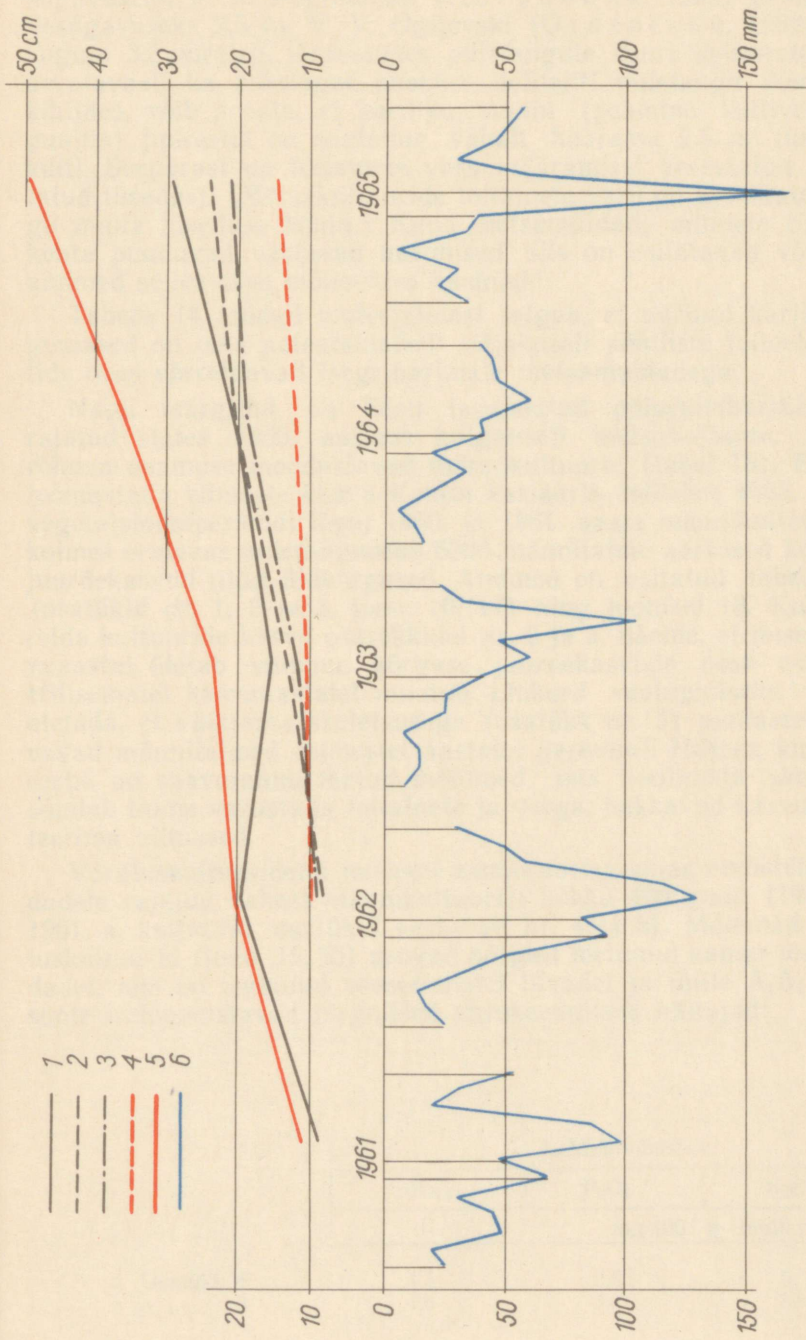
*** R. Sepa trükis avaldamata materjalide järgi.



Joon. 16. Harilik määnd Kohtla karjääri puistangutel. 1960. aasta kultuur (istutatud 2-aastaste seemikutena). Osatükk nr. 1. August, 1966. a.



Joon. 17. Harilik määnd Kohtla karjääri puistangutel. 1961. aasta kultuur (istutatud 2-aastaste seemikutena). Osatükk nr. 3. Juuli, 1965. a.



Joon. 18. Karjääripuistangutele ja endistele põllumaadele rajatud männikultuuride kõrguse juurdekasvud: 1 — osatükk 1, 1960. a. istutus karjääris; 2 — osatükk 2, 1961. a. istutus karjääris; 3 — osatükk 3, 1961. a. istutus karjääris; 4 — osatükk 4, 1961. a. istutus endisel põllul; 5 — osatükk 5, 1960. a. istutus endisel põllul; 6 — sademete hulk kuude ja aastate lõikes.

sügavuseni, P. S. Pogrebnyak (Погребняк, 1963) peab piir-desügavuseks 2,5 m, V. V. Ogijevski (Огиевский, 1962) aga koguni 3,8 meetrit. Arvestades puistangute suurt kobestatust ja arvatavasti ka mõningat niiskuse defitsiiti puistangu ülemistes kihtides, võib arvata, et hariliku männi (peamine kultiveeritav puuliik) juurestik on suuteline vabalt haarama 2,5 m түседust kihti. Seepärast on toitainete varu määramisel arvestatud nime-tatud түседust. (Metsakultuuride toitainete varu on arvestatud ko-gu mulla түседuse kohta.) Kuna metsamuldade mitmete tüüpide kohta puuduvad vastavad uurimised, siis on esitatavad võrdlus-andmed selles osas mõnevõrra kasinad.

Tabelis 14 toodud materjalidest selgub, et uuritud karjääride pinnased on oma potentsiaalselt viljakuselt põhiliste toiteelemen-tide osas võrreldavad isegi parimate metsamuldadega.

Nagu märgitud, on Eesti tasandatud põlevkivikarjääridele rajatud alates 1960. aastast hulgaliselt metsakultuure, milles rõhuva enamuse moodustavad männikultuurid (tabel 15). Et ise-loomustada viimaste kasvu Kohtla karjääris, mõõdeti 1965. aasta vegetatsiooniperioodi lõpul 1960. ja 1961. aasta männikultuurides kolmes erinevas puistanguosas 6300 männitaima aastased kõrgus-juurdekasvud ning üldkõrgused. Andmed on esitatud tabelis 16 (osatükid nr. 1, 2 ja 3, joon. 16, 17) ning joonisel 18. Kui võr-relda kultuuride kasvu osatükkidel nr. 2 ja 3, näeme, et teisel kas-vuaastal ületab viimane kõrguse juurdekasvude osas esimest. Hilisematel kasvuaastatel muutub olukord vastupidiseks. Võiks oletada, et väiksema skeletsusega (osatükk nr. 3) pinnastel kas-vavad männitaimed esimestel aastatel paremini. Hiljem, kui juu-restik on saavutanud teatud mõõtmed, mis hoolimata skeletist, suudab taime varustada toitainete ja veega, hakkavad kasvu limi-terima viimased.

Võrdluskultuuridena mõõdeti samas metskonnas endistele põl-dudele rajatud kahest männikultuurist kokku 400 puud (1960. ja 1961. a. kultuurid, osatükid vastavalt nr. 4 ja 5). Mõlemad võrd-luskultuurid (joon. 19, 20) asuvad nõrgalt leetunud kamar-leetmul-dadel, mis on tekkinud veesettelistel liivadel ja mille A_1A_2 hori-sonte iseloomustavad järgmised agrokeemilised näitajad:

	Laktaatlahustuv		
	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O
	mg/100 g mullas		

Osatükk 4	4,5	2,5	5
„ 5	4,6	2,5	3

Kohtla, Viivikonna ja karjääri nr. 1 tasandatud puistangutele aastatel 1960—1966. istutatud (külvatud) puu- ja põõsaliigid

Karjäär	Liik	Aastas tuhat kohta ha-1							Kokku tuhat kohta
		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	
Kohtla	Har. mänd	25,2	27,6	65,2	37,5	68,9	90,5	73,2	388,1
	Har. kuusk	—	—	2,5	8,5	—	14,6	—	25,6
	* Lehis	5,0	—	1,4	8,3	6,0	—	—	20,7
	** Pappel	—	—	7,5	—	5,0	6,6	—	19,1
	Arukask	—	—	—	—	4,1	6,4	—	10,5
	Har. vaher	—	—	—	—	3,2	6,9	—	10,1
	Har. tamm	—	—	—	—	1,0	1,4	—	2,4
	Har. pärn	—	—	—	—	1,4	—	—	1,4
	Põhjatamm	—	—	—	—	—	0,6	—	0,6
	Must lepp	—	—	—	—	—	0,3	—	0,3
	* Ebatsuuga	—	—	—	—	—	0,3	—	0,3
	Har. hobukastan	—	—	—	—	—	0,2	—	0,2
Suur läätspuu	—	—	—	—	—	—	2,5	2,5	
Viivikonna	Har. mänd	—	13,1	5,0	167,9	166,9	224,7	148,4	726,0
	*** „	—	29,6	—	—	—	33,4	106,8	169,8
	Arukask	—	—	—	—	—	8,0	—	8,0
	Har. kuusk	—	—	—	—	—	7,3	—	7,3
	** Pappel	—	—	—	—	3,3	2,2	—	5,5
* Lehis	—	—	—	—	—	—	2,8	2,8	
Nr. 1	Har. mänd	—	—	—	—	—	44,0	—	44,0
	Har. tamm	—	—	—	—	—	4,2	—	4,2
	* Lehis	—	—	—	—	—	2,8	—	2,8
	Har. jalakas	—	—	—	—	—	1,5	—	1,5

Märkus. * Liik ei ole määratud,
 ** balsamifera, deltoides, koreana, simonii, suaveolens,
 *** külv.

Kohtla karjääri ja selle naabruses olevatele endistele suhteliselt vähetootlikele

Osa-tükk nr.	Kultuuri rajamise aasta	Kõrguse juurdekasv,								
		1961			1962			1963		
		n	\bar{x}	σ	n	\bar{x}	σ	n	\bar{x}	σ
1	1960	275	9,6	4,30	432	19,5	6,65	442	15,4	6,75
2	1961	—	—	—	2049	8,4	4,35	2225	11,8	5,35
3	1961	—	—	—	3253	8,7	4,65	3600	12,1	5,45
4	1961	—	—	—	153	10,4	4,45	195	11,0	4,75
5	1960	169	11,1	4,55	201	20,9	7,05	203	24,0	5,80

Lausaldane paas asub ca 90 cm sügavusel. Kõrvutades võrdluskultuure ja kultuure karjääripuistangutel, näeme, et teisel kasvuaastal ületavad mõlemad võrdluskultuurid oma kõrguse juurdekasvus samavanuselisi karjäärikultuure. Hiljem aga kultuur osatükil nr. 4 jääb oma kasvus teistest tunduvalt maha. Arvatavasti on see tingitud mulla rikitud veerežiimist, kuna kõnesoleva kultuuri all ca 5—6 m sügavuses asuvad kaevanduskäigud, mis mõjuvad omalaadse drenaazüsteemina*. Samuti näib kasvu pidurdavat lämmastiku defitsiit, nagu selgub kultuurist võetud okkaproovidest (vt. tabel 18).

Et võrrelda karjäärikultuure teiste männikultuuridega mäetöödest puutumata aladel, toome ära mõnede autorite uurimisandmed männikultuuride kasvu kohta erinevatel metsamuldadel.

P. Rõigas (1956) on uurinud noorte männikultuuride kasvu mitmesuguse boniteediga liiva-aladel (boniteet määratud vana metsa järgi). Tema uurimuste järgi olid hariliku männi taimed eri vanuses ja erisuguse boniteediga kasvukohtades järgmise kõrgusega:

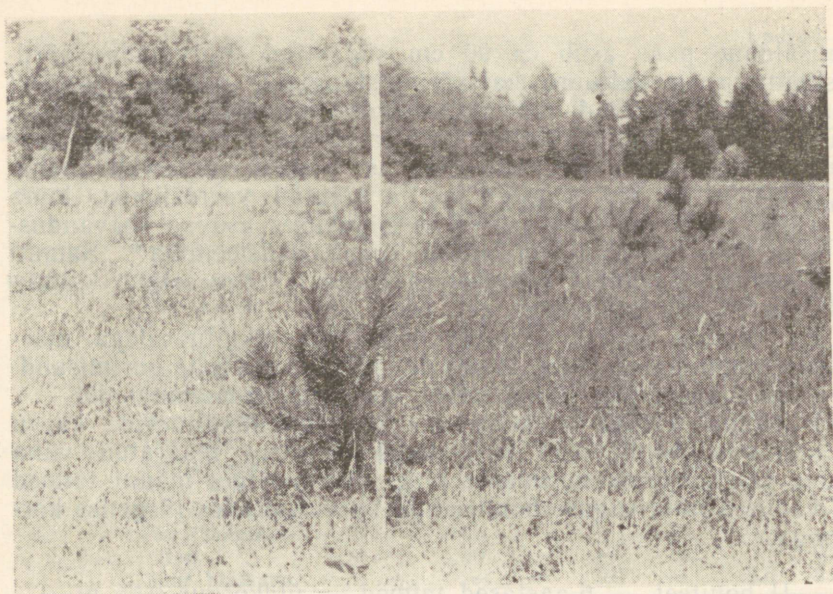
II boniteet	—	6-aastased taimed	—	üldkõrgus	0,65 m
		5- „ „	—	„	0,25 m
III „	—	8- „ „	—	„	0,75 m
		7- „ „	—	„	1,50 m
IV „	—	8- „ „	—	„	0,67 m
		7- „ „	—	„	0,84 m
V „	—	7- „ „	—	„	0,56 m

* Kirjanduses leidub üksikuid andmeid, mille kohaselt maa-alune kaevandamine ei kahjustavat põllu- ja metsamajandust (Кудрявцев, Иванов, 1954). Tunduvalt sagedamini märgitakse vastupidist olukorda (Schmitz-Lenders, 1959; Pekarek, 1960; Stýs, 1960; Bojarski 1965). Võib oletada, et mõju suurus oleneb kaevanduskäikude sügavusest. Meie vabariigis ei ole vastavaid uurimisi tehtud, kuid kaevandatud aladel olevate langatuste (joon. 21) põhjal võib väita, et negatiivne mõju metsale on olemas.

Tabel 16

põldudele rajatud männikultuuride kõrguse juurdekasvud ning üldkõrgused

cm						Kultuuri üldkõrgus, cm		
1964			1965					
n	\bar{x}	σ	n	\bar{x}	σ	n	\bar{x}	σ
445	20,9	8,95	445	29,6	10,00	446	100,8	32,50
2242	20,6	7,60	2243	24,6	8,50	2243	72,6	23,25
3603	19,7	8,05	3357	21,4	8,35	3603	68,3	18,05
200	12,6	4,45	200	14,8	5,50	200	52,8	16,65
203	36,1	8,65	203	49,8	9,35	203	150,4	30,85



Joon. 19. 1961. a. hariliku männi kultuur (istutatud 2-aastaste seemikutena) endisel põllul. Osatükk nr. 4. Kohtla metskond, august, 1965. a.



Joon. 20. 1960. aasta hariliku männi kultuur (istutatud 2-aastaste seemikutena) endisel põllul. Osatükk nr. 5. Kohtla metskond, september, 1965. a.



Joon. 21. Kohtla kaevanduse põhjustatud langatus. Kohtla metskond, august, 1965. a.

E. Pihelgas (1963) on uurinud hariliku männi kultuuride kasvu olenevalt seemne päritolust. Kultuurid kasvasid II—III boniteedi metsakasvukohtades. 6 aasta vanuselt oli nende kõrgus 0,54—0,97 m.

Kuigi nii noorte kultuuride kasvu alusel ei ole boniteedi määramine (kasv oleneb peale keskkonnatingimuste väga tugevasti veel seemikute pärilikest omadustest, istutustööde kvaliteedist jm.) täiesti objektiivne, võib andmete võrdlusest teha järelduse, et karjääripuistangutele rajatud männikultuurid näitavad umbes III—IV boniteedile vastavat kasvu. Samasuguse boniteediga (III) on ka Viivikonna karjääri tasandamata osadel looduslikult uenenud kuni 20-aastane männi-kase segapuistu (joon. 22). Enne kaevandamist kasvasid neil aladel kase-männi IV boniteedi puistud. (Kogu uuritud Viivikonna karjääri territooriumil oli 1938. aasta metsakorralduse andmetel kasvanud männi ja kasepuistute keskmine boniteet IV, 2.) (vt. joon. 4). Boniteedi tõusu võib karjääripinnastel eeldada ka mitmel pool mujal, eriti karjääris nr. 1, mis on rajatud suures osas rabasse. Rekultiveerimisega kaasnevale lahtiselt kaevandatud alade produktiivsuse tõusule viitavad paljud autorid (B u s k e t t, 1952; E i n s p a h r jt., 1955; Rehabi-



Joon. 22. Viivikonna karjääri tasandamata aladel looduslikult uuenenud männi-kase puistu. Juuni, 1967. a.

litation..., 1956; Sherman, 1960; Collinge, 1962; Sawyer, 1962; A digest..., 1962/1964; Strip..., 1966), kuid enamasti kehtib see madala algse viljakusega alade kohta.

a) pinnase mehhaaniline koostis

Tingimused, mis mõjutavad pinnaste aeratsiooni ja niiskusrežiimi, on seetõttu ka tähtsaimad kultuuride kasvamamineku ja kasvu mõjutajad. Üks neist on pinnase mehhaaniline koostis. Et puistangud on sageli väga peenesevaesed, on mehhaanilist koostist suhteliselt palju uuritud ja selle kohta võib kirjandusest leida ka rohkesti materjali (A digest..., 1962/1964). Peenese ja korese vahelise pinnases määrab kultiveerimise aja (aastad, mis on vajalikud kivide ja muu koreselise materjali murenemiseks enne kultiveerimist), kultiveerimise meetodi ja edukuse (Limstrom, 1960). Pinnastel, milles peenest on vähe (koresus suur), lähivad kultuurid madala veehoiu- ning suure dreneaazivõime tõttu halvasti kasvama ja nende kasv on vähene. Nii näiteks väidab W. C. Bramble (1952), et kohti, kus peenese osatähtsus (osakesed

$\varnothing < 2$ mm) on üle 20%, saab kergesti rekultiveerida, kuid seal, kus seda on alla 15%, on kasvamaminek ka teiste tingimuste parimate väärtuste korral madal. Samal seisukohal on ka G. A. Limstrom ja G. H. Deitshman (1951). S. A. Wilde (1946) soovib vastavalt peenese sisaldusele mullas valida kultiveeritava puuliiki. Nii näiteks sobib sel juhul, kui alla 0,05 mm materjali on mullas 5—10%, kultiveerimiseks vaid hall mänd, kui 10—15%, siis hall ja harilik mänd ja kui 15—25%, siis kõik männi liigid, välja arvatud valge mänd.

Tasandamise, pinnase mehhaanilise koostise ning taimede kasvu vahelist sõltuvust on ulatuslikult uurinud G. A. Limstrom (1960). Mehhaanilise koostise tähtsust tasandamise meetodi valiku suhtes käsitleti juba eespool. Uurimised on näidanud, et raskete savide puhul on tasandamata puistangute niiskusesisaldus põua-perioodidel suurem analoogiliste tasandatud puistangute omast. Kergemate peeneste puhul ei ole vahed niivõrd olulised. Erisugused niiskusvarud ja aeratsioonitingimused põhjustavad ka puutaimede erisuguse kasvu.

Uuritud põlevkivikarjääride pinnaste peenese keskmine sisaldus (vt. lk. 21) on tunduvalt suurem kui eespool mainitud kriitiline piir, mistõttu nende metsastamisega selles suhtes enamasti raskusi ei ole. Siiski esineb kohti, kus peenese osatähtsus on väga väike ning on märgata nii puu- kui ka rohttaimede pikaajalist kiratsemist (joon. 23, 24) ning väiksemat kasvamaminekut. Ka L. E. Saweri (1962) uurimuste järgi on kasvamaminek kivistel aladel kuni $\frac{2}{3}$ võrra väiksem kui vähese kivisusega aladel. Seevastu teatav kivisus (või koresus), mis väldiks savikates materjalides liigniiskust, mõjub kasvu soodustavalt, nagu väidab seda G. A. Limstrom (1960). Seejuures peab arvestama, et kiviste pinnastele istutamisel on tööviljakus tunduvalt väiksem (kuni 2 korda, sest istutaja peab kivide vahel otsima sobivat istutuskohta) ning istutusvead on suuremad. Sama autor märgib veel, et lubjakivi esinemine puistangutes tõstab pinnase produktiivsust ning parandab reaktsiooni. Kahtlemata on see nii, kuid ainult teatava piirväärtuseni, ning palju sõltub lubjakivide murenemiskiirusest ja astmest. Sealjuures märgib G. A. Limstrom, et võrreldes teiste kivimitega murenevad lubjakivid kiiresti.

Mullatekke protsessi kiirusest lubjakivil (Moskva obl.) toob andmeid M. P. Smirnov (Смирнов, 1960). 80—100 aasta jooksul kujunes lubjakivi materjalil 50 cm tusedune diferentseerunud horisontidega muld, mis oli tekkinud peamiselt ülalt alla kulgevate mullatekkeprotsesside tulemusel. Karjääripuistangutel on mullatekkeprotsessidest, tänu mitmesuguste materjalide segipaisatusele ja kobestatusele, haaratud korraga tunduvalt tusedam kiht. Ka esineb puistangus, nagu eespool oli näidatud, rohkesti põlevkivi, mis on murenemisprotsessidele tunduvalt vähem vastupidav kui lubjakivi.



Joon. 23. Suhteliselt kivine pinnas Viivikonna karjääris põhjustab 1963. aastal istutatud männitaimede pikaajalist kiratsemist või hukkumist. Oktoober, 1964. a.



Joon. 24. Taimestiku ribaline levik on põhjustatud pinnase erisugusest kivisusest, mis omakorda on tingitud põlevkivi paljandustööde tehnoloogiast. Kohtla karjäär, juuli, 1965. a.

b) pinnase reaktsioon

Kuigi pinnase reaktsioon otseselt ei limiteeri taimede kasvu, sõltuvad sellest mitmesugused tegurid, nagu seente, vetikate ja bakterite elutegevus, millest omakorda otseselt või kaudselt sõltub orgaanilise aine lagunemine, kivimite murenemine ning mitmete toiteelementide taimede poolt omastatavus. Kuigi pH_{KCl} 6,8—7,3, mis uuritud aladel osutus valitsevaks, on soodus enamiku mikroorganismide arenguks, millest sõltub taimejäänuste lagunemine ning huumuse moodustumine (Кононова, 1963), lämmastiku fikseerimine ja kivimite murenemine (Егорова, jt., 1964), ei ole kõnesolev reaktsioon soodus mitmete toiteelementide omastamiseks taime poolt. Nii on raskendatud fosfori, raua, mangaani, koobalti jt. omastamine. Kõrgema reaktsiooni puhul kui pH 6,0 algab taimedele omastatavate fosfaatide vähenemine (Kärblane, 1967), raud sadeneb mullalahusest kiiresti välja juhul, kui pH ületab 7,0 (Возбуцкая, 1964).

Et eri puuliikidel on erisugune toiteelementide omastamise võime, siis sõltub viimasest ka nende erinev kasv igal konkreetse reaktsiooniga mullal. Nii peavad S. A. Wilde (1964), I. Becker-Dillingen (Kaar, 1959), G. A. Limstrom (1960) ja S. V. Zonn (Зонн, 1964) erisugustele puuliikidele sobivaimaks tabelis 17 toodud pH väärtusi.

Tabel 17

Eri puuliikide soovitatavad mulla (pinnase) pH väärtused*

Puuliik	Wilde (1946)	Becker- Dillingen (Kaar, 1959)	Limstrom, (1960)	Зонн (1964)
Arukask				4,0—7,2
Kuusk		(5,0—6,0)		
Harilik kuusk				3,5—7,0
Lehis		(6,0—8,0)		4,0—6,0
Mänd		(5,0—6,5)		
Hall mänd	5,5—6,5		4—7,5(4,5—6)	(6,0—7,0)
Harilik mänd	5,5—6,5		4—7,5(4,5—6)	3,0—7,5
Valge mänd	5,5—6,5		4—7,5(4,5—6)	(5,8—6,5)
Kanada pappel			5—8 (4,5—6)	
Pärn	5,5—6,5			
Saar			4—8 (6—7,5)	
Tamm	6,6—7,3	(4,0—6,0)		
Harilik tamm	5,5—6,5		4—7,5(4,5—6)	(6,0—6,5)
Põhja tamm	5,5—6,5		4—7,5(4,5—6)	
Vaher	5,5—6,5			

* Sulgudes on antud optimaalne reaktsioon.

Toodud andmeid võrreldes näeme, et eri autorite soovitustes ja andmetes puuliikide optimaalse ning kasvuks sobiva pH osas esineb mõningaid lahkuminekuid.

Suhteliselt enam on uuritud eri puuliikide seemikute kasvu sõltuvust keskkonna reaktsioonist. Parimaid tulemusi on saavutatud reaktsiooni järgmiste väärtuste korral:

	Иванов, 1962	Нестерович, 1962
harilik kuusk		3,90—4,22
harilik mänd		4,50—5,60
Murray mänd		4,30—5,37
harilik pärn	6,0	
suurelehine pärn	6,3	
harilik tamm	5,3	
punane tamm	5,2	
harilik vaher		6,00—6,75
valgepöök, harilik	5,7	

Ka neid andmeid võrreldes näeme, et neis esineb mõningaid lahkuminekuid nii omavahel kui ka eespool esitatud andmetega.

Mitmed autorid piirduvad vähem täpsete soovitustega, märkides vaid, et puude kasvuks sobib pH vahemikus 5—7 (E i n s p a h r, 1956) või 4,0—6,5 (Experiences . . . , 1961).

Nagu eespool märgiti, oleneb toitainete omastamine suurel määral mulla reaktsioonist, kuid nagu väidab S. V. Zonn (Зонн, 1964), ei tohi viimast absolutiseerida, sest iga üksiku toiteelemendi limiteeriv mõju sõltub paljudest teistest teguritest, nagu näiteks mikroorganismide, mükoriisa, huumuse ja toiteelementide olemasolust, nende hulgast ning vahekorrast toitekeskkonnas.

Toodud andmeid kokku võttes võime väita, et kuigi uuritud pinnaste reaktsioon ei ole sobiv paljude puuliikide optimaalseks kasvuks, on see enamasti siiski piirides, mis võimaldab nende kasvu.

c) pinnase toitainetesisaldus

1) makroelemendid

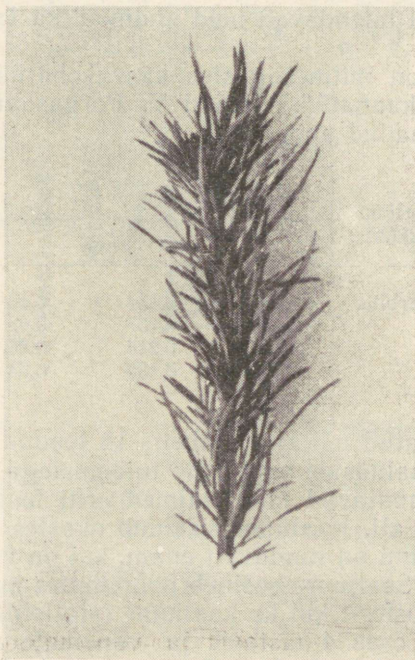
Paljud autorid märgivad karjääripinnastel lämmastiku defitsiiti (E i n s p a h r jt., 1955; Forstliche . . . , 1960; E d m o n d s o n, 1961; Мау, 1964, Гогатишвили, 1965), mõningail juhtudel ka fosfori (Z u b l i k o w s k a - S k a v i n o w a, 1965; Strip . . . , 1966; Р а н ф т, 1963) ning vaid üksikuil juhtudel kaaliumi (К о р е н е в с к а я, 1963) defitsiiti.

Ka uuritud pinnastes on üldlämmastiku sisaldus väga madal (vt. lk. 24). Et määramine oli toimunud varasügisestes proovides, siis võib arvata, et üldlämmastiku sisaldus on tegelikult veidi suurem. Nagu näitavad N. L. Terentjeva (Т е р е н т њ е в а, 1962)

uurimused, on üldlämmastiku sisaldus suurim märtsist juuni alguseni, suve jooksul väheneb kuni 80% võrra ja taastub hilissügisel ja varakevadel.

Kuigi autori väetuskatsed näitasid mitte otsest lämmastiku, vaid fosfori defitsiiti, andis siiski maksimaalse efekti fosforväetise kasutamine koos lämmastikväetisega, mis annab tunnistust lämmastiku suhteliselt väikestest varudest pinnases või õhu lämmastiku väikesest omastatavusest. (Nagu näitavad B. N. Richardsi (1964) vastavad uurimused, on mõningate männiliikide juurestik võimeline fikseerima lämmastikku otse õhust, kuid ei ole veel teada organismid, mis võtavad osa sellest protsessist.)

Mitmed autorid väidavad, et mullaproovide abil on raske objektiivselt hinnata metsakasvukoha kvaliteeti ja seepärast soovivad täiendavalt toetuda okka- (lehe-) analüüsile (К е а у, 1964; Т а м м, 1964; W e h r m а n n, 1963; А х р о м е й к о, 1965; О р л о в jt., 1965), mistõttu käesolevas töös on püütud taimede toitumistingimuste hindamisele läheneda komplekselt. Lisaks pinnase analüüsidele ning väetuskatsetele on analüüsitud kogu väetuskatsest saa-



Joon. 25. Mõnikord esineb karjäärikultuuride männitaimedel eri pikkusega okkaid. September, 1965. a.

dud okkamaterjal ning samuti 36 männikultuuride okkaproovi, mis kasvasid karjäärides ning endistel suhteliselt vähetootlikel põllumaadel. Tulemused on toodud tabelites 10 ja 18. Tabelis 18 on eraldi esitatud tulemused, mis ei võimaldanud (üheliigiliste proovide vähese arvu tõttu) statistilist töötlust.

Okkaproovid koguti septembri III ja oktoobri I dekaadil mändide ülemistelt külgvõrsetelt, üks koondproov ca 10—15 männilt. Proovid kuivatati +65°C juures ja analüüsiti EMMTUI keemia kesklaboratooriumis.

J. Wehrmann (1959, 1961, 1963) toob rohkesti andmeid hariliku männi okkaanalüüsi tulemustest mitmesugustes kasvukohtades ja -tingimustes. Kogutud andmete alusel väidab autor, et harilik mänd näitab parimat kasvu liiv- ja vesikultuurides juhul, kui N kontsentratsioon okastes on 1,8—3,2% kuivainest (defitsiit esineb kontsentratsiooni 0,7—1,6% puhul), P kontsentratsioon 0,2—0,3% (defitsiit 0,06—0,10%), K kontsentratsioon 0,55—0,90% (defitsiit 0,3—0,45%) ja Ca kontsentratsioon 0,05—0,24% (defitsiit 0,05%). Kõrgemad saagid saadi juhul, kui N:P oli 12—15.

Ligikaudu samad andmed esitavad P. Kramer ja T. Kozlovski (К р а м е р, К о з л о в с к и й, 1963), Keay (1964) ja Tamm (1964), kes sageli laiendavad neid andmeid ka looduses kasvavatele puistutele.

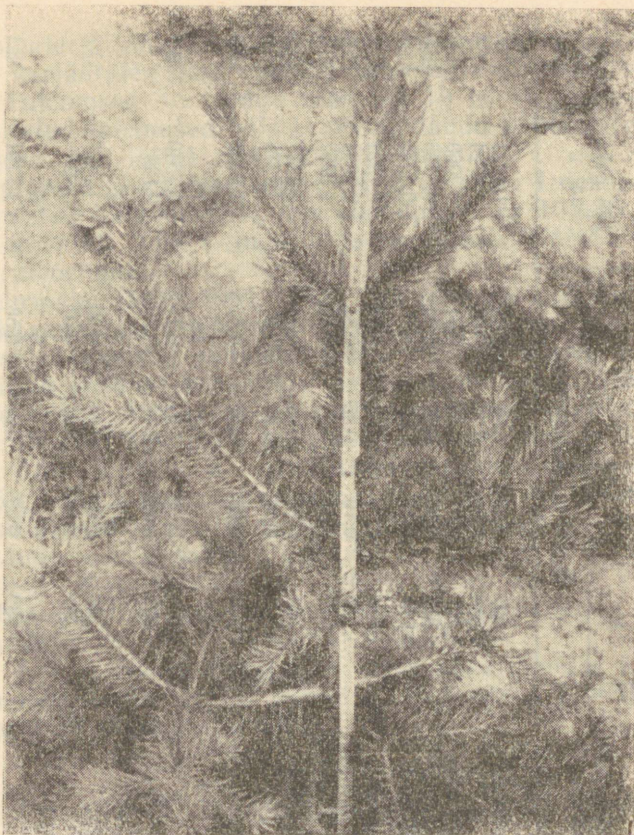
Eesti NSV-s on mitmesugustes kasvukohatüüpides kasvavate männipuistute okkaanalüüsi teinud V. Porgasaar (1965). Toome ära tema poolt saadud andmed:

Kasvukohatüüp või kasvukoht	N	P	K	100 okka kaal g
	% kuivkaalust			
sambliku-kanarbiku	1,46	0,150	0,56	0,87
pohla	1,80	0,157	0,68	1,11
põllumaa	1,94	0,216	0,80	2,15
raba	1,28	0,133	0,64	—

Võrreldes esitatud näitajaid tabelis 18 toodud karjääri männikultuuride okkaanalüüside vastavate tulemustega, ilmneb, et uuritud pinnastel kannatavad männitaimed eriti fosfori, vähem lämmastiku defitsiidi all. Kaaliumi sisaldub okastes optimaalseis piirides, kuid kaltsiumi on tunduvalt enam, kui on vaja optimaalseks taimede kasvuks. Sealjuures esineb nooremates kultuurides tunduvalt rohkem nii fosforit kui ka kaaliumi (statistiliselt usaldatavad erinevused on P osas 4-aastaste ja vanemate mändide okaste vahel ning Ca osas 4-aastaste ja 5- ning 6-aastaste mändide okaste vahel), mistõttu 4-aastastes männikultuurides võiks lämmastikufosfori suhet pidada normaalseks (13,8, vanemates kultuurides on see tunduvalt üle 15). Siiski on kloroos kõige enam märgatav just

Karjääripinnastele ja endistele suhteliselt vähetootlikele põllumaadele rajatud
 männikultuuride okkaanalüüsi tulemused

Proovi nr.	Kultuuri vanus aastates	Statistiline näitaja	Taimed, kasvukoha jm. iseärasused	% okaste kuivkaalust					100 okka kaal g	N ja P suhe
				N	P	K	Ca			
1	5		okkad kollakad	1,095	0,07	0,62	0,68		1,0624	15,7
7	4		"	1,038	0,06	0,75	0,68		0,5724	17,3
11	7		" koll. rohel.	1,179	0,07	0,58	0,61		1,9060	16,8
14	6		"	0,813	0,06	0,79	0,50		0,7826	13,5
19	7		" kollakad	0,840	0,06	0,83	0,54		0,5978	14,0
16	7		kivine pinnas	1,120	0,10	0,62	0,54		0,7522	11,2
17	7		käbidega taimed	1,540	0,10	0,58	0,54		2,2234	15,4
21	7		eripikkusel. okkad	1,346	0,08	0,66	0,54		1,0292	16,8
15	7		põllule rajatud	0,728	0,17	0,62	0,50		1,5212	23,4
18	8		" "	1,598	0,08	0,87	0,50		2,7778	5,0
22	8		normaalne	1,512	0,09	0,62	0,61		1,9530	16,8
		\bar{x}	"	9	9	10	10		10	
		σ	"	1,654	0,12	0,71	0,71		1,7540	13,8
			"	0,225	0,022	0,12	0,10		0,139	
	5	\bar{x}	"	4	3	4	4		4	
		σ	"	1,598	0,09	0,61	0,59		1,7477	17,8
			"	0,392	0,008	0,14	0,01		0,427	
	6	\bar{x}	"	6	6	6	6		6	
		σ	"	1,632	0,09	0,59	0,56		1,7161	18,1
			"	0,359	0,008	0,16	0,05		0,431	
	7	\bar{x}	"	6	6	6	6		6	
		σ	"	1,526	0,08	0,64	0,61		1,6321	19,1
			"	0,346	0,012	0,02	0,09		0,624	



Joon. 26. Karjäärrikultuurides viljuvad mõningad männitaimed erakordselt vara. Juuli, 1965. a.

noortes karjäärrikultuurides, kus paljud männitaimed on sügisel pronksivärvi. Sama on täheldanud Tuula oblastis V. V. Mironov (Миронов, 1964). Vanemates männikultuurides on vaid üksikud taimed kloroosi tunnustega — okkad on kollakad ja eripikkused (joon. 25) (sisaldavad normaalsest vähem N-i ja P-d, ka 100 okka kaal on väiksem). Esineb juhtumeid, kus ühte ja samasse kiilupesasse istutatud taimedest on vaid üks klorootiline. Ilmselt viitab see erisuguse geneetilise päritoluga taimede erinevale toitainete omastamise võimele. Geneetiline päritolu (koos häiretega mineraalses toitumises) on arvatavasti ka mõningate taimede varajase viljakandvuse põhjuseks (joon. 26).

Karjäärrikultuuride okkaanalüüside põhjal tehtud järeldusi

kinnitavad väetuskatse tulemused, sest hoolimata fosforiga väetamisest ei tõusnud fosforisisaldus taimekeste okastes kasvuks optimaalsete väärtusteni (seejuures viis lämmastikuga väetamine N ja P suhte eriti ebanormaalseks).

Kuigi, nagu eespool näidatud (vt. lk. 47), üldise ja sageli ka laktaatlahustuva fosfori sisaldus on uuritavais pinnastes metsamuldade jaoks suhteliselt suur, ei taga selle omastamine männitaimede poolt viimaste optimaalset kasvu, uuritud pinnastele sarnanevad reaktsiooni poolest vabariigi loomullad. Nimetatud muldade metsakasvatustlikke omadusi uurides on A. Riispere (Р и й с п е р е, 1966, 1967) tulnud järeldusele, et neutraalse või nõrgalt leelise mullareaktsiooni tõttu omastavad taimed fosforit vähem ning seetõttu on viimane peamiseks kasvu limiteerivaks faktoriks. Peale fosfori on tähtsaimaks defitsiitseks elemendiks veel raud, mis nimetatud tingimustes (karbonaatide murenemisel tekkiiva bikarbonaatiooni mõjul) võib olla küll omastatav, kuid mis inaktiveerub assimileerivates organites. Selle tagajärjel on häiritud klorofüllü süntees, mis omakorda põhjustab kloroosi. Esitatud järeldused näivad kehtivat ka uuritud karjääripinnašte kohta. Sama autori (Riispere) andmetel on võimalik fosfori osas toitumistingimusi parandada, kui viia alla mulla reaktsioon (lisades H_2SO_4 või atomaarset väävlit). Nimetatud moodus ei tule aga ulatuslikel põlevkivipuistanguil arvesse, küll aga võib soovitud tulemust saada karbonaatsete materjalide segamisel turbaga. Et nii turvas ega ka metsakõdu ei andnud väetuskatsetes positiivseid tulemusi (massiproduktiooni osas), ei tohiks see olla katse lühiaegsuse tõttu määrav ning tuleks veel läbi viia vastavaid pikemaajalisi uurimisi looduslikes tingimustes. Reaktsiooni parandamise kõrval rikastab turvas pinnast lämmastiku, fosfori ja huumusainetega, samuti kiirendab külvide katmine turba või metsakõduga seemnete idanemist ja tõusmete ilmumist (tõusmed ilmuvad ühtlasemalt), nagu seda näitasid väetuskatsed. Uuritud karjäärialadel esinevad peamiselt puidujäänustega madal soo- ja siirdesooturbad, mis sisaldavad lämmastikku 1,8—2,9% ja difosforpentoksiidi (P_2O_5) 0,12—0,18% (Т r u u j t., 1964), mistõttu turba tähtsust taimede toitumistingimuste parandamisel tuleb puistangu moodustamisel tingimata arvestada. Turba positiivset osa pinnase viljakuse tõstmisel märgivad ka S. Štýs (1960) ja S. Štýs ning V. Trefný (1962).

Okaste kaltsiumisisalduselt sarnanevad karjääri männikultuurid ning väetuskatsetes kasvatatud männitaimed loomuldadel kasvatatud männitaimedele. Et selline 2—3 korda optimaalset Ca määrat ületav kogus taimede ainevahetust ei häiri, selgub A. Riispere tööst (Р и й с п е р е, 1966).

Magneesiumi osas uurimisi läbi ei viidud. Et pinnast moodustavas materjalis leidub rohkesti magneesiumi, siis võiks arvata, et defitsiiti selles osas ei teki (vt. lk. 24).

2) mikroelementid

Mikroelementide defitsiidi korral pidurdub taimede vegetatiivne ja reproduktiivne kasv, mistõttu on oluline teada nende elementide taimedele omastatavat hulka pinnases. Viimane on seda olulisem, et paljude uurijate tööde põhjal langeb mulla reaktsiooni tõusuga mikroelementide (välja arvatud molübdeen) omastatavus taimede poolt (Hallik, 1963; Возбуждая, 1964; Сатклифф, 1964).

Põllumajandusliku kõlyiku mulda peetakse antud mikroelemendi suhtes vaeseks, kui tema omastatava vormi sisaldus on: vasel (1 N-s HCl-s lahustuv) alla 2,5 mg/kg (Пейве, 1961b), booril (vees lahustuv) alla 0,2 mg/kg (Kalmet, 1963), mangaanil (aktiivne) alla 80 mg/kg (Michelson ja Kalmet, 1967) tsingil (1 N-s KCl-s lahustuv) alla 0,2 mg/kg (Пейве, 1958), koobaltil (1 N-s HNO₃-s lahustuv) alla 0,4 mg/kg (Kalmet, 1967).

Võrreldes esitatud andmeid tabelis 7 toodud andmetega, näeme, et mangaani, tsinki ja koobaltit sisaldavad pinnased rahuldaval hulgal. Defitsiit võib esineda vase, kuid veel tõenäolisem — boori osas.

3) orgaanilise aine sisaldus pinnastes, mikrobioloogiline aktiivsus

Orgaanilise C ja huumusainete tähtsus taimede toitumisel ja mullatekkeprotsessis on üldtunnustatud: fulvohapped ja neile lähedased humiinhapped on aktiivseimad mineraalide lagundajad, samuti moodustavad nad liikuvaid kompleksühendeid rauaga, mis on karbonaatsetes muldades taimedele omastatavad (Дьякова, 1962). Humiinhapete juuresolekul tõuseb Hristjeva (Кононова, 1963) uurimustel taimede hingamise aktiivsus, samuti soodustavad nad juurte kasvu (J. M. Kurbatovi (Курбатов, 1964) uurimustel on turbal analoogiline mõju). Huumusainete mõjul suureneb taimedes osmootne rõhk ja seega tõuseb vastupidavus põuale. J. Dale'i jt. (Крамер, Козловский, 1963) andmeil kasvavad mükoriisast nakatatud männiseemikud küllaldase huumuse juuresolekul hästi ka muldadel, mille pH ulatus 8,2-ni, sest mikrobioloogilise tegevuse tulemusel vabaneb orgaanilisest ainest rohkesti taimedele vajalikke omastatavaid toitelemente. Seepärast on üldtunnustatud ka mikroorganismide suur osatähtsus nii taimede toitumisel kui ka mullatekkeprotsessides.

Uuritud pinnaste kui oma geneesis mulla ja lähtekivimi vahepeal asuvate substraatide viljakuse suurendamiseks on vaja luua võimalikult kiire ja suur ainete bioloogiline ringe. Viimase oluliseks tingimuseks on mitmesuguse orgaanilise materjali ja energilise mikrobioloogilise tegevuse olemasolu pinnases.

Orgaanilise C sisalduse kohta uuritud pinnastes olid andmed toodud eespool (vt. lk. 25), millest nähtub, et sageli on see kül-

laltki suur. Uurimisi pinnase mikrobioloogilise aktiivsuse kohta autori poolt läbi viidud ei ole. Ja ka karjäärde rekultiveerimisalases kirjanduses on andmeid viimase probleemi kohta napilt. Nendest andmetest siiski nähtub, et ligikaudu kümne aastaga saavutab mikrobioloogiline tegevus rekultiveeritud pinnaseil astme, mis on naabruses olevail kaevandamisest puutumata aladel. Üksikuil juhtudel võib mikrobioloogiline tegevus pinnases olla isegi energilisem algse, loodusliku mulla omast (Wilson, Stewart, 1956; Дараселия, 1966). N. A. Daraselia peab puistangute suurema biogeensuse põhjuseks, võrreldes kaevandamisest puutumata naaberaladega, energilisemat mineraliseerumist, mis toimub tänu soodsamale keskkonna reaktsioonile (pH 7—8) ja aeratsioonile. Ka mulla huumusliku osa säilitamisel kuhjatises (vt. lk. 36) taastub bakteriaalne tegevus juba aasta jooksul pärast rekultiveerimist (O'Flanagan jt., 1963).

Seega võime oletada teatava aja möödumisel rekultiveeritud pinnaseil normaalse mikrobioloogilise tegevuse taastumist, kuid kahtlemata vahetult pärast tasandamist ja rekultiveerimist on see soikunud. Eriti kehtib see puutaimede juurtel mükoriisat moodustavate seente kohta (Goodland, 1959). Seepärast võib madal mikrobioloogiline aktiivsus olla üheks kultuuride istutus-(külvi-)järgse kiratsemise põhjuseks.

d) veerežiim, meteoroloogilised tingimused

Mitmete autorite väiteil tekib karjääripuistanguil vee defitsiit, mis on tingitud pinnase suurest poorsusest, peenese väikesest osatähtsusest, vett pidavate vahekihtide puudumisest ja taimestiku puudumise tõttu — tuule kuivatavast mõjust (Bramble, 1952; Experiences..., 1961; Коиава, 1962). Vastavate uurimuste järgi, mis on tehtud Poolas, langeb vegetatsiooniperioodi jooksul pinnase niiskus kuni 30 cm sügavuses kihis sageli alla närbumispunkti (Грешта, 1966). Kahjuks pole tehtud vastavaid uurimusi sügavamate puistangu osade kohta. T. Zulavski (Жулавски, 1965) märgib, et kruusakatel ja sõredatel liivadel sademelise toitumise korral kasvavad vaid kõige madalama väärtusega puistud. On ka vastupidiseid andmeid. Nii väidab L. E. Sawyer (1962), et kui ka pinnas pealt kuivab, siis mõne cm sügavuses on ta piisavalt niiske taimede (isegi kõige nõudlikumate — must pähklipuu ja tulbipuu) kasvuks. Artiklis «Forstliche...» (1960) väidetakse koguni, et põuastel suvedel kannatavad karjäärikultuurid põua all vähem kui kultuurid ümbritsevail metsamuldadel. Karjäärikultuurides kannatavad põua all eelkõige noored, mitte küllaldaselt juurdunud kultuurid.

Kuigi kirjanduses leidub andmeid niiskuse defitsiidi kohta, põhjustab see enamikul juhtudel ilmselt vaid kasvu pidurdumist ja mitte kultuuride hukkumist, sest viimase kohta otseseid andmeid

ei esine. Samuti ei ole karjääripuistanguil täheldatud puutaimede hukkumist põua läbi.

Nagu eespool oli märgitud, viidi uurimised läbi puistangutel, mis olid moodustunud tegutsevates karjäärides, kus samaaegselt kaevandamisega toimub ka kuivendamine. Et olemasolevad ja rajatavad veekogumisbasseinidega pumbajaamad asuvad allpool moodustunud puistangute alust, siis pinnaste suure koreselisuse tõttu on puistangusse kogunenud põhjavee depressioonikõver suhteliselt lame. Viimasel põhjusel on ka kapillaarne veetõus ilmselt tühine, mistõttu taimede juurestiku väiksema ulatuse ja puistangu suure tüseduse korral ei saa toimuda taimede varustamist toetatud kapillaarveega. Et aga pikematel põuaperioodidel, kui naabruses, mäetöödest puutumata aladel, kultuurid põua läbi hukkuvad, puistanguil aga ei esine taimede hukkumist, võib oletada, et taimed suudavad hankida vett «allikatest», mis looduslikel muldadel puuduvad. L. E. Sawyer (1952) peab selliseks allikaks veeauru, mis tänu vett pidavate kihtide puudumisele ja puistangu suurele poorsusele võib liikuda igas suunas ning kondensatsiooniveena varustada taimi vajaliku niiskusega. Samale võimalusele viidatakse ka teises uurimuses — «Forstliche...» (1960). A. A. Rode (Р оде, 1955) märgib, et õhust pärinev veeaur võib täiendada kõiki mullavee varusid. Ka M. M. Abramova (А брамова, 1963) uurimuste järgi omab veeaur tähtsat osa taimede veega varustamisel, kusjuures tänu ülemise, mõnesentimeetrise kihi läbikuivamisele on takistatud vee aurumine õhku (õhu väikese liikuvuse tõttu kuivanud kihis). E. E. Gaertneri (1963) uurimustel omab puutaimede veega varustamisel suurt tähtsust udu. M. Trenel jt. (Т ренель jt., 1964) tõestasid, et ka mullaosakestega hügrooskoopsest seotud vesi üle +20°C temperatuuridel aurub ja on seega taimede omastatav.

Teise veallikana puistanguil kasvavatele taimedele pikkadel põuaperioodidel märgib G. A. Limstrom (1960) kive, toetudes T. S. Coile'i (1953) vastavale uurimusele. Viimase autori järgi võib taimedele omastatav veehulk kivises mullas suureneda kivide arvel olenevalt kivide päritolust, murenemisastmest, suurusest ja osatähtsusest ning mulla omadustest kuni 5%.

Ka uuritud põlevkivikarjäärade puistanguil võib kivisus mõnevõrra mõjutada taimedele omastatava vee hulka pinnases, sest nagu eespool oli märgitud, vabaneb juba üksnes põlevkivi lagunemisel vett ca 10–15% põlevkivi kaalust.

Eespool mainitud võimalused taimede veega varustamiseks ei ole kõigil juhtudel siiski küllaldased. Kuna põhiliseks on sademete veest toitumine, siis sademetevaesel perioodil on mõningates kultuurides märgata juurdekasvu pidurdumist. Nagu väidab I. Hustich (Х устич, К озловский, 1963), mõjutab sademetevaesel kevadel sademete hulk puude jooksva aasta juurdekasvu. Nii ka Kohtla karjääris proovitükil nr. 1 pidurdus männi juurde-

kasv 1963. aastal (vt. joon. 18). Võimalik, et nimetatud kohas põhjustas puutaimede vedefitsiiti ka rikkalik rohttaimestik, mis puistangu väikese tuseduse tõttu (<2 m) on kuni puutaimede võrade liitumiseni võimelised viimastega edukalt konkureerima. Esitatud väidet kinnitavad I. N. Rahteenko jt. (Рахтеенко jt., 1964) läbiviidud uurimised männikultuuride ja rohttaimestiku juurestiku kohta looduslikel muldadel.

Kui väiksemate töötavate karjääride sisepuistanguil kasvavaid taimi ohustab kuivendamise tõttu vee defitsiit, siis suuremate puistangumassiivide ning mahajäetud karjääride korral võivad puistangud olla veega küllaldaselt varustatud või koguni üleküllastatud. M. Wünsche jt. (Вюнше jt., 1965) uurimustel võib suurtes puistangumassiivides põhjavee tase tõusta märkimisväärselt kõrgele (200 ha suuruses 50—70 m kõrgusega puistangus ulatus põhjavee tase keskosas 37 meetrini), mis omab positiivset tähtsust puistangu veerežiimis, kuid võib põhjustada ka puistangu külgede lihkeid (Бойцеховски, Рысь, 1965). Puistangud, mille pind on ümbritsevast pinnast madalam, võivad kaevandamise lõppemise järel koguni kattuda veega, millele viitavad kogemused USA-s (Goodland, 1959) ja Poolas (Грешта, 1966).

Viimast tuleb arvestada eriti Eesti põlevkivikarjäärides, kuna nad asuvad sageli kesk ulatuslikke soo- ja rabamassiive ning kus kuivenduse lõpetamisel on põhjavee taseme kiire tõus vältimatu. (Näiteks pumbati aastatel 1947—1962 Viivikonna karjäärist tunnis keskmiselt 405 m³ vett (Лидин, jt., 1963). Karjääri suurenemisega vastavad kogused kahtlemata suurenevad). Viimane võib aga põhjustada madalamatele puistanguosadele rajatud metsakultuuride vältimatu huku.

Nagu eespool juba märgiti (lk. 37), on peenese raskema mehhaanilise koostise puhul soovitatav puistanguid osaliselt tasandada või koguni loobuda tasandamisest. See võimaldaks säilitada filtratsiooni, paremat aeratsiooni jne. Kuid ühtlasi looks see rohkesti erisuguse mikrokliimaga paiku — puistangu kuhikute tipud on avatud päikesele ja kuivatavatele tuultele, osa nõlvu on enamik päevast avatud päikesepaistele, osa on varjatud. Päikesepaistelistel nõlvadel võib pinnase temperatuur tõusta kuni +54° C (Experiences..., 1961), mis mõjub hukutavalt puutaimedele. Kuhikutevahelistes nõgudes on põhjavesi pinnale tunduvalt lähemal kui kuhikute tippudes jne. Kõiki neid tingimusi tuleb kindlasti arvestada puuliikide valikul ja paigutusel rajatavatesse metsakultuuridesse.

4) Puu- ja põõsaliikide, istutusmaterjali, istutusviisi ja -aja valik

Paljud autorid peavad tugevat ja sügavat juurestikku vajalikuks tingimuseks puuliikidel, mida kultiveeritakse puistanguile (Limstrom, 1960; Adamowicz, 1965; Грешта, 1966). P. S. Pogrebnjak (Погребняк, 1963) peab sügavajuurelisteks puuliikideks järgmisi: tamm, lehis, pärn, pappel, hobukastan ning keskmise juurestikuga liikideks: kask, harilik haab, vaher, hall ja must lepp, mänd. Ja nagu tabelist 19 nähtub, soovitatakse puistanguil kasvatada enamasti just neid liike. Ainult perekond saare esindajad, mida soovitatakse puistanguil kasvatada, on P. S. Pogrebnjaki järgi madala juurestikuga liigid.

Nagu eespool mainiti, on uuritud karjääripuistanguile rajatud metsakultuurides valitsevaks puuliigiks harilik mänd, mis on üldiselt tunnustatud kui majanduslikult kasulik puuliik. Kuid suurte massiividena (joon. 27) on männi puhtkultuurid tuleohtlikud ning võivad ulatuslikult kannatada haiguste ja putukkahjurite läbi (viimase kinnituseks on joonisel 28 toodud *Evetria duplana* Hb. kahjustuspilt, mis on pärit Viivikonna karjääri rajatud männikultuurist). Samuti on männikud tunnustatud kui väheintensiivse bioloogilise ringega puistud, mistõttu mullatekkeprotsessi kiirendamiseks on soovitatav rajada ka teiste puuliikide kultuure. Olenevalt pinnasest ja antud ala perspektiivsest kasutamisest soovitatakse selleks melioratiivset või melioratiivset-ökonoomilist tähtsust omavaid puuliike. Kui jagada tabelis 19 puistanguile enam soovitatud puuliigid melioratiivse ja ökonoomilise tähtsuse järgi, siis saame järgmised grupid:

- 1) melioratiivse tähtsusega — harilik toomingas;
- 2) melioratiivse-ökonoomilise tähtsusega — hall ja must lepp, kask, pärn, (mägi-)vaher;
- 3) ökonoomilise tähtsusega — hall, harilik ja valge mänd, harilik haab, harilik ja põhja tamm, pappel ja saar.

Segakultuurides on eriti soovitatavad teise grupi puuliigid.

Kaske märgitakse kui vähenõudlikku (Adamowicz, 1965), kuid pinnast parandavat puuliiki (Štýs, 1961a, b), mistõttu ta sobib liivastele (Панфрт, 1963) kui ka lubjarikastele (Sudell, 1962) pinnastele. Mainitakse ka tema esinemist pioneerliigina (Wood, Thirgood, 1955/1956). Uuritud puistanguile sobiks kask ka seetõttu, et N. D. Nesterovitši jt. (Нестерович jt., 1964) uurimustel mõjub kask mulla reaktsiooni happelisemaks muutvas suunas.

Leppa (nii halli kui ka musta) peetakse hariliku robiinia kõrval tähtsaimaks pinnast parandavaks puuliigiks eeskätt just seetõttu, et lepad rikastavad pinnast lämmastikuga. Bondi ja Gard-

	Adamowicz, 1965	Bramble, 1952	Buskett, 1952	Den Uyl, 1955	Einspahr, 1956	Jonaš, 1959	Jonaš, 1961	Limstrom, 1960	Limstrom, Deitshman, 1951	Lowry jt., 1962	Patejdl, 1965	Reilly, 1956	Ruffer, 1956	Sawer, 1962	Stýs, 1961 a, b	Sudell, 1962	Zublikowska-Skavonowa, 1965	Voysey, 1961	Williamson, 1960	Wood, Thirgood, 1955/1956	Rehabilitation... 1956	Experiences... 1961	Reclamation... 1961	Guides... 1962	Strip... 1966	III Mezinarodni... 1967	Горатишвили, 1965	Михайлов, 1967	Ранфт, 1963	Временная... 1966		
Ahtalehine hõbepuu	m																															
Ebatsuuga																																
Enelas											m																					
Euroameerika pappel								/			ö	k		s	m-ö	sh	ö		sv	s					s							
Euroopa lehis	ö															ö				s												
Harilik astelpaju	m												m		s																	
Harilik haab	ö						sr					k			m														sk	m		
Harilik hobukastan						m-ö																										
Hall lepp	m-ö					m-ö				s	m-ö			m	m-ö			s	s	s								sk	m			
Hall mänd		s			s			s	sk							sl												sk	m			
Harilik kikkapuu							sr				m															k						
Harilik kuusk		s										k				sh																
Harilik liguster											m																					
Harilik lodjapuu															s							k										
Harilik mänd		s	k		s			s							ö	sh			k	s			k	s				sk	s			
Harilik pärn	ö										m-ö		m-ö		m-ö	sh	ö			k	s											
Harilik tamm							sr				ö		ö	m	ö	sh	ö		k	p	k	s						sr	s			
Harilik toomingas	s		k			m	sr																									
Harilik vaher	ö														m-ö							s										
Harilik valgepöök																	ö															
Hilistoomingas	m																															
Jaapani lehis		s																s	s	s												
Jalakas						m-ö	sr				ö																					
Kanada pappel				sl	sl	ö	sr	s																								
Kask	ö					m-ö					m-ö		m-ö		m	sl			s	p						k		sk	m			
Kibuvits						m									s																	
Kivitamm						ö					ö		ö		ö																	
Kontpuu	s					m									s																	
Kuldsõstar											m																k			m		
Kuldvihm											m																					
Künnapuu	ö																ö															
Leedripuu	s					m					m				s																	
Lehis											ö				ö								k									
Lumimari															s																	
Lõhnav kirsipuu						m					m																					
Mage sõstar						m									s																	
Magus kirsipuu						m-ö					m																					
Must lepp	m-ö					m-ö	sr			s	m-ö	k			m-ö			s	s						s	k				m		
Must mänd	ö														ö																	
Mägivaher	ö					m-ö					ö		m-ö		m-ö		ö															
Paakspuu	s										m-ö																					
Paju							sr									sh															m	
Palsami pappel							sr																									
Pappel	ö										m-ö		ö		m-ö																	
Pihlakas	s					m-ö					m-ö				m																	
Pirnipuu			k			m					m-ö		m		m-ö																	
Põhja tamm	ö					ö	sr	s	s		ö		ö	k	m-ö																	
Põldvaher	ö					m-ö																										
Raagremmelgas	m														m-ö																	
Saar			k	s	sl	m-ö	sr	s	s			k		k	ö	sl	ö		sv	p												
Saarvaher											m-ö				m-ö																	m
Sarapuu						m																										
Suur läätspuu						m					m																					
Tatari kuslapuu						m	sr																									
Tuhkpihlakas																sl																
Vaher						m-ö	sr				m-ö		m-ö									k										
Valge mänd		s			s			s	s			k	ö									s										
Viirpuu			k			m					m-ö				m-ö																	
Õunapuu			k			m					m-ö				m-ö																	

Märkus. p — pioneerlik puistanguil
 k — liiki kasvatatakse puistanguil
 s — „ soovitatakse „ kasvatamiseks
 sh — „ „ „ happelistel pinnastel „
 sk — „ „ „ kergetel „ „
 sl — „ „ „ lubjarikastel „ „
 sr — „ „ „ rasketel „ „
 sv — „ „ „ viljakatel „ „
 m — liik omab puistanguil melioratiivset tähtsust
 m-ö — „ „ „ „ -ökonomilist tähtsust
 ö — „ „ „ „ „ „

Tabelist on välja jäetud liigid, mis meie vabariigis on haruldased.



Joon. 27. Vaade Viivikonna karjääri puistangutele, kus harilik mänd on istutatud suurte puhtkultuuridena. August, 1966. a.

neri andmetel (Lowry jt., 1962) on lepad isegi harilikust robii-niast suuremad lämmastiku fikseerijad. J. Olszowski (1967) andmetel on pinnase fermentatiivne aktiivsus musta lepa all tunduvalt suurem kui arukase või hariliku männi all.

Kui hall lepp sobib kasvatamiseks kergematel (Ранфт, 1963), siis must lepp raskematel (Jonáš, 1961), Lowry jt., (1962) andmetel võrdlemisi laia reaktsiooni amplituudiga (pH 3,4—7,7) pinnastel. Samade autorite järgi sobivad lepad saateliikideks saar-tele, vahtratele ja paplitele. I. D. Jurkevitsi jt. (Юркевич jt., 1962a ja b) sobivad leppadele neutraalsed hästi dreenitud mullad, kusjuures hallile lepale peaksid kuuluma mõnevõrra viljakamad kasvukohad.

Ökonoomiliselt tähtsatest puuliikidest soovivad erinevad autorid kergetel pinnastel kasvatamiseks halli ja harilikku mäнди, harilikku haaba; rasketel pinnastel samuti härilikku haaba, jalakat, harilikku ja põhja tamme, mägivaahtrat ja saart. Lubjarikas-tele pinnastele soovitatakse halli mäнди ja saart, happelistele aga harilikku mäнди, euroameerika paplit ja harilikku tamme. Euro-ameerika paplit ja saart soovitatakse kasvatada suhteliselt vilja-kamatel pinnastel.

Pöösaliike soovitatakse rekultiveerimisel peamiselt nende pin-



Joon. 28. Suurtes puhtkultuurides võib harilik mänd tugevasti kannatada haiguste ja putukkahjurite all. *Evetria duplana* Hb. kahjustus. Kohtla karjäär, oktoober, 1964. a.

nast parandavate omaduste pärast. Enam soovitatavateks liikideks on harilik astelpaju, kontpuu, leedripuu ja viirpuu.

Raskesti rekultiveeritavate pinnaste haljastamise meetodika osas lähevad eri autorite arvamused ja soovitused mõnevõrra lahku. Nii näiteks väidab A. E. Lamm (1964), et kuna peenese osatähtsus ja pinnase reaktsioon murenemise käigus muutuvad ning samuti ei ole puistang pärast kaevandamist stabiilne, ei saa soovitada puistangu tasandamist ja haljastamist kohe kaevandamise järel. Niisugused alad tuleks mõneks ajaks jätta looduslikule murenemisele. Samu seisukohti väljendatakse ka mõnede teiste autorite töödes (L i m s t r o m, D e i t s h m a n, 1951; Voluntary . . ., 1966). Ilmselt kehtib antud soovitus vaid toksiliste ja vähese peenese osatähtsusega pinnaste kohta. R. F. May (1965) soovitab rekultiveerida vahetult pärast kaevandamist. Nagu näitavad G. Don Sullivani (1965) uurimused, võib ligikaudu poolt kaevandatud territooriumist tulemusrikkalt rekultiveerida aasta pärast kaevandamist, kolmandat veerandit kaks aastat pärast kaevandamist ning viimast veerandit 3—5 aastat pärast kaevandamist. Vaid väike osa ei allu edukale rekultiveerimisele pärast viieaastast murenemist.



Joon. 29. Puistangutele tekkiv tihe rohttaimestik võib mõnikord lämmatada rajatud metsakultuuri. Kohtla metskond, september, 1963. a.

Et saavutada paremaid tulemusi, soovitatakse läbi viia nn. mitmeastmelist rekultiveerimist. Selleks külvatakse puistanguile kõigepealt taimi, mis soodustavad mullatekkeprotsessi, tõstavad mulla mikrobioloogilist aktiivsust, parandavad mikrokliimaatilisi tingimusi ja takistavad erosiooni, nagu lupiin, lutsern, mesikas, koirohi, harilik nõiahammas (Jonas, 1959a; Stýs, 1961a; May, 1965; Zublikowska-Skawinowa, 1965; Временная..., 1966 jt.). Ka rekultiveerimise teises faasis soovitatakse puu- ja põõsa-pioneerliikide kõrval kasvatada puistanguil eespool nimetatud rohttaimi (Don Sullivan, 1965). Rekultiveerimise kolmandas faasis oleks juba rõhuvas ülekaalus puutaimed, kusjuures pioneerliikide vahekord ökonoomiliselt tähtsate liikidega peaks olema selline, et esimeste hilisemal väljaraiumisel saaksime täisväärtusliku tulutoova puistu (Forstliche..., 1960). S. Stýsi (1961) järgi ei ületa kõik kolm faasi 6—8 aastat. Puistanguile, kus puutaimede kasv on võimalik kohe pärast kaevandamist ja tasandamist, tuleb R. J. Cowani (1961) väidet mööda kohe rajada kultuurid, sest sel juhul saavad puutaimed paremini kohaneda pinnasega enne umbrohtude tekkimist ja kannatavad paremini välja konkurentsi. Vähenevad kulutused hooldamisele. Sama põhimõtet on



Joon. 30. Karjääripuistangutele istutatud kuusekultuurid kiratsevad pikka aega. Hariliku kuuse 1960. a. (4-aastaste istikutena) istutus. Kohtla karjäär, juuli, 1965. a.



Joon. 31. Kohtla karjääri puistangutele 1963. a. (pistokstena) istutatud paplikultuur. Juuli, 1965. a.



Joon. 32. 1964. a. arukase kultuur (istutatud 2-aastaste seemikutena) Kohtla karjääri puistangutel. August, 1966. a.

väljendatud ka mõnede teiste autorite töödes (Ironstore..., 1961; A digest..., 1962/1964; Wimbush, 1963) ja ilmselt sobib nimetatud moodus kõige enam meie vabariigis. Nagu eespool kirjeldatud (vt. lk. 43), ulatub rohttaimestiku keskmine katteväärtnus uuritud aladel viiendal aastal pärast tasandamist 75 protsendini. Selleks ajaks on enamik istutatud kultuure saavutanud vajaliku edumaa rohttaimestiku ees. Vaid pärast tugevasti rohtunud puistangute tasandamist või tasandatud pinnaste pikemaajalist seismist enne metsakultuuride rajamist, saavutab rohttaimestik võimsuse, mis väiksemakasvulise istutusmaterjali korral võib selle lämmatada (joon. 29). Kuna rohttaimestik transpireerib vett rohkem kui puutaimed (Победов, 1963), siis metsakultuuride rajamisel tugevasti rohtunud puistanguile võivad puutaimed kannatada vee defitsiidi all.

Rohttaimestik on eriti ohtlik külvikultuuridele, sest viimased vajavad rohttaimestiku edestamiseks rohkem aega kui istutatud kultuurid. Eelnimetatud põhjusel, millele lisanduvad külvatud seemnete minema uhtumine vooluvetega ning matmine, halb idanemine pinnase ülemise kihi läbikuivamise tõttu ja näriliste kah-



Joon. 33. Metsakultuuris kasvav harilik vaher (istutatud 1964. aastal 3-aastaste istikutena). Kohtla karjäär, august, 1966. a.

justused, ei anna külvikultuurid (eriti väikeseseemnelised liigid) enamasti soovitud tulemusi, millele viitavad üksmeelselt paljud autorid (Bramble, 1952; Limstrom, 1960; Jonaš, 1961; Voysey, 1961; A digest..., 1962/1964).

Istutatud kultuuride rajamiseks soovitatakse üldiselt kasutada keskmise suurusega 2—4-aastast heakvaliteedilist istutusmaterjali (Limstrom, Deitshman, 1951; Voysey, 1961; Zublikowska-Skawinowa, 1965; Колесников, Николаевски, 1962; Моравски, 1965; Генсирук, Литвин, 1967). Vaid paplite istutamiseks soovitatakse kasutada 1—2-aastast materjali, mis tuleks istutada 40—60 cm sügavusele (Zublikowska-Skawinowa, 1965). Istutusmaterjali soovitatakse kas-



Joon. 34. Metsakultuuris kasvav harilik tamm (istutatud 3-aastaste isikutena 1964. aastal). Kohtla karjäär, juuli, 1964. a.

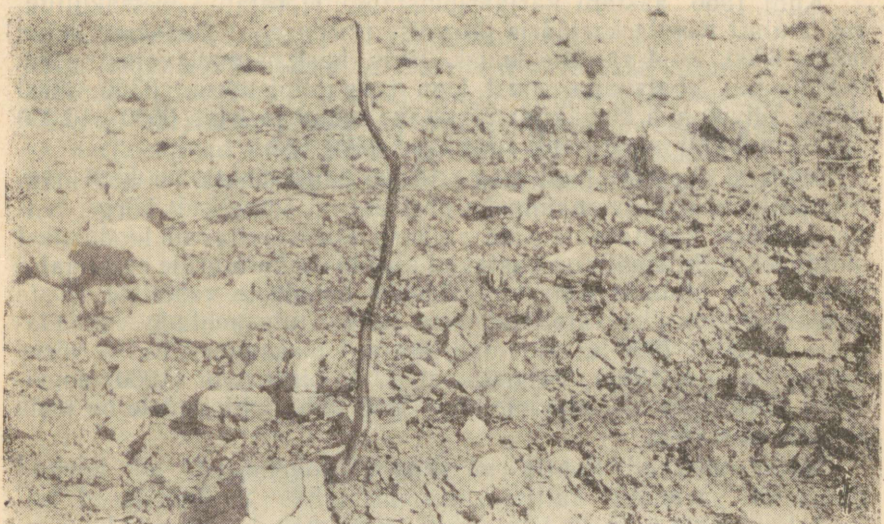
vatada kultuuri rajamise kohaga analoogilise pinnasega taimeaedades (Štýs, 1961 b). Viimaste rajamiseks võiks olla puistang, mille pinnas on kaetud mulla huumusliku kihiga (Временная..., 1966). Nagu eespool toodud andmetest ilmneb, tuleb istutusmaterjali kasvatamisel karjääripuistanguile rajatud taimeaedades pöörata erilist tähelepanu mulla rikastamisele orgaanilise ainega ning väetamisele fosforiga. Viimane omab erilist tähtsust just taime varajases arengustaadiumis (Рассел, 1955; Туева, 1966). I. В. Šinkarenko (Шинкаренко, 1963) uurimuse järgi on suurte väetiseannuste korral harilikule männile sobivaimaks lämmastiku-fosfori suhteks 1:4.

Mitmete autorite andmeil kiratakse puistanguile istutatud leht-



Joon. 35. Musta lepa (istutatud 4-aastaste istikutena 1965. aastal) kultuur Kohtla karjääri puistangutel. Juuli, 1965. a.

puutaimed üks aasta ning juba teisel aastal võib edukalt hinnata nende kasvamaminekut (Limstrom, Deitshman, 1951; Lowry, 1960). Okaspuud kiratsevad mõnevõrra kauem — kuni kaks aastat (Миронов, 1964; Генсирук, Литвин, 1967), mistõttu peetakse vajalikuks kultuure hooldada kaks kuni kolm aastat (Sudell, 1962). Nagu väidab G. L. Lowry (1960), on isegi parimates puistangutingimustes kultuuri kasvamine ainult 60—80%, kuid kivistel aladel moodustab see L. E. Saweri (1962) andmetel 30—50%, mistõttu halvemates kasvukohtades soovitatakse suurendada hektarile istutatavate taimede arvu (Lowry, 1960; Миронов, 1964). G. A. Limstrom (1960) soovib okaspuudele tiheduseks 1740 taime hektari kohta, lehtpuudele veidi tihedamat — 3090 tk/ha. Artiklis «A digest...» (1962/1964) soovitatakse kõigi puuliikide istutustiheduseks 3090 tk/ha. Seevastu L. Zublikowska-Skawinowa (1965) soovib olenevalt kasvukoha tingimustest kasutada tihedust 6000—8000 tk/ha. Umbes sama-sugust puude arvu hektari kohta on kasutatud Brjanski fosforiidi-karjäärides. Kimovski ja Ušakovski karjäärides on istutatud koguni 20000 puud hektarile (Кручинин, Овчинников, 1963). Veelgi suuremat tihedust soovib N. L. Goodland (1959) kruusakarjääride metsastamiseks, kuna seal ulatub taimede väljalangemine 75%-ni.



Joon. 36. Jäneste poolt kahjustatud hariliku tamme istik. Kohtla karjäär, aprill 1965. a.

Metsakultuuride rajamise aja suhtes toovad erinevad autorid vastukäivaid andmeid ja soovitusi. Limstromi (1960) andmetel on hilistalv või varajane kevad istutustööde läbiviimiseks sügisest tunduvalt parem. Samal seisukohal on Jonaš (1959a) ja P. L. Gortšakovski jt. (Горчаковски jt., 1966). Seevastu W. C. Bramble'i (1952) andmetel on saadud ühesugused tulemused nii kevadistel kui ka sügisestel istutustel. Artiklis «To make...» (1963) aga väidetakse, et kolmeaastased katsed räägivad sügisestel istutustel kasuks.

Meie vabariigis on põlevkivikarjääridele kuni 1966. aastani rajatud kultuurid valdavas osas varakevadise istutuse teel. Tulemused on suhteliselt head, sest erosiooni kahjustuste määramiseks läbiviidud kultuuride inventeerimisel Viivikonnas ja karjääris nr. 1 (vt. lk. 39) ilmnas, et üldine taimede väljalangemine esimese kultuuriaasta sügiseks ei ületa 9%. Samades piirides kõikuvaid arve istutatud taimede hukkumise kohta karjäärikultuurides esitab ka M. Margus (1967). Kuna spetsiaalseid uurimisi istutusaja, istutustööde kordamineku ja pinnase niiskustingimuste suhtes senini tehtud ei ole, võiks vaid oletada, et kultuuri kordaminekuks omavad suurt tähtsust pinnases olevad veevarud. Samal seisukohal on F. Jonaš (1959).

Kuni 1966. aastani karjääripuistanguile rajatud metsakultuurid istutati Kohtla karjääris järgmise tihedusega: 2-aastane mänd 6600—8000, 3—4-aastane kuusk, lehis, kask, tamm, vaher, pärn, hobukastan, ebatsuuga, must lepp ja paplipistoksad 3300—6600 tk/ha; Viivikonna karjääris: 2-aastane mänd ja lehis 6600—10 000 (harvem 4400) ning papli pistoksad 4400 tk/ha.

Näib, et uuritud pinnastel on 10 000 istutuskohta hektaril mändile palju, sest kasvamamineku protsent on suhteliselt kõrge. Sellist tihedust kasutatakse vaid raskesti kultiveeritavail looduslikel muldadel. Kahtlemata on vastavad uurimised kultuuride optimaalse tiheduse ja pinnase metsakasvatustilike omaduste vaheliste seoste kindlakstegemiseks vajalikud, sest juba istutuskohtade vähendamine 10 000-lt 7000-le vähendab kultuuri maksumust ca $\frac{1}{5}$ võrra (Моравски, 1965). Võimalik, et G. A. Limstromi (1960) soovitatud 1740 tk/ha okaspuudele ning 3090 tk/ha lehtpuudele on meie tingimustes vähe.

Nagu näitavad Kohtla metskonna kogemused, on uuritud pinnastel parimaks kultiveerimismaterjaliks 2—3-aastased taimed. Vanemate taimede istutamine on töömahukas, nende kohanemine pinnasega (eriti kivisemates kohtades) aeganõudev. Istutusvigade ja halva kohanemise tulemusena kujuneb väljalangemine suureks.

Kuna mõnevõrra üksikasjalikumaid andmeid on kogutud vaid männikultuuride kohta (vt. lk. 48), siis saab ülejäänud puuliikide kasvu kohta uuritud pinnastel teha vaid üldisi järeldusi, seda enam, et nende kultiveerimist alustati peamiselt alles 1964. aastast. Üksikasjalikumaid andmeid mitmete liikide kasvu ja kultuuride hea kordamineku kohta on toodud M. Margusel (1967).

Harilik kuusk kohaneb uuritud pinnastega ning ilmselt ka mikrokliimaga halvasti, mistõttu kasv pidurdub väga pikka aega — ca 6 aastat (joon. 30). (Ka mõned teised puuliigid võivad mõningal juhul pikka aega kiratseda, kuid hiljem näitavad intensiivset kasvu (Lowry, 1960; Davis ja Melton, 1962) Kuuse okkad on sageli kollakad, mis annavad tunnistust kloroosist, kasvaminek madal. Mõnevõrra paremini kohaneb ebatsuuga.

Lehis on üldiselt hea kasvuga, kuid sageli leidub eksemplare, mis kannatavad ilmselt kloroosi all.

Pappel (joon. 31), arukask (joon. 32), harilik vaher (joon. 33), harilik tamm (joon. 34), põhja tamm, harilik pärn ja must lepp (joon. 35) kohanevad võrdlemisi hästi pinnase ja mikrokliimaga, kusjuures pappel, arukask ja must lepp peaksid olema kõige perspektiivsemad. Tammede ja mõnevõrra ka vahtra perspektiivsust vähendab metsloomade (peamiselt jäneste, joon. 36) kahjustus. Näriliste tugevaid kahjustusi karjäärikultuurides märgivad ka R. F. Wood ja J. V. Thirgood (1955/1956), F. Jonaš (1959a),

J. G. Voysey (1961). Nagu väidavad G. A. Limstrom ja G. H. Deitshman (1951) on kahjustused tugevamad taimestikurohketes kohtades. Kaitseks näriliste eest piiratakse kultuurid koguni taradega (Ironstore..., 1961). Nagu näitavad tähelepanekud Viivikonna karjääris, ohustavad metsakultuure metsloomade kõrval ka karjatatavad koduloomad ja inimene. Samalaadseid tähelepanekuid on ka välismaal (Williamson, 1960, Štýs, 1961b).

KOKKUVÖTE

Põlevkivikarjäärade pinnaste metsakasvatuslike omaduste uuri-
mise tulemusi võiks kokku võtta järgmiselt.

1. Eesti NSV põlevkivikarjäärides esineb sageli väga eba-
tasaseid puistanguid, mille rekultiveerimine eelneva tasandamiseta
on võimatu. Füüsikalise savi vähese sisaldusega (alla 20%) puist-
tanguid on otstarbekas tasandada ülepinnaliselt. Tulevikus, ras-
kema mehhaanilise koostisega puistangute puhul tuleks metsakas-
vatuslike omaduste parandamiseks tasandada puistanguid osali-
selt või valikuliselt. Tasandamisel tuleb hoiduda pinnase ülemää-
rasest tihendamisest tasandavate masinatega.

2. Tekkinud karjääripinnastele on iseloomulik:

- a) kõigi omaduste suur varieeruvus;
- b) suhteliselt suur kivisus (keskmine aritmeetiline $\bar{x}=50\%$);
- c) nõrgalt happeline või neutraalne reaktsioon (pH_{KCl} 6,1—
7,5);
- d) orgaanilise süsiniku madal kuni keskmine sisaldus (kesk-
miselt vähem kui 2,3%);

e) suhteliselt madal üldlämmastiku (keskmiselt vähem kui
0,03%), fosfori (vähem kui 0,05%) ja kaaliumi (vähem kui 0,19%)
ning laktaatlahustuva fosfori ja kaaliumi (vähem kui 2 mg/100 g
pinnase kohta) sisaldus;

f) keskmine peenese sisaldus ($\bar{x}=34\%$).

3. Pinnaste peeneselisele osale on iseloomulik:

a) orgaanilise süsiniku kõrge sisaldus (Kohtlas $\bar{x}=7,2\%$, Viivi-
konnas 2,4%), kusjuures huumus on rikas humiinidest ning teis-
test taolistest raskesti lahustuvatest huumusainetest; huumuse
lahustuvas osas on ülekaalus fulvohapped;

b) keskmine üldlämmastiku (Kohtlas $\bar{x}=0,10\%$, Viivikonnas
 $\bar{x}=0,06\%$), suhteliselt kõrge hüdrolüüsuvu lämmastiku (vastavalt
 $\bar{x}=4,6$ ja $\bar{x}=6,1$ mg/100 g pinnases), madal üld- ja laktaatlahus-
tuva fosfori (vastavalt $\bar{x}=0,18\%$ ja 6,2 mg/100 g pinnases) ja
kaaliumi (vastavalt $\bar{x}=0,62\%$ ja 5,6 mg/100 g pinnases) sisaldus;

c) taimedele omastatavatest mikroelementidest vase ja boori
madal sisaldus.

4. Uuritud pinnaste omadused, eeskätt kivisus ja madal toit-

ainetesisaldus, tingivad nende pinnaste kasutamise eeskätt metsamajanduses. Tulevikus, kui kaevandamisel peetakse silmas teatud tingimusi (katendi selektiivne eemaldamine, viljaka mulla säilitamine) on karjääride nr. 3 ja Kunda rekultiveerimisel võimalik rajada põllumajanduslikke kõlvikuid.

5. Puistangute metsastamist loetakse ökonoomsuse poolest kõige otstarbekamaks rekultiveerimise viisiks. Mets on efektiivne atmosfääri puhastaja, ta parandab puistangute esteetilist ilmet ja võib anda tulu.

6. Kuni 1. juulini 1969. a. on tasandatud ja metsastatud 510 ha Eesti NSV põlevkivikarjääride puistanguid.

7. Metsakultuuride kasvamaminek sõltub pinnase omadustest, eeskätt mehhaanilisest koostisest. Karjäärides või selle osades, kus taimekasvatuseks indiferentsed materjalid (karbonaatsed kivimid) võrreldes viljakate materjalidega (muld, kvaternaari setted) on ülekaalus, on selektiivne katendi eemaldamine möödapääsmatu. Käesoleva ajani ei ole seda nõuet eriti silmas peetud, mistõttu metsakultuurid Kohtla ja Viivikonna karjääride kivisematel puistanguosadel kaua kiratsevad.

8. Metsakultuuride rajamiseks põlevkivikarjääride puistanguile on soovitatav valida melioratiivse ja melioratiivse-ökonoomilise tähtsusega liike ning võimaluse korral rajada segakultuure.

9. Uuritud ning omadustelt viimastega sarnastel pinnastel on kõige sobivamaks istutusmaterjaliks keskmise suurusega, s. o. enamiku puuliikide jaoks 2—3-aastased seemikud. Valdav enamus andmeid näitab kevadise istutuse eelist.

10. Istutusmaterjali karjäärikultuuride rajamiseks on soovitatav kasvatada puistanguile rajatud taimlates, mille pinnas vastavalt vajadusele väetatakse või kaetakse mullaga.

11. Suhteliselt hea kasvamamineku ja kasvu (ligikaudu III boniteet) tõttu, ei ole otstarbekas rajada kultuure tihedamalt kui 6700 (8000) taime hektarile.

12. Puistangud tuleb tasandada ja neile tuleb rajada metsakultuurid vahetult pärast kaevandamist, et vältida konkurentsi rohttaimede poolt.

13. Käesoleva ajani on karjäärikultuurides valitsevaks puuliigiks harilik mänd, mis on ka perspektiivseks liigiks. Selle kõrval on perspektiivseiks veel kask, lehis, pappel, lepp, pärn, vaher ja tamm (viimased kaks juhul, kui õnnestub ära hoida metsloomade tekitatud kahjustusi).

14. Kultuuride kasvule mõjub soodsalt väetamine lämmastiku ja fosforiga. Viimase omastamine taimede poolt on raskendatud pinnase neutraalse reaktsiooni tõttu. Sama kehtib ilmselt ka raua kohta.

15. Pinnase reaktsiooni parandamiseks on vaja juba katendi eemaldamisel segada karbonaadid turba ja teiste happelisemate materjalidega.

16. Ei tohi rajada metsakultuure puistangu madalamatesse osadesse, mis puistangu vajumise ja põhjavee taseme tõusu tõttu jäävad tulevikus ilmselt vee alla.

17. Puistangutele tekkinud rohttaimestik võib tunduvalt suurendada bioloogilist ringet ja sellega kiirendada mullatekkeprotsessi.

18. Tasandatud puistangutel sõltub erosioon pinnase mehhaanilisest koostisest, tasandamise viisist ja pinnase seotusest taimede poolt. Uuritud pinnaseil ei suuda voolavad pinnaveed välja uhtuda kuigi palju istutatud taimi, rohkem esineb nende kinnimist. Võib arvata, et külvikultuurid kannatavad erosiooni all rohkem.

Kõigest tingimustest, mis määravad rekultiveeritud aladelt saadava tulu, on inimesest sõltumatud üksnes põlevkivi kattematerjali üksikute kihtide taimekasvatustalid omadused. Kõik teised (kaevandamise tehnoloogia, rekultiveerimise ja edasise majandamise viis) sõltuvad ühiskonna tehnilistest ja finantsilistest võimalustest ning eelkõige rahva teadlikkusest ja tegutsemisvalmidusest.

KIRJANDUS

- Adamowicz, St., 1965. Choice of vegetation for the forestry reclaiming of stowing sand mine workings. Papers for international symposium devoted to the problems of the reclamation of post-industrial lands. Katowice.
- Ashley, G. D., Wilkinson, B., 1959. Some observations on soil development on restored opencast coal sites. N.A.A.S. Quart. Rev., 10, No. 44.
- Baukov, S., Müürisepp, K., 1966. Kirde-Eesti tähtsaim loodusvara. «Eesti Loodus», nr. 2.
- Beaver, S. H., 1960. Land reclamation. Chartered Surveyor, 92, No. 12.
- Bojarski, Z., 1965. The influence of underground mining on the natural utilisation of the surface. Papers for international symposium devoted to the problems of the reclamation of post-industrial lands. Katowice.
- Bramble, W. C., 1952. Reforestation of strip-mined bituminous coal land in Pennsylvania. Jour. Forestry, 50.
- Brüning, E., 1962. Zur frage der rekultivierbarkeit tertiärer rohbodenkippen des braunkohlentagebaues. Wiss. Zeitschrift der Karl-Marx-Univ. Leipzig. Math.-Naturwiss. Reihe, 11, Nr. 2.
- Brüning, E., 1967. Voruntersuchungen zu den Wechselbeziehungen von Aufkalkung, Minereraldüngung, Nährstoffgehalt und Pflanzenertrag an einigen Rohbodenformen des Braunkohlentagebaues. III. Internationales Symposium über Rekultivierungen der durch den Bergbau beschädigten Böden. Referaten-Sammlung. Prag.
- Buskett, W. E., 1952. Reclamation of opencast sites. Colliery Engineering, June.
- Campbell, W. I., 1961. The restoration of opencast coal site in Fife. Scottish Agriculture, 41, No. 2.
- Chenik, D., 1963. Addendum to «The promotion of a vegetative cover on mine slimes dams and sands dumps». J. S. Afric. Inst. Mining and Metallurgy, 63, No. 6.
- Clothier, D. P., 1961. Stabilisation of Eucumbene dam borrow areas. J. Soil Conservation Service, 17, No. 2.
- Coile, T. S., 1953. Moisture content of small stone in soil. Soil Sci., 75.
- Collinge, R. A., 1962. A rational look at reclamation. Mechanization, July.
- Collins, H. E., 1964. The restoration of excavated land. Countryside 1970. London.
- Cowan, R. J., 1961. Ironstone workings and land restoration. Chartered Surveyor, 94, No. 2.
- Davis, G., Melton, R. E., 1962. Plantations on strip-mine banks can yield timber products. Research Paper of State Forest School, Pennsylvania, No. 29.
- Deasy, G. F., Griess, P. R., 1963. Coal strip mine reclamation — an approach to the problem. Mechanization, December.
- Den Uyl, D., 1955. Hardwood tree planting experiments on strip coal mine spoil banks of Indiana. Sta. Bull. Ind. Agric. Sta. No. 619.
- Dierks, E., 1961. Strip mine becomes wildlife haven. Soil Conservation, 26, No. 8.

- Don Sullivan, G., 1965. A new science-mined land reclamation. *Mining Engineering*, 17, No. 7.
- Edmondson, P. A., 1961. Experiments on restored opencast coal sites. Winter wheat variety trials. *Experimental Husbandry*, No. 6.
- Einspahr, D. W., 1956. Coal spoil-bank materials as a medium for plant growth. *Iowa State Coll. J. Sci.*, 30, No. 3.
- Einspahr, W., McComb, A. L., Riecken, F. F., Shrader W. D., 1955. Coal spoil-bank materials as a medium for plant growth. *Proceedings of Iowa Academy Science*, 62.
- Gaertner, E. E., 1963. Water relations of forest trees. *Water relat. Plants*, London.
- Gibbons, J., 1961. Experiments on restored opencast coal sites. *Experimental Husbandry*, No. 6.
- Goodland, N. L., 1959. Reclaiming gravel lands. *World Crops*, 11.
- Hallik, O., 1963. *Agrokeemia*. Tallinn.
- Harabin, Z., 1967. Zusammenhang der Gestaltung von Wurzelsystemen auf Braunkohlenkippen mit den chemischen Eigenschaften des Felsmaterials. III Internationales Symposium über Rekultivierungen der durch den Bergbau beschädigten Böden. *Referaten-Sammlung*. Prag.
- Illner, K., Katur, J., 1964. Zur Wiedernutzbarmachung kulturfeindlicher Kippen und Halden der Braunkohlentagebaue. *Bergbautechnik*, 14, Nr. 10.
- Jaana, A., 1964. Maapinna kasutamise võimalustest põlevkivibasseinis pärast põlevkivi karjääriiviisilist kaevandamist. Maastike kaitse ja planeerimise küsimusi Eesti NSV-s. Tartu.
- Jagomägi, J., 1966. Üliõpilaste ekspeditsioon Alutagusele. «Eesti Loodus», nr. 2.
- Jamison, V. C., Weaver, H. A., Reed, I. F., 1951. The distribution of tractor tire compaction effects in Cecil clay. *Proceedings of Soil Science Society of America*, 15.
- Jewell, S. L., 1964. Conservation of strip mine lands. *Mining Congress Journal*, December.
- Jonáš, F., 1959. Příspěvek k otázce zalesnování výsypek a hald v oblasti SHR. *Lesnická práce*, 38, č. 1.
- Jonáš, F., 1961. Rekultivace — záruka obnovy krajiny průmyslových oblastí. *Ochrana přírody*, 16, č. 2.
- Jonáš, F., 1965. A summary appreciation of the possible application of organic and mineral materials in amelioration work on stack earth. *Papers for international symposium devoted to the problems of the reclamation of post-industrial lands*. Katowice.
- Kaar, E., 1959. Metsakasvatuse võimalustest Saaremaal. Tartu.
- Kalmet, R., 1963. Eesti NSV muldade boorisaldusest. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut. Teaduslike tööde kogumik 2. Saku.
- Kalmet, R., 1967. Koobaltisaldusest Eesti NSV muldades. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut. Teaduslike tööde kogumik 10. Tallinn.
- Keay, J., 1964. Nutrient deficiencies in conifers. *Scottish Forestry*, 18, No. 1.
- Knabe, W., 1957/58. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe)*, 7, Nr. 2.
- Knabe, W., 1959 a. Zur Wiederurbarmachung in Braunkohlenbergbau. *Deutscher Verlag der Wissenschaften*, Berlin.
- Knabe, W., 1959 b. Neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Kippenrekultivierung in der Niederlausitz. *Z. «Natur und Landschaft»*, 34, Nr. 3.
- Knabe, W., 1961. Die Rekultivierung im Rheinischen und Lausitzer Braunkohlenrevier. Köln und die Rheinlande: *Festschrift zum XXXIII. Deutschen Geographentag*. Wiesbaden.
- Knabe, W., Priower, G., 1959. Möglichkeiten zur Wiedernutzbarmachung vom Braunkohlentagebau beanspruchten Flächen. *Bergbautechnik*, April.

- Kontor, H., 1964. Maastikukaitse olukorrast Eesti NSV-s. Maastike kaitse ja planeerimise küsimusi Eesti NSV-s. Tartu.
- Kärblane, H., 1967. Fosfaatide fikatsioonist mullas. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut. Teaduslike tööde kogumik 10. Tallinn.
- Laasimer, L., 1958. Eesti NSV geobotaaniline rajoneerimine. Tartu.
- Laasimer, L., 1965. Eesti NSV taimkate. Tallinn.
- Lamm, A. E., 1964. Surface mine reclamation — why and how. Mining Congress Journal, 50, No. 3.
- Lehman, R-F., 1960. Zur Wiedernutzbarmachung der Künftige Tagebauerstlöcher in der Lausitz. Bergbautechnik, 10, No. 4.
- Lillema, A., 1958. Eesti NSV mullastik. Tallinn.
- Limstrom, G. A., 1960. Forestation of strip-mined land in the Central States. Agriculture Handbook U. S. Department of Agriculture, No. 166.
- Limstrom, G. A., Deitshman, G. H., 1951. Reclaiming Illinois strip coal lands by forest planting. Agricultural Experiment Station, Bulletin No. 547.
- Lowry, G. L., 1960. Conifer establishment on coal spoils as influenced by certain site factors and organic additions at planting time. Proceedings of Soil Science Society of America, 24. No. 4.
- Lowry, G. L., Brokaw, F. C., Breeding, C. H. J., 1962. Alder for reforesting coal spoils in Ohio. Journal of Forestry, 60, No. 3.
- Luik, H., 1962. Mõnda põlevkivibasseini looduskaitsest. «Eesti Loodus», nr. 4.
- Luik, H., 1966 a. Looduskaitsest Kirde-Eestis. «Eesti Loodus», nr. 2.
- Luik, H., 1966 b. Kaevandatud alade majanduslikust kasutamisest. Metsamajandus, Teaduslik-tehniline kogumik. Tallinn.
- Margus, M., 1967. Maavarade karjääriivisiline kaevandamine ja tehismaastike kujundamine Eesti NSV-s. Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 58. Tallinn.
- Marksoo, A., 1964. Kirde-Eesti majandusgeograafiline iseloomustus. Dissertatsioon käsikiri TRÜ raamatukogus.
- May, R. F., 1964. Surface-mine reclamation: continuing research challenge. Coal Age, March.
- May, R. F., 1965. Strip mine reclamation: research — where are we? Mining Congress Journal, 51, No. 4.
- Merihein, A., 1964. Mets ja maastikukaitse. Maastike kaitse ja planeerimise küsimusi Eesti NSV-s. Tartu.
- Michelson, H., Kalmet, R., 1962. Eesti NSV mineraalmuldade vasesisaldusest ja vaskväetise kasutamise perspektiividest. Tallinn.
- Molyneux, J. K., 1963. Some ecological aspects of colliery waste heaps around Wigan, South Lancashire. Journal of Ecology, 51, No. 2.
- Neumann, E. E., 1967. Die Rohbidenformen auf (Kipp) — Lockergesteinen im Lausitzer Braunkohlenrevier (DDR). III Internationales Symposium über Rekultivierungen der durch den Bergbau beschädigten Böden. Referaten-Sammlung. Prag.
- O'Flanagan, N. C., Walker, G. J., Waller, W. M., Murdoch, G., 1963. Changes taking place in top soil stored in heaps on opencast sites. N.A.A.S. Quarterly Review, No. 62.
- Olschowy, G., 1964. Das Rheinische Braunkohlengebiet und sein Beitrag zur Neuordnung des ländlichen Raumes und der Kulturlandschaft. Berl. Landwirtschaft, 42, Nr. 4.
- Olschowy, G., 1965. Vom Rheinischen Braunkohlengebiet und seinem landschaftlichen Wiederaufbau. Naturschutzparke, Nr. 36.
- Olszowski, J., 1967. Ergebnisse von Bodenuntersuchungen unter ausgewählten Baumarten im Restloch einer Versatzsandgrube. III Internationales Symposium über Rekultivierungen der durch den Bergbau beschädigten Böden. Referaten-Sammlung. Prag.
- Patejdl, C., 1965. Summary report on the results of the research and on practical application of the cultivation of reclaimed waste land in Czechoslovakia. Papers for international symposium devoted to the problems of the reclamation of post-industrial lands. Katowice.

- Pekarek, O., 1960. Nekteré poznámky k pedogeologickému řešení rekultivace v oblasti SHR. Uhlí 2, č. 1.
- Pihelgas, E., 1963. Seemnete päritolu mõjust männikultuuride kasvule. EPA Teaduslike tööde kogumik 33. Tartu.
- Pringle, J., 1959. Opencast coal mining the restoration problem. Meded. Landbouwhogeschool en opzoekingsstat. saat Gent, 24, No. 1.
- Raukas, A., 1965. Purdkivimite terasuuruse klassifikatsioon. Литология и стратиграфия четвертичных отложений Эстонии. Tallinn.
- Reilly, J. D., 1965. Planning surface mine reclamation before mining. Mining Congress Journal, 51, No. 11.
- Richards, B. N., 1964. Fixation of atmospheric nitrogen in coniferous forests. Australian Forestry, 28, No. 2.
- Ruffer, H., 1956. Die Holzproduktion auf Kippenflächen. Forst und Jagd, 6, Nr. 4.
- Rõigas, P., 1956. Kasvuarengulisi uurimusi Sagadi metskonna männikultuures. Dissertatsioonikäikiri EPA raamatukogus.
- Sawer, L. E., 1962. Mined area restoration in Indiana. Soil and Water Conservation, 17, No. 2.
- Schmitz-Lenders, B., 1959. Reaktion der Pappel auf Grundwasser-Absenkung und neue Erkenntnisse betreffend der Zuwachsgang in Harffer-Pappel-Weitverband-Beständen des Niederrhein-Gebiets. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 130, Nr. 7.
- Schoewe, W. H., 1960. Land reclamation. Mining Congress Journal 46, No. 9, 10.
- Seidelbach, G., 1960. Rekultivierung — eine wichtige volkswirtschaftliche Aufgabe der Braunkohlenindustrie. Bergbautechnik, Juli.
- Semotan, J., 1962. Application of knowledge on soil-forming process for reclamation of industrial wastelands. International Soil Conference in Wellington, s. a.
- Sherman, G. D., 1960. Mined out soils can produce good pastures. Crops and Soils, 12, No. 9.
- Skawina, T., 1965. The use of bentonites in the reclaiming of stowing sand mining workings. Papers for international symposium devoted to the problems of the reclamation of postindustrial lands. Katowice.
- Strzyszcz, Z., 1967. Bodenkundliche Charakteristik Abraumschicht von zwei Braunkohlengruben. III Internationales Symposium über Rekultivierungen der durch den Bergbau beschädigten Böden. Referaten-Sammlung. Prag.
- Stýs, S., 1960 a. K problémům rekultivace devastovaných pozemků v oblast SHD. Cas. Uhlí, II, č. 7.
- Stýs, S., 1960 b. K problému rekultivace devastovaných pozemků v oblast SHR. Cas. Uhlí, II, č. 11.
- Stýs, S., 1961 a. General rekultivace Severoceskeho hnedouhelneho reviru. Ochrana přírody, 16, č. 2.
- Stýs, S., 1961 b. Biologická rekultivace devastovaných pozemků v hnedouhelnych revirech CSSR. Uhlí, č. 11.
- Stýs, S., Trefný, V., 1962. Selektivni skrývka nadložnich zemin a rekultivace devastovaných pozemků v SHR. Uhlí, II, č. 11.
- Stýs, S., Trefný, V., 1963. Vyznum tvarování vysypek pro rekultivaci. Uhlí, č. 8.
- Sudell, R., 1962. Landscape amenity treatment of quarry workings. Quarry Managers Journal, 46, No. 9.
- Zublikowska-Skawinowa, L., 1965. Choice of vegetation for precultivation of the waste dumps of the Turow mine. Papers for international symposium devoted to the problems of the reclamation of post-industrial lands. Katowice.
- Tamm, C. O., 1964. Determination of nutrient requirements of forest stands. International Review of Forestry Research, 1. New-York—London.
- Trefný, V., 1965. Comparison of the cost of levelling waste-dumping grounds while maintaining the prescribed values. Papers for international sym-

posium devoted to the problems of the reclamation of post-industrial lands. Katowice.

- Truu, A., Kurm, H., Veber, K., 1964. Eesti NSV sood ja nende põllumajanduslik kasutamine. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut. Teaduslike tööde kogumik 4. Tallinn.
- Varep, E., 1964. Maastiku muutumine inimtegevuse mõjul ning maastike kaitse. Maastike kaitse ja planeerimise küsimusi Eesti NSV-s. Tartu.
- Vaus, M., 1966. Mahajäetud põlevkivikarjääride metsastamise võimalustest. «Eesti Loodus», nr. 2.
- Voysey, J. G., 1961. An assessment of the replanting of some opencast coal sites in South Yorkshire. *Quarterly Journal of Forestry*, 55, No. 1.
- Wehrmann, J., 1959. Die Mineralstoffernährung von Kieferbeständen (*Pinus silvestris*) in Bayern. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, Nr. 5/6.
- Wehrmann, J., 1961. Die Auswirkung der Trockenheit von 1959 auf die Nahr-elementversorgung bayerischer Kiefernbestände. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, Nr. 80.
- Wehrmann, J., 1963. Möglichkeiten und Grenzen der Blattanalyse in der Forstwirtschaft. *Landwirtsch. Forsch.*, 16, Nr. 2.
- Werner, K., 1963. Organizacja i stan rekultywacji w Niemieckiej Republice Demokratycznej. *Biul. Zakt. Badan. nauk gornoslask. okregu przemyst. PAN*, 1.
- Williamson, J. Q., 1960. Afforestation of industrial waste. *Nature*, 188, No. 4744.
- Wilson, H. A., 1957. Effect of vegetation upon aggregation in strip mine spoils. *Proceedings of Soil Science Society of America*, 21, No. 6.
- Wilson, H. A., Stewart, G., 1956. The number of bacteria, fungi and actinomycetes in some strip-mine spoil. *Bulletin of West Virginia University Agricultural Experiment Station*, 388T.
- Wimbush, S. H., 1963. Afforestation of restored tinmining land in Nigeria. *Commonwealth Forest Review*, 42, No. 3.
- Wood, R. F., Thirgood, J. V., 1955/56. Tree planting on colliery spoil heaps. *Colliery Engineering*, January.
1956. Rehabilitation of stripped mine areas. *Coal Mining*, January.
1960. Forstliche Rekultivierungen. *Braunkohle*, 12, Nr. 6.
1961. Experiences in strip land reclamation. *Mechanization*, 25, No. 4.
1961. Ironstore working and land restoration. *Iron and Coal*, 183, No. 4859.
1961. Reclamation — integral part of the mining cycle. *Mechanization*, 25, No. 5.
1962. Guides for successful stripping. *Coal Age*, July.
- 1962/1964. A digest strip-mine reclamation. Eastern Region Forest Service U.S. Department of Agriculture in cooperation with the Soil Conservation Society of America.
1963. New life for coal lands. *Mechanization*, November.
1963. To make the land more valuable. *Coal Age*, May.
1965. 25 aastat Nõukogude Eestit. (Statistiline kogumik). Tallinn.
1966. Strip coal mining... the total-benefit industry. *Coal Age*, April.
1966. Voluntary industry program for mined-land conservation *Coal Age*, April.
1967. III. Mezinarodni symposium rekultivace (Exkurzni trasa SHR).
- Абрамова М. М., 1963. О передвижении парообразной влаги в почве. *Почвоведение*, № 10.
- Аккерберг И. И., Блинова Э. А., Видоменко А. Н., Юргенсон И. А., Янес Х. Я., 1960. Загрязнение атмосферного воздуха сланцевого бассейна Эстонской ССР промышленными выбросами сланце-перерабатывающих комбинатов «Кохтла-Ярве» и «Кививыли». Сб. Тööhügieeni küsimusi Eesti NSV põlevkivitööstuses. ENSV TA Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut, IV.

- Арманд Д. Л., 1961. Рациональное использование природных ресурсов и задачи советской географии. Изв. АН СССР, серия географии, № 1.
- Вагане Э. П., 1955. О степени загрязнения и мерах охраны воздуха в населенных пунктах сланцевого бассейна Эстонской ССР. Сб. Tõhõigieeni küsimusi Eesti NSV põlevkivitõõstuses. ENSV TA Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut, II.
- Ваус М. А., 1966. Некоторые результаты комплексного изучения лесорастительных свойств грунтов отработанных сланцевых карьеров Эстонской ССР. Сб. Тезисы докладов на третьем всесоюзном делегатском съезде почвоведов. Тарту.
- Ваус М. А., 1967. Об учетывании особенностей участков открытых горных работ при комплексном территориальном планировании в Северо-Восточной части Эстонской ССР. Материалы научн. конференции — Природные факторы и ресурсы как основа комплексной территориальной планировки Эстонской ССР. Тарту.
- Ваус М. А., 1967. Условия и некоторые результаты рекультивации карбонатных карьерных отвалов горючих сланцев в Эстонской ССР. Сборник докладов — III Международный симпозиум по рекультивации площадей поврежденных горнодобывающей деятельностью. Прага.
- Ваус М. А., Луйк Х. В., 1967. О результатах работ по рекультивации площадей, занятых промышленными разработками в Эстонской ССР. Сб. Восстановление земель после промышленных разработок. Москва.
- Вернер К., Асманн В., 1965. Придание оптимальной формы откосам отвалов с учетом применения высокопроизводительных буровых орудий в связи с дальнейшим использованием поверхностных откосов. Материалы международного симпозиума по рекультивации территории нарушенных промышленностью. Катовице.
- Возбуждая А. Е., 1964. Химия почвы. Москва.
- Войцеховски Я. Х., Рысь А., 1965. Вопросы стабильности откосов в рекультивации территории нарушенных горными открытыми разработками. Материалы международного симпозиума по рекультивации территории нарушенных промышленностью. Катовице.
- Вюнше М., 1965. Задачи и результаты почвенно-геологических работ при использовании для нужд сельского и лесного хозяйства площадей занятых отвалами. Материалы международного симпозиума по рекультивации территории нарушенных промышленностью. Катовице.
- Вюнше М., Шуберт А. Х., Бартель Х., 1965. Результаты сравнительных экологических исследований проведенных на отвале Эспенгайн. Материалы международного симпозиума по рекультивации территории нарушенных промышленностью. Катовице.
- Газизов М. С., Аллик А. М., 1959. Сланцедобывающая промышленность Эстонской ССР. Москва.
- Ганжа М. Г., 1965. К проблеме рекультивации выработанных горнопромышленных территорий для дальнейшего их использования. Сб. Опыт проектирования городов Украины и Молдавии.
- Генсирук С. А., Литвин С. Г., 1967. Опыт рекультивации земель в Украинской ССР. Сборник докладов — III Международный симпозиум по рекультивации площадей поврежденных горнодобывающей деятельностью. Прага.
- Гогатишвили А. Д., 1967. О методике работ по рекультивации земель применяемых на Чиатурском месторождении марганца Грузинской ССР. Сборник докладов — III Международный симпозиум по рекультивации площадей поврежденных горнодобывающей деятельностью. Прага.
- Гогатишвили А. Д., Коивава В. Р., 1965. Техника и способы восстановления почвы в местах открытых разработок Чиатурского марганцевого месторождения. Институт научно-технической информации и пропаганды. Тбилиси.
- Горчаковский П. Л., Мамаев С. А., Николаевский В. С., 1966.

- Закрепление растительностью отвалов золотодобывающей промышленности. Сб. Растительность и промышленные загрязнения. Свердловск.
- Грешта Я., 1966. Рекультивация промышленных бросовых земель в Польской Народной Республике. Сб. Растительность и промышленные загрязнения. Свердловск.
- Дараселия Н. А., 1966. Микробиологические процессы при рекультивации почв, разрушенных открытыми разработками марганцевой руды в Грузинской ССР. Сб. Тезисы докладов на третьем всесоюзном делегатском съезде почвоведов. Тарту.
- Дылис Н. В., Целъникер Ю. Л., Карпов В. Г., 1964. Фитоценоз как компонент лесного биогеоценоза. Сб. Основы лесной биогеоценологии. Москва.
- Дьякова К. В., 1962. Железогумусовые комплексы и их роль в питании растений. Ж. «Почвоведение», № 7.
- Егорова С. А., Еникеева М. Г., Большакова В. С., 1964. Микроорганизмы как компонент лесного биогеоценоза. Сб. Основы лесной биогеоценологии. Москва.
- Жулавски Ч., 1965. Предусматривание изменения хозяйственных свойств почв являющимся результатом косвенного влияния карьеров. Материалы международного симпозиума по рекультивации территории нарушенных промышленностью. Катовице.
- Зайцев Г. А., Савич А. И., 1967. Химико-микробиологический процесс окисления сульфидов железа в грунтах отвалов и терриконов угольных разработок подмосковного бассейна. Сборник докладов — III Международный симпозиум по рекультивации площадей поврежденных горнодобывающей деятельностью. Прага.
- Зони С. В., 1964. Почва как компонент лесного биогеоценоза. Сб. Основы лесной биогеоценологии. Москва.
- Иванов А. Ф., Кравченко Л. В., 1962. Влияние pH среды на прирост всходов древесных пород в водных культурах. Экспериментальная Ботаника, Институт Биологии АН БССР, Минск.
- Кильдема К. Т., 1962. Об улучшении использования каменистых земель. Ленинград—Москва.
- Конава В. Р., 1962. Некоторые вопросы открытой разработки Чиатурского марганцевого бассейна. Труды Института горного дела АН Грузинской ССР, т. III.
- Колесников Б. П., Николаевский В. С., 1962. Изучение и освоение бросовых земель в Верхне-Силезском промышленном районе Польской Народной Республики. Сб. Охрана природы на Урале, III. Свердловск.
- Кононова М. М., 1963. Органическое вещество почвы. Москва.
- Кореневская В. Е., Каплунова Л. С., Звягинцев Д. Г., 1963. Исследования по рекультивации территорий, изрытых карьерами. Научные доклады высшей школы. Биологические науки, № 4.
- Крамер П., Козловский Т., 1963. Физиология древесных растений. Москва.
- Кручинин Н. И., Овчинников В. А., 1963. О возможности механизации облесительных работ на породных отвалах. Ж. «Лесное хозяйство», № 2.
- Кудрявцев Е. Е., Иванов Л. И., 1954. О влиянии горных выработок на лесные массивы в условиях Подмосковного бассейна. Ж. Уголь, № 1.
- Курбатов И. М., 1964. Роль органического вещества почвы и торфов в биологических почвенных процессах и корневом питании растений. Сб. физиологическое обоснование системы питания растений. Москва.
- Лазарев Н. В., 1966. Введение. Сб. Введение в гигиену. Москва—Ленинград.
- Лидин Г. Д., Маньковский Г. И., Лайноя Л. Э., Тальве Л. Г., 1963. Исследование и разработка эффективных способов дренажа вод на шахтах треста «Эстонсланец». Käsikiri Põlevkivi Instituudis.
- Мионов В. В., 1964. Древесные породы для облесения отвалов горных пород. Ж. «Лесное хозяйство», № 8.

- Михайлов М., 1967. Методика и техника облесения насыпных площадей, созданных горной промышленностью в Народной Республике Болгарии. Сборник докладов — III Международный симпозиум по рекультивации площадей поврежденных горнодобывающей деятельностью. Прага.
- Моравски С., 1965. Экономический анализ некоторых работ по освоению бросовых земель в Верхнесилезском промышленном округе. Материалы международного симпозиума по рекультивации территории нарушенных промышленностью. Катовице.
- Моторина Л. В., 1967. Методы рекультивации отвалов открытых разработок в Подмосковном бассейне. Сборник докладов — III Международный симпозиум по рекультивации площадей поврежденных горнодобывающей деятельностью. Прага.
- Нестерович Н. Д., Иванов А. Ф., Кравченко Л. В., 1964. Изменение кислотности почвы под влиянием различных видов древесных растений. Сб. Влияние почвенных условий на рост древесных растений. Минск.
- Овчинников В. А., 1963. К вопросу восстановления поверхности, нарушенной открытыми горными работами. Подмосковский научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт. Научно-технические статьи, вып. 7.
- Огневский В. В., 1962. Формы строения и развития корневых систем культур сосны обыкновенной на песчаных землях. Сб. Облесение и сельскохозяйственное использование нижнеднепровских песков. Киев.
- Орлов А. Я., Кошельков С. П., 1965. Об оценке плодородия лесных почв. Ж. «Почвоведение», № 3.
- Пейве Я. В., 1958. Содержание доступных растениям форм микроэлементов в почвах СССР. Сб. Микроэлементы в растениеводстве. Труды Ин-та биологии АН Латв. ССР, IX. Рига.
- Пейве Я. В. (ред.), 1961 а. Методические указания по определению микроэлементов в почвах и растениях. Рига.
- Пейве Я. В., 1961 в. Микроэлементы и их значение в сельском хозяйстве.
- Перельман А. И., 1966. Геохимия ландшафта. Москва.
- Победов В. С., 1963. Некоторые показатели водного режима древесной и травянистой растительности на лесокультурной площади. Сб. Выращивание высокопродуктивных лесов. Минск.
- Погребняк П. С., 1963. Общее лесоводство. Москва.
- Ранфт Х. Фм., 1963. Воссоздание плодородия почв на горных разработках в Германской Демократической Республике. Сб. Защитное лесоразведение в европейских странах социалистического лагеря. Всесоюзный научно-исследовательский институт агролесомелиорации, вып. 41а. Волгоград.
- Работнов Т. А., 1966. Изучение травяных биогеоценозов. Сб. Программа и методика биогеоценологических исследований. Москва.
- Рассел Э., 1955. Почвенные условия и рост растений. Москва.
- Рахтеенко И. Н., Якушев Б. И., Крот Л. А., 1964. Распределение корневых систем древесных и травянистых растений в культурах сосны. Сб. Влияние почвенных условий на рост древесных растений. Минск.
- Рейнтам Л., Роома И., Таранди К., Тейтелбаум В., 1966. Путеводитель экскурсии III съезда почвоведов СССР по почвам Эстонии. Тарту.
- Рийспере А., 1966. О минеральном питании сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) на маломощных перегнойно-карбонатных (альварных) почвах. I. Известия АН Эстонской ССР, т. XV, серия биологическая, № 4.
- Рийспере А., 1967. О минеральном питании сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) на маломощных перегнойно-карбонатных (альварных) почвах. II. Известия АН Эстонской ССР, т. XVI, серия биологическая, № 3.
- Роде А. А., 1955. Почвоведение. Москва—Ленинград.
- Рябинин В. М., 1965. Лес и промышленные газы. Москва.

- Сатклифф Дж. Ф., 1964. Поглощение минеральных солей растениями. Москва.
- Смирнов М. П., 1960. О скорости почвообразования на отвалах известковых пород и о вторичных изменениях погребенных светло-серых лесных почв. Ж. «Почвоведение», № 4.
- Стжыщ, З. 1965. Попытка использования гидрохимических исследований в цели рекультивационной оценки территории открытых песочных выработок. Материалы международного симпозиума по рекультивации территории нарушенных промышленностью. Катовице.
- Тарчевский В. В., 1964. Промышленные отвалы и их освоение. Сб. Охрана природы на Урале, вып. 4. Свердловск.
- Тарчевский В. В., Зайцева Л. К., 1964. Особенности развития растений на асбестовых отвалах. Сб. Растение и промышленная среда. Свердловск.
- Терентьева Н. Л., 1962. О динамичности валового содержания азота в почве под насаждениями сосны на Олешковских песках. Ж. «Почвоведение», № 1.
- Томсон Н., 1963. О рассеивании дымовых газов Прибалтийской ГРЭС. Известия АН Эстонской ССР, т. XII, биологическая серия, № 4.
- Торпан Б. К., 1954. О химическом и минералогическом составе пластов и пропластов кукурита. Тр. Таллинского политехнического института. Сер. А, № 57.
- Тренель М., Вебер Г., Линднер Г., 1964. О конденсации водяного пара в почве. Сборник работ по методике исследований в области физики почв. Ленинград.
- Туева О. Ф., 1966. Фосфор в питании растений. Москва.
- Тюрин И. В., 1965. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. Москва.
- Фомина А. С., Побуль Л. Я., Дегтерева З. А., 1965. Природа керогена прибалтийского сланца-кукурита и его химические сырьевые качества. Таллин.
- Хохлов И., Дроздов Г., Казахашвили В., 1965. Проблемы механизации горного земледелия. Тбилиси.
- Шинкаренко И. Б., 1963. Влияние различной влажности почвы и элементов минерального питания на развитие семян сосны обыкновенной (данные вегетационных опытов). Научн. тр. Укр. научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации, вып. 25.
- Штина Э. А., 1967. Развитие водорослей на промышленных отвалах. Сборник докладов — III Международный симпозиум по рекультивации площадей поврежденных горнодобывающей деятельностью. Прага.
- Юргенсон И. А., 1955. Санитарная характеристика сточных вод сланцеперерабатывающих предприятий. Kogumik — Tööhügieeni küsimusi Eesti NSV põlevkivitööstuses, II. Eesti NSV TA Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut. Tallinn.
- Юркевич И. Д., Гельтман В. С., Ловчий Н. Ф., 1962. Эдафо-фитоценотический анализ некоторых черноольховых типов леса. Экспериментальная ботаника, Институт Биологии АН БССР. Минск.
- Юркевич И. Д., Гельтман В. С., Парфенов В. И., 1962. Зависимость продуктивности сероольховых типов леса от почвенно-грунтовых условий. Экспериментальная ботаника, Институт Биологии АН БССР. Минск.
- Якушенко И. К., 1963. Влияние генезиса песков на строение корневой системы сосны. Сб. Выращивание высоко-продуктивных лесов. Минск. 1966. Временная инструкция по рекультивации земель, нарушенных открытыми горными работами (при бестранспортных системах). Проект. Новомосковск.
1966. Разработка рациональных способов ведения горных работ и механического обогащения на сланцевых карьерах. I. Исследование технологии ведения вскрышных работ драглайнами с учетом разравнивания отвалов. Кохтла-Ярве. Käsikiri Põlevkivi Instituudis.

SISUKORD

Eessõna	3
Sissejuhatus	5
Karjääripuistangute omaduste uurimise ja rekultiveerimise ajaloost	7
Uurimisobjektid ja üldine meetodika	10
Uuritud ala looduslikud tingimused. Põlevkivi, selle kaevandamine	13
Põlevkivikarjääride pinnaste taimekasvatustlikud omadused	21
1. Mehhaaniline koostis	21
2. Reaktsioon	23
3. Pinnase toitainetesisaldus	23
a) tuhaelementide üldsisaldus	23
b) üldise ja hüdroloüsuva lämmastiku sisaldus	24
c) laktaatlahustuva P_2O_5 ja K_2O sisaldus	24
d) mikroelementide sisaldus	25
e) orgaanilise süsiniku sisaldus	25
Nõukatsed karjääripinnaste viljakuse selgitamiseks	29
Karjääride metsastamine	34
1. Põlevkivi kaevandamise ja puistangu tasandamise tehnoloogia, selle mõju pinnase omadustele. Erosioon	34
2. Puistangute looduslik taimestumine	41
3. Pinnase omaduste mõju metsakultuuride kasvule	44
a) pinnase mehhaaniline koostis	54
b) pinnase reaktsioon	57
c) pinnase toitainetesisaldus	58
1) makroelemendid	58
2) mikroelemendid	63
3) orgaanilise aine sisaldus pinnastes, mikrobioloogiline aktiivsus	64
d) veerežiim, meteoroloogilised tingimused	65
4. Puu- ja põõsaliikide, istutusmaterjali, istutusviisi ja -aja valik	68
Kokkuvõte	80
Kirjandus	83

Март Ваус. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ КАРЬЕРОВ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ЭСТОНИИ. На эстонском языке. Художественное оформление Э. Тали. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja I. Juhani. Kunstiline toimetaja R. Tungla. Tehniline toimetaja A. Muna. Korrektorid H. Kull ja S. Uustare. Laduda antud 26. I 1970. Trükkida antud 17. XI 1970. Läti NSV, Staicele Paberivabriku trükipaber nr. 1, 60×90/16. Trükipoognaid 5,75 ± 0,78 (8 lisa). Arvestuspoognaid 7,22. Trükiarv 600. MB-08580. Tellimuse nr. 513. Hans Heidemannini nim. Trükikoda, Tartu, Olikooli 17/19. I.

Hind 35 kop.

35 kop.

