

Tie- ja vesirakennushallituksen
maarakennuslaboratorio.

T V H: n

LABORATORIOTIEDOITUS

Nº 1

Alkusanat	1
Tiegeologian tehtävistä ja merkityksestä	2
Sorateiden kunnossapito- ja materiaali- tarkkailusta	8
Maalajitarkkailupaikkojen perustaminen	11
Yleisiä toimintaohjeita tv-piirien maalaji- tarkkailupaikkoja varten	12
Ohjeita sorateiden kulutuskerroksen kokoo- muksen tutkimiseksi	17
Savisorakulutuserroksen korjaamiseen ja valmistamiseen tarvittavat ainesmäärät	21
Maalajitarkkailu toimii	25

Helsinki

21. 11. 1952.

5072 b

10



... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

Alkusanat.

Jo pitkän aikaa on tieteknillisissä piireissä oltu tietoisia tehostetun maalaji- ja maaperätutkimuksen välttämättömyydestä nykyaikaisessa tierakennuksessa ja teiden kunnossapidossa. Sekä tie- ja vesirakennushallituksessa että eräissä tv-piireissä ryhdyttiin jo ennen sotia hankkimaan tutkimusvälineitä ja toimeenpanemaan tutkimuksia. Tämä toiminta on kuitenkin vasta viime vuosina saatu järjestettyä pysyvämmälle kannalle koko maassa. Tätä ns. maalajitarkkailua ohjataan keskitetysti, joten tehtävät, työvälineet, menetelmät ja tulosten tulkintaohjeet ovat yhdenmukaisia ja opetus ja koulutus yhtenäistä. Seurauksena ovat luotettavat ja vertailukelpoiset tutkimustulokset, jotka tekevät mahdolliseksi mm. koko maata käsittävien yleisten selvitysten laatimisen monista tie- ja vesirakennushallinnolle tärkeistä kysymyksistä. Keskitetty toiminta edellyttää paitsi kursseja mm. vilkasta maalajitarkkailua koskevaa kirjeenvaihtoa tie- ja vesirakennushallinnon piirissä. Tämä kirjeenvaihto ei ole kuitenkaan osoittautunut täysin tyydyttäväksi yhteistyömuodoksi ensiksikään siitä syystä, että kirjeet ovat usein "käsikirjan" luonteisia eli miltei jokapäiväiseen käyttöön tarkoitettuja, ja toiseksi nämä kirjeet eivät läheskään aina saavuta kaikkia niitä henkilöitä, jotka olisivat niistä kiinnostuneita. Lisäksi kirjeet joutuvat helposti hajalleen ja ^{on} niitä tarvittaessa vaikea löytää. Sentähden on tie- ja vesirakennushallituksen maarakennuslaboratoriossa ryhdytty kokoamaan maalajitarkkailua palvelevaa aineistoa yhteen ja jakamaan niitä "Laboratoriotiedoitusten" muodossa tv-piireille ja asiasta kiinnostuneille. Täten on maalajitarkkailua ja sen edistämistä palvelevat kirje-, ohje- ja opetusaineisto helposti käytettävissä ja tie- ja vesirakennushallinnon insinöörikunnalla on entistä paremmat mahdollisuudet seurata maarakennustutkimuksen edistymistä ja olla selvillä siitä, miten maalajitarkkailu voi heitä palvella.

Laboratoriotiedoitus № 1 on kokoonpantu pääasiallisesti vanhasta aineistosta noudatellen kronologista järjestystä. Tiedoitusten kirjoittamisesta ja toimittamisesta huolehtivat U.Soveri, E.Hilpi ja R.Orama.

Fil.tri U. Soveri

TIEGEOLOGIAN tehtävistä ja merkityksestä

TIEGEOLOGIAN ASEMA OLISI MEILLÄ VAKIINNUTETTAVA

Kivi- ja maalajien tutkiminen perustuu aina pääasiallisesti geologiaan, vaikkakin se sovellettuna ja muita perustieteitä apunaan käyttäen voi suuntautua niin erilaisia tarkoituksia palvelemaan, että geologian merkitys jää asiaan vähemmän syventyneeltä helposti huomaamatta. On selvää, että ilman perustieteen kehitystä pysähtyy pian a.o. sovelletun tutkimuksen edistyminen. Vaikkakaan meidän ei tarvitse pelätä geologisen tutkimuksen pysähtyvän, voi kuitenkin pitkälle sovellettu ja runsaasti muutakin perustieteitä hyväkseen käyttävä kivi- ja maalajitutkimus joutua arveluttavasti kärsimään ja hidastumaan, ellei riittävän hyvää yhteyttä voida säilyttää sen ja geologisen perustutkimuksen välillä.

Koska teiden rakentamisessa ja kunnossapitämisessä joudutaan hyvin monella tavalla tekemisiin kivi- ja maalajien kanssa, on selvää, että geologialla täytyy olla hyvin oleellisia ja kiinteitä yhtymäkohtia, paljon tehtäviä ja huomattava merkitys tällä teknillisellä alalla. Tie- ja vesirakennusta ja sen tutkimusta ajatellen johtuu kuitenkin helposti mieleen kysymys missä määrin geologian kehitys enää jaksaa vaikuttaa ja olla hyödyksi tierakennuksessa eli onko yhteydet tähän perustieteen saatu säilymään riittävän ehyinä. Tämän asian valaisemiseksi lienee ensin paikallaan kiinnittää tarkempaa huomiota niihin kosketuskohtiin, joita nykyaikaisella tierakennuksella on kasvavan geologisen tietouden kanssa.

Kivilajien merkitys tierakennuksessa.

Aloittaaksemme kivilajeista tiedämme, että tierakentaja käsittää kiven kovaksi, melko helposti meillä saatavaksi aineeksi, jonka avulla voidaan rakentaa luja ja kantava runko erilaisiin tarpeisiin. Kallio tai kivet on kuitenkin ensin useimmiten murskattava sopivan suuruiseksi kappaleiksi tai rakeiksi ahtokivistä ja sepelistä aina murskesoraan ja kivijauheeseen saakka riippuen siitä minkälaisia rakenteita tai massoja niillä aiotaan vahvistaa. Geologi taas tietää kivilajien kokoomuksen ja rakenteen, niiden eroavaisuuksien syyt ja niiden

levinneisyyden. Tietojensa perusteella voi geologi lisäksi vetää joukon johtopäätöksiä eri kivilajien ns. teknillisistäkin ominaisuuksista. Näiden ominaisuuksien tuntemisen pitäisi olla tienrakentajallekin ensiarvoisen tärkeätä, sillä eihän ole merkityksetöntä esim. se, että yksi kivilaji mineraalokokoomukseen johtuen voi painaa 500—600 kg enemmän kuutiolta kuin toinen tai että yhden kivilajin lounhintaan tarvitaan jopa 50 % enemmän räjähdysaineita kuin toisen. Merkitystä on myöskin sillä, että bitumiset sideaineet tarttuvat eri tavoin ja eri lujasti eri kivilajeihin johtuen mm. kivilajien kokoomuksesta ja murtopintojen laadusta.

Jonkin kivilajin tieteellisessä käytössä on ehkä tärkeintä tuntea se, minkä muotoiseksi kappaleiksi tai rakeiksi se murtuu ja kuinka helposti tämä mureneminen tapahtuu esim. liikenteen vaikutuksesta tai koneellisen murskauksen yhteydessä. Tähän läheisesti liittyvä kysymys on lisäksi kivilajin kulumisnopeus esim. pintakäsittelyyn käytetyssä sorassa tai katukiveyksessä. Niinpä rapakivimuuske hienonee kuten tunnettua tielle ajettuna hyvin nopeasti suurten rakeitten halkeillessa sarnikkäiksi siruiksi. Lisäksi syntyy hienoa savimaista sifovaa ainesta, joka tekee tien pinnan sateella limaiseksi. Raesuuruuskäyrä nousee samalla ihannealueen yläpuolelle ja seurauksena on kuivana aikana kouruuntuminen ja märkänä aikana tien pinnan pehmeneminen, ellei uutta karkeata soraa ajoissa ajeta tielle. Myös sekarakeisesta ja suurista kideyksilöistä sisältävästä graniitista tai pegmatiitista saatu murske hienonee melko nopeasti tien kulutusreroksessa tasapintaisten maasälpäkideyksilöiden irrotessa ja lohjetessa, kun taas pienikiteiset ja tasarakeiset kivilajit, puhumattakaan runsaasti kiuuisia mineraaleja tai pitkäikäisiä kideyksilöitä sisältävistä kivilajeista, kestävät huomattavasti paremmin iskuja ja kulutusta. Oman ryhmänsä muodostavat sitäpaitsi kiillerikkaat liuskeet ja seementtikivet, joista tehty murskesora voi tiellä aiheuttaa melkoiisia yllätyksiä puoleen jos toiseenkin ellei niiden ominaisuuksia tunneta tai tutkita.

Ruotsissa on tiegeologisissa tutkimuksissa voitu

osoittaa että katukiveykset kuluvat eri paljon eli eri nopeasti saman liikenteen alla eri osissa maata huolimatta siitä, että kivilajit ovat samaan kivilajiryhmään kuuluvia. Selitys ei siis ole tässä tapauksessa löydettävissä kivilajien mineraalokokoomuksesta vaan kiven struktuurista ja textuurista eli kiven syntyolosuhteista. Niinpä esim. kovat kvartsi rakeet suojelevat kiven heikompia mineraaleja kulu- tusta vastaan eri tavoin riippuen kvartsirakeitten koosta ja jakautumisesta kivessä. Tärkeänä mineralogisena tekijänä kivilajien lujuusominaisuuksia selvitetäessä on lisäksi pidettävä kiven tai sen jonkun mineraalin rapautuneisuutta.

Kivien koneellisen murskauksen yhteydessä vaikuttavat yllämainitut mineralogiset tekijät luonnollisesti hyvin oleellisesti ja monipuolisesti saavutettuun murskaustulokseen. Yhtenä esimerkkinä tästä haluaisin mainita etenkin sepelin ja tiesoran valmistuksen yhteydessä syntyvän kivijauheen määrän, laadun ja ominaisuuksien huomattavat vaihtelut, jotka johtuvat pääasiallisesti kivilajien laadusta, murskaintyyppin ollessa saman. Tämä kivijauhe on kuten tunnettua, usein tarpeetonta ja haitallista tien kunnossapitoon käytetyssä murske- sorassa koska tien pinnassa yleensä on ennestään riittävästi, jopa liikaakin tätä raekokoa. Tässä yhteydessä on kuitenkin huomautettava, että emäk- sisistä kivilajeista peräisin olevalla kivijauheella on todettu olevan sitovia ominaisuuksia ja saman side- aineena käytetyn saven on todettu ainakin märkänä sitovan kaksi kertaa paremmin juuri tällaista kivijauhetta kuin graniittista kivijauhetta. Käyte- tyn kivilajin mineraalokokoomus voi siis vaikuttaa kulutuskerroksen pehmenemiseen ja sitovan saven poisliettymiseen samalla kun se vaikuttaa kulutus- kerroksen kiviaineen kestävyteen ja soran val- mistuskustannuksiin.

Paitsi sorateillä ja murskausprosessissa on kivi- aineksen laadulla suuri merkitys myös puolikesto- ja kestopäällysteiden rakentamisessa. Siitä esimerk- kinä on jo ohimennen mainittu eri kivilajien ja mine- raalien erilainen kiinnittyminen eri bitumisiin side- aineisiin. Lisäksi on pintakäsittelyyn käytetyn soran laatuun ja lujuuteen kiinnitettävä erittäin suurta huomiota. Samoin on asian laita betonipääl- lysteiden kiviaineen suhteen. Kivilajien on oltava yleensä sitkeää, rapautumatonta ja iskuja kestävää niin että se pintakerroksessa kuluu hitaammin kuin sitova massa. Betoniin käytettävä kiviaines ei myös- kään saa sisältää sementtiä syövyttäviä sulfidi- mineraaleja.

Kaikki yllä käsitellyt kivilajien ominaisuudet ja ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät ovat geologisten prosessien aiheuttamia ja niiden selvittäminen ja toteaminen on geologista tutkimusta. Hyvin huo- mattava geologinen kysymys on sitten tämän sopi- van aineksen löytäminen tai aikaansaaminen. Voi tuntua helpolta sanoa minkälaiset fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet jollakin määrättyyn tar- koitukseen tarvittavalla kiviaineeksella pitää olla, mutta ei voida jatkaa kehoittamalla käyttämään sitä tai tätä, helposti paljaalla silmällä tunnettavaa kivilajia, sillä määrättyyn kivilajiin voi sisältyä lukuisia erilaisia muunnoksia, joiden käyttömah- dollisuudet saadaan selville vasta mineralogisen

(mikroskooppisen) ja mekanisen tutkimuksen ja geologisen asiantuntemuksen avulla. Suurena apuna tällaiselle tiegeologiselle tutkimukselle, samoin kuin sopivien kivilajien löytämiselle ovat Geologisen tut- kimuslaitoksen julkaisemat kallioperäkartat ja nii- hin liittyvät selityskirjat. Karttalehtiin selostukset sisältävät nimittäin mm. mikroskooppisia kuvia alueen eri kivilajien rakenteesta ja tietoja niiden mineralogisesta ja kemiallisesta kokoomuksesta.

Maalajitutkimus.

Suhteellisesti paljon laajemman työosan kuin kivilajitutkimus antaa tiegeologialle maalajitutki- mus. Valtion hoidossa olevan tieverkostomme kun- nossapitotyö käyttää nimittäin vuosittain lähes 2.000.000 m³ erilaisia maalajeja ja rakennustyössä käsiteltiin viimevuosina työttömyystöiden johdosta ehkä n. 3.500.000 m³ vuodessa. Kun otetaan huo- mioon, että kaikkiin noihin suuriin massoihin sisäl- tyvien eri maalajien laatu olisi tiedettävä ja niiden teknilliset ominaisuudet olisi pystyttävä melko tark- kaan tuntemaan tai määräämään, ymmärretään, mitä valtavia työmääriä tarjoutuisi tiegeologialle, jotta todella oikeat maalajit saataisiin oikealle pai- kalleen oikealla tavalla, ja jotta ne täten voisivat hyvässä yhteistyössä toistensa kanssa maksaa mah- dollisimman nopeasti ja kalliisti takaisin ne varat, joita tähän työhön on käytetty.

Näiden maalajeihin kohdistuvien tiegeologisten tehtävien laadun valaisemiseksi yksityiskohtaisem- min haluaisin seuraavassa esittää eräitä näkökohtia. — Tierakennus tarvitsee kuten tunnettua hyvin monenlaisia maalajeja. Se tarvitsee kulutuskerrok- seen soraa ja savea, kantokerrokseen someroa tai kivikkoa, jakavaan kerrokseen moreenia ja eristys- kerrokseen hiekkaa, routimatonta täytemaata jne. Kaikille näille maalajeille on lisäksi asetettava tar- koin määritellyt tai määriteltävät laatuvaatimuk- set, jotta tielle voitaisiin saada riittävä kantavuus ja jotta routivaisuus, kouruuntuminen ym. hai- talliset ilmiöt voitaisiin välttää, ja vähentää siten tien kunnossapitokustannuksia. Ensinäkemältä voi tuntua siltä, että yllä luetellut maalajit ovat hyvin yleisiä, eikä niiden hankkimisen pitäisi tuottaa suu- ria vaikeuksia. Asia on kuitenkin niin, että erilaisten maalajien jakaantuminen on maamme geologisen kehityksen tulos ja vaikkakin näennäisesti oikukas, silti jo pääpiirteissään geologisen tutkimuksemme selvittämä. Me tiedämme, että läänimme tai tie- ja vesirakennuspiirimme ovat materiaalin laadun ja saannin suhteen usein sangen jyrkästi toisistaan poikkeavia. Niinpä esim. Lapissa ja Keski-Suomessa ovat savet harvinaisuuksia eikä niitä ole liiemmäksi Savossa ja Pohjois-Karjalassakaan. Vaasan lään- nissä ja eteläisellä Uudellamaalla sensijaan on riit- tävä soran saanti varsin vaikeata kun taas Turun ja Porin sekä Hämeen lääneissä pienempiä poik- keuksellisia alueita lukuunottamatta on erilaisten maalajien saanti melko tyydyttävää. Ei ainoastaan maalajien saanti eli löytymisen vaan myös niiden laatu on erilainen eri osissa maata. Lounais- ja Etelä-Suomen savet poikkeavat esim. teknillisten

ominaisuuksiensa puolesta oleellisesti Pohjanmaan savista ja sorankin mekaaninen kokoomus vaihtelee selvästi alueittain.

Käyttökelpoisten maalajien etsintä ja inventointi.

Yksi tiegeologian laajakantoisimmista yleistävistä olisi meillä aluksi hankkia tarkka selvitys siitä, minkälaisuista on nykyään tie- ja vesirakennushallinnon töissä eri puolilla maata käytössä oleva maalajimateriaali ja missä ovat pahimmat puutteellisuudet. Edelleen pitäisi selvittää mitä geologisia edellytyksiä on olemassa näiden puutteiden vähentämiseen ja mihin toimenpiteisiin olisi ryhdyttävä, eli mitä keinoja ja menetelmiä tällaisilla vaikeilla alueilla pitäisi käyttää, jotta tulos olisi meidän olosuhteissamme paras mahdollinen. Tähän liittyy ymmärrettävästi geologisella pohjalla ja riittävällä teknillisellä asiantuntemuksella suoritettava, tieteen kannalta hyödyllisten maalajien etsintä ja inventointi sekä käyttötarkkailu. Nykyään perustuu uusien soran tai saven ottopaikkojen etsintä ja valinta miltei yksinomaan niihin tietoihin, joita tiemestarit ja insinöörit saavat maanomistajilta tai niihin havaintoihin, joita he voivat tehdä nähdessään matkojensa varrella eri syistä esille kaivettuja tai paljastettuja maalajeja. Vain äärimmäinen hätä soran kokonaan alueelta loppuessa panee kaivamaan koekuoppia. Vanhojen soranottopaikkojen vähemmän tyydyttävä laatu eli esimerkiksi niiden hiekkaisuus aiheuttaa tietääkseni melko vähän kairauksia tai koekuoppien kaivua. Tällainen etsintätyö ei yleensä olekaan erittäin tuloksellista verrattuna siihen työmäärään, jonka se vaatii, jos etsintää suoritetaan ilman geologista apua. Maalajipeitteen rakenteen ja alueen geologisen kehityksen tunteminen ovat järkipäisen etsintätyön perusedellytykset, ja siksi kuuluukin tämän työn järjestäminen ja johtaminen ja useimmissa tapauksissa suorittaminenkin tiegeologian tehtäviin. Jokaiselle tierakentajalle on selvää tämän työn tärkeys, eli se mitä rahallisesti merkitsee sopiva materiaali edullisella paikalla tai sanokaamme sopivampi aines edullisemmalla paikalla.

Sorateittemme kulutuskerros.

Toinen tärkeä, edellä sanottuun läheisesti liittyvä suuri tehtävä olisi hankkia selvitys sorateittemme kulutuskerroksen kokoomuksesta etenkin vilkkaaliikenteisillä teillä eri osissa maata. Tähän selvitykseen olisi liitettävä tutkimus kulutuskerroksen paikallisten vaihtelujen suhteesta liikenteen suuruuteen, tien rakenteeseen, pölynsidonta-aineiden käyttöön, kosteussuhteisiin, talvihiekoitukseen, kunnossapitotapaan ja alueen yleiseen topografiaan. Tällaisen tutkimuksen pohjalla voitaisiin sitten kiinnittää suurempaa huomiota kunnossapitomateriaalin laatuun alueen erilaiset maalajiesiintymät huomioon ottaen ja varmasti saada ajanmittaan aikaan huomattavia säästöjä kunnossapitokustannuksissa ja ajoneuvojen ja bensiinin kulutuksessa.

Yllämainittujen yleistutkimusten toimeenpano edellyttää tietysti keskitettyä toimintaa, tutkimusmenetelmien oikeata valintaa ja tutkimusvälineiden hankintaa. Tutkimusten suorittaminen on verrattain pienin järjestelyin täysin mahdollista esim. tie- ja vesirakennushallinnon organisation puitteissa ja se maksaisi itsensä pian moninkertaisesti. Tutkimusten tuloksista olisi sitäpaitsi suuri hyöty myös tie- ja vesirakennuspiirien kone- ja rahatarvetta arvioitaessa.

Tiegeologian osuus teiden suunnittelussa.

Tiegeologinen tutkimus ja asiantuntemus ulottaa vaikutuksensa myös teiden suunnitteluun. Tällöin tulee kysymykseen tien pohjaan kohdistetun geoteknillisen koetuksen avustaminen maalajituntemuksella ja pohjavesisuhteitten selvittämisellä sekä alueen yksityiskohtainen kartoittaminen huomioon ottaen erilaisten rakennustyössä käyttökelpoisten maa- ja kivilajien levinneisyyden sekä niiden laadun ja määrän. Nykyään joutuvat nimittäin teiden ja siltojen suunnittelusta vastaavat insinöörit usein vaikeitten tilanteitten eteen heidän eri tutkimuspaikoilta saamiensa maalajeja koskevien tietojen epäyhtenäisyyden vuoksi. He eivät voi olla varmoja tarkoittavatko eri tutkimusryhmät samaa samoilla nimityksillä ja sanonnoilla. Maalajien oikea ja yhtenäinen luokittelu, tarvittaessa yksinkertaisia laitteita apuna käyttäen, on suunnitelu-, tarkastus- ja kustannuslaskentatyölle ensiarvoisen tärkeätä, mutta se voidaan saada aikaan vain keskitetyllä geologisella opetus- ja tarkkailutoiminnalla. Mitä enemmän tutkimustuloksiin voidaan luottaa sitä pienemmällä »pelivaralla» voidaan tehdä suunnitelmat ja kustannuslaskelmat. Täten saadut säästöt tulisivat esim. siltarakennuksessa varmaan olemaan melkoisia.

Savitutkimus.

Kaikkienkin maalajien teknillinen tutkimus vaatii paitsi geologisia tietoja myös mekaanisia tai muita fysikaalisia ja kemiallisia kokeita tarvittavien laatutietojen saamiseksi, mutta suurimman vaivan ja laajimmat tiedot vaatii kuitenkin savitutkimus. Koska savi on sorateittemme yleisin sideaine ansaitsee se tässä yhteydessä erikoista huomiota. Saven ominaisuudet määrää paitsi sen raesuuruus eli jäykkyysaste myös saven mineraalokokoomus ja sen kolloidikemiallinen tila. Saven tieteen kannalta tärkeitä ominaisuuksia voidaan keino-tekoisesti muuttaa ja ne voivat muuttua itsellään tien pinnassa vallitsevien olosuhteitten, esim. pölynsidonta-aineitten vaikutuksesta. Ruotsin tiegeologia onkin valmistautunut perusteellisiin ja monipuolisiin savitutkimuksiin, joista haluaisin esimerkkinä mainita savimineralogiset tutkimukset sekä siellä jo muutaman vuoden ajan kenttämittakaavassa suoritettut kemialliset stabilointikokeet. Viimemainittujen tarkoituksena on keino-tekoisesti pinta-aktiivisilla aineilla käsittelemällä saada savi kastumattomaksi sateella, mikä tietysti, jos se onnistuu,

vähentää soratien muokkaukskerroksen kulumista ja pehmenemistä koska sora ei tällöin irtoa kuivasta, sitovasta savesta sateellakaan eikä ajorata ime vettä. Savitutkimus on meillä vasta alkuasteellaan tarjoten paljon monipuolisia tehtäviä ja niiden tehtävien suorittaminen on mahdollista vain geologisella pohjalla.

Tiegeologian asema olisi vakiinnutettava.

Monissa maissa kuten esim. Saksassa, Yhdysvalloissa, Ruotsissa ja Norjassa on tiegeologian asema jo pitemmän aikaa ollut täysin vakiintunut. Niinpä Ruotsin tietutkimuslaitoksen geologisella osastolla työskentelee n. 15 henkeä 4 korkeakoulugeologin johdolla. Mainitun osaston työmäärä ylittää huomattavasti saman laitoksen muiden osastojen työmäärän ja tiegeologien töiden tulokset ovat laajalti tunnettuja ja tunnustettuja. Myös Norjassa ovat tiegeologit tehneet uraa uurtavaa työtä. Geologiset ja teknilliset aikakauslehdet ja kirjallisuus levittävät tutkimustuloksia ja kokemuksia ympäri maailmaa. Ulkomailla kehitettyjä menetelmiä tai saavutettuja tuloksia ei voida kuitenkaan läheskään aina sellaisenaan ottaa meillä käytäntöön tai luottaa niiden pätevyyteen meidän olosuhteissamme, koska maa- ja kivilajit samoin kuin ilmastolliset tekijätkin vaihtelevat suuresti eri maissa. Tiegeologian ulkomaisten tutkimusten samoin kuin kotimaan geologisen tutkimuksenkin kehityksen seuraaminen ja hyväksikäyttö edellyttää sentähden kotimaisen tiegeologian olemassaoloa.

Tiegeologian sekundäärinen merkitys.

Paitsi sitä välitöntä ja välillistä merkitystä mikä tiegeologialla on teiden rakentamiseen ja kunnossapitoon, on tässä yhteydessä syytä kiinnittää huomiota lyhyesti myös sen sanoisinko sekundääriseen merkitykseen. Tierakennustöiden yhteydessä paljastuu maakerrostumia ja kallioita, joihin ei useinkaan nykyisissä oloissa geologin silmä pääse havaintojaan tekemään. Jos näitä töitä pitää silmällä tiegeologi, joka lisäksi voi saada koulutetulta mestarikunnalta tietoja sellaisista epätavallisista seikoista, joita töitten yhteydessä ilmaantuu, voivat tietöitten ja materiaalin etsinnän yhteydessä tehtävät löydöt

ja havainnot koitua joko tieteelliselle tutkimukselle tai käytännölliselle elämälle ja tekniikalle arvaamattomaksi eduksi. Niinpä esim. voi löytyä malminlohkareita, hyödyllisiä kaivannaisia, vanhoja rantoja ja rapautumiskerroksia, keraamiselta kannalta arvokkaita savia, arkeologisesti mielenkiintoisia esineitä jne. Kun edelleen materiaalitarkkailun yhteydessä kerätään ja arkistoidaan esim. savi- ja sora-näytteitä tie- ja vesirakennuspiireittäin on tutkimuksellamme tuossa tuokiossa käytettävänä erittäin suuri ja arvokas koko maata käsittävä näytekokoelma, jonka merkitys teknilliselle ja tieteelliselle tutkimukselle on arvaamattoman suuri. Edellytyksenä on tietysti kuitenkin, että näytteiden otto organisoidaan geologisella asiantuntemuksella ja suoritetaan yhdenmukaisesti koko maassa.

Laaja työsarja odottaa.

Edellä kerrotun perusteella huomaamme miten laaja työsarja tiegeologialla olisi maassamme. Sen tehtävien laatu on kiistattomasti sellainen ettei esim. geologian opetuksen tehostaminen teknillisessä korkeakoulussamme voi riittää edes tyydyttävän ratkaisun aikaansaamiseen, joskin se voisi rajoittaa ja helpottaa tiegeologian tehtäviä ja aikaansaada niissä tehostettua keskitystä. Tehostettu teknillisen geologian opetus yhdessä geologien käytön kanssa on yleinen ratkaisu nykyään maissa, missä suurempi erikoistuminen on mahdollista. Tierakennus on ala, jonka kehitys kiinteästi liittyy itse kunkin maan spesifisiin ilmastollisiin ja geologisiin olosuhteisiin, maan kokoon ja maantieteelliseen asemaan sekä taloudellisiin voimavaroihin. Siksi ei yhden maan valitsemat yleisratkaisut sinänsä juuri sovi eivätkä ole sovellettavissa toiseen. Myös Suomen on sentähden hoidettava tietutkimuksensa yksin. Ehdottoman välttämätöntä on tällöin, että kiinteä yhteys alan perustieteen ja sovelletun geologian välillä säilytetään. Meidän tierakennuksemme yhteyksissä geologiaan on toivomisen varaa, joten toimintamahdollisuudet olisi viipymättä avattava tiegeologialle. Teknillisen geologian opetusta olisi sitäpaitsi tehostettava niin geologien kuin teknikkojenkin koulutuksessa, kun mielitään edistää tierakennuksemme kehitystä pitemmällä tähtäimellä.

SORATEIDEN KUNNOSSAPITO- JA RAKENNUSMATERIAALITARKKAILUSTA.

Liikenteen teillemme asettamat vaatimukset kasvavat kasvamistaan. Sentähden on meidän nyt pakko kiinnittää entistä enemmän huomiota materiaalitarkkailun tehostamiseen. Sellaisissa suuremmissa maissa, joissa sorateiden rakennus- ja kunnossapitomateriaali on laadultaan samanluontoista kuin meilläkin on tehostetun materiaalitarkkailupakon eteen jouduttu aikaisemmin. Tämä pakko on johtanut noissa maissa siihen, että perustutkimusta on tehty ja useat perustavaa laatua olevat pulmakysymykset on pääpiirteisään selvitetty. Niinpä tiedämme esim. routimisarkuuden syyt ja tunnemme tiiveimmän kouruuntumattoman kulutuskerroksen raesuuruskäyrän, tien kantavuuden edellytykset jne. Meidän päätehtävämme on nyt entistä tehokkaammin pyrkiä näiden tietojen soveltamiseen käytännössä.

Olisi siis pystyttävä hyvin tuntemaan käytettävissä olevat maalajit ja niiden edullisimmat käyttötavat, jotta voitaisiin saada ainakin parasta mahdollista materiaalia kulloinkin esiintyvään tarpeeseen ja jotta voitaisiin jatkuvasti tarkkailla mitä esim. soratien kulutuskerros kulloinkin tarvitsee ja pysyykö käytetyn materiaalin laatu muuttumattomana. Myös uusien soranottoapaikkojen lunastuksia suunniteltaessa on tarkasti tiedettävä, minkälaisia aineksia sorakuopasta on saatavissa. On edelleen selvää, että maan roudanarkuus, kantavuus ym. perusominaisuudet on tierakennustyön kaikissa vaiheissa pystyttävä ratkaisemaan. Edelleen olisi pystyttävä etsimään ja arvioimaan ne kunnossapito- ja rakennusmateriaalivarat, joita kulloinkin kysymyksessä olevalla alueella on saatavissa. Samoin on vähitellen murskesoran käyttöön siirryttäessä osattava arvioida mihin murskauslaite on edullisinta sijoittaa.

Niin — nämä tehtävät ovat tunnettuja ja niiden luettelemista voisi jatkaa pitemmällekin, mutta monessa on varmaan herännyt epäilevä kysymys, onko meillä nykyään riittävästi edellytyksiä näinkään laajan materiaalitarkkailun toimeenpanoon ja jos on, onko siitä paljoakaan apua piirin ehkä rajoitettujen ja laadultaan vähemmän sopivien materiaali esiintymien takia. Tie- ja vesirakennuspiireillä ei ymmärrettävistä syistä ole useinkaan tarvittavia tarkoitustaan vastaavia laitteita, ei asiaan syvenyneitä tai tällaisiin tehtäviin irroitettavia henkilöitä, ei riittävän jatkokoulutuksen saaneita tie- ja rakennusmestareita eikä tarvittavia tutkimustiloja. Materiaalitarkkailun tehostaminen on kaikesta huolimatta nykyään aivan välttämätöntä ja olisi ryhdyttävä toimenpiteisiin asian eteenpäinviemiseksi eli parempien edellytysten luomiseksi materiaalitarkkailulle. Ennenkuin ryhdyin esittelemään nykyisiä mahdollisuuksiamme ja tulevaisuuden suunnitelmia, haluaisin mainita aivan lyhyesti muutama sanan siitä, miten naapurimaassamme Ruotsissa on tätä asiaa ajettu.

Ruotsissa on uhrattu paljon varoja perustutkimukseen, jota Valtion tietutkimuslaitos Tukholmassa on pääasiallisesti suorittanut. Tämä laitos on melko itsenäinen virasto, jonka hallintaan ovat osallistuneet paitsi tie- ja vesirakennushallituksen

myös siviili-ilmailun ja armeijan lentovoimien, teknillisen korkeakoulun, valtion aineenkoetuslaitoksen ja insinööritiedeakatemian edustajia. Tietutkimuslaitos, jolla on oma 4-kerroksinen talo ja n. 70 henkilön suuruinen henkilökunta, jakautuu tieosastoon, joka hoitaa lähinnä kestopäällystetutkimukset, geologiseen osastoon, joka hoitaa soratie- ja lentokenttätutkimusta sekä valtakunnallista sora-inventointityötä, kantavuusosastoon, joka hoitaa geoteknillistä tutkimusta, ja koneosastoon. Laitoksessa on lisäksi kirjasto, konepaja, opetuslaboratorio sekä koetierata. Ruotsin tietutkimuslaitosta vastaa meillä lähinnä Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen tielaboratorio, jossa, kuten tunnettua, työskentelee 4 henkilöä johtaja mukaanluettuna. Valtion tietutkimuslaitos Ruotsissa laatii pääasiallisesti selvityksiä alalla esiintulevista pulmakysymyksistä ja tarpeista ja sillä on käytettävissään mm. henkilökuntaa kenttätöitä varten. Tutkimuksista aiheutuvat kustannukset maksaa tutkimuksen tilannut laitos. Eräänä tähän esitykseeni lähemmin liittyvänä esimerkkinä tietutkimuslaitoksen toiminnasta haluaisin mainita sen geologisen osaston suorittamat sora-inventointityöt. Tie- ja vesirakennuspiiri voi siellä tilata tietutkimuslaitokselta tällaisen työn. Kenttätöryhmät ottavat näytteet teiden kulutuskerroksista ja inventoivat käytetyt sorakuopat ottamalla huomioon niissä löytyvän materiaalin kelpoisuuden murskesoran valmistukseen, tien kulutuskerroksen materiaaliksi, betonisoraksi, päällyssoran valmistukseen, eristyskerroksiin jne. Lisäksi kiinnitetään huomiota sorakuoppien asemaan, kokoon ja materiaalin irroittamis- ja helppouteen sekä teiden kulutuskerroksen laadun huomioon ottaen materiaalin sopivaisuuteen eri tieosien kunnossapitoon. Ei tyydytä ainoastaan käytössä olevien kuoppien tutkimiseen, vaan teiden varsilta ja niiden välittömästä läheisyydestä etsitään uusia esiintymiä. Myös savinäytteitä otetaan ja saviesiintymiä etsitään. Talven kuluessa sitten suoritetaan materiaalin laboratoriotutkimukset, tulokset järjestetään ja tutkimus kirjoitetaan puhtaaksi. Tällainen tutkimus keskikokoisesta läänistä käsittää n. 100 folio-kokoista sivua lausuntoa, kartat, joihin kaikki havaintopaikat on merkitty ja täytetyt kaavakkeet valokuvineen kaikista tutkituista soraesiintymistä. Tutkimus jaetaan sitten tie- ja vesirakennushallitukselle, tie- ja vesirakennuspiirille ja piirin kaikille tiemestareille. Tutkimuksen suorittaminen kestää 1—2 vuotta. Lukuisten kenttäkokeiden lisäksi tutkitaan keskikokoisesta läänistä laboratoriossa n. 1500 näytettä. Tutkimus maksoi joku vuosi sitten n. 40—50.000 kruunua eli n. 2 miljoonaa markkaa. Miltei kaikki keski- ja etelä-Ruotsin läänit on täten jo tutkittu.

Luulisi, että Ruotsissa tällainen tutkimus yhdessä tietutkimuslaitoksen juoksevien töiden kanssa vapauttaisi piirit materiaalitutkimushuolista, mutta näin ei ole asianlaita, vaan piirit ovat olleet pakoitettuja perustamaan pieniä laboratorioita jatkuvaa materiaalitarkkailua hoitamaan. On osoittautunut, että tällaiset »kenttälaboratoriot» ovat hyvin tarkoitustaan vastaavia ja niillä on riittänyt työtä sitä

enemmän mitä parempaa jatkokoulutusta mestareille on pystytty antamaan. Teiden kulutuskerrosten kokoomuksen seuraaminen ja niihin sopivan kunnossapitomateriaalin sekä sopivan rakennusmateriaalin aikaansaaminen laadultaan hyvin epätaeisista ja vaihtelevista sora- ja savikuopista antaa materiaalitarkkailulle tietysti työtä yllin kyllin. Laboratoriot on varustettu laitteilla, joita tietutkimuslaitos on tarkoitusta varten kehittänyt tai suositellut tai joita paikalliset insinöörit ovat kokemuksen perusteella kehittäneet. Laboratorioiden turvin on insinöörien ja mestarien joukossa virinnyt innostus eteenpäinpyrkimiseen selvästi näkyvien positiivisten tulosten kannustamina.

Kuten jo mainitsin on meidänkin ryhdyttävä toimenpiteisiin edellytysten lisäämiseksi materiaalitarkkailun tehostamiselle. Niinpä on materiaalitarkkailupaikkojen järjestäminen ja varustaminen piireihin välttämätöntä. Haluaisin tehdä tässä yhteydessä lyhyesti selkoa niistä menetelmistä ja välineistä, jotka ovat tärkeitä materiaalitarkkailupaikan menestykselliselle toiminnalle.

Näytteiden ottoa varten tarvitaan tavallisia näytelusikoita teitä varten, ns. katettuja näytelapioita kuoppien avoimia sorarintoja varten ja kairavarsisto vaihdettavine terämalleineen erilaisia kairauksia varten. Kairojen teriä on kuten tunnetaan olemassa erilaisia, riippuen sen materiaalin laadusta, josta näyte on saatava sekä tarvittavan näytteen koosta. Yleisesti on käytössä ns. tolppakaira suurempien savinäytteiden ottamista varten, ns. lapiokaira savia, hiekkoja ja vähemmän karkeita soria varten ja ns. näverikaira nopeaa inventointityötä ja pieniä näytteitä varten suhteellisen hienoista maalajeista. Geoteknillisissä pohjatutkimuksissa tarvitaan erikoiskairamalleja esim. luonnontilaisten näytteiden ottamista varten. Kivisistä sorista ja moreeneista on miltei mahdotonta saada näytteitä kaivamatta kuoppia, mutta kairojen avulla säästytään yleensä monien turhien kuoppien kaivamiselta. Näytteiden otto käytössä olevista sorakuopista käy parhaiten autoon lastatusta materiaalista, mutta käyttämättömästä kuopasta tai kuoppien erilaista materiaalia sisältävistä kerroksista samoin kuin kaivetuista koekuopistakin on pyrittävä ottamaan mahdollisimman edustava näyte (n. 2—3 kg) paikalle kootusta ja hyvin sekoitetusta suuremmasta (n. 60—100 kg) näytteestä. Savinäytteet otetaan joko tuoreesta avatusta savikuopan rinnasta tai kairaamisen yhteydessä siten, että jokaisesta yli 0,5 m paksusta ulkonäkösä puolesta erotettavasta kerroksesta otetaan erikoisnäyte (n. 1 kg) ja koko profiilista n. 2 kg:n suuruinen sekoitettu yleisnäyte. Savinäytteet pitää toimittaa tutkittavaksi mieluiten luonnonkosteina eli pakattuina lasipurkkeihin, plastikliinaan tai voipaperiin.

Tärkein laite materiaalitarkkailupaikalla on epäilemättä seulasarja, joka kuitenkin vaatii seurakseen kuivauskaapin näytteiden kuivausta varten, tehokkaan täryttimen itse seulonnan suorittamista varten ja kunnollisen, nopeakäyttöisen tiskivaa'an eri seulalajitteiden punnitsemista varten. Soraa ei kuitenkaan siinä tapauksessa, että se sisältää runsaasti hienoja aineksia kuten moreeni ja tien kulu-
tuskerroksesta otetut näytteet, voida seuloa heti

kuivauksen jälkeen kuten usein harjusoraa, vaan on siitä ns. pesuseulonnalla ensin eroitettava karkeampaan materiaaliin takertunut savi, hiesu ja hieno hieta. Pesuseulonta on helposti suoritettavissa sellaisissakin olosuhteissa, missä ei vesijohtoa ole käytettävissä, harjaamalla punnittua soranäytettä maalisudilla pesuvadissa vedessä ja kaatamalla savinen vesi aina välillä pois käytettävissä olevan seulasarjan hienoimman seulan läpi tai erikoisesti tätä tarkoitusta varten valmistetun seulan läpi. Vettä vaihdetaan täten vatiin kunnes se ei enää soraa harjatessa tule saviseksi. Tavallisesti 6—10 vedenvaihtoa riittää jos näyte ei ole 1 kg:aa suurempi. Pesun jälkeen kuivataan pesuvatiin ja seulalle jäänyt aines, yhdistetään ne, punnitaan ja suoritetaan normaali seulonta. Luonnonsoran tai tienpintänäytteen hienojen ainesten määrä voidaan määrätä kätevästi myös areometrillä. Tähän menetelmään palataan myöhemmin. Seulomalla saadut tulokset esitetään, sitten kun niihin liittyvät laskutoimitukset on suoritettu, tunnettuun tapaan, raesuuruuskäyrän muodossa. Näiden käyrien avulla tehdään johtopäätöksiä maalajien käytöstä, kulutuskerroksen suhteituksesta ym., vieläpä usein roudaisuudestakin.

Roudanarkuuden määrää pääasiallisesti eri maalajien erilainen kapillaarisuus eli veden imeytymiskorkeus maalajissa. Tämän määrääminen roudanarkuuden toteamiseksi ei ole aivan helppo tehtävä niissä olosuhteissa, joissa tie- ja vesirakennuspiirien materiaalitarkkailu joutuu toimimaan, vaikka se onkin meidän oloissamme hyvin tärkeä materiaalitarkkailuun liittyvä tehtävä. Tien rakennustyön eri vaiheissa, ojituksia ja kestopäällystämistä suunniteltaessa olisi nimittäin ehdottomasti pystyttävä ratkaisemaan näitä asioita jatkuvasti. Usein kaukana sijaitseva, hyvin varustettu laboratorio ei nimittäin läheskään aina ehdi apuun. Huolellisesti suoritettun seulonta-analyysin perusteella voidaan, kuten jo mainittiin, vetää eräitä johtopäätöksiä esim. moreenien roudanarkuusasteesta. Jos on kysymys lajittuneista maalajeista kuten esim. eristyskerrokseen käytettävän materiaalin laadusta tai tien pohjan tai taytemaan laadusta voidaan jo kentällä tehdä johtopäätöksiä maalajien roudanarkuudesta vertaamalla maalajia taskukokoisen, helposti mukana kuljetettavan mallikokoelman maalajinäytteisiin, joihin on tehty varoituserkinät roudanarkuuden mukaan. Epävarmojen rajatapauksen sattuessa on tietenkin turvaututtava paremmin varustetun laboratorion apuun. Mainittakoon, että Ruotsin tietutkimuslaitos kokeilee parhaillaan suunnittelemaansa kolmea erilaista pientä, melko helppokäyttöistä kapillarimetrimallia. Jos jokin näistä osoittautuu tarkoitustaan hyvin vastaavaksi, voitaneen tällaisia laitteita myöhemmin saada myös piirien materiaalitarkkailupaikkoihin, missä ne varmasti tulisivat muodostamaan hyvin vertetulleen ja oleellisen kalustolisän.

Paitsi soriin, on materiaalitarkkailussa kiinnitettävä huomiota myös sideaineen eli saven laatuun. Aivan samoin kuin me asetamme vaatimuksia eri tarkoituksiin soveltuvien sorien raesuuruuskäyriille on myös savien raesuuruuskokoomuksella tärkeä merkitys sorateidemme kulutuskerroksessa. Ra-

suuruuden ohella vaikuttavat savien teknillisiin ominaisuuksiin kuitenkin monet muut tekijät kuten niiden humuspitoisuus ja maamme geologisen kehityksen aiheuttamat vaihtelut niiden mineralogisessa kokoomuksessa. Savien tarkempi teknillinen tutkiminen on sentähden vaikeampaa ja saveen olemuksen huomioonottaen vaativampia menetelmiä kysyvää kuin soratutkimus. Tie- ja vesirakennuspiirien materiaalitarkkailupaikkojen lieneekin pakko jättää huomattava osa savitutkimuksista paremmin varustettujen laboratoriodien huoleksi. Käyttämällä hyväksi sitä yleistä joskaan ei läheskään poikkeuksetonta sääntöä, että saviemme plastilliset ja sitovat ominaisuudet kasvavat useimmiten raesuuruuden pienetessä eli jäykkyysasteen kasvaessa voidaan kuitenkin vieläpä kenttäolosuhteissa yksinkertaisilla keinoilla valvoa, ettei alarvoisia ja heikosti sitovia savia käytetä teiden kulutuskerroksen sitomiseen. Nämä yleisimmät savien materiaalitarkkailumenetelmät ovat kierityskoe, kuohusavikoe, kuivumiskutistuman määrääminen, jauheisuuskoe ja areometrikoe. Nämä menetelmät lienevät melko yleisesti tunnettuja, mutta mainittakoon kuitenkin muistin verestämiseksi tässä muutamia yksityiskohtia niistä.

Kierityskoe: muovailukosteata (ei juuri käteen takertuvaa) savea yritetään etu- ja keskisormella kuivalla puu- tai paperialustalla (ei siis kostealla kämmenellä) kierittää rihmaksi. Jos ei onnistuta kierittämään 1 mm:n läpimittaista rihmaa, on saveen käyttöä pyrittävä mikäli mahdollista välttämään.

Kuohusavikoe: Jos muovailukosteaa (ei juuri käteen takertuva) savi tavalla tai toisella täristetäessä ei ala valua eikä tule ulostihkuvasta vedestä kiiltäväpintaiseksi (märäksi) ei se ole kuohusavea. Päinvastaisessa tapauksessa on sen käyttöä varotettava.

Kuivumiskutistuma: Puolen nyrkin kokoisien muovailukosteiden (ei juuri käteen takertuvan) savikimpaleen yksi sivu tasoitetaan veitsellä ja tasaiseen pintaan pistetään työntömitan kärjillä merkit määrätyle etäisyydelle toisistaan. Savikimpaleen kuivuttua kokonaan mitataan merkkien väli ja laskeaan kutistumisprosentti. Jos viimeainittu on alle 5 % on saveen käyttöä vältettävä. Jos se taas on yli 10 %, on savi hyvin jäykkää.

Jauheisuuskoe: Jos edelläesitettyä kuivumiskutistuman määräyksen yhteydessä tehtyä kuivaa, tasaista savipintaa hierotaan sormella ei jäykästä, hyvin käyttökelpoisesta savesta irtoa paljoakaan jauhetta. Kun taas käyttökeltvottomasta hiesusta (kuohusavesta) vastaavissa olosuhteissa irtoa huomattava määrä jauhetta.

Areometrikoe: 400 gr kuivaa savijauhoa lietetään 2 ltr:n vettä ja lisätään mikäli mahdollista jälkiruokalusikallinen (10 cm³) väkevää ammoniakkaa, annetaan seistä mieluiten yli yön, sekoitetaan perusteellisesti, kaadetaan seosta mittalasiin ja upotetaan 1.000—1.100 jakoinen areometri sinne ja luetaan n. 10—15 sek. sekoittamisen päättymisen jälkeen. Tällöin osoittaa lukema saveen sisältämän alle 0,06 mm:n läpimittaisten rakeiden määrän prosentissa. Koe voidaan suorittaa myös sorasta, moreenista ja tienpintänäytteistä ja tällöin menetelmä antaa näppärästi yhden tärkeän pisteen lisää rae-

suuruuskäyrään ja tulos tulkitaan sen mukaan. Savien käyttökelpoisuudesta ei menetelmä tässä muodossa sano mitään. Suorittamalla lukemasarja määrättyjen aikojen kuluttua voidaan menetelmää käyttää saveen jäykkyysastearvosteluun. Menetelmä on yksityiskohtaisemmin käsitelty tämänkin lehden palstoilla aikaisemmin (Oksala, N:o 1, v. 1949), joten siihen ei tässä yhteydessä ole aihetta enempiä puuttua.

Paitsi materiaalin etsintä, valinta ja inventointi sekä kunnossapitotöiden vaatimat suhteittamistutkimukset, kuuluu materiaalitarkkailun työalaan joukko maalajien ja maalajiseosten fysikaalisiin ominaisuuksiin kohdistuvia tutkimuksia. Näistä mainittakoon tässä esim. maalajien tiivistämiseen ja tiivistymiseen kohdistettavat tarkkailututkimukset niihin liittyvine optimivesipitoisuus- ja tilavuuspainomääräyksineen. Viimemainitut määräykset tulevat vastaisuudessa muodostumaan tärkeiksi etenkin rakennustöiden tarkkailussa, mutta niiden yksityiskohtiin ei liene vielä tässä yhteydessä syytä puuttua.

Edellä on käsitelty sellaisia melko yksinkertaisia menetelmiä, joita tie- ja vesirakennuspiirien yhteydessä toimiva materiaalitarkkailupaikka voisi suorittaa, ja joita mestaritkin monessa tapauksessa voivat käyttää hyväkseen kentällä ja tukikohdissaan. Tehostetun materiaalitarkkailun käyntiin saaminen edellyttää kuitenkin paitsi, että ao. materiaalitarkkailupaikoille varataan tilaa ja hankitaan välineitä myös, että mestareille annetaan näissä asioissa jatkokoulutusta luentojen ja harjoitusten muodossa sekä yksinkertaisia tutkimusvälineitä. Tähän onkin jo ryhdytty monissa piireissä, sillä materiaalitarkkailun välttämättömyyttä eivät käytännön miehet ole hetkeäkään epäilleet.

Eri maalajien levinneisyys, esiintymistapa ja ominaisuudet ovat lähinnä geologisia kysymyksiä. Geologia tie- ja vesirakennuksen palveluksessa ansaitsisikin laajan lukunsa erikseen, mutta tässä yhteydessä rajoitun vain lopuksi lyhyesti koskettelemaan geologian merkitystä puhtaassa materiaalitarkkailutyössä. Kaksi valtion virastoa, nimittäin Geologinen tutkimuslaitos ja Maatalouskoelaitoksen maantutkimusosasto suorittavat järjestelmällistä maalajikartoitusta maassamme. Asiantuntevalla opastuksella käytettyinä näistä kartoista tulee olemaan huomattavaa apua sorateiden rakennus- ja kunnossapitomateriaalin saantimahdollisuuksia selvittäessä. On tunnettua, kuinka eri tavalla arvokkaat maalajit ovat jakaantuneina maassamme ja vain geologisella asiantuntemuksella suoritettu huolellinen tutkimus lopullisesti selvittää jonkun alueen tiemateriaalivarat.

Jotta materiaalitarkkailutyö onnistuisi mahdollisimman hyvin olisi sitä suoritettava koko maassa samojen yhtenäisten ohjeiden mukaan samanlaisilla välineillä ja tulokset olisi esitettävä yhdenmukaisia kaavakkeita ja nimityksiä käyttämällä. Mitä yhtenäisempi opetus ja tutkimustoiminta alalla saadaan käyntiin sitä vertailukelpoisemmat ovat tulokset ja yhtenäisten tulosten kerääminen ja järjestäminen aikanaan voi johtaa hyvin arvokkaisiin ja laajakantoisiin kansantaloudellisiin tuloksiin.

U. Soveri.

Järjestetyn, aikaisa seuraavan maalajitarkkailun ja tutkimuksen tarve johti tie- ja vesirakennushallituksen päätökseen perustaa tarkkailuorganisaatio.

Ote tie- ja vesirakennushallituksen kirjeestä N:o T-89, tammikuun 11 p:nä 1951.

Kaikille Piiri-insinööreille.

Asia: Materiaalitarkkailupaikkojen perustaminen.

Tie- ja vesirakennushallitus on tänään tapahtuneessa esitellyssä päättänyt, että jokaiseen tie- ja vesirakennuspiiriin on perustettava materiaalitarkkailupaikka teiden rakentamisessa ja kunnossapidossa käytettävien maa-ainesten tehostettua laatutarkkailua palvelemaan ja määrää senjohdosta Piiri-insinöörin ryhtymään seuraaviin toimenpiteisiin:

- 1) Materiaalitarkkailupaikkaa varten on koetettava saada varauksiksi tarvittava huonetila mieluummin piirikonttorin yhteydessä. Lämpimän huonetilan pitää olla kooltaan n. 15 m² ja varustettu sähkö- ja vesijohdolla.
- 2) Materiaalitarkkailupaikan hoitaja on nimettävä. Siksi sopii parhaiten konttorihenkilökuntaan kuuluva henkilö, joka on aina tarvittaessa tilaisuudessa suorittamaan laboratoriokokeita. Lisäksi on nimettävä tarkkailupaikan töitä ohjaava ja laboratoriosta vastaava insinööri.

- 3) Materiaalitarkkailupaikan käyttöön on hankittava oheisen luettelon mukaiset varusteet ja tarveaineet.

Tie- ja vesirakennushallitus pitää tarpeellisena, että yllämainitut valmistelut saadaan suoritetuiksi kuluvan talven aikana eli hyvissä ajoin ennen sorastuskauden alkua tänä keväänä, ja kehoittaa Piiri-insinööriä ilmoittamaan tie- ja vesirakennushallitukselle, kun mainitut valmistelutyöt on suoritettu.

Piiri-insinöörille ilmoitetaan samalla seuraavaa:

- 1) Tie- ja vesirakennushallitus on tilannut seuraavat materiaalitarkkailuvälineet piirille (mikäli piirillä ei ole niitä ennestään käytössään):

- 2) Tie- ja vesirakennushallituksen palveluksessa on nyt teknillinen geologi, jonka tehtäviin kuuluu piirien avustaminen kaikissa materiaalitarkkailuun liittyvissä asioissa. Hän tulee mm. huolehtimaan tarkkailupaikkojen hoitajien peruskoulutuksesta ja antamaan neuvoja tarkkailupaikan huonetilan käytössä.

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

MAARAKENNUSLABORATORIO

17.11.52 (TVH:n kirj. N^o T-1427,
26.4.1951)

Yleisiä toimintaohjeita tie- ja vesirakennuspiirien
maalajitarkkailupaikkoja varten.

Maalajitarkkailupaikkojen tehtävät voidaan jakaa:

1. Juoksevat tutkimukset.
2. Jatkuvat perustutkimukset.
3. Tulosten ja näytteiden arkistointi.
4. Tarkkailu- ja opetustoiminta.

1. Juoksevat tutkimukset.

Piirin maalajitarkkailupaikka on velvollinen tutkimaan ja antamaan lausuntonsa maa- ja kivilajinäytteistä, joita insinöörit tai tie- ja rakennusmestarit lähettävät tutkittaviksi. Lausunnosta pitää käydä ilmi paitsi maa- tai kivilajin soveltuvaisuus kulloinkin kysymyksessä olevaan tarkoitukseen, myös sen oikea käyttötapa ja tietoja sen laadullisista ominaisuuksista verrattuna muiden ko. alueelta mahdollisesti tutkittujen vastaavien maa- tai kivilajien laatuun sekä neuvoja mahdollisesti tarpeellisten etsintä-, tutkimus-, murskaus-, seulonta- ym. toimenpiteitten varalta.

Juokseviin tutkimuksiin kuuluvat siis ensisijassa mestarien toimeenpaneman maalajitarkkailun mahdollisimman nopea ja joustava tutkimuspalvelu.

2. Jatkuvat perustutkimukset.

a) Rakennus- ja kunnossapitotöissä käytettävien maalajien laadun ja määrän tutkiminen.

Maalajitarkkailupaikan tulee tutkia kaikki piirin alueella käytössä olevat soran ja saven ottopaikat selvittämällä minkälaisesta materiaali on, kuinka paljon sitä keskimäärin on jällellä ja kuinka paljon sitä keskimäärin käytetään. Soran ottopaikkojen materiaalista on määrättävä paitsi soran mekaaninen kokoomus, myös sen humuspitoisuus ja mikäli mahdollista esiintymän laatu (harjusora, moreeni jne.) ja vallitseva kivilaji. Savista on määrättävä niiden raesuuruus,

plastillisuus ja kuivumiskutistuma sekä tehtävä kieritys-, kuohusavi- ja jauheisuuskokeet. Jos maalajiesiintymässä on selvästi silmällä eroitettavissa laadultaan toisistaan poikkeavia osia, tutkitaan ja arvioidaan sellaiset osat erikseen, joiden teknillinen käyttö ja irrottaminen on mahdollista ja kannattavaa. Näytteiden otossa ja tutkimuksissa noudatetaan annettuja erikoisohjeita. Kenttätöön suorittaminen voidaan jättää tiemestarien huoleksi.

b) Uusien esiintymien etsintä.

Tehdään edelläesitetyn tutkimuksen perusteella muistiinpano- ja niistä alueista, joilla esiintyy puutetta jostain tarvittavasta maalajista, ja näillä alueilla järjestetään uusien esiintymien etsintää tarvittaessa tie- ja vesirakennushallituksen geologin opastuksella ja geologisia maalajikarttoja hyväksi käyttäen.

c) Teiden kulutuskerroksen kokoomuksen tutkiminen.

Hankitaan selvitystä piirin sorateitten kulutuskerroksen mekaanisesta kokoomuksesta ja sen kehityksestä. Tutkimus aloitetaan vilkasliikenteisten teitten tutkimuksella kaikissa tiemestaripiireissä. Näytteet raesuuruustutkimusta varten otetaan annettujen erikoisohjeitten mukaisesti TVH:n lomaketta 274/52 käyttäen yleisten sora- ja saveamistoimenpiteitten edellä tarvittavien materiaalmäärien ja tienpinnan laadun kehityksen selvittämiseksi. Vuotuiset tutkimustulokset esitetään Feret'in kolmiossa kehityksen seuraamiseksi ja valtakunnallisen selvityksen aikaansaamiseksi.

3. Tulosten ja näytteiden arkistointi.

a) Numerointi.

Maalajitarkkailupaikka pitää diariovihkoa saapuvista tutkimustehtävistä. Vihkoon merkitään saapuvan työn juokseva numero, lähettäjä ja lähetysaika, näytteitten laatu, ottopaikka ja lukumäärä, tehtävän laatu ja tutkimuksen valmistumispäivämäärä sekä lähetekirjelmän numero. Jos sama lähettäjä lähettää samalla kertaa tutkittavaksi näytteitä useammasta kuin yhdestä saven- tai soranottopaikasta tai eri tienkohdista, annetaan tutkimukselle eri työnumerot. Samaa työhön liittyvät näytteet (eli siis esim. samasta kuopasta otetut yht'aikaa lähetetyt näytteet) numeroidaan lausuntoa ja arkistossa

säilyttämistä varten siten, että juoksevaa työnnumeroa seuraa vinon jakoviivan eroittamana juokseva näytenumero (siis esim. 45/1, 45/2 jne.)

b) Näytteitten arkistointi.

Kaikki savinäytteet arkistoidaan pahvilaatikoihin samoinkuin soran- ja moreeniottopaikoista otetut näytteetkin. Tutkittuja tienpintänäytteitä tai sellaisista kuopista otettuja näytteitä, joista näytearkistossa jo löytyy edustava näyte ei tarvitse säilyttää. Jos esim. sorakuoppaa käytettäessä soran laatu selvästi muuttuu, vaihdetaan vanha näyte uuteen niin, että näytearkisto on ajan tasalla. Jos taas samasta kuopasta ajetaan useamman laatuista materiaalia, on näistä kustakin pidettävä näytettä arkistossa. Näytelaatikot järjestetään arkistohyllyihin tiemestaripiireittäin siten, että savet, moreenit ja sorat ovat erillään toisistaan. Laatikot voidaan varustaa työnumeron lisäksi jollakin näytteen esiinottoa helpottavalla merkinnällä kuten esim. soranottopaikan numerolla tai nimellä.

c) Tutkimustulosten taltiointi.

Tutkimustulokset ja lausunnot tehdään 2 kappaleena, joista 1 lähetetään tutkimuksen tilaajalle ja 1 arkistoidaan maalajitarkkailupaikassa. Tutkimustulosten arkistointia varten tarvitaan vähintään 5 kpl. arkistointikansioita (reikämekanismilla ja välilehdillä). Savitutkimukset taltioidaan kaikki yhteen kansioon tiemestaripiireittäin. Moreeni-, tienpinta- ja muut soratutkimukset taltioidaan samoin kukin laatu omaan kansioonsa tiemestaripiireittäin. Yhteen kansioon taltioidaan muut tutkimukset (esim. kivilajitutkimukset, murskesoratarkkailu jne.)

d) Tilastollinen yleiskatsaus.

Maalajitarkkailupaikalla, mieluummin seinällä, säilytetään riittävän suurikokoista tie- ja vesirakennuspiirin karttaa, johon eri tiemestaripiirien rajat on merkitty. Tälle kartalle merkitään kaikki tutkitut saven, moreenin ja soran ottopaikat eri väreillä (tai värillisillä neuloilla) ja merkinnän viereen kirjoitetaan ao. työn numero. Karttapohjalle voidaan esim. värittämättömillä renkaila merkitä kaikki käytössä olevat materiaaliesiintymät ja värittäminen tapahtuu vasta sitten kun ao. aines on tutkittu. Lisäksi merkitään tutkitut sorat riittävän suureen Feret'in kolmioon, käyttämällä

mikäli mahdollista erilaista merkintää eri tiemestarien tai insinöörin alueella sijaitsevista soraesiintymistä. Soran kokoomusta kuvaavan pisteen viereen merkitään vastaava työn numero.

4. Tarkkailu- ja opetustoiminta.

a) Tarkkailutoiminta.

Maalajitarkkailupaikan tehtäviin kuuluu valvoa, missä määrin mestarit kiinnittävät huomiota maalajien tarkkailuun eli missä määrin näytteitä otetaan ja tutkittavaan tai tutkitaan, ja ryhtyä tarvittaessa toimenpiteisiin maalajitarkkailun tehostamiseksi niillä alueilla, missä se on tarpeen, jotta edelläesitettyt ohjelmanmukaiset tutkimukset saadaan viipymättä käyntiin. Edelleen on pyrittävä valvomaan, että maalajitarkkailupaikan tutkimuslausunnoissaan esittämiä neuvoja ja ehdottamia toimenpiteitä mahdollisuuksien mukaan noudatetaan. Maalajitarkkailupaikan toimesta on myös kiinnitettävä huomiota niihin taloudellisiin ja teknillisiin tuloksiin, mitä tarkkailun ja tutkimusten avulla mahdollisesti saavutetaan ja näistä tuloksista on tehtävä muistiinpanoja. Tällaisiksi tuloksiksi on katsottava esim. kulutuskerroksen paraneminen eli kouruuntumisen ja höyläys- ja lanauskustannusten aleneminen jonkun tarkkailun aiheuttaman toimenpiteen ansiosta tai jonkun edullisemmalta paikalta maalajitarkkailun ansiosta löytyneen sora- tai saviesiintymän käytännön silttaminen jne.

Maalajitarkkailupaikan on edelleen pidettävä silmällä rakennus- ja kunnossapitotöiden tai tutkimusten yhteydessä mahdollisesti paljastuvia tai havaittuja tavallisuudesta poikkeavia ilmiöitä, kerrostumia, lohkareita jopa esineitäkin. Tällaisista seikoista on tehtävä muistiinpanoja ja jos kysymyksessä on värinsä, rakenteensa tai ominaisuuksiensa puolesta tavallisuudesta poikkeavia kerrostumia, kiviä tai esineitä, on niistä talletettava näytteitä ja tehtävä ilmoitus tie- ja vesirakennushallituksen geologille, jotta hyödylliset kaivanneiset, malmilohkareet, arkeologiset löydöt jne. voitaisiin saattaa maan teknillistä, taloudellista ja tieteellistä kehitystä palvelemaan.

b. Opetustoiminta.

Maalajitarkkailupaikan tulee toimia maalajituntemuksen eli

luokituksen opetuksen edistämiseksi insinöörien ja mestarien keskuudessa. Teiden suunnittelussa ja kentällä tapahtuvassa tutkimuksessa, rakentamisessa ja kunnossapidossa on nimittäin maalajien tuntemus ja oikea ja yhtenäinen luokittelu välttämätöntä mm. virastoissa suoritettavia suunnittelu-, tarkastus- ja kustannuslaskentatöitä varten. Senvuoksi on maalajitarkkailupaikalla oltava näkyvissä kivi- ja maalajinäytteitä asiaankuuluvine käyttö- ja ominaisuusselostuksineen. Tällaisia esillepantavia näytteitä ovat: ihanteellinen luonnon kulutussora sideaineen kanssa sekoitettuna ja ilman sideainetta (savea), ihanteellista murskesoraa (kulutuskerrosta varten), harju-soraa, someroa, soramoreenia, hiekkamoreenia, hietamoreenia, ihanneeristyshiekkaa, jäykkää savea, hiesua, puhtaat maalajitteet kokoelmana. Näitä kokoelmia on syytä näyttää aina sopivissa tilanteissa (esim. erilaisten neuvottelukokousten yhteydessä) insinööreille ja mestareille.

Tarvittaessa on opetustoimintaa laajennettava mahdollisuuksien mukaan käsittämään mm. erikoisesti näytteiden ottoa ja kenttätutkimusmenetelmiä.

Maalajitarkkailupaikan on lisäksi huolehdittava siitä, että mestareilla on taskukokoiset maalajitekokoelmat kenttaluokituksen helpottamiseksi.

Ohjeita sorateiden kulutuskerroksen kokoomuksen tutkimiseksi tie- ja vesirakennuspiirien materiaalitarkkailupaikan työohjelman puitteissa.

1. Tutkimuksen merkitys.
2. Näytteiden otto.
3. Laboratoriotutkimus.
4. Tutkimustulosten aiheuttamat toimenpiteet.

1. Tutkimuksen merkitys.

Sorateiden kulutuskerroksen nykyinen kokoomus määrää kunnossapitomateriaalin laadun ja tarpeen ja kokoomuksen muuttumisen seuraaminen ratkaisee lyhimmän tien ihanneolosuhteisiin pääsemiseksi ja selvittää ihanneolosuhteisiin päästyämme kunnossapitosoran minimitarpeen eri alueilla ja erilaisilla teillä. Kysymys on siis ensiarvoisen tärkeä ja sen ratkaisuun on pyrittävä asteittain, jotta monet siihen liittyvät sivutekijät ehdittäisiin selvittämään.

2. Näytteiden otto.

Näytteitä otetaan suunniteltujen sorastus- ja saveamistoimenpiteiden edellä tarvittavien materiaalmäärien selvittämiseksi sekä tarpeen mukaan kulutuskerroksen parantumisen tarkkailemiseksi. Näytteiden otto tapahtuu sen mukaan kumpaa näistä seikoista halutaan tutkia.

Ensinmainitun tapauksen ollessa kyseessä tulee näytteen vastata kokoomukseltaan sitä osaa kulutuskerroksesta (mahdollinen irtosora mukaan luettuna), joka saadaan sekaantumaan tielle lisättävien aineiden kanssa. Jos liikenteen annetaan suorittaa muokkaus, on harkittava kuinka syvälle sekaantuminen tällöin ulottuu. Jos taas uudet ainekset sekoitetaan höylällä, on tutkittava kuinka paksultti höylä irroittaa vanhaa tienpintaa. Edullisissa tapauksissa on muokkaussyvyys n. 2 cm, mutta usein se on syystä tai toisesta paljon pienempi. Toisinaan on tienpinta sangen kova eikä kevyt höylä pysty sitä paljoakaan irroittamaan. Varsin luonnollinen tapa on ottaa näyte höyläyksen yhteydessä tiehöylän terän edessä sekoittuvasta aineksestä. Muussa tapauksessa on sekoitettava tienpinnan eri kohdista otettuja näytteitä (irtosora mukaanluettuna) harkinnan mukaan.

Toisessa tapauksessa, kun näytteen avulla halutaan selvittää kulutuskerroksen kokoomus tai kuinka kulutuskerroksen valmistaminen on onnistunut, otetaan kiinteätä kulutuskerrosta kahdesta lähekkäin sijaitsevasta kohdasta 2 cm paksultti (mikäli kulutuskerrosta on niin paljon). Irtosoraa ei tällöin tarvitse lisätä näytteeseen. Laboratoriotutkimuksia varten tarvitsee näytettä olla 1.5 - 2.0 kg. - On tärkeätä, että jokainen tiemestari valitsee sopiviksi katsomansa tiet tällaisen jatkuvan säännöllisesti (esim. 1-2 kertaa vuodessa) tapahtuvan tarkkailun kohteeksi.

Näytteiden oton yhteydessä täytetään erillinen näytteenottolomake, joka täydennetään tiemestarin konttorista saatavien tietojen avulla. Lomakkeessa kysytään paitsi tarkkaa näytteenottopaikkaa ja aikaa, myös tienrakennetta, sen kuntoa (kouruuntumisen määrää, kuoppaisuutta jne.), viimeisiä sorastus- ja saveamisaikoja, kunnossapitomateriaalin ottopaikkoja, pölynsidonta-aineitten käyttöä, talvihiekoitusta ko. tieosalla, viimeisiä höyläys- ja lanausaikoja ja liikenteen suuruutta. Näytteet ja selostukset toimitetaan sitten ensitilassa piirin maalajitarkkailupaikkaan. Näytteet otetaan seuraavalla kerralla edellisten näytteenottopaikkojen välittömästä läheisyydestä (mieluummin vain 3 - 10 m:n päästä edellisistä).

3. Laboratoriotutkimus.

Tienpintänäytteitten mekaaninen kokoomus määrätään materiaalitarkkailupaikalla. Saapunut näyte sekoitetaan ensin huolellisesti. Ennen kuivaseulontaa on aina ensin suoritettava huolellinen pesuseulonta. Seulonta-analyysiin käytetään 1 kg materiaalia ja areometrianalyysiin 100 g lopun näytteen jäädessä varalle tutkimuksessa mahdollisesti sattuneiden erehdysten korjaamiseksi. Tuloksien perusteella annetaan kunnossapito-ohjeita. Yksinkertaisissa tapauksissa riittää tässä tiedoituksessa selostetusta taulukosta tai nomogrammeista saadut arvot (huom. sivu). Jäljennökset tuloksista taltioidaan annettujen määräysten mukaisesti. Vuosittain merkitään kunkin tiemestaripiirin tutkimusten tulokset omalla merkillään suuriin Feret'in kolmioihin, jotka säilytetään vuosittain tapahtuvan kulutuskerroksen kehityksen arvostelua ja valtakunnallista tutkimusta varten.

4. Tutkimustulosten aiheuttamat toimenpiteet.

Materiaalitarkkailupaikka antaa ao. insinööreille ja mestarille tienpinnan mekaanisen kokoomuksen perusteella lausunnon niistä kunnossapitotoimenpiteistä, joita ko. tieosuus vaatii. Tällöin on huomioitava paitsi käsillä olevan kunnossapitomateriaalin laatu, myös siitä samoin kuin kunnossapitomäärärahojen niukkuudesta aiheutuvat rajoitukset parannusajassa ja ehdotettava sopivaa asteittaista parantamista. Myöhemmin otettujen näytteitten tutkimustuloksia vertaamalla voidaan nähdä kehityksen nopeus. Sitten kun laboratoriotutkimusten perusteella on

saatu mahdollisesti aikaan selvää parannusta tarkkailunalaisten teiden kulutuskerrosten kokoomuksessa, on kiinnitettävä huomiota siihen, näkyvätkö tulokset myös tienpinnan laadussa ja kunnossapitotöiden vähentymisenä. Näistä kenttätuloksista on tehtävä mahdollisimman tarkkoja muistiinpanoja ao. insinöörien ja mestarien avustuksella. Jos taas kehitystä ei ole havaittavissa, eikä sitä voida saada aikaan heikon kunnossapitomateriaalin vuoksi, on tämä syy esitettävä muistiinpanoissa ja ryhdyttävä (mielellään tie- ja vesirakennushallituksen geologin opastuksella) tutkimaan mahdollisuuksia uuden materiaalin löytämiseksi tai aikaansaamiseksi esim. murskaajia käyttämällä. Pääasia on, että teiden heikon kunnan syyt ja parantamismahdollisuudet luonnonmateriaalin turvin tulee vähitellen mahdollisimman tarkoin selvitettyä ja esim. murskaajien jako piirissä mahdollisimman asianmukaiseksi.

Liitteenä tienpintanäytteen
ottolomake.

Keski - Suomen tv-piiri
Jyväskylän itäinen tm-piiri

Näytteenottolomake tien kulutuskerroksen tutkimista varten

Tieosa Jyväskylä - Suolahti, valtatie no 4.

Näyte otettu 15. 8. 51

Paikka 15+000 km Jyväskylästä

Millainen kohta metsän keskellä moreenipenkereellä

Tie kulkee savikolla/moreenilla/hiekka tai sorakankaalla/suolla

Näyte ajoradan keskeltä/laidasta/raiteesta/höylän terältä Tiessä on/ei ole kantokerrosta

Tien kunto kouruuntunut ja kuoppainen. Irtosoraa runsaasti tien reunoilla. Palteita ei ole.

Viimeinen höyläys ja lanaus 8. 8. 51.

Viimeinen tieainesten lisäys 5. 5. 51. Luonnonsoraa 20 m³/km ja 15. 7. 51. savea 5 m³/km.

Tieainesten ottopaikat Luonnonsora "Vihtalahti" nimisestä kuopasta, 16+010 km Jyväskylästä ja savi "Sammakkopuroilta", 18+200 km Jyväskylästä.

Talvihiekkoitus n. 22 m³/km

Pölynsidonta saveamisen yhteydessä 15. 7. kalsiumkloridia 1000 kg/km.

Liikenteen suuruus 1234 t/vrk. (kesällä 1950).

Huomautuksia

Tien molempien raiteitten kohdalta otettu näytteet ja merkitty tunnuksilla 23 a ja 23 b. (irtosoraa lisätty)

Keväisin on tällä tienkohdalla taipumusta pinta-pehmenemiseen. Muodostuu raiteita.

Routavaurioita on havaittu viime talvena tällä kohdalla.

Maakiviä nousee pintaan k. o. tieosalla.

Puutavaran ajoa on runsaasti.

Pyydetään raesuorvustutkimuksen suorittamista ja ohjeita kulutuskerroksen parantamiseksi paikallisia aineksia käyttäen.

Tiemestari

Matti Meikäläinen
Matti Meikäläinen:

TVH:n maarakennuslaboratorio 5.11.1952.

Savisorakulutuskerroksen korjaamiseen ja valmistamiseen tarvittavat ainesmäärät.

Teiden kulutuskerroksen sitominen savella on pyrittävä suorittamaan mahdollisimman tarkasti ja huolellisesti, jotta välttyttäisiin etenkin kosteina syksyinä liian savisilta teiltä. Sestähdän annetaan seuraavassa sekä taulukon että nomogrammien muodossa ohjeet kilometriä kohden tarvittavien oikeiden savi- ja soramäärien laskemisen helpottamiseksi.

Vanhan kulutuskerroksen savisorasuhteen korjaaminen edellyttää, että tien pinnasta otetaan sellainen näyte, joka kuvaa mahdollisimman tarkoin muokatessa irtilähtevää maa-ainesta (paras näyte saadaan luonnollisesti höyläyksen yhteydessä). Näyte pestään ja seulotaan. Kyseessä olevien ohjeiden käyttöä varten tarvitsee seulontatuloksista tietää ainoastaan montako painoprosenttia näytteestä läpäisee ~~1/2~~ 0,125 mm:n seulan. Seuraavana tehtävänä on arvostella keskimääräinen muokkaussyvyys. Edullisissa tapauksissa se lienee n. 2 cm, mutta useinkin voivat erilaiset seikat (tienpinta kova ja höylä kevyt tai kulutuskerrosta jäljellä vähemmän kuin 2 cm) vaikuttaa siten, että muokkaussyvyys on pienempi. Taulukko on laadittu 1 ja 2 cm:n muokkaussyvyyksille, mutta nomogrammi ainoastaan 2 cm:lle, joten nomogrammin antamista arvoista on otettava puolet, jos muokkaussyvyys on 1 cm.

Haluttaessa lisätä kulutuskerroksen paksuutta enemmän kuin vanhan kulutuskerroksen savisorasuhteen korjaaminen edellyttää, ajetaan tielle korjausmateriaalin lisäksi savea ja soraa tilavuussuhteessa 1:4. Nomogrammia käytettäessä saadaan tietää paljonko tarvitaan savea ja soraa määrävahvuisen kulutuskerroksen valmistamiseen.

Taulukon käyttöesimerkki: 5 m leveällä tiellä on kulutuskerrosta jäljellä enää keskimäärin 1 cm. Pesu + kuivaseulonta osoitti 0,125 mm:n seulan läpäisevää ainesta olevan vanhassa kulutuskerroksessa 9 paino-%. Taulukosta nähdään, että savisora-

suhteen korjaaminen edellyttää savea $6 \text{ m}^3/\text{km}$. Koska vanha kulutuskerros on kovin ohut, lisätään vielä savea ja soraa tilavuussuhteessa 1:4, esim. savea $10 \text{ m}^3/\text{km}$ ja soraa $40 \text{ m}^3/\text{km}$. Tielle ajetaan siis yhteensä savea $16 \text{ m}^3/\text{km}$ ja soraa $40 \text{ m}^3/\text{km}$.

Nomogrammien käyttöesimerkki (sama tapaus kuin edellä): Vasemmanpuoleisen nomogrammin alareunasta löytyy läpäisyprosentit 5-15 (yläreunasta 15-25). 9 prosentin kohdalta siirrytään kohtisuoraan ylös aina 5 m:n tienleveyttä osoittavaan suoraan saakka, missä käännytään vaakasuoraan vasemmalle ja luetaan nomogrammin reunasta tarvittava savimäärä. K.o. tapauksessa saadaan $11,6 \text{ m}^3/\text{km}$, mutta kun muokkaussyvyys on vain 1 cm, on saatu arvo jaettava kahdella. Saadaan siis $5,8 \text{ m}^3/\text{km}$. Jos täten saadun korjatun kulutuskerroksen lisäksi halutaan 1 cm uutta kulutuskerrosta, saadaan oikeanpuoleisesta nomogrammista tarvittavaksi savimääräksi $12,5 \text{ m}^3/\text{km}$ ja soramääräksi $50 \text{ m}^3/\text{km}$. Yhteensä tarvitaan siis savea $18 \text{ m}^3/\text{km}$ ja soraa $50 \text{ m}^3/\text{km}$.

Kaikki ohjeissa ilmoitetut tilavuusmitat tarkoittavat löysänä (kuormattuna) mitattuja tilavuuksia. Lisäksi edellytetään, että käytettävät ainekset, sora ja savi, on tutkittu piirin maalajitarkkailupaikassa ja todettu laadultaan käyttökelpoisiksi.

Vanhan kulutuskerroksen suhteituksen korjaamiseen tarvittavat savi- ja soramäärät m³/km (Tilavuudet mitataan kuormasta).

Jos kulutuskerroksen paksuutta halutaan lisätä enemmän kuin mitä suhteituksen korjaamisen vuoksi on tarpeellista, lisätään taulukosta saatavaan savi- tai soramäärään savea ja soraa tilavuussuhteessa 1:4.

tiessä olevan # 0,125 mm hie- nomman aineksen määrä painopro- sentteina	lisättävä	Muokkaussyvyys = 1 om					muokkaussyvyys = 2 om				
		tien leveys (m)					tien leveys (m)				
		4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
6	savea (m ³ /km)	7	9	11	13	14	14	18	22	25	29
7		6	8	10	11	13	13	16	19	23	26
8		6	7	8	10	11	11	14	17	20	23
9		5	6	7	8	10	10	12	14	17	19
10		4	5	6	7	8	8	10	12	14	16
11		3	4	5	6	6	6	8	10	11	13
12		2	3	4	4	5	5	6	7	8	10
13		2	2	2	3	3	3	4	5	6	6
14		1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	soriaa (m ³ /km)	3	4	5	6	6	6	8	9	11	13
17		6	8	9	11	13	13	16	19	22	25
18		9	12	14	17	19	19	24	28	33	38
19		13	16	19	22	25	25	31	38	44	50
20		16	20	24	27	31	31	39	47	55	63
21		19	24	28	33	38	38	48	56	66	75
22		22	27	33	38	44	44	55	66	77	88
23		25	31	38	44	50	50	63	75	88	100
24		28	35	42	49	57	57	71	85	99	113
25		31	39	47	55	63	63	78	94	110	125

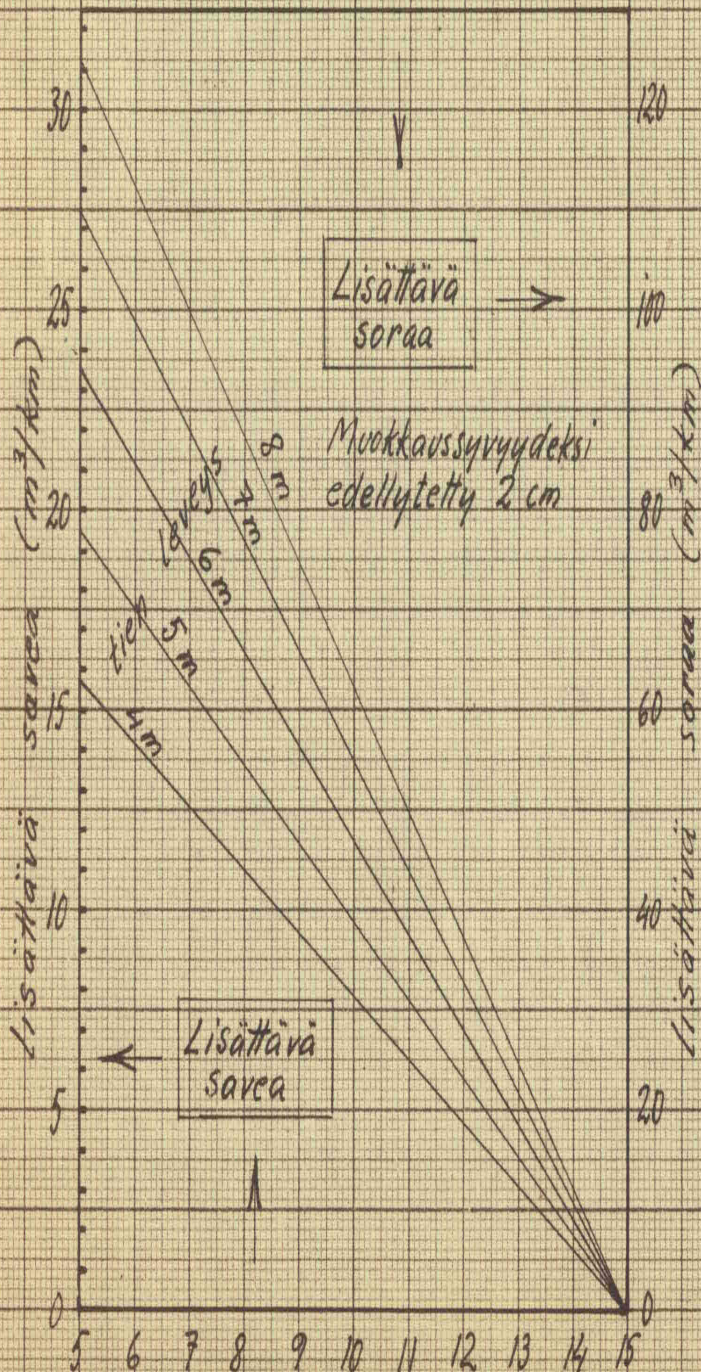
TVII:n laboratorion ehdottamat nomogrammit savisorakulutuskerroksen kunnossapitoa ja valmistamista varten

Vanhan kulutuskerroksen savisora-suhteen korjaaminen:

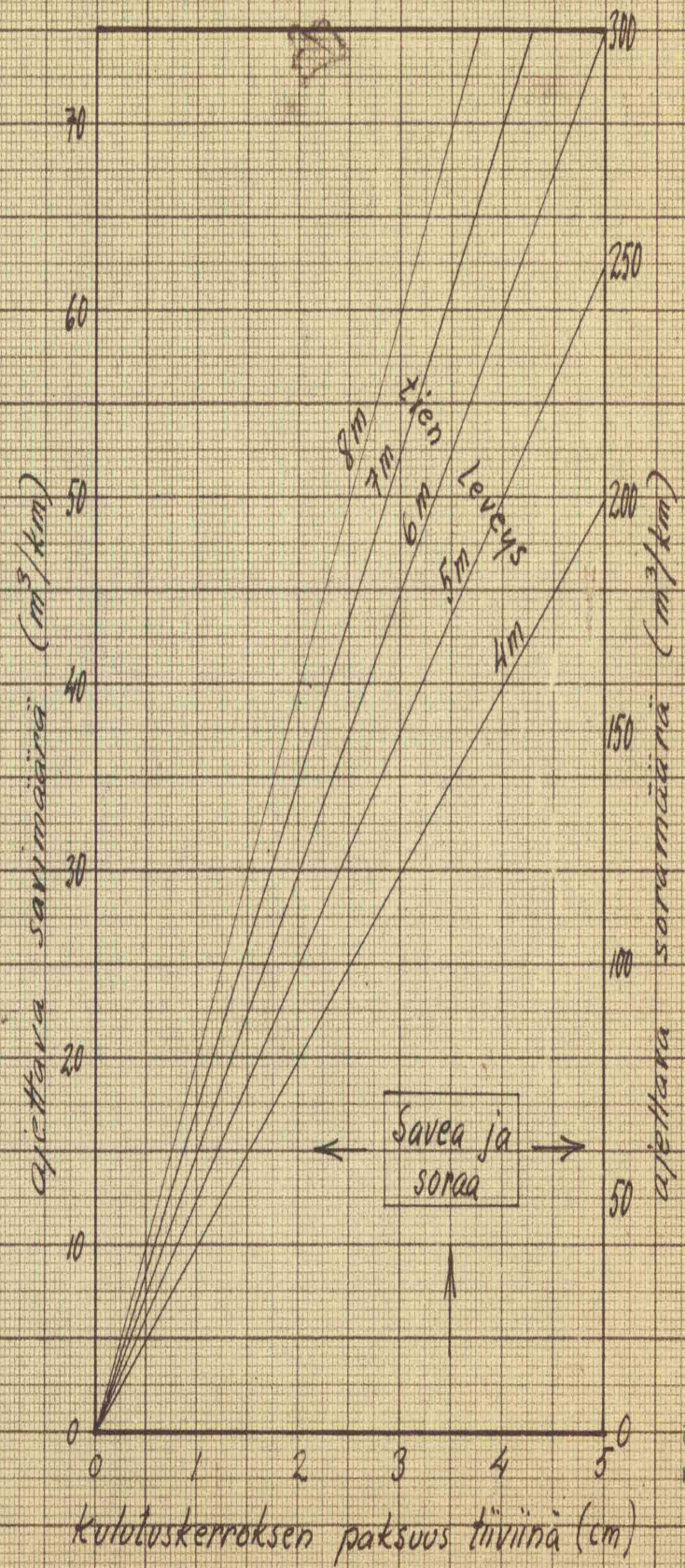
Uuden kulutuskerroksen valmistaminen:

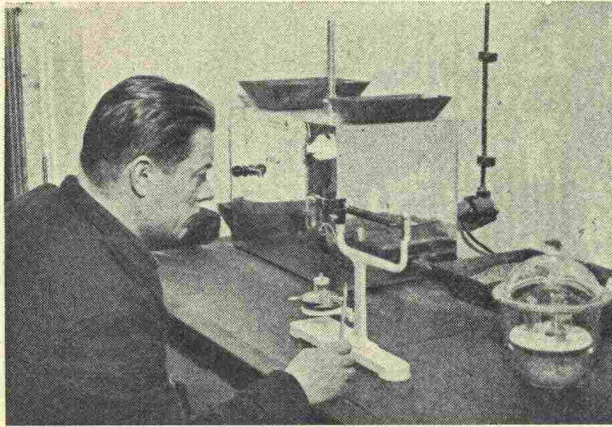
Vanhassa tienpinnassa # 0,125 mm:n seulan läpäisevää ainesta (paino-%)

26 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15



Vanha tienpinnassa # 0,125 mm:n seulan läpäisevää ainesta (paino-%)





Maalajien kosteuspitoisuus määrätään monia tarkoituksia varten. (Kuva Keski-Suomen tv-piirin laboratoriosta Jyväskylästä).

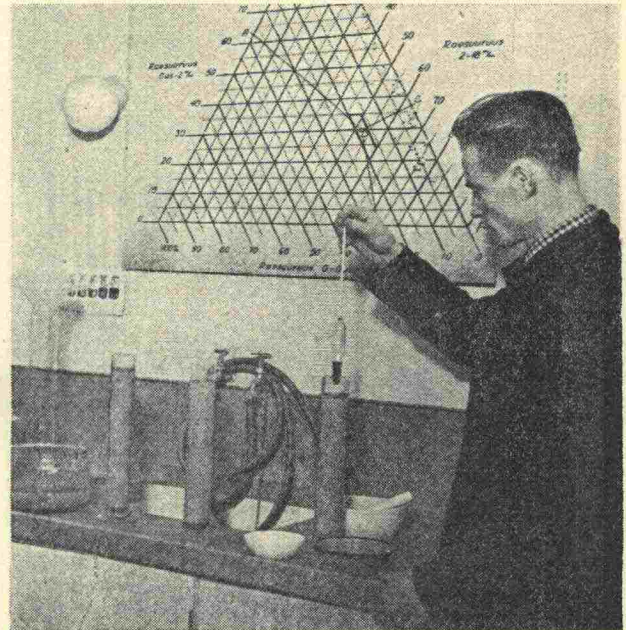
MAALAJITARKKAILU

TOIMII

Vuosi sitten oli lehdessämme tiegeologian tehtävistä ja merkityksestä teittemme rakentamisessa ja kunnossapidossa. Siinä esitettiin mm. kuinka teknillisesti tärkeää ja taloudellisesti kannattavaa on, että oikeat maa- ja kivilajit saadaan näissä töissä oikealla tavalla oikeille paikoilleen. Tätä varten tarvitaan jatkuvasti tietekoaineitten etsintää ja laatutarkkailua. Tämän niinkuin kaiken muunkin työn menestyminen edellyttää työvälaineitä ja niiden käyttäjiä, eivätkä nämä saa olla liian kaukana niiltä paikoilta, missä apua tarvitaan.

Edellä sanotun ymmärtäen onkin tie- ja vesirakennushallinto pannut rattaat pyörimään sillä tuloksella, että meillä on jo miltei kaikissa tie- ja vesirakennuspiireissä ripeästi toimiva maalajitarkkailupaikka, missä insinöörin valvonnan alaisena suoritetaan erilaisia laboratoriotutkimuksia. Maalajitarkkailupaikoissa tutkitaan kunnossapitosoran ja betonisoran laatua, maalajien roudanarkuutta, savien kelpoisuutta sideaineeksi ja tiivistemaaksi maapatoihin, hiekan kykyä eristää pohjaveden nousu tienrunkoon, moreenien kelpoisuutta erilaisiin tienrakennustarkoituksiin kuten kuormitusta jakavaksi kerrokseksi, sideaineeksi ja kulutuskerrokseksi, kivilajien laatua jne.

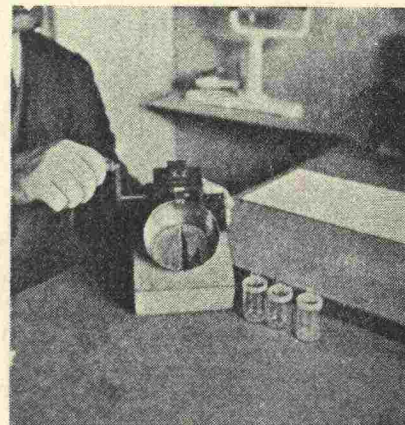
Ennen työtä laboratorioille antaa kamppailu teiden kulutuskerroksen parantamiseksi eli kouruuntumisen (hammastuksen) ja pintapehmenemisen vähentämiseksi, mikä samalla aiheuttaa kunnossapitokustannusten ja soran kulutuksen vähenemisen. Tähän kamppailuun sisältyy tienpintanäytteiden sekä saatavissa olevan kunnossapitomateriaalin tutkiminen ja niiden edullisimpien sekoitussuhteiden määrääminen eli suhteittaminen siten, että vanha tienpinta tosiaan muuttuu kokoomukseltaan tiiviimmäksi, kiinteämmäksi ja kantavammaksi kuin ennen. Jos käytössä oleva kunnossapitomateriaali osoittautuu laadultaan sellaiseksi, ettei



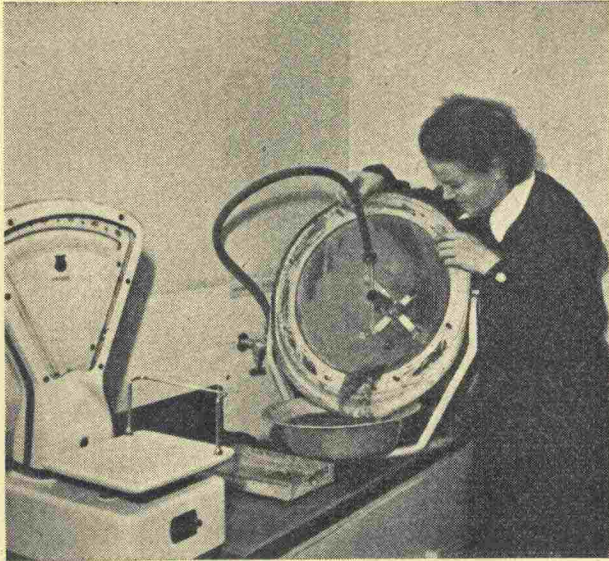
Saven raesuuruskokoomus tutkitaan n.s. areometrianalyysin avulla. (Kuva Kuopion tv-piirin laboratoriosta).



Humus- ja lietekokeilla selvitetään betonisoran puhtautta. (Kuva Kuopion tv-piirin laboratoriosta).



Saven plastillisuutta määrätään »koputuskojeen» avulla. (Kuva Turun tv-piirin laboratoriosta).

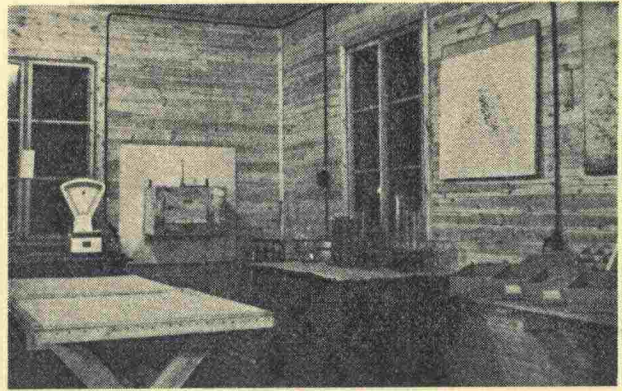


Pesuseulonta on loppuvaiheessaan ja savi on irti sorarakeista.
(Kuva Lapin tv-piirin laboratoriosta Rovaniemeltä).

tilanne sillä parane on materiaalin etsintää tehostettava maalaji arkikailupaikan avustuksella ja sen ohjeiden mukaan.

Materiaalitarkkailupaikkojen seinällä nähdään suuri Feret'in kolmio, johon oli erivärisillä neuloilla merkitty kaikkien tutkittujen sorien ja moreenien raesuuruuskokoomus ja josta heti ensi silmäyksellä saa yleiskuvan piirin (läänin) tieteknillisesti tärkeiden maalajien laadusta. Seinällä nähdään niinkään piirin kartta, johon on merkitty näytteitten ottokohdat erivärisillä merkeillä ja tutkimusnumeroilla varustettuina. Se kertoo tiemestarien harrastuksesta ja uuturuudesta ja osoittaa alueet, missä esiintyy puutetta jostakin tarvittavasta maalajista. On vain hankittava selvitys siitä, johtuuko puute luonnon olosuhteista vai etsinnän riittämättömydestä. Laboratorioissa nähdään myös tiemiesten katseltavaksi ja opiksi esille asetetut opetuskokoelmat, jotka käsittävät erilaisia tyyppillisiä kivilajeja ja maalajeja sekä erittäin käyttökelpoisia mallimaalajeja vieläpä malminäytteitäkin, jotta ei mikään arvokas menisi ohi katseen tiemiehen kulkiessa työmaillansa.

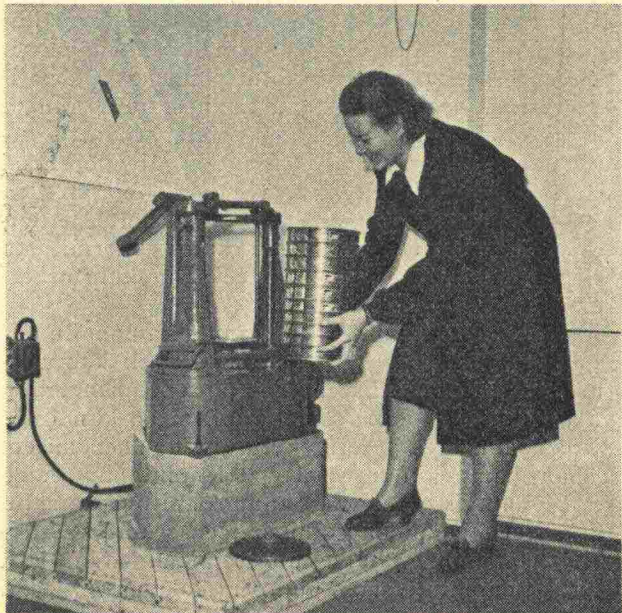
Maalajitarkkailupaikat ovat toimineet vasta n. 1/2 vuotta, mutta paljon arvokkaita kokemuksia ja tuloksia on jo saavutettu. Näistä tuloksista voivat nyt kertoa insinöörit ja tie- ja rakennusmestarit, mutta pian huomaa ne jo liikennöitsijänkin silmä, sillä n. 2500 näytettä on tähän mennessä tutkittu ja niiden tutkimusten tuloksista on vedetty johtopäätöksiä. Kokemus samoin kuin alan kehityksin on osoittanut, että maalajitarkkailupaikkojemme varusteet eli työvälineet ovat vielä puutteelliset. Niitä on täydennettävä vähitellen ja menetelmiä on kehitettävä, jotta tarkkailutyö olisi mahdollisimman tuloksellista. Laboratorioitten keskitetty ohjaus tekee mahdolliseksi työn yhdenmukaisuuden, tulosten vertailun ja koko maata käsittävien kokonais-selvitysten laatimisen.



Nurkkaus Oulun tv-piirin laboratoriosta. Oikealla opetuskokoelmat.



Näytearkistoa tarkastellaan. Kymen tv-piirin laboratoriossa Lappeenrannassa.



Seulasarja asetetaan täryttäjään ja raesuuruustutkimus alkaa.
(Kuva Lapin tv-piirin laboratoriosta Rovaniemeltä).