

SVEN SNÄLL, CHRISTER PERSSON  
OCH  
ANDERS WIKSTRÖM

MINERALOGISK UNDERSÖKNING  
AV MORÄN FRÅN ETT OMRÅDE  
VÄSTER OM KATRINEHOLM

SUMMARY:

MINERALOGICAL INVESTIGATION OF TILL  
FROM AN AREA WEST OF KATRINEHOLM  
SWEDEN



UPPSALA 1979

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

---

SERIE C NR 761 AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER ÅRSBOK 73 NR 2

---

SVEN SNÄLL, CHRISTER PERSSON  
OCH  
ANDERS WIKSTRÖM

MINERALOGISK UNDERSÖKNING  
AV MORÄN FRÅN ETT OMRÅDE  
VÄSTER OM KATRINEHOLM

UPPSALA 1979

ISBN 91-7158-169-3

Kartorna godkända ur sekretessynpunkt för spridning.  
Statens lantmäteriverk 1979-07-17.

Schmidts Boktryckeri AB  
Helsingborg 1979

## INNEHÅLL

Abstract .....	3
Inledning .....	5
Något om områdets geologi .....	5
Material och metodik .....	6
Provtagning och jordartsanalys .....	6
Provberedning för mineralogisk analys .....	8
Lerpartiklar .....	8
Moränens matrix .....	9
Sandpartiklar .....	9
Analys .....	9
Resultat .....	9
Moränfraktionernas mineralogiska sammansättning .....	9
Lerfraktionen .....	9
Matrixen .....	15
Bx-fraktionen .....	17
Diskussion .....	18
Samband mellan berggrundens och moränens mineralogi .....	18
Relation "basmineral"—lermineral .....	20
Slutsats .....	21
Summary: Mineralogical investigation of till from an area west of Katrineholm, Sweden .....	22
Litteratur .....	24
Tabeller .....	26

## ABSTRACT

The clay mineralogy of 17 till samples has been studied in the map area Katrineholm NV, southern Sweden. In addition, the mineralogy of sand particles (fraction 0.2—0.6 mm) with density larger than  $2.68 \text{ g/cm}^3$  was studied. X-ray diffraction methods have been applied in the study.

The mineralogical composition of both the clay and sand material varies within the area. In the clay fraction of most samples, illite is the predominant mineral although in some samples kaolinite, smectite and vermiculite are predominant. A high chlorite content was found in the clay fraction of the samples showing the highest frequency of amphibole. Mica is the predominant mineral in the sand material of the samples showing the highest content of particles with density  $>2.68 \text{ g/cm}^3$ .

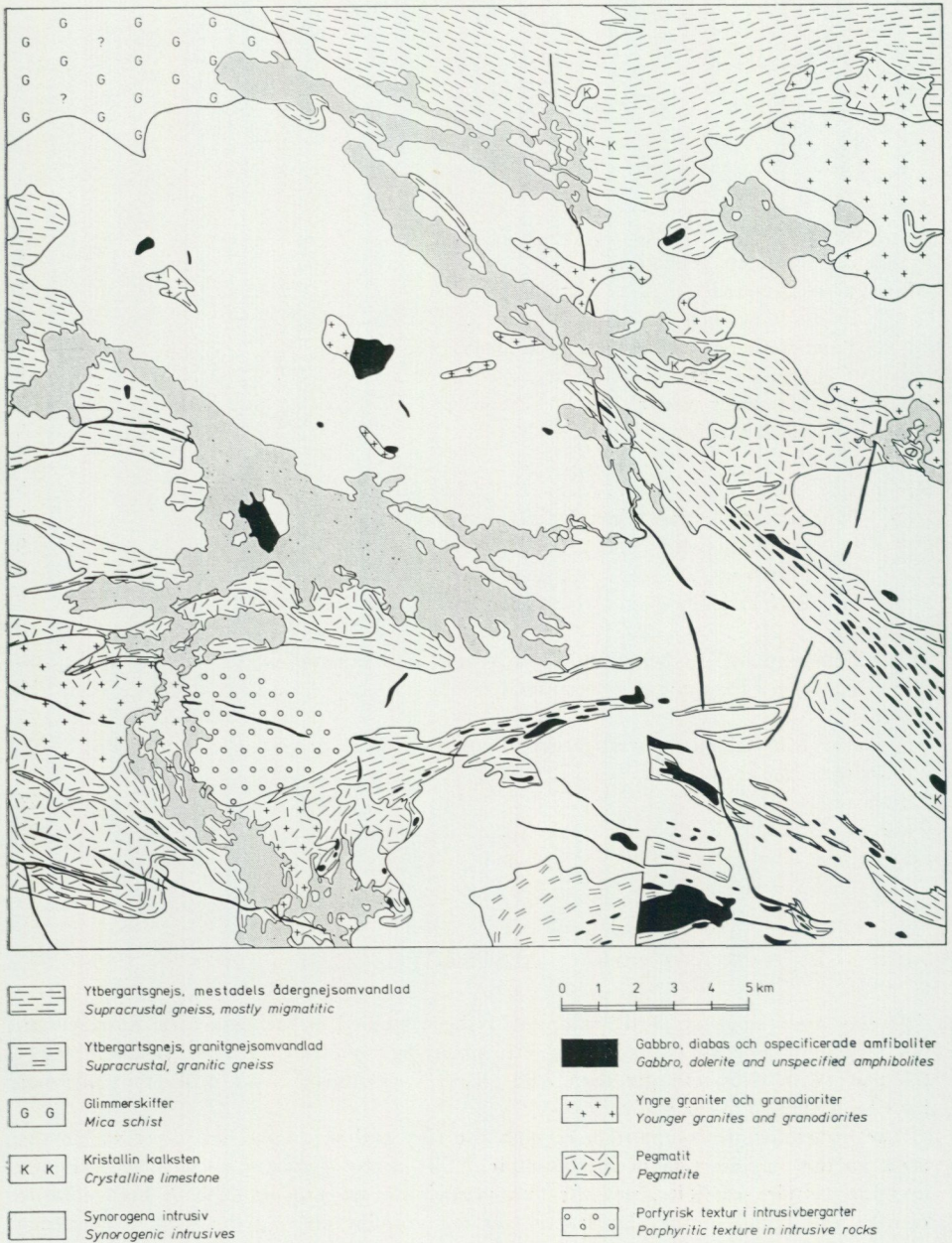


Fig. 1. Preliminär berggrundskarta över kartområdet Katrineholm NV.  
*Preliminary hard-rock map of the area Katrineholm NV.*

## INLEDNING

Detta arbete redovisar en undersökning av 17 moränprovers lermineralogiska sammansättning inom kartområdet Katrineholm NV. Dessutom har mellansandfraktionen närmare studerats i 7 av proverna.

Syftet med undersökningen har varit dels att se om en översiktlig direkt mineralogisk analys med enklast möjliga analysförfarande kan användas som rutin för karakteristik av moränens mineralogiska sammansättning och dels, vilket varit huvuduppgiften, att studera hur moränens mineralogiska sammansättning varierar i förhållande till övrig känd geologi i regionen.

Området utvaldes främst av den anledningen att rekognosceringsarbetena för SGU:s bergarts- och jordartskartor i skala 1:50 000 just hade avslutats för området och att detta representerar en vanlig typ av geologi i denna del av landet.

Tidigare arbeten över detta ämnesområde i Norden har medtagits i litteraturförteckningen utan att i övrigt refereras i texten.

Undersökningen har utförts vid SGU:s geokemiska laboratorium. Laborator Ann Marie Brusewitz har granskat manuskriptet och gett värdefulla synpunkter angående dess utformning. Figurerna har ritats av fru Greta Hellström.

## NÅGOT OM OMRÅDETS GEOLOGI

Berggrundsgeologin, i grova drag, redovisas på kartan i fig. 1. Den lokala geologin runt varje provpunkt finns utförligare beskriven i tabell 1.

Jordarterna inom området har kartlagts under åren 1976 och 1977 för framtagande av jordartskartan Katrineholm NV i skala 1:50 000 i SGU serie Ae. Denna karta är för närvarande under reproduktion.

Kartområdet är till stora delar beläget mellan 40 och 75 m ö.h. Vissa små områden når emellertid upp till i det närmaste 100 m ö.h., t.ex. berg- och moränområdena söder om Vingåker och nordväst om Skedevi. Speciellt inom kartområdets centrala och östra delar är terrängen flack. Kartområdets sydvästra del är relativt småkuperad.

Isrörelseriktningen under landisens avsmältningsskede varierade mellan N10°V och N35°V (fig. 2).

Moränen inom området är i regel sandig-moig men lokalt förekommer avvikande moräntyper. Mäktigheten varierar men synes ofta vara mellan 2 och 5 m inom större moränområden. Moränen är vanligen icke kalkhaltig och basmineralindex, Bx, är i regel lägre än 5. Avvikande moräntyper förekommer dock, några av dessa, P 7, P 72 och P 78, ingår i denna undersökning.

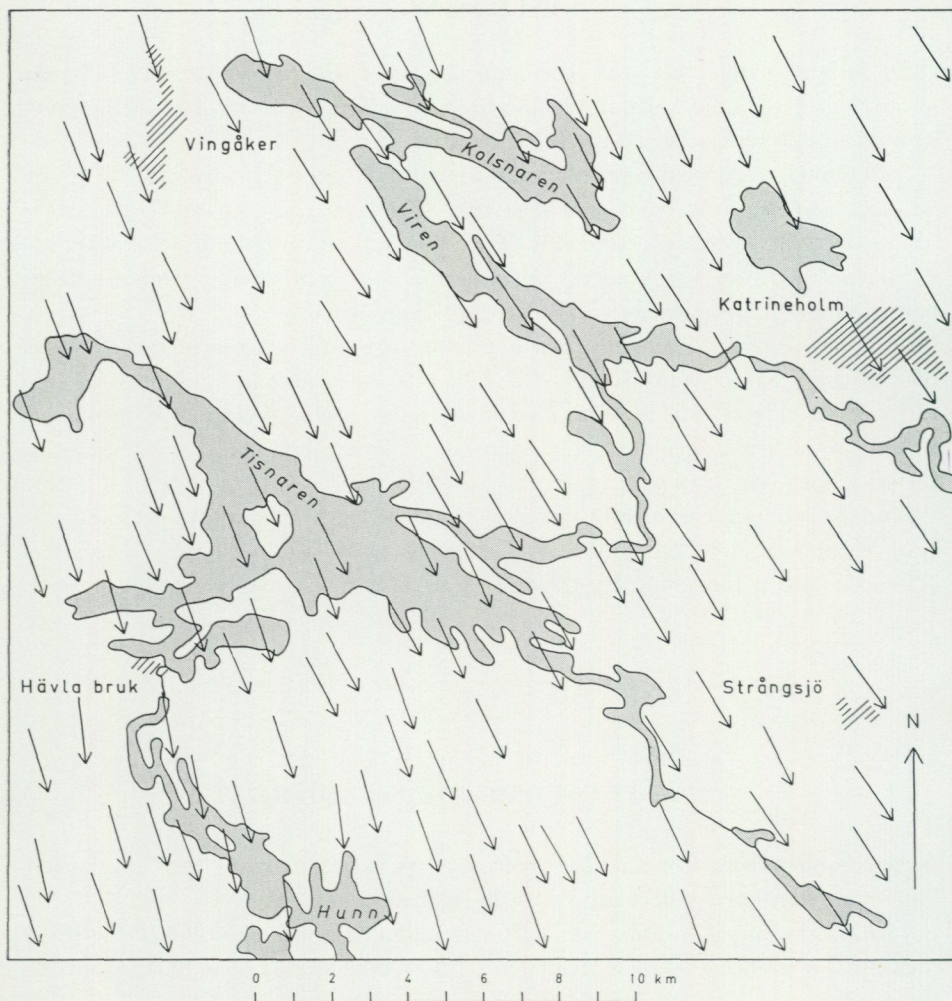


Fig. 2. Översiktsbild av isrörelsen inom det undersökta området.

*Ice movement in the investigated area.*

## MATERIAL OCH METODIK

### PROVTAGNING OCH JORDARTSANALYS

Samtliga prover har tagits i befintliga skärningar mellan 0.5 och 2 m under markytan och över grundvattenytan. En grov beskrivning av materialet ges i tabell 2. Provtagningslokalernas lägen framgår av fig. 3.

Kornstorleksanalyser (fig. 4) och bestämning av kalkhalt och basmineralindex har utförts enligt de metoder, som används vid SGU:s jordartslaboratorium.

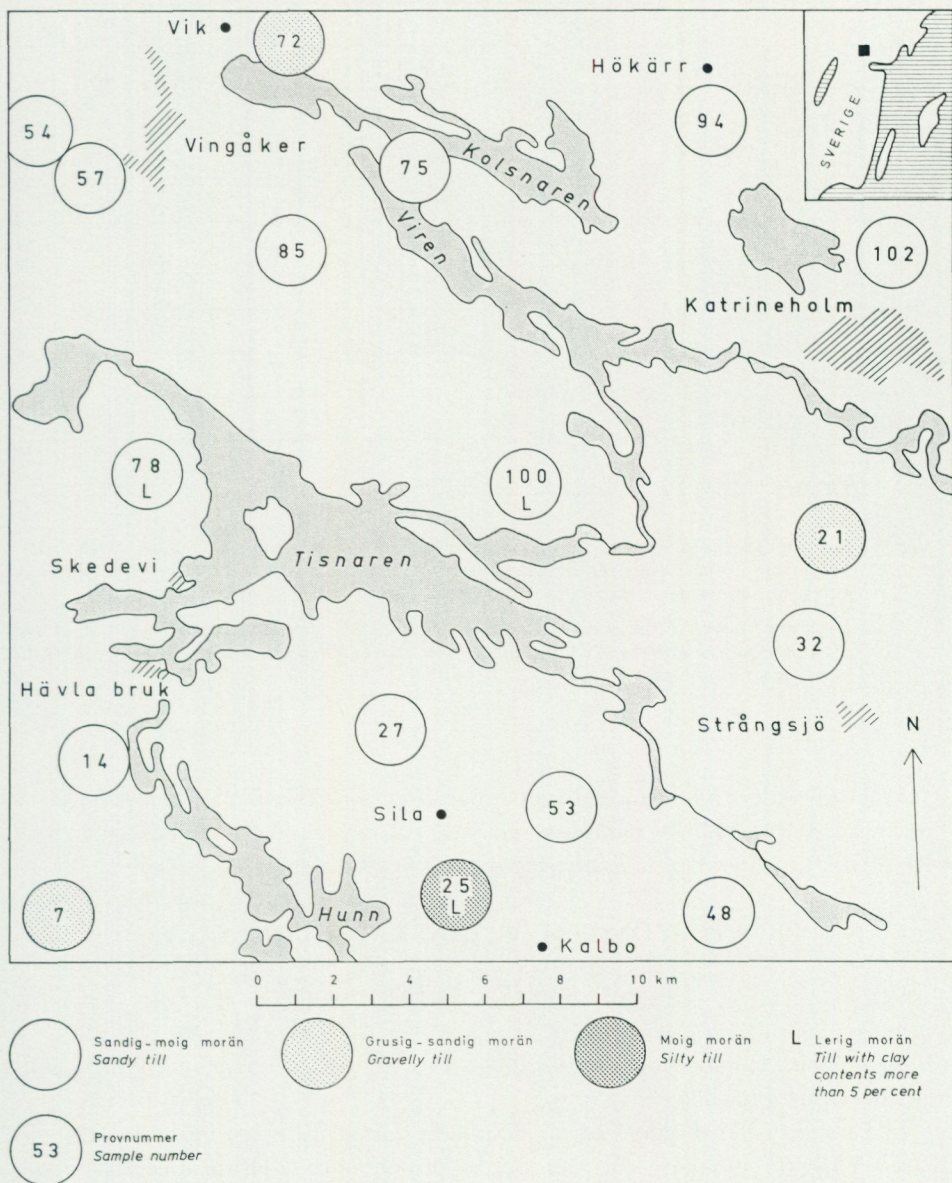


Fig. 3. Karta över provtagningslokalerna.

Map showing the sampling sites.

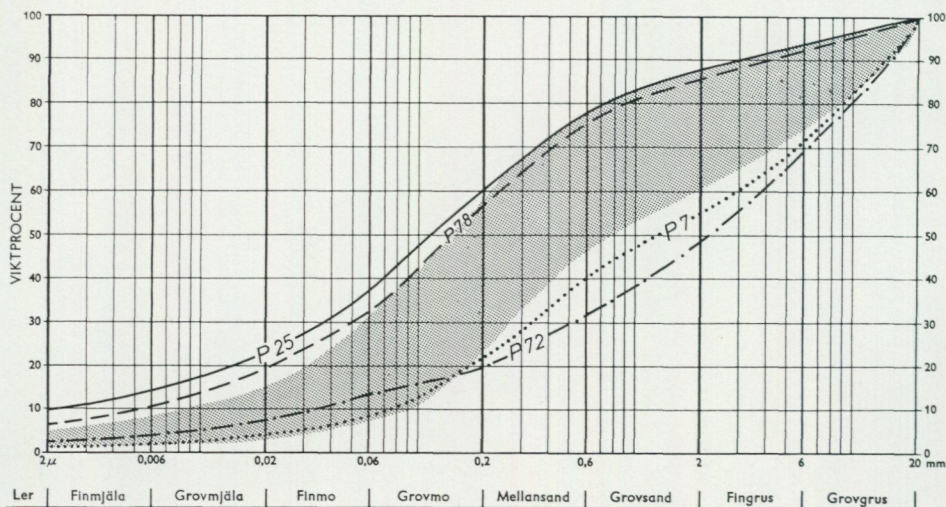


Fig. 4. Kornstorleksdiagram visande grundmassans sammansättning i de undersökta moränproverna. Proverna av sandig-moig morän faller inom den skuggade ytan. Prov av avvikande moräntyper anges med nummer.

*Diagram showing the grain size distribution of the matrix in the investigated till samples. Samples of sandy till fall within the hatched area. Samples of other till types are numbered.*

Fingrusfraktionen har undersökts petrografiskt under binokulärmikroskop. Denna fraktions innehåll av kambrisk sandsten och alunskiffer redovisas i tabell 2. Resultatet är baserat på identifiering av 500–600 korn för varje prov.

## PROVBEREDNING FÖR MINERALOGISK ANALYS

### LERTPARTIKLAR

Provberedningen har skett enligt vanliga rutiner för lermineralanalys med enklast möjliga förfarande.

Moränmaterialen dispergerades i destillerat vatten. Efter en viss tids sedimentation i bägare avpipetterades den del av suspensionen, som då innehöll lerpartiklar  $< 2 \mu\text{m}$ . Den avpipetterade volymen filtrerades över ett  $0.45 \mu\text{m}$  membranfilter och preparaten bereddes enligt Drever (1973), vilket ger en preferentiell orientering av skiktmineralen efter basplanen.

För en första översikt analyserades proverna i naturligt tillstånd och därefter, för speciell identifiering av vissa mineral, behandlades proverna med etylenglykol (EG), med syra (HCl) och med hydraziniumhydroxid (Range *et al.* 1969). Några av proverna värmebehandlades ( $500^\circ\text{C}$ ).

## MORÄNENS MATRIX

Efter det att korn  $>2$  mm avlägsnats ur moränprovet, nedmalades materialet. Mineralbestämningen utfördes med XRD analys. För reduktion av orienteringseffekterna användes s.k. packade preparat (enligt Byström-Asklund 1966).

## SANDPARTIKLAR

Partiklar ur mellansandfraktionen (0.2—0.6 mm) separerades för bestämning av basmineralindex,  $B_x$ , (jfr tabell 2). För en mera detaljerad undersökning av  $B_x$ -fraktionens mineralogiska sammansättning separerades materialet i 7 av proverna ytterligare med tunga vätskor med densiteten  $2.96 \text{ g/cm}^3$  (tetrabrometan) och  $3.31 \text{ g/cm}^3$  (dijodmetan) och analyserades därefter med XRD.

## ANALYS

XRD analyserna utfördes med en Philips diffraktometer (PW 1050) med AMR monokromator och kopparstrålning ( $\text{CuK}\alpha$ ). Goniometerhastigheten var  $1^\circ (2\theta)$  per minut och pappershastigheten 10 mm per minut. Mineralen identifierades från XRD data med hjälp av ASTM-tabeller (XPDF), Brown (1961) och av Thorez (1975, 1976). Halterna av de olika mineralen uppskattades från höjden av utvalda XRD reflexer. Vid samma innehåll av de olika mineralen antogs dessa ha de höjrelationer, som anges i tabell 3.

Då mineralens reflexer sammanfaller, måste korrektioner utföras. Kloritens 001-reflex sammanfaller med vermikulitens  $14\text{\AA}$ -reflex. I detta fall har vermikulitreflexens höjd korrigerats för klorit genom att reduceras med ett belopp, som svarar mot höjden av kloritens 003-reflex vid  $4.7\text{\AA}$ . Det antas således, att kloritens 001- och 003-reflexer är lika höga i här förekommande typer. Vid  $7\text{\AA}$  sammanfaller kloritens och kaolinitens reflexer. I de fall då båda mineralen är närvarande beräknas, att kloriten bidrar till  $7\text{\AA}$ -reflexen med en del, som motsvarar 3 ggr höjden av 003-reflexen vid  $4.7\text{\AA}$ . Resten av  $7\text{\AA}$ -reflexens höjd antas utgöras av kaolinit.

## RESULTAT

## MORÄNFRAKTIONERNAS MINERALOGISKA SAMMANSÄTTNING

## LERFRAKTIONEN

Resultatet av analyserna redovisas i form av XRD diagram i fig. 5. Uppskattade halter av identifierade mineral anges i tabell 6 och i fig. 6. I fig. 6 har enbart lermineralen medtagits.

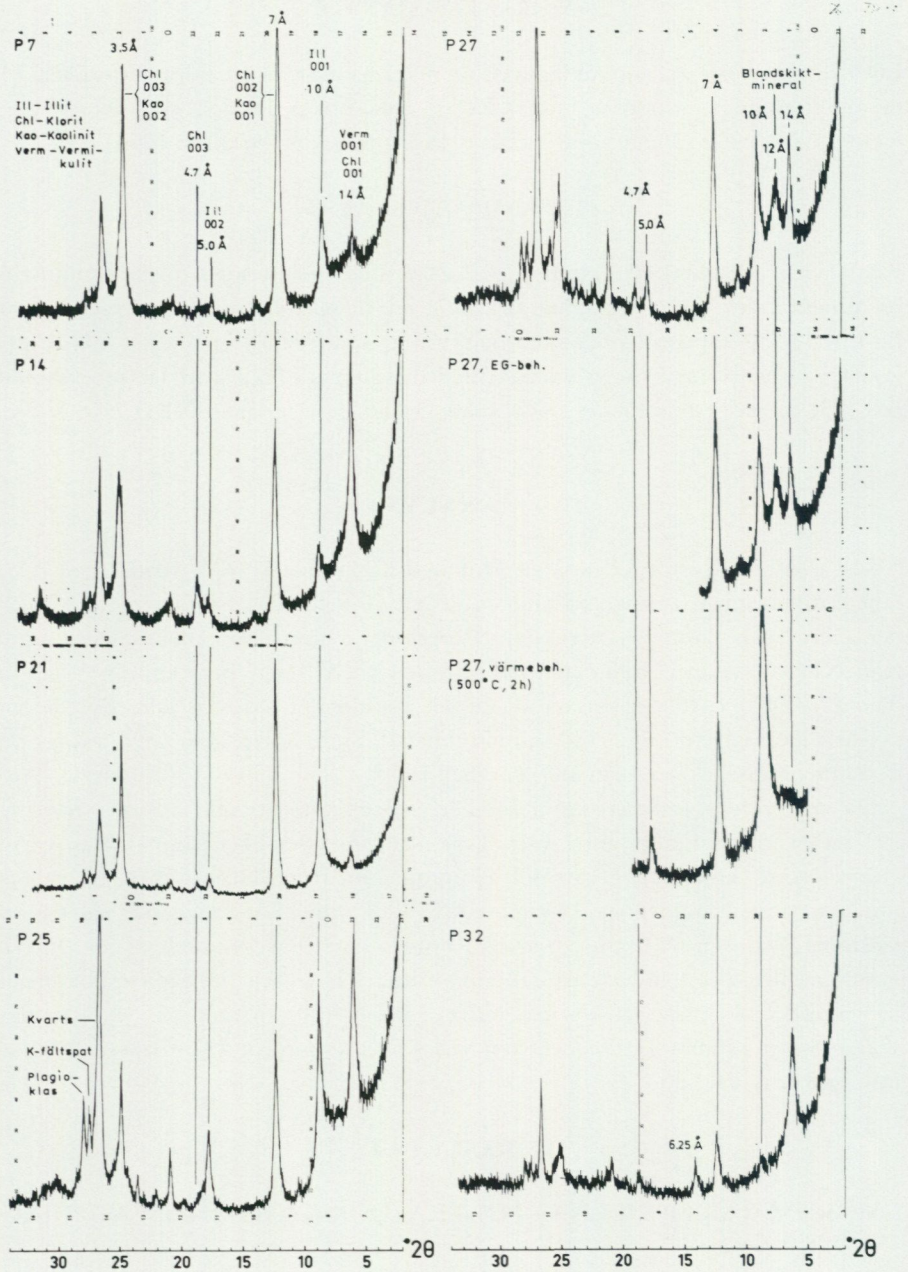
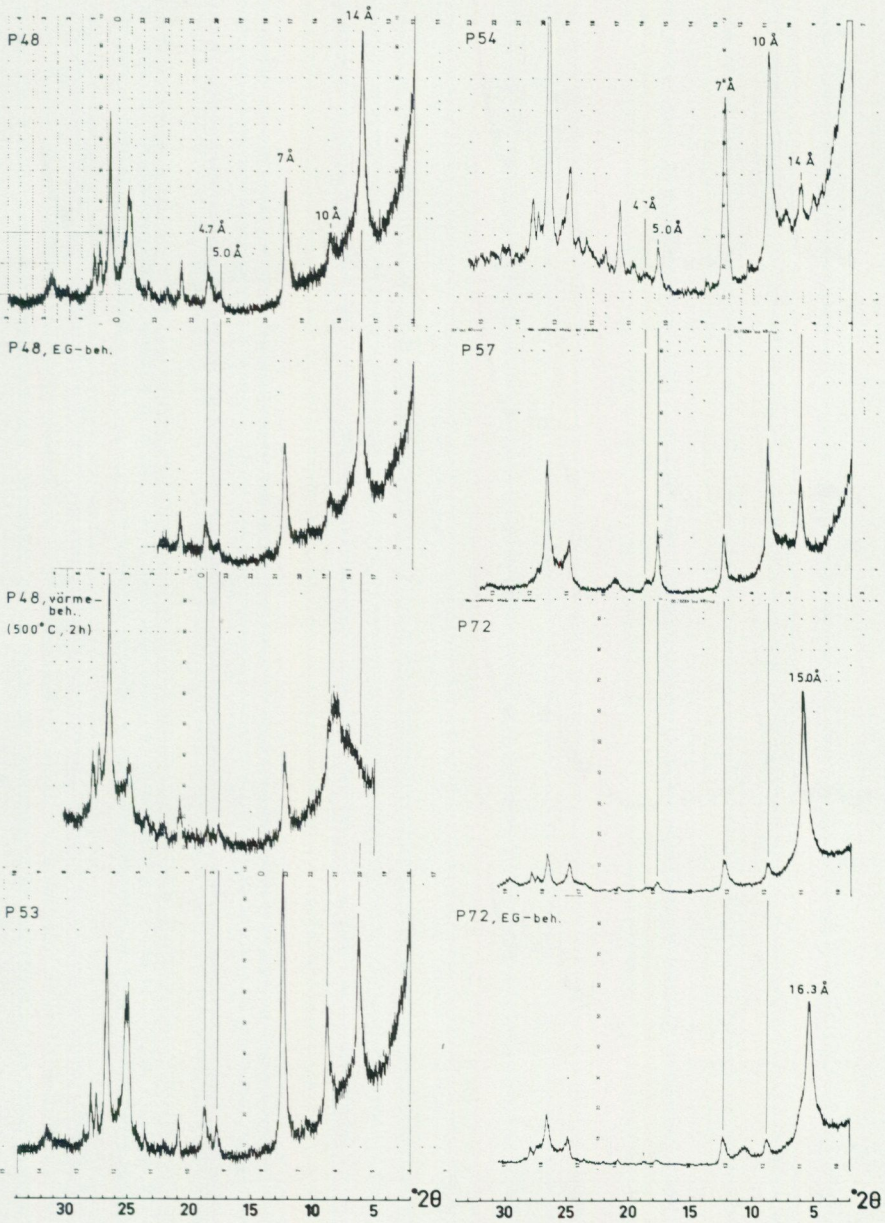


Fig. 5. Tre delar, text å s. 12.

*Three parts; text, see p. 12.*



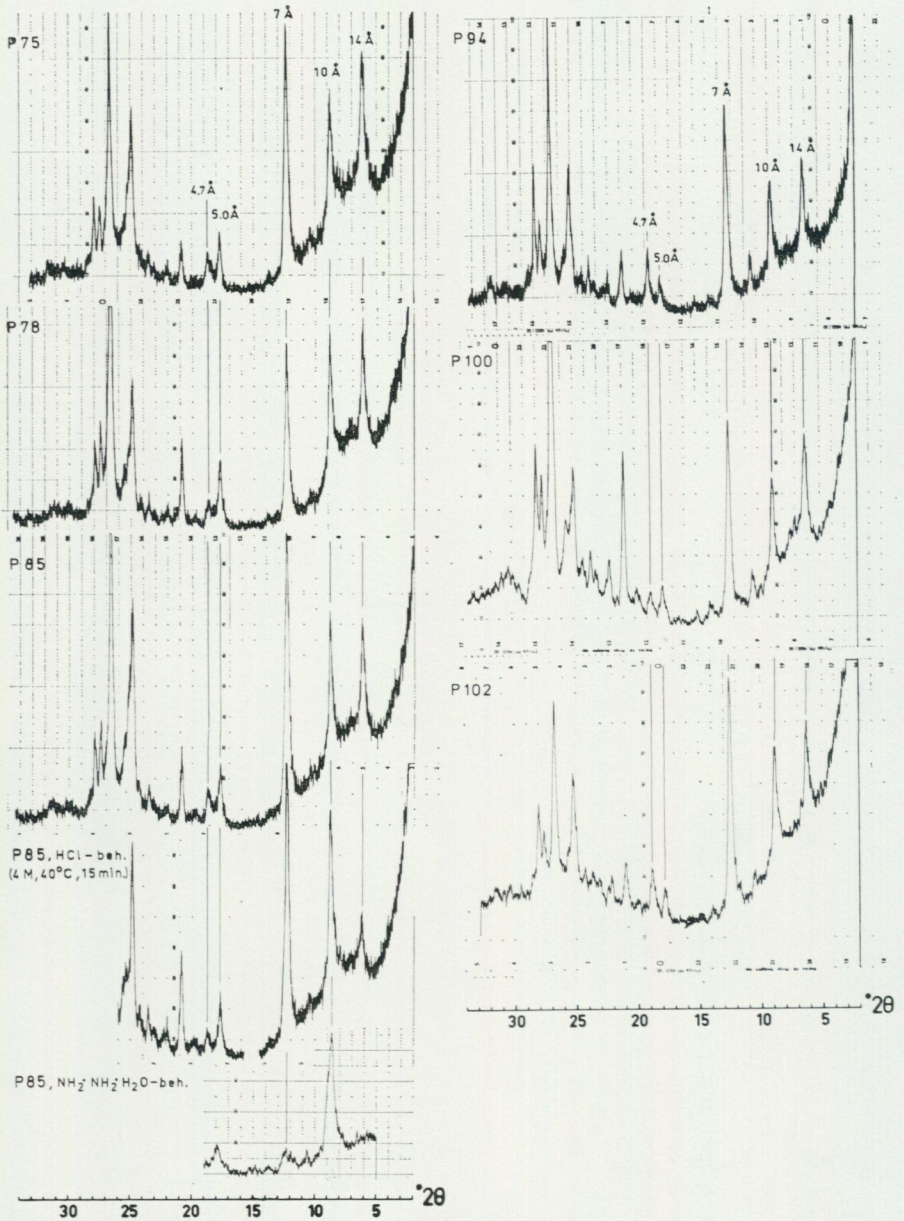


Fig. 5. XRD diagram av moränprovernas lerfraktion. De flesta diagrammen representerar analys av materialet i obehandlat lufttorrt tillstånd. Drever-teknik (Drever 1973) har använts vid provberedningen för erhållande av preferentiellt orienterade kristaller.

*X-ray diffractograms of the clay fraction (<2 μm) of the till samples. Most diffractograms are representative of untreated air-dry material. The technique of Drever (1973) has been used for preparation of oriented specimens.*

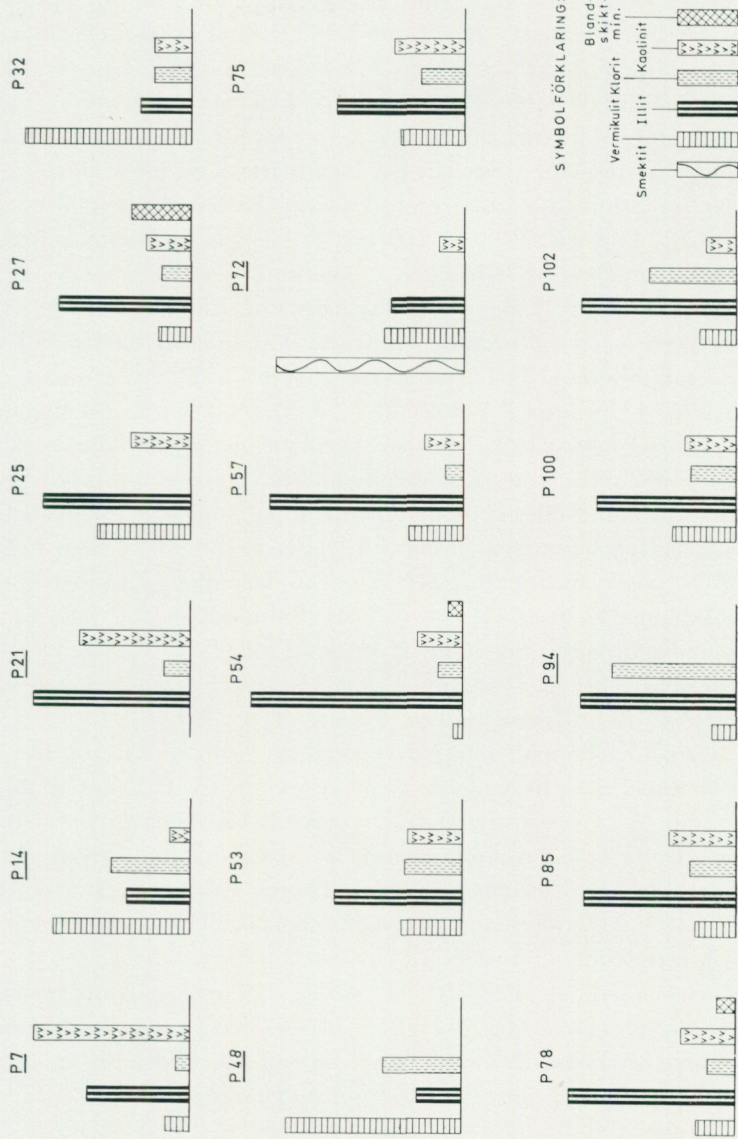


Fig. 6. Fördelning av lermineral i moränmaterialalets lerfraktion. Staplarnas höjder är proportionella mot uppskattade halter av de olika mineralen. Prover där även sandfraktionen har undersökts är understrukna i figuren.

*Distribution of clay minerals in the clay fraction of the till materials. Heights of the columns are proportional to estimated contents of the minerals (blandskiktmin. = interstratified minerals). Samples for which the sand fraction was also examined are underlined in the figure.*

Det framgår att illit och vermikulit är representerade i samtliga prover utom i P 21, där vermikulit saknas. Klorit och kaolinit finns också i de flesta proven. Klorit saknas dock i prov P 25 och P 72. I P 7 är klorithalten mycket låg. Kaolinit har inte påträffats i prov P 48 och P 94. I många av proverna finns också blandskiktmineral, vanligen i låga halter, men proverna P 27, P 54 och P 78 innehåller något större mängd. Smektit har identifierats i ett prov, nämligen i P 72.

Vid sidan av lermineralen förekommer kvarts, K-fältspat, plagioklas och amfibol (tabell 6). Proverna P 94, P 100 och P 102 har de högsta halterna. Plagioklasen dominerar över K-fältspaten i dessa prover.

Illitens kristallinitet är i allmänhet hög i det undersökta materialet. XRD reflexerna är skarpa (icke breddade). Intensitetsförhållandet mellan 001-reflexen (10Å) och 002-reflexen (5Å), som är ett uttryck för illitens järnhalt, varierar bland proverna. I proverna P 7, P 21, P 27, P 54 och P 94 är förhållandet högst (tabell 4). Graff-Petersen (1961) betecknar illiter med ett förhållande 3—4 mellan 001- och 002-reflexerna som aluminiumrika, muskovitliknande. Prov med förhållandet 4—7 innehåller en blandning av aluminiumrik och dioktaedrisk och järnrik trioktaedrisk biotitliknande illit (Roaldset 1972). Ett så högt förhållande som 11 (P 21) visar således att illiten är starkt järnhaltig i ett sådant prov.

Vermikulithalten är högst i de prover, där illitinnehållet noterades vara ovanligt lågt, nämligen i proverna P 14, P 32 och P 48.

Det finns olika typer av vermikulit i proverna och vissa av dem kan vara svåra att skilja från Fe, Al-smektiter (jfr Vicente *et al.* 1977).

Vermikulit sväller normalt inte vid behandling med etylenglykol. Detta gäller också för vermikuliten i de undersökta proverna (fig. 5, P 27 och P 48), utom i ett, P 25, där 001-reflexen flyttar från 14.6Å till 15.7Å, då provet mäts med etylenglykol. Detta är en reaktion som är karakteristisk för Ca-vermikulit med låg överskottsladdning i elementarskikten (Thorez 1976). Det kan noteras (tabell 2) att just P 25 är det enda prov som innehåller kalk, vilket förklarar närvaron av Ca-vermikuliten i provet.

Genom syrabehandling (4 M HCl vid 40° C i 15 min.) förstörs vermikulitens struktur. Detta framgår av fig. 5 (P 85). 14Å-reflexens intensitet har starkt reducerats genom syrabehandlingen. Kvar är huvudsakligen den del av 14Å-reflexen, som kan hänföras till klorit. Starkare syrabehandling medför, att även kloritstrukturen nedbryts.

Vid värmebehandling (500° C i 2 tim.) uppför sig vermikuliten på olika sätt i proverna. I några av de undersökta proverna minskar skiktavståndet från 14Å till 10 Å genom värmebehandlingen, medan i andra prover (ex. P 32 och P 48, fig. 5) skikten inte helt kollapsar till 10Å, utan XRD diagrammen uppvisar flera reflexer i intervallet 14—10Å samtidigt som bakgrundsintensiteten höjs. Det är tydligt, att det finns olika typer av vermikulit i ett och samma prov, samt att denna även kan vara blandskiktad. Al-vermikulit och skikt, som är kloritiserade, är de komponenter i den blandskiktade vermikuliten, som inte kollapsar till 10Å

genom värmebehandlingen (Thorez 1976).

Klorithalten är högst i proverna P 94 och P 102 och klorit utgör tillsammans med illit de dominerande mineralen. Proverna P 14 och P 48 har också ett högt kloritnehåll, men illithalten är här ovanligt låg. Det är svårt att avgöra om kloritens kemiska sammansättning varierar mellan proverna, eftersom reflexerna, som används för denna bedömning, sammanfaller med sådana, som härrör från vermikulit och kaolinit. Vid de semi-kvantitativa bestämningarna antogs kloriten ha lika sammansättning i lerfraktionen av samtliga prover.

Kaolinit finns i nästan alla prover. Kaolinithalten är högst i proverna, P 7 och P 21. Att döma av hydraziniumhydroxidtesten är kaoliniten en oftast välkristalliserad normal kaolinit.

Den smektit, som är dominerande mineralkomponent i lerfraktionen av prov P 72, har vid lufttorrt tillstånd 001-reflexen belägen vid 15Å. Vid EG-behandling sväller mineralet så att 001-reflexen påträffas vid 16.3Å. Detta värde är emellertid något för litet för EG-mättad Ca-smektit enligt Thorez (1976). Sannolikt är smektiten något blandskiktad med vermikulitskikt och/eller med ett mindre antal illitskikt.

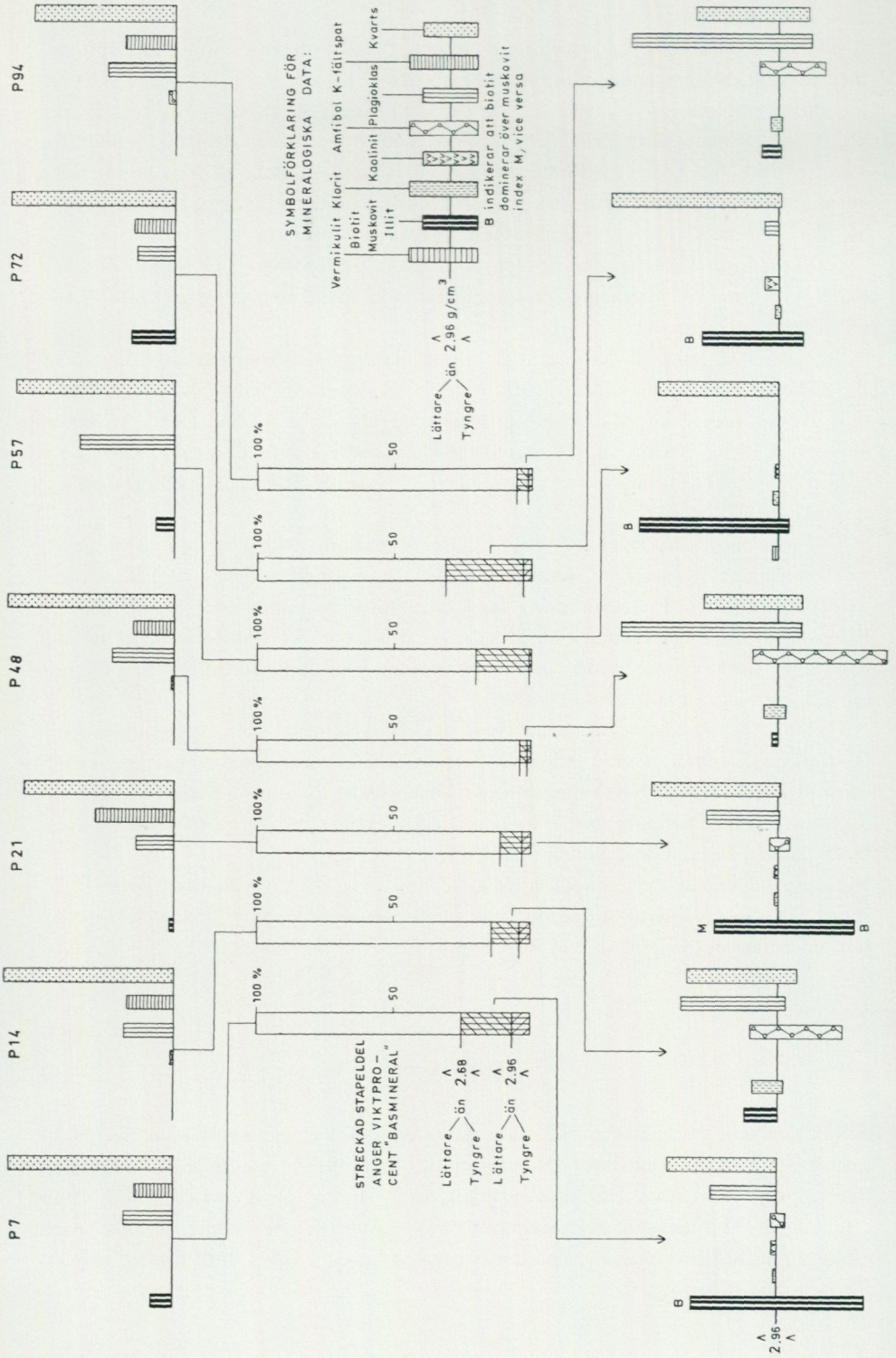
Tre prover (P 27, P 54 och P 78) har ett markant inslag av blandskiktmineral och dessa tycks vara av samma slag. De har en stark reflex vid 12Å, som inte ändrar läge vid EG-behandling men däremot ökar något i intensitet. 12Å-reflexen försvinner vid värmebehandling och intensiteten av 10Å-reflexen ökar (fig. 5, P 27). Detta är ett typiskt reaktionsmönster för blandskiktmineral bestående av illit- och vermikulitkomponenter.

I många av de andra proverna finns blandskiktmineral men dessa utgör här i de flesta fall ingen större andel av lerfraktionen. Deras närvaro påvisas av en förhöjd bakgrund på XRD diagrammen i intervallet 10—14Å. Efter EG-behandling ändras XRD diagrammets mönster något, vilket indikerar närvaro av sväljande skikt i dessa blandskiktmineral.

I några XRD diagram uppträder en reflex vid 6.25Å (tydligast i prov P 32, fig. 5). Reflexen härrör sannolikt från mineralet lepidokrokit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), som har sin starkaste reflex just vid "d-värdet" 6.25Å.

#### MATRIXEN

XRD analysen av material <2 mm efter nedmalning ger en bild av sammansättningen i stort. Resultatet redovisas i fig. 7. Halterna av de olika mineralen har uppskattats från XRD diagrammen med ledning av de värden, som finns i tabell 3. Då analysförutsättningarna (varierande provberedningsteknik) varit olika för skilda fraktioner gäller dock, att resultaten i fig. 7 inte direkt är jämförbara med dem i fig. 6.



## BX-FRAKTIONEN

Som framgår av tabell 7 faller de flesta "basmineralen" inom densitetsintervallet 2.68—2.96 g/cm<sup>3</sup>, medan mineral med densitet >3.31 g/cm<sup>3</sup> (tabell 8) utgör en mycket liten del av fraktionen. Tre prover (P 7, P 57 och P 72) har ett mycket högt basmineralindex. Största delen av materialet utgörs av glimmer och kvarts (fig. 7). Det höga innehållet av kvarts bland "basmineralen" beror på att kvartsen är aggregerad med biotiten. Basmineralindex för amfibol-plagioklasrika prover är däremot jämförelsevis lågt (fig. 7).

Glimmermineralen i de undersökta proverna består både av biotit och av muskovit. 060-reflexen har använts för att skilja dessa åt. Dessutom har (liksom för illiten) förhållandet mellan 001- och 002-reflexerna studerats (tabell 5), vilket ger en uppfattning om vilken glimmer, som dominerar i provet. Ett högt förhållande antyder, att biotit dominerar över muskovit (jfr Bradley och Grim 1961).

Vid jämförelse mellan glimvern i mellansandsfraktionen och illiten i lerfraktionen (tabellerna 4 och 5) framkommer att för vissa prover är förhållandet mellan 001- och 002-reflexerna likartat, högt för P 7 och lågt för P 14 och P 48, i båda fraktionerna. I prov P 7 är mineralen järnrika och i proverna P 14 och P 48 aluminiumrika. I proverna P 21, P 57 och P 94 råder däremot inte samma överensstämmelse. Mineralen i proverna P 21 och P 94 har ett lågt förhållande mellan 001- och 002-reflexerna i mellansandfraktionen, medan det är högt i lerfraktionen. Ett motsatt förhållande råder i prov P 57, där förhållandet är högre i mellansandfraktionen än i lerfraktionen. Dessa olikheter kan ha flera förklaringar. Mineralen kan ha olika ursprung. Materialet i lerfraktionen kan vara långtransporterat, medan materialet i mellansandfraktionen är mera lokalt.

Fig. 7. Mineralfördelning i olika fraktioner av morän.

Staplarna i översta raden anger uppskattad sammansättning av material med kornstorlek mindre än 2 mm (bulkprover).

Staplarna i mellersta raden redovisar partikelfördelningen inom olika densitetsintervall för moränmaterialets mellansandfraktion (0.2—0.6 mm). Viktprocent partiklar med densitet >2.68 g/cm<sup>3</sup>, Bx, anges med streckning. Partiklar med densitet >2.96 g/cm<sup>3</sup> anges också i staplarna.

Staplarna i nedersta raden anger uppskattad sammansättning av Bx-fraktionen. Den horisontella linjen delar fraktionen i en del med densitet 2.68—2.96 g/cm<sup>3</sup>, över linjen, och i en del med densitet >2.96 g/cm<sup>3</sup>, under linjen.

*Mineral distribution in different till fractions.*

*The columns of the upper row show estimated composition of material with grain size less than 2 mm (bulk samples).*

*The columns of the middle row give the particle distribution within different density intervals of the sand fraction (0.2—0.6 mm). Particles with density >2.68 g/cm<sup>3</sup> are shown as screened parts of the columns (Bx-fraction). The fraction with density >2.96 g/cm<sup>3</sup> is also shown in the columns.*

*The columns of the lower row show estimated composition of the Bx-fraction. The horizontal line divides the fraction (>2.68 g/cm<sup>3</sup>) into two parts, with density 2.68—2.96 g/cm<sup>3</sup> above the line, and density >2.96 g/cm<sup>3</sup> below the line.*

## DISKUSSION

## SAMBAND MELLAN BERGGRUNDENS OCH MORÄNENS MINERALOGI

Faktorer, som påverkar moränens petrografiska och mineralogiska sammansättning, har behandlats av flera författare, t.ex. Lindén 1975, Rosenqvist 1975 och Haldorsen 1977. Viktiga faktorer är bl.a. typ av moderbergart och dess resistens mot iserosion, områdets topografi och avlagringarnas mäktighet. Bergarter, som har låg resistens mot iserosion t.ex. kambrosiluriska skiffrar, påverkar sammansättningen av moränmaterialets matrix (partiklar med kornstorlek  $<2$  mm) i mycket högre grad än mer svåreroderade bergarter (Haldorsen 1977).

I det område, som här undersökts, förekommer inte kambrosiluriska bergarter i fast klyft. Däremot uppträder kambrisk sandsten och alunskiffer i många av moränproverna (tabell 2). Tidigare undersökningar (Persson 1973) visar, att de kambriska sandstenar, kalkstenar och bitar av alunskiffer, som förekommer i is-älvsmaterial i regionen, härrör från området kring Hjälmaren i Närke. Ingenting talar för att kambroordoviciska bergarter finns fast anstående på botten av t.ex. Viren eller Tisnaren. Studier av landisens rörelseriktning i området under avsmältningens slutskede (fig. 2) visar, att de kambriska sandstenar, kalkstenar och bitar av alunskiffer, som förekommer i morän i området väster och sydväst om Katrineholm, också härrör från Närke.

Proverna P 25, P 27, P 53, P 54, P 85 och P 100 från en zon med nordvästlig utsträckning, ungefär i isrörelseriktningen, har de högsta halterna av kambrisk alunskiffer. På basis av lerfraktionens mineralogiska sammansättning går det inte att finna något, som är direkt karakteristiskt för just dessa prover förutom en jämförelsevis hög kaolinithalt och ett vanligen högt illit/kloritförhållande. Kaoliniten härrör sannolikt från nedkrossad alunskiffer (jfr Assarsson och Grundulis 1961). Även i de närliggande proverna P 75 och P 78 kan kaolinitinnehållet tänkas ha samma ursprung, trots att fingrusfraktionen här inte innehåller alunskiffer. Däremot finns det kambrisk sandsten i denna fraktion (tabell 2). I det undersökta moränmaterialet finns prover, som har mycket högre kaolinithalt än ovan nämnda, nämligen proverna P 7 och P 21. Urbergsmaterial, granit och pegmatit, utgör här lokal berggrund och har gett upphov till grovkorniga, grusigt-sandiga moräner. Det framgår av proverna att lokalt urbergsmaterial dominerar. Glimmerhalten är hög i Bx-fraktionen och lerfraktionen har ett mycket högt illit/kloritförhållande och även ett högt förhållande mellan illitens 001- och 002-reflexer (tabell 4). Illiten är alltså mycket järnrik och utgör sannolikt en mekanisk nedkrossningsprodukt av den rikligt förekommande biotiten. Vermikulithalten är mycket låg i P 7, och i P 21 saknas vermikulit. Detta visar att materialet i mycket liten utsträckning påverkats av podsolvittring. Kaoliniten kan eventuellt tolkas som en rest från en pre-kvartär kaolinvittring av berggrunden, liknande den som förekommer i Dalsland (Larsson 1956) och i Skåne och Ble-

kinge (Byström-Asklund 1968).

Proverna P 54 och P 57 skiljer sig från de övriga genom att illit är det helt dominerande mineralet i lerfraktionen. Dessa prover är tagna strax intill det stora glimmerskifferområdet i nordväst. Eftersom isrörelseriktningen är nordvästlig, är det sannolikt, att illiten utgör en nedmalningsprodukt av glimmerskiffern.

I proverna P 14, P 48 och P 94 är kloritnehållat mycket högt och Bx-fraktionen har en högre amfibolhalt än övriga prover (jfr fig. 7). Även prov P 102 har en jämförelsevis hög klorithalt. I prov P 48 kan kloriten och amfibolen härledas till den lokala berggrunden. Denna består av gabbro, som innehåller amfibol i form av hornblände. Den lokala berggrunden runt provpunkterna P 14 och P 94 består däremot av granit och gnejs och något omedelbart samband med den observerade förhöjningen har inte kunnat fastställas. En viss del av lerfraktionens kloritnehåll kan också tänkas härröra från biotit. Detta senare mineral visar ofta i tunnslip en retrograd omvandling till klorit i områdets ytbergartsgnejsjer.

Lokala förekomster av basiska bergarter (exempelvis diabasgångar nordväst om provpunkt P 14) kan likaledes ge sig tillkänna genom en förhöjd klorithalt i moränens lerfraktion. Genom vittring i moränen omvandlas de mafiska mineralen från de basiska bergarterna lätt till klorit och till vermikulit (jfr Stephan 1952 och Basham 1974).

Vermikulithalten har uppskattats som mycket hög i proverna P 14, P 32 och P 48. I prov P 48 har den, liksom kloriten, sitt ursprung i mineral från den lokala basiska berggrunden. Även i prov P 14 har vermikuliten sannolikt samma ursprung som kloriten. I prov P 32 är mineralen i högre grad påverkade av vittring än i andra prover. Den höga halten av järnoxid (lepidokrokitt) i provet indikerar detta. Det är därför mycket svårt att dra slutsatser om detta materials ursprung. Rent allmänt är vermikuliten dock svår att härleda till någon särskild bergart, eftersom många mineral omvandlas till vermikulit genom vittring.

Prov P 72 avviker från de övriga både vad gäller kornstorlek och mineralogisk sammansättning. Moränen är grusig-sandig och basmineralindex är mycket högt. Detta beror på hög biotithalt. Tillsammans med biotiten och ofta aggregerad med denna förekommer kvarts. Både K-fältspat och plagioklas finns i melansandfraktionen, men fältspaterna är inte som kvartsen aggregerade med biotiten. Lerfraktionen är speciell såtillvida att smektit ingår som dominerande mineral. Det ligger nära till hands att koppla förekomsten av smektit till mylonitseringen, då bildningen av detta mineral vanligen sammanhänger med omvandlingar i uppsprucken berggrund (jfr Ahlberg och Lundgren 1978). Kaoliniten i provet har sannolikt samma ursprung som smektiten. Vermikuliten har troligen bildats genom podsolvittring av glimmern i moränen.

I vissa fall föreligger ett klart samband mellan berggrundens sammansättning och tungmineralen i moränproverna (densitet  $>3.31$  g/cm<sup>3</sup>). Sålunda emanerar turmalin i prov P 21 från den lokala berggrunden, som består av turmalinföran-

de pegmatit. Även granaterna i proverna P 7 och P 94 har ett lokalt ursprung. I prov P 72 dominerar titanmineralen rutil och anatas helt tungmineralfraktionen. Dessa mineral har däremot inte gått att härleda till någon speciell bergart i området.

### RELATION "BASMINERAL" — LERMINERAL

Vid beskrivning av en jordarts mineralogiska karaktär används ofta i kvartärgeologiska arbeten och kartbladsbeskrivningar en av Tamm (1934) föreslagen metod, där ett s.k. basmineralindex framräknas. (Basmineralindex definieras som den procentuella del av mellansandfraktionen, som har en densitet  $>2.68 \text{ g/cm}^3$ ). Basmineralindexbestämningar är särskilt lämpade för registrering av lättvittrade grönstensmineral (op. cit.), d.v.s. olivin, pyroxen och amfibol. Inget av de undersökta proverna uppvisar högre halter av sådana mineral. Högsta halterna av grönstensmineral i form av amfibol påträffades i proverna P 14, P 48 och P 94 (fig. 7).

Klorithalten syns stå i viss relation till amfibolhalten i Bx-fraktionen. Det är troligt att kloriten ingår i partiellt omvandlade amfibolkorn, då kloritisering av grönstensmineral är en mycket vanlig företeelse (jfr Deer, Howie and Zussman 1962). Detta samband mellan halten grönstensmineral och klorit innehåll är värt att notera, speciellt i sammanhang med lermineralets mineralogiska sammansättning. Det visar sig nämligen att proverna P 14, P 48 och P 94 har en ovanligt hög klorithalt i lerfraktionen (fig. 5 och 6), vilket blir särskilt uppenbart om klorit innehåll jämförs med provernas illit innehåll. Proverna P 14 och P 48 innehåller dessutom mycket vermikulit, till vilket grönstensmineralen, som tidigare nämnts, lätt omvandlas genom vittring.

Metoderna kan i vissa fall ge helt olika resultat. Så visar t.ex. den mineralogiska analysen av lerfraktionen i prov P 48, som är taget där den lokala berggrunden består av gabbro (tabell 1), tydligt närvaron av lättvittrade grönstensmineral, medan Bx-värdet är mycket lågt. Det är uppenbart, att grönstensmineralen förekommer i materialet, som är finkornigare än mellansanden. Då lerpartiklar är mera lösliga än sandpartiklar är det givet, att lermaterialets mineralogiska sammansättning är av större betydelse än sandmaterialets för bedömning av tillgång på näringsämnen i en jordart.

Höga värden på basmineralindex noterades speciellt i proverna P 7, P 57 och P 72 (tabell 2, fig. 7). Det är dock icke grönstensmineral, som bidrar till ett högt index i dessa prover, utan, som också tidigare nämnts, glimmer och med denna aggregerad kvarts. En uppfattning om glimmer- respektive kvartshalten erhöles genom bestämning av kaliumhalten i Bx-fraktionen för proverna P 57 och P 72, som nästan helt består av dessa två mineral. Proverna innehåller 6.5 respektive 4.4 %  $\text{K}_2\text{O}$ . Om glimmerhalten i genomsnitt antas innehålla 8.5 %  $\text{K}_2\text{O}$ , inne-

bär detta, att glimmerhalten är 76 % i prov P 57 och 52 % i prov P 72, d.v.s. Bx-fraktionen av proverna innehåller så mycket som 24 respektive 48 % kvarts.

En hög "glimmer"-halt (illit) återfinns också i lerfraktionen i prov P 57 (fig. 6). Däremot uppvisar inte de glimmerrika proverna P 7 och P 72 högre illitinhåll än övriga prover.

### SLUTSATS

Studien visar, att en översiktlig XRD analys, som den här presenterade, ger en bild av jordarternas mineralogiska sammansättning och kan användas som rutinanalys av jordartsprover.

Undersökningen bekräftar också, att moränens lermineralogiska sammansättning varierar stort inom kartbladsområdet. Även tungmineralinnehållet i de prover, som undersökts, varierar med i några fall uttalat höga halter av vissa mineral. Någon noggrannare undersökning av berggrunden i detta avseende har dock inte företagits.

Om den lokala berggrunden består av mekaniskt lätteroderade bergarter, exempelvis olika slags skiffrar, eller om det finns fragment av sådana i moränen, kommer lermineralogin att helt karakteriseras av den lätteroderade bergartens mineralogiska sammansättning. Morän, som innehåller lätteroderat alunskiffermaterial, får sålunda sin karaktär av alunskiffrens mineralogiska sammansättning. Finns glimmerskiffer i berggrunden återspeglas också detta. Av särskilt intresse är att, om moränen innehåller mineral vanliga i basiska bergarter, t.ex. amfiboler, tycks detta mycket tydligt komma till uttryck genom att klorithalten och/eller vermikulithalten ökar markant i moränens lerfraktion. Antalet undersökta prover är dock för få för att tillåta mer generella slutsatser, men om dessa indikationer är allmängiltiga, skulle en mineralogisk analys av moränens lerfraktion väl komplettera och t.o.m. ersätta de basmineralindexbestämningar, som nu utförs. Då mellansandfraktionen i morän härrörande från täta och mycket finkorniga bergarter innehåller aggregerade mineralkorn, fås enligt Tamm (1934) ett högre basmineralindex än vad som skulle vara fallet, om bestämningarna gjordes på material från en grovkornigare bergart med lika mineralogisk sammansättning. Enbart bestämning av basmineralindex kan således ge en direkt missvisande mineralogisk bild av morän som ligger över en så komplicerad berggrund som den i det undersökta området med bergarter av olika omvandlingsgrad och finkornighet. Det är därför nödvändigt att Bx-fraktionen i morän över icke homogena gnejs- och granitområden studeras mera i detalj för att se vad basmineralindex egentligen representerar.

**SUMMARY:** MINERALOGICAL INVESTIGATION OF TILL FROM AN AREA WEST OF KATRINEHOLM, SWEDEN

Within the map area Katrineholm NV, the mineralogy of certain till fractions has been investigated. The main purpose of the investigation was to find out whether the mineralogical composition of the clay material varies with respect to other geological parameters in the area.

17 till samples were chosen for mineralogical analyses of the clay material. In addition, sand particles and bulk material ( $<2$  mm) were examined in seven of the till samples (Fig. 7 and Table 7). In a till description, the content of particles with a density  $>2.68$  g/cm<sup>3</sup> in the sand fraction 0.2–0.6 mm (Bx-value, Table 2) is used to characterize the mineralogical quality of the till (Tamm 1934). The Bx-fractions of the samples chosen have been examined and the meaning of the Bx-value will be discussed.

The sample preparation was done in the most simple way. The matrix material ( $<2$  mm) was suspended in distilled water and then left to settle. A part of the minus 2  $\mu$ m fraction was pipetted from the suspension after a certain time. Glass slide (oriented) specimens were prepared for X-ray diffraction (XRD) analysis according to Drever (1973).

The XRD analyses were performed with a diffractometer using copper radiation (CuK $\alpha$ ). The rate of scanning was 1 degree ( $2\theta$ ) per minute and chart speed 10 mm per minute.

The specimens were first analysed in an air dry condition. Then for special identification of the different minerals they were treated in the following ways; with ethylene glycol vapour at 60° C (EG-beh.) with dilute HCl, with hydrazinium hydroxide (NH<sub>2</sub> · NH<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O) and also heated to 500° C. The bulk material  $<2$  mm was ground to a powder. The powder was analysed with random orientation of the crystals in a special sample holder.

The sand material was separated in heavy liquids into different density fractions (Table 7). Each of which were ground and analysed by XRD.

The X-ray diffractograms of the clay fraction of all the 17 samples are given in Fig. 5. Estimated contents of the different clay minerals are diagrammatically represented in Fig. 6. XRD peak heights and the factors given in Table 3 were used for the quantitative estimations. For the seven samples studied in detail, the estimated contents of the different minerals in the sand material and the bulk material  $<2$  mm are given in Fig. 7 and Table 8.

The local bedrock of the map area is shown in Fig. 1, and Fig. 3 shows the sampling sites.

The mineralogical composition of the clay fraction is highly variable (Table 6 and Fig. 6), however, illite is usually the predominant mineral. Aluminium rich as well as iron rich illites have been found.

Kaolinite is present in almost all the samples. In many samples (P 25, P 27, P 53 P 54, P 75, P 78, P 85, and P 100), the kaolinite seems to be derived from comminuted alum shale fragments which are present in the till (Table 2). In the two samples with the highest kaolinite content (P 7 and P 21), however, a different origin seems apparent, that is, from kaolinized local bedrock.

A high content of chlorite was found in four samples (P 14, P 48, P 94, and P 102, Figs. 5 and 6). It may be seen in Fig. 7 that chlorite is present also in the sand fraction with a density  $>2.68$  g/cm<sup>3</sup>. In the very same samples the highest content of amphibole has been noticed. Also the contents of basic plagioclases (density  $>2.68$  g/cm<sup>3</sup>) are higher than in the sand fraction of the other samples (Fig. 7). In sample P 48,

these minerals are derived from the local bedrock which consists of gabbro (cf. Figs. 1 and 3). The chlorite could therefore be a good indicator of the total content of mafic minerals in the till. Abundant vermiculite is present in two of these samples (Fig. 6, P 14 and P 48). This mineral is easily formed by weathering of mafic minerals. The low content of vermiculite in sample P 94 indicates that this material has hardly been affected by weathering processes.

Various types of vermiculite are present in the clay fraction, including the normal non-swelling 14Å vermiculite with the 001-spacing contracting to 10Å by heat treatment and (Al, Fe)-vermiculites in which the 001-spacing does not contract to 10Å by heat treatment. In some samples both types are present, in some cases the different layer types are interstratified. Swelling Ca-vermiculite was found in one sample (P 25), the only sample in which calcite also is present.

The highest contents of interstratified minerals (blandsiktmineral, Figs. 5 and 6) were found in the samples P 27, P 54 and P 58. Illite and vermiculite layers are the main components of the interstratified minerals. Minor amounts of interstratified minerals are present also in some of the other samples as indicated by a high background in the interval 10–14Å of the X-ray diffractograms. The X-ray pattern is somewhat changed after EG-treatment demonstrating the presence of swelling layers in the minerals.

Smectite has been found in one till sample (P 72). It probably originates from the local bedrock which consists of mylonite (Fig. 1). In fractures, this rock may be altered to clay.

In some of the till samples, the content of iron oxide is high. An X-ray peak at 6.25Å (P 32) indicated that lepidocrocite is present.

In the samples studied, even a small increase of mafic minerals (such as amphibole and pyroxene) in the till is reflected by a striking increase of chlorite and/or vermiculite in the clay fraction. Thus instead of a Bx-value determination which at present is the routine to detect the content of mafic minerals in the till, a mineralogical analysis of the clay fraction could be used to obtain the same or more information as regards the mineralogical composition of the till. A direct knowledge of the mineralogical composition would be even better for judging the soil fertility. The clay particles are more soluble than the sand particles and easily yield nutritive ions.

In some cases the Bx-value might be misleading. For example, in the till at sampling site for P 48 (above the gabbro bedrock), the Bx-value is low (Table 2), indicating low fertility of the soil, while the mineralogical analysis of the clay fraction shows the opposite. Most of the mafic minerals have been comminuted to smaller grain size than that of the sand material by the moving ice.

A very high Bx-value was found in the sand fraction of three samples (P 7, P 57 and P 72, Table 2 and Fig. 7). Often the heavy fraction consists of biotite, but in a large number of the particles, the biotite forms aggregates with quartz thus increasing the Bx-value. In one sample (P 72), nearly 50 per cent quartz was found in this fraction. In spite of a high mica content in the sand fraction, only one of the three samples mentioned contained abundant illite in the clay fraction, that is, sample P 57. This is taken not far from the mica schist area in the north-west part of the map (Fig. 1). Because of low resistance, the schist was easily eroded by the moving ice and thus affected the mineralogical composition of the till.

The heavy mineral fraction (density  $>3.31$  g/cm<sup>3</sup>) in some samples has a predominance of one or two minerals only. This is the case in sample P 7 where garnets are frequent (Table 7), in P 21 where tourmaline is abundant, and in P 72 where the heavy mineral fraction almost entirely consists of rutile and anatase. Garnets and tourmaline

are present in the local bedrock at the sampling sites. It is probable that this is also the case at the sampling site of P 72, although it has not been verified. In other samples, the heavy mineral composition is more complex. A more comprehensive investigation is required to find out from where each of them may originate.

## LITTERATUR

SGU = Sveriges geologiska undersökning

GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar

- AHLBERG, P., och LUNDGREN, T., 1978: Lerzoner i berganläggningar — Statens råd för byggnadsforskning, 28 s.
- ASSARSSON, G., and GRUNDULIS, V., 1961: Chemical investigations of upper Cambrian shales at Hynneberg, Närke. — GFF 83, s. 269—277.
- BASHAM, I. R., 1974: Mineralogical changes associated with deep weathering of gabbro in Aberdeenshire. — Clay Miner. 10, s. 189—202.
- BRADLEY, W. F., and GRIM, R. E., 1961: Mica clay minerals. In G. BROWN, (Ed.), 1961: The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. — Min. soc., London, s. 208—241.
- BROWN, G., (Ed.), 1961: The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. — Min. soc., London, 544, s.
- BYSTRÖM—ASKLUND, A. M., 1966: Sample cups and a technique for sideward packing of X-ray diffractometer specimens. — Am. Mineral. 51, s. 1234—1237.
- 1968: Kaolin Deposits of Sweden. — XXIII Int. Geol. Conf. 15, s. 263—274.
- COLLINI, B., 1956: On the origin and formation of the Fennoscandian Quaternary clays. — GFF 78, s. 528—534.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A., and ZUSSMAN, M. A., 1962a: Rock-forming minerals. Chain silicates. — Longmans, Green and Co. Ltd., London, 379 s.
- 1962b: Rock-forming minerals. Sheet silicates. — Longmans, Green and Co. Ltd., London, 270 s.
- DREVER, S. I., 1973: The preparation of oriented clay mineral specimens for X-ray diffraction analysis by a filter — membrane peel technique. — Am. Mineral. 58, s. 553—554.
- GJEMS, O., 1967: Studies on clay minerals and clay — mineral formation in soil profiles in Scandinavia. — Medd. Norske skogforsöksvesen 21, s. 301—415.
- GRAFF—PETERSEN, P., 1961: Lermineralogien i de limniske jurasedimenten på Bornholm. — Doktorsavhandling. Köpenhamns universitet, 147 s.
- HALDORSEN, S., 1977: The petrography of tills — A study from Ringsaker, south-eastern Norway. — Norges geol. unders. 336, s. 1—36.
- HÖRNSTEN, Å., 1979: SGU:s inventering av sand- och grustillgångar i Öresund — SGU Rapp. och medd. 13.
- LARSSON, W., 1956: Berggrunden. In W. LARSSON och R. SANDEGREN, 1956: Beskrivning till kartbladet Värvik. — SGU Aa 187.
- LINDÉN, A., 1975: Till petrographical studies in an Archaean bedrock area in southern central Sweden. — Striae 1, 57 s.
- LOHSE, H. H., und VORTOSCH, W., 1972: Mineralogische Untersuchungen an einigen Moränen SO-Schonens. — GFF 94, s. 23—34.
- MELKERUD, P. A., 1977: Samband mellan morän och berggrund. En travers över Östergötlands kambrosilurområde — Doktorsavhandling, Stockholms universitet, 163 s.
- PERSSON, CH., 1973: Förekomst av kambrisk sandsten, alunskiffer och ordovicisk kalksten i isälvsmaterial sydost om Hjälmaren. — SGU C 693, 17 s.
- PERTTUNEN, M., 1977: The lithologic relation between till and bedrock in the region of Hämeenlinna, southern Finland. — Geol. surv. Finl. Bull, 291, 68 s.
- RANGE, K. J., RANGE, A., and WEISS, A., 1969: Fire-clay type kaolinite or fire-clay mineral? Experimental classification of kaolinite-halloysite minerals. — Proc. Int. Clay conf. Tokyo 1, s. 3—13.
- RINGBERG, B., 1975: Beskrivning till jordartskartan Trelleborg NV/Malmö SV. — SGU Ae 23.

- ROALDSET, E., 1972: Mineralogy and geochemistry of Quaternary clays in the Numedal area, southern Norway. — *Norsk geol. Tidsskr.* 52, s. 335—369.
- ROSENQVIST, I. Th., 1975: Origin and mineralogy glacial and interglacial clays of southern Norway. — *Clays Clay Miner.* 23, s. 153—159.
- SCHULTZ, L. G., 1964: Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre shale. — U.S. Geol. Surv. Prof. paper 391-C, Washington.
- SOVERI, U., and HYYPÄ, S. M. I., 1966: On the mineralogy of fine fractions of some Finnish Glacial tills. — *State Inst. Techn. Res. Finl.* 113, s. 1—31.
- STEPHEN, I., 1961: A study of rockweathering with reference to the soils of the Malvern Hills. — *J. Soil Sci.* 3, s. 20—33, s. 219—237.
- SVANTESSON, S.-I., 1976: Granulometric and petrographic studies of till in the Cambro-Silurian Area of Gotland, Sweden, and studies of the ice recession in Northern Gotland. — *Striae* 2, 80 s.
- THOREZ, J., 1975: Phyllosilicates and clay minerals. — Editions G. LELOTTE B 4820 Dison (Belgique), 582 s.
- 1976: Practical identification of clay minerals. — Editions G. LELOTTE B 4820 Dison (Belgique), 90 s.
- WEAVER, C. E., 1958: Geologic interpretation of argillaceous sediments. — Part I. Origin and significance of clay minerals in sedimentary rocks. — *Bull. Am. Assoc. Petroleum Geologists* 42, s. 254—271.
- VICENTE, M. A., RAZZAGHE, M., and ROBERT, M., 1977: Formation of aluminium hydroxy vermiculite (intergrade) and smectite from mica under acidic conditions. — *Clay Miner.* 12, s. 101—112.
- VIRKKALA, K., 1971: On the lithology and provenance of the till of the till of a gabbro area in Finland. — *INQUA VIII Int. Congr. Gen. Sess.*, s. 711—714.
- WIKLANDER, L., and LOTSE, E., 1966: Mineralogical and physico-chemical studies on clay fractions of Swedish cultivated soils. — *Lantbrukshögsk. Ann.* 32, s. 439—475.
- and ALEKSANDROVIC, D., 1969: Mineral analysis of Swedish soils. I. Brown earths and podsols. — *Lantbrukshögsk. An.* 35, s. 895—919.
- TAMM, O., 1934: En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. — *Sv. skogsvårdsfören. tidskrift* 1934, s. 231—248.
- X-RAY POWDER DATA FILE (XPDF). Compiled under the auspices of the Joint Committee of Chemical Analysis by Powder Diffraction Methods. — American society for Testing Materials (ASTM), Philadelphia.

TABELL 1. Berggrundens allmänna karaktär på provlokalerna.  
*The local bedrock character for the sample localities.*

PROVNUMMER	LOKAL BERGGRUND	HUVUDMINERAL	KOMMENTAR
P 7	Urgranit	Mikroklin Plagioklas Biotit Kvarts Granat	Kontakt mot större pegmatitområde går ca 50 m mot norr
P 14	Yngre granit med enstaka brottstycken av ytbergarts-gnejser	Mikroklin Kvarts Plagioklas Biotit	
P 21	Turmalinförande pegmatit	Mikroklin Kvarts Muskovit Turmalin	Kontakt mot urgranit i norr och öster
P 25	Bitvis kraftigt ådergnejsomvandlad urgranit	Plagioklas Mikroklin Kvarts Biotit	
P 27	Lätt ådergnejsomvandlad urgranit	Plagioklas Mikroklin Kvarts Biotit	Ca 25 m bred olivindia-basgång finns ca 200 m mot norr
P 32	Pegmatitgenomdränkt, ådergnejsomvandlad biotitgnejs	Mikroklin Plagioklas Biotit Kvarts	Mot norr finns även hornbländeförande led i ytbergartsgnejsen
P 48	Gabbro	Hornblände Plagioklas Kvarts	Kontakt mot urgranit ca 250 m mot norr
P 53	Urgranit med spridda pegmatitgångar	Plagioklas Kvarts Biotit Mikroklin	Amfibolitskiktad ytbergartsgnejs finns omkring 1 km mot nordväst
P 54	Glimmerskiffer med lokala kvartsitiska bankar	Muskovit Biotit	
P 57	Granatförande lätt ådergnejsomvandlad urgranit med enstaka brottstycken av sedimentådergnejs	Plagioklas Biotit Kvarts Mikroklin	Avståndet till det större glimmerskifferområdet i norr är en knapp kilometer
P 72	Mylonit med glimmerskölar	Biotit Klorit Muskovit	Komplex omgivande berggrund dominerad av pegmatitgenomdränkt cordieritförande sedimentådergnejs med underordnade urgranitpartier

PROVNUMMER	LOKAL BERGGRUND	HUVUDMINERAL	KOMMENTAR
P 75	Lätt ådergnejsomvandlad urgranit	Plagioklas Mikroklin Kvarts Biotit	Kontakt mot mindre glimmergnejsområde ca 100 m mot norr. Mindre krosszon ca 50 m mot väster
P 78	Medelkornig granodiorit med osäker ålderställning	Plagioklas Kvarts Biotit	Sedimentådergnejsområde ca 500 m mot norr
P 85	Lätt ådergnejsomvandlad urgranit med mikroklinögon	Mikroklin Plagioklas Kvarts Biotit	Avståndet till glimmerskifferområdet i nordnordväst är ca 4 km
P 94	Kraftigt ådergnejsomvandlad sedimentgnejs med cordierit och sillimanit	Biotit Plagioklas Mikroklin Kvarts	Mindre urgranitområde ca 1 km mot norr
P 100	Hornbländeförande, lätt ådergnejsomvandlad urgranit	Plagioklas Kvarts Biotit Hornblände	
P 102	Yngre granit med enstaka suprakrustalbrottstycken	Mikroklin Plagioklas Kvarts	

TABELL 2. Provtagningslokaler och moränbeskrivningar.

*Sampling sites and descriptions of the till composition.*

Prov	Provtagningslokal	Jordart	Provtagningsdjup m	Kambrisk sandsten %	Alun- skiffer %
P 7	750 m NO Gäddö, ca 50 m ö h	Grusig-sandig morän	1	<0.2	<0.2
P 14	600 m VSV om Liljas, 55-60 m ö h	Sandig-moig morän	1.5	4.2	0.5
P 21	250 m NNV om Kvarnstugan ca 50 m ö h	Grusig-sandig morän	1	0.2	<0.2
P 25	300 m ONO om Granstugan ca 55 m ö h	Lerig-moig morän	2	14.8	11.8
P 27	100 m V om Svartviken ca 65 m ö h	Sandig-moig morän	1	6.1	0.7
P 32	250 m SSO om Stenbäcken ca 55 m ö h	Sandig-moig morän	0.5	0.2	<0.2
P 48	750 m O om Dalstugan ca 50 m ö h	Sandig-moig morän	1	1.6	0.2
P 53	250 m NO om Karlsborg ca 50 m ö h	Sandig-moig morän	1	5.9	1.9
P 54	Adolfsberg ca 45 m ö h	Sandig-moig morän	1	7.9	0.7
P 57	350 m SSV Äby, drygt 65 m ö h	Sandig-moig morän	1	<0.2	<0.2
P 72	250 m NV om Skenäs ca 40 m ö h	Grusig-sandig morän	2	0.2	<0.2
P 75	200 m O om Morjanå ca 45 m ö h	Sandig-moig morän	1	3.6	<0.2
P 78	50 m O om Lekberget ca 70 m ö h	Lerig sandig- moig morän	1	7.4	<0.2
P 85	600 m N om Gäringe 65-70 m ö h	Sandig-moig morän	0.5	10.3	0.4
P 94	450 m O om Gölstugan ca 50 m ö h	Sandig-moig morän	1	1.3	<0.2
P 100	500 m S om Erikstorp ca 55 m ö h	Lerig sandig- moig morän	1	9	0.9
P 102	550 m S om Sund ca 45 m ö h	Sandig-moig morän	1.5	0.4	<0.2

CaCO <sub>3</sub> %	Bx	Kommentar
<0.2	25.8	Moränen har relativt hög stenhalt och måttlig blockhalt. Blocken och stenarna är kantiga.
<0.2	14.5	Gråbrun, relativt hårt packad morän. Block- och stenhalten i moränen är måttlig.
<0.2	11.9	Hårt packad morän med relativt hög stenhalt och måttlig blockhalt.
1.3	5.2	Morän med låg block- och stenhalt som innehåller rikligt med sandsten, orsten och alunskiffer.
<0.2	4.0	Grå, löst packad morän med måttlig block- och stenhalt.
<0.2	3.8	Morän med måttlig till hög stenhalt och måttlig blockhalt.
<0.2	4.3	Morän med måttlig block- och stenhalt.
<0.2	4.0	Morän med låg block- och stenhalt.
<0.2	3.1	Gråbrun, hårt packad morän med måttlig block- och stenhalt.
<0.2	20.3	Brun, hårt packad morän med måttlig stenhalt.
<0.2	31.2	Grå, relativt hårt packad morän med måttlig block- och stenhalt. Kantigt urbergsmaterial.
<0.2	3.2	Grå, relativt hårt packad morän med låg block- och stenhalt.
<0.2	5.6	Grå, mycket hårt packad morän med måttlig till låg block- och stenhalt.
<0.2	2.8	Grå, löst packad morän med relativt låg block- och stenhalt.
<0.2	5.8	Grå, hårt packad morän med måttlig block- och stenhalt.
<0.2	3.3	Grå, hårt packad morän med måttlig block- och stenhalt.
<0.2	6.2	Gråbrun, relativt lucker morän med måttlig block- och stenhalt.

TABELL 3. Relativa intensiteter för XRD reflexerna använda vid de semi-kvantitativa bestämningarna. Värdena härrör dels från Schultz (1964) och Weaver (1958) dels från empiriskt erhållna värden vid denna undersökning. För blandskikt-mineral, vermiculit och smektit är dock värdena enbart erfarenhetsmässigt antagna för att få en jämförelsebasis proverna emellan.

*Relative intensities of the XRD peaks used for the semi-quantitative determinations. The values are from Schultz (1964) and Weaver (1958) and some of them are empirically determined in this study. For the interstratified minerals, vermiculite and smectite, the values are assumed from previous experience to provide a basis for comparison of the samples.*

Mineral	Reflex (Å)	Intensitet
Glimmer, illit	10	2
Vermikulit	14	4
Smektit	12-18	4
Klorit	7	6
Kaolinit	7	6
Blandskiktmineral	10-14	2
Amfibol	8.4	1
Kvarts	3.34	3
K-fältspat	3.24	1
Plagioklas	3.20	1

TABELL 4. Förhållandet mellan 001- och 002-reflexernas intensitet (ytor) för illit i moränprovernans lerfraktion.

*Ratio 001/002 peaks (peak areas) for illite in the clay fraction of the till samples.*

Prov	Förh. 001/002	Prov	Förh. 001/002
P 7	6.2	P 54	5.9
P 14	3.1	P 57	2.1
P 21	11	P 72	-
P 25	2.3	P 75	4.5
P 27	5.3	P 78	2.6
P 32	-	P 85	2.6
		P 94	5.0
P 48	2.5	P 100	2.0
P 53	3.6	P 102	3.6

TABELL 5. Förhållandet mellan 001- och 002-reflexernas intensitet (höjder) för glimmer i moränprovernas sandfraktion.

*Ratio 001/002 peaks (peak heights) for mica in the sand fraction of the till samples.*

Prov	Förh. 001/002	Prov	Förh. 001/002
P 7	4.8	P 57	4.5
P 14	1.9	P 72	4.1
P 21	2.2	P 94	2.6
P 48	1.8		

TABELL 6. Mineral i moränens lerfraktion. Kryssen representerar uppskattade halter från XRD data. (X) markerar att mineralet i fråga har identifierats. (XXXX) anger att mineralet uppträder i riklig mängd.

*Minerals in the clay fraction of the till. Crosses represent estimated contents of the different minerals from the XRD data. One cross (X) indicates that the mineral was identified. Four crosses (XXXX) indicate that the mineral occurs abundantly.*

Prov	Illit	Klorit	Kaolinit	Vermikulit	Smektit	Blandskikt-mineral	Amfibol	Plagioklas	K-fältspat	Kvarts
P 7	XX	X	XXX	X		X				X
P 14	XX	XXX	X	XXX		X		X	X	X
P 21	XXX	X	XXX					X	X	
P 25	XXX		XX	XXX		XX	X	X	X	XX
P 27	XXX	XX	XX	XX		XX	X	X	X	XX
P 32	XX	XX	XX	XXXX		X		X	X	X
P 48	XX	XXX		XXXX		X		X	X	X
P 53	XXX	XX	XX	XX				X	X	X
P 54	XXXX	X	XX	X		XX		X	X	XXX
P 57	XXXX	X	XX	XX		X				
P 72	XX		XX	XX	XXXX			X	X	X
P 75	XXX	XX	XX	XX		X	X	X	X	XX
P 78	XXXX	X	XX	X		XX		X	X	XX
P 85	XXX	XX	XX	XX		X		X	X	XX
P 94	XXX	XXX		X			X	XX	X	X
P 100	XXX	XX	XX	XX		X	X	XX	XX	XX
P 102	XXX	XXX	X	X		X	X	XX	X	X

TABELL 7. Partikelfördelning inom olika densitetsintervall. Kornstorlek 0.2—0.6 mm.  
*Distribution of particles within different density intervals. Grain size 0.2—0.6 mm.*

Prov	< 2.68 g/cm <sup>3</sup>	2.68-2.96 g/cm <sup>3</sup>	2.96-3.31 g/cm <sup>3</sup>	> 3.31 g/cm <sup>3</sup>	≥ 2.68 g/cm <sup>3</sup> (basmineralindex)
	%	%	%	%	%
P 7	74.5	18.9	6.2	0.4	25.5
P 14	85.8	10.4	3.1	0.7	14.2
P 21	88.3	8.6	2.9	0.2	11.7
P 48	95.9	2.5	1.4	0.2	4.1
P 57	79.7	19.5	0.7	0.04	20.3
P 72	68.8	28.1	2.0	1	31.2
P 94	94.6	3.8	1.3	0.3	5.4

TABELL 8. Tungmineral i fraktionen med densitet >3.31 g/cm<sup>3</sup>. Kryssen representerar uppskattade halter från XRD data. (X) markerar att mineralet ifråga har identifierats. (XXXX) anger att mineralet uppträder i riklig mängd.

*Heavy minerals in the density fraction >3.31 g/cm<sup>3</sup>. Crosses represent estimated contents of the different minerals from the XRD data. One cross (X) indicates that the mineral was identified. Four crosses (XXXX) indicate that the mineral occurs abundantly.*

Prov	Turmalin	Apatit	Granat	Hämatit	Magnetit	Ilmenit	Titanit	Anatas	Rutil
P 7		X	XXXX	XX	XX	XX	X	X	X
P 14			XX	XXX	XXX	XX	X		
P 21	XXXX	X	XX	X	XX		X		X
P 48		XX	XXX	XX	XX	XX	X		XX
P 57			X						XXX
P 72								XXXX	XXXX
P 94		X	XXX	XX	XXX	XX	XX		XX

PRISKLASS C

Distribueras genom

LiberKartor

162 89 VÄLLINGBY

Schmidts Boktryckeri AB

Helsingborg 1979

ISBN 91-7158-169-3