

Moräners mineralogi och kemi över vissa bergartstyper i Sverige

Sven Snäll & John Ek



Moräners mineralogi och kemi över vissa bergartstyper i Sverige

Sven Snäll och John Ek

ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-644-X

Omslagsfoto: Kaj Lax, SGU

Layout: Agneta Ek, SGU
Tryck: Elanders Tofters, Östervåla 2000

Förord

Denna publikation är en något omarbetad version av en tidigare opublicerad forskningsrapport från 1996, i vilken resultat från två interna forskningsprojekt (projekt 5074 och 5094) redovisas. I rapporten ingår undersökningar som tidigare inte utförts, eller utförts i mycket begränsad omfattning här i Sverige. Då det visat sig finnas ett större intresse än väntat från intressenter utanför SGU för informationen i rapporten har vi nu valt att publicera rapporten i en av våra reguljära publikationsserier.

Naz Ahmed Shaikh
Direktör

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	6
Inledning	7
Syfte.....	7
Vitrering i jord	7
Tidigare arbeten	8
En överblick av resultat från andra undersökningar	9
Material	10
Val av provtagningslokaler	10
Beskrivning av provtagningslokalerna och profilerna	10
Beskrivning av den lokala berggrunden och moränerna i provtagningslokalerna	13
Provberedning	22
Analys	23
Kemiska analyser	23
Totalkemiska analyser	23
Kemiska analyser av enskilda mineral	23
Kungsvattenlakning	23
Extraheringar, CEC-, basmättnadsgrad- och pH-bestämningar	23
Mineralogiska analyser	23
Resultat	24
Kemiska analyser	24
Totalkemiska analyser av matrixmaterialet i profilerna.....	24
Kemiska analyser av olika kornstorleksfraktioner.....	25
Utbytbara joner, aciditet, basmättnad.....	39
Lerfraktionernas kemiska sammansättning	43
Mineralkemiska analyser	43
Mineralogiska analyser	45
Mineralogiska analyser av moränernas matrix.....	45
Mineralogiska analyser av moränernas lerfraktion	59
Innehåll av basmineral och tungmineral	69
Mineralogisk analys genom mikroskopering.....	70
Resultat av kungsvattenlakningarna	70
Utbyte vid lakning av hela matrix.....	70
Utbyte vid lakning av olika kornstorleksfraktioner	71
Kvantifiering av post-glacial vittring.....	72
Vitreringsberäkningar med PROFILE-modellen	76
Diskussion	78
Moränernas petrografi.....	78
Moränernas kemiska sammansättning	78
Moränernas mineralogiska sammansättning	87
Mineralogiska skillnader mellan berggrund och ovanliggande morän och förklaringar till dessa	97
Vitringspåverkan	98
Lerhalt och lermineral i olika moräner	100
Diskussion av mineralbestämningarna	103
Moränernas försurningspåverkan	103
Slutsatser	104
Referenser	105
Bilagor	108

Moräners mineralogi och kemi över vissa bergartstyper i Sverige

Sven Snäll och John Ek

SAMMANFATTNING

Moränens kemiska och mineralogiska sammansättning i relation till den lokala berggrunden har undersökts inom urberget på 13 lokaler i Sverige, sju lokaler i Dalarna, tre i Mälardalen, en i Lappland, en i Härjedalen och en i Småland. Fyra kornstorleksfraktioner av moränernas matrix har separerats och analyserats.

Såväl den kemiska som den mineralogiska sammansättningen varierar med kornstorleken i matrixen. Epidot och i viss mån amfibol och apatit t.ex. är ofta anrikade i moränernas siltfraktion. Graden av anrikning är en funktion av vilken bergartstyp som är modernmaterial. I vissa fall återspeglas den lokala berggrundens sammansättning i moränen – bäst i matrixens grövre fraktioner och sämre i morän som är starkt påverkad av vittring och/eller långtransporterad.

Den kemiska sammansättningen av moränens C-horisont (matrix) skiljer sig i de flesta fall från den lokala bergartens därigenom att SiO_2 -halten tenderar att vara högre, medan Al_2O_3 -, CaO -, MgO -, K_2O - och Na_2O -halterna är lägre än i den lokala bergarten. I markprofilen är alltid SiO_2 -halten högst i det översta provet (A_2 -skiktet), medan de övriga ovan nämnda oxiderna har minimihalter.

Lerhalten i de undersökta moränernas matrix varierar från 0,3 till 5,5 vikt-%. Mellan en sjättedel till två tredjedelar av lermaterialet består av lermineral. Resten är bergartsbildande mineral som kvarts, fältspater, amfiboler, epidoter samt utfällda järn- och aluminiumoxider. Den högsta lerhalten och den högsta koncentrationen av lermineral har moräner som innehåller material från vissa sedimentära bergarter och finkorniga glimmer- och kloritrika vulkaniter. Generellt är lermineralsammansättningen mycket enkel, illit och klorit dominerar helt i provmaterial från C-horisonten. Som resultat av postglacial vittring ingår också vermikulit (särskilt i material från B-horisonten) och i något fall blandskikt-

mineral av illit och vermikulit. Smektit har bildats i urlakningshorisonten (A_2 -horisonten) i några av profilerna. Kaolinit har påträffats i mindre mängd i några av profilerna och i en av profilerna identifierades mineralet gibbsit som visar att detta material vittrat under varmare klimatförhållanden än som nu råder. I resultatredovisningen har illiten uppdelats i en biotit- och en muskovitkomponent vilket gjort det möjligt att se skillnader mellan illiterna i olika områden. En låg andel av biotit i illiterna i de flesta av dalamoränerna tyder på att en del av materialet i dessa moräner består av äldre vittringsmaterial.

Den postglaciala vittringen har nått djupast i moränprofilen tagen i Småland, vilket indikeras av vermikuliten i lermaterialet från C-horisonten. Denna profil är också mest försurad, men även moränerna från Mellansverige visar tecken på försurning. Några av Dalamoränerna är däremot inte försurade trots att många av dem har mycket låg jonutbyteskapacitet. Inte heller är de norrländska moränerna försurade. En skillnad i basmättnadsgrad som kan förklaras av skogsbeståndets ålder har observerats. I mark med äldre skog är basmättnadsgraden lägre i moränen än i mark med yngre skog trots att moränen i det äldre skogsbeståndet har högre total jonutbyteskapacitet.

Räknat i kvantitativa termer för den översta halvmeteren har den genomsnittliga vittringshastigheten för Ca, Mg, K och Na sedan senaste istiden varit som störst i moränprofilen från Småland och lägst i vissa av moränprofilerna i Dalarna och i moränprofilen från Härjedalen. I sex av profilerna från Dalarna har såväl de historiska som de recenta vittringshastigheterna beräknats. De recenta vittringshastigheterna, beräknade med PROFILE-modellen, har genomgående gett högre värden än de genomsnittliga historiska vittringshastigheterna framtagna ur statistiska ekvationer.

Mineralogy and chemistry of glacial overburden (till) for some Swedish bedrocks

Summary

Mineralogical and chemical composition of glacial till has been studied at 13 localities representing various types of pre-Cambrian bedrocks; granites of different kinds, rocks of sedimentary origin and volcanic rocks. Most of the localities are located in Dalarna county, Central Sweden, but there are also a few localities in the northern as well as in the southern parts of the country (cf. Fig. 1).

The matrix (<2 mm fraction) of the tills has been analysed, in some cases the whole fraction separately, in other cases four different grain size fractions; <0.002 mm, 0.002–0.063 mm, 0.063–0.250 mm and 0.250–2 mm. The latter was applied for samples from the C-horizon.

Chemistry as well as mineralogy of the tills varies from one grain size fraction to another. Some minerals are enriched in a certain grain size fraction; e.g. epidote and to some extent amphibole and apatite are enriched in the silt fraction (0.002–0.063 mm) of the tills. The factor of enrichment depends on the type of the parent rock for the till.

Local bedrock mineralogy is well reflected in till matrix in some localities (best in the coarsest grain size fractions). In other localities the mineralogy of the bedrock is more difficult to trace in the tills depending on that the material has been weathered during earlier interglacial periods and/or has been transported by the ice from other places far away.

In general, the chemical composition of the till matrix is richer in SiO_2 than that of the bedrock in all localities. CaO -, MgO -, K_2O - and Na_2O -content is lower and so is the Al_2O_3 -content in samples from the C-horizon. In every profile the SiO_2 - and ZrO -content is highest in the E-horizon and in many profiles also the TiO_2 -content. Other major oxides have minimum content in that horizon.

The grain size distribution is different in the tills studied. Some of them have a high clay content, with a clay fraction making up up to 5.5 wt-% of the matrix and some have very low clay content, lowest 0.5 wt-%. The content of clay mineral in the clay fraction varies from 16 wt-% to 60 wt-%. The main part of the clay fraction is, however, made up of rock forming minerals, viz. quartz and feldspars.

Minor amounts of amphiboles, epidotes and Al- and Fe-oxides are also present. The highest clay content was found in tills overlaying bedrocks with a high content of mica and chlorite, such as schists and some fine-grained volcanics.

The clay mineralogy is mostly simple in the studied tills. Illite and chlorite are the predominant clay minerals in the C-horizon of the profiles. In the B-horizon, as a result of post-glacial weathering, vermiculite becomes a characteristic mineral of the clay mineral assemblage. Vermiculite appears at the expense of illite and chlorite. The content of the latter decreases gradually upwards in the profiles. In a few cases interstratified illite-vermiculite was also observed. Smectite has been identified in the uppermost part of the mineral soil, in the E-horizon, in one of the profiles.

Small amounts of kaolinite is present in some of the tills and in one locality gibbsite is a major clay mineral of the clay fraction. It was identified in the deeper part of the profile but have disappeared in the uppermost parts of the profile. Gibbsite is not frequent in Swedish soils. The presence of the mineral demonstrates that this till has been subjected to intense weathering in earlier warmer climate.

The illite in the samples has been divided into two components, a 'biotite' component, which is the part of the mineral extracted by aqua regia (calculated from extracted potassium) and a 'muscovite' component, which is the remaining part of the illite after the extraction. By this subdivision it is possible to observe differences between the illites, viz. that many of the illites in the tills from Dalarna county have a much lower content of the 'biotite' component than the illites in the tills from Uppsala county and Västmanland county. The former also have a lower 10 Å/5 Å-peak ratio in the XRD diagrams (cf. Table 13, samples A–F are from Dalarna county, and Fig. 63). Low content of 'biotite' in the illites may be an indicator of pre-Holocene weathering of the tills.

Holocene weathering is most intense in profile Små from southernmost Sweden. This is indicated by the presence of vermiculite in the sample from

the C-horizon at that locality (cf. Fig. 45). The calculated loss of base cations indicates the same.

Profile Små also displays most evidence of acidification. The profiles from central Sweden display lesser acidification but some of the profiles from Dalarna county are not acidified, although they have very low cation capacity. In the profiles from northern Sweden (profile Rät and profile Arj) no sign of acidification have been observed in the C-horizon.

In two profiles with similar petrographic composition, a lower content of exchangeable base cations was observed in the area where older forest

was growing, than in the other profile taken from an area of young forest stand. This was the case in spite of much higher total cation capacity for the till material in the former. This is just an example of the importance of the vegetation for the base saturation of the soils in forested land.

In the profiles taken in Dalarna county recent weathering rates have been calculated with the PROFILE model in addition to the historical weathering rates. According to these calculations recent weathering rates are higher than the average Holocene weathering rates in these profiles.

INLEDNING

Syfte

Huvudsyftet med detta arbete har varit att undersöka samband mellan berggrundens mineralogiska och kemiska sammansättning och sammansättningen av moränens matrix (fraktionen <2 mm). Detta för att se om en viss bergartstyp ger en karakteristisk mineralogisk sammansättning i matrixen i moränen för vilken underliggande bergart är modermaterial. Om berggrundens mineralogi återspeglas i moränmatrixen skulle berggrundskartorna direkt kunna användas för bedömningar av många egenskaper hos moränen. Om detta inte är fallet krävs att efterfrågad information om moränen insamlas för varje specifikt ändamål.

Syftet har också varit att undersöka hur vittringen sker i de olika moräntyperna och fastställa försurningsstatusen på lokalerna. Det har även ingått att utveckla metodik för beräkning av mineralsammansättningen i jordarterna.

Vittring i jord

Efter det att inlandsisen drog sig tillbaka för några tusen år sedan exponerades de då bildade jordarterna mot atmosfären och vittringsprocesser påbörjades i översta markskiktet. Dessa processer styrs i stor utsträckning av klimatet som också är avgörande för vilken vegetation som utbildas.

Större delen av Sverige har ett kalltempererat fuktigt klimat (Bolin & Falkenmark 1995, s. 18). I ett sådant klimat sker vittringen på ett annat sätt än i andra klimatzoner på vår jord. Vittringen påverkas också i hög grad av vegetationen, dess näringsupptag och nedbrytning. Processerna leder till att en jordmån bildas i det översta markskiktet. Den vanligaste jordmånen i Sveriges urbergsterräng är olika podsoler. I vissa områden med ett högt inslag av basiskt eller sedimentärt bergartsmaterial i jordarten förekommer också brunjord.

Karakteristiskt för podsoler är att markprofilerna i mineraljorden (under förnan och måren) utbildas i mer eller mindre distinkta horisonter (se Troedsson & Nykvist 1973, s. 201 och Minell & Troedsson 1990, s. 42) med en 1–20 cm mäktig urlakningshorisont överst, A₂ (el. E)-horisonten, den s.k. blekjorden, som ofta är vit eller grå till färgen. Under blekjorden följer en roströd–mörkbrun anrikningshorisont, B (el. I)-horisonten, med varierande mäktighet, från några enstaka cm upp till 50–70 cm, ibland mer. Denna kallas också rostjorden. B-horisonten övergår nedåt successivt i den egentliga (ursprungliga) jordarten, C-horisonten.

I ett geologiskt tidsperspektiv är podsoleringsprocesserna snabba. Tamm (1920) kunde notera att en jordart redan efter 40 års exponering uppvisade initiala stadier till podsolering (jord exponerad efter Ragunda-katastrofen 1796). Tydliga kemiska förändringar har observerats efter 600 år i markpro-

filer uteder Bottenvikskusten (Gjems 1967). I första hand sker en utlakning av järn, magnesium och fosfor och även andra element från urlakningshorisonten. Järn och aluminium fälls ut och anrikas i B-horisonten.

Lermineral och mafiska mineral (pyroxener och amfiboler) är de mest lättvittrade mineralen i jordarter som saknar karbonatmineral. Gjems (1967) har gjort en omfattande studie av lermineral i Skandinaviska jordprofiler. Han fann att illit och klorit är de ursprungliga lermineralen i jordarterna. Illiterna i jordarterna har dock genomgående ett lägre innehåll av kalium och kloriterna ett lägre innehåll av magnesium och järn än motsvarande mineral i berggrunden. Ibland ingår även vermikulit och vissa blandskiktmineral, med eller utan svällande komponenter, bland de ursprungliga mineralen. Deras närvaro i jordarterna (C-horisonten) kan förklaras av att de också finns i vittringsskorpan hos berggrunden i områdena. Det är dock klart att dessa mineral även bildas sekundärt i B-horisonten på bekostnad av trioktaedrisk illit, klorit (som separat mineral) och klorit i blandskiktmineral som resultat av podsolvittringen. I urlakningshorisonterna, där vittringsprocessen nått som längst i profilerna, blir inslaget av svällande lermineral, montmorillonit och blandskiktmineral med montmorillonitkomponenter påfallande.

I de fall kaolinit ingår bland lermineralen i jordarten så finns mineralet också primärt i berggrunden i området. Detta mineral anses inte bildas som resultat av postglacial vittring i vårt klimat (Gjems 1967) utan är bildat tidigare då klimatet var varmare här i Norden. En del av kaoliniten kan också ha bildats hydrotermalt i berggrunden.

Av de vanligaste bergartsbildande silikatmineralen vittrar pyroxener, anortitrika plagioklaser, amfiboler, kloriter och glimrar av biotittyp lättast. Muskovit vittrar däremot mycket långsamt (Sverdrup 1990). Det sker därför en relativ anrikning av den senare typen av glimmer (och Al-rik illit) då en jordart börjar vittra. Kalifältpat vittrar också mycket långsamt och kvartsen är i det närmaste vittringsresistent i vårt klimat.

Tidigare arbeten

Petrografiska undersökningar av moräner där innehållet av olika bergartstyper studerats för att klassificera moränen med avseende på dess modernmaterial

finns redovisade i beskrivningar till flera kvartärgeologiska kartor här i Sverige (t.ex. Lundqvist 1951, Lundqvist 1969 och Daniel 1992). Forskning som behandlar sambandet mellan moränpetrografi och berggrunden i undersökningsområdet har utförts i både Sverige, Norge och Finland av bl.a. Ek (1974), Lindén (1975), Melkerud (1977), Haldorsen (1977) och Perttunen (1977). Vid de petrografiska undersökningarna är det i huvudsak det grövre materialet (grus- och stenfraktionerna) i moränerna som studeras. För markkemiska processer, som påverkar markens bördighet, motståndskraft mot försurning etc. är sammansättningen av matrixmaterialet mera intressant eftersom materialets reaktiva yta ökar med minskande kornstorlek. Tillgängligheten av olika kemiska element bestäms dock av hur de ligger bundna i jordarten, dvs. den är beroende av vilka mineral som ingår i jordarten.

Direkta mineralogiska undersökningar på jordarter har varit relativt få i Sverige men efterfrågan på mineralogisk information har på senare år ökat. Det är framför allt vid modellering av vittringsprocesserna i marken som den mineralogiska sammansättningen hos jordarten behövs som indata. Mera ingående mineralogiska undersökningar av morän gjordes dock redan 1979 av Snäll m.fl. i Katrineholmstrakten i Södermanland. I Gårdsjöområdet i Västergötland har Melkerud (1983) beskrivit mineralogin i jordarterna. Sammanfattning av lermineralogiska undersökningar från några geologiska kartblad finns i en uppsats av Snäll (1986). Mineralogiska analyser av moräner på ett antal ställen i landet har också utförts inom ramen för olika forskningsprojekt vid Sveriges Lantbruksuniversitet i samband med vittringsstudier (Olsson & Melkerud 1989, 1995). Spridda uppgifter om lermineralsammansättningen i moräner finns även i några av de modernare kvartärgeologiska kartbladsbeskrivningarna (Sveriges geologiska undersökning, Ser. Ae). En del av de resultat som tagits fram i föreliggande projekt är tidigare publicerade (Snäll & Ek, 1991).

Undersökningar av moränernas mineralogi i mera regional skala gjordes i början av 1990-talet för att få indata till beräkningen av kritiska belastningsgränser för skogsmark i de nordiska länderna (Sverdrup m.fl. (1992), ett UN-ECE (United Nations Economic Commission for Europe) initierat projekt (se Brodin & Kuylenstierna 1992). Resultaten är inte publicerade men finns i en rapport (Snäll m.fl. 1992). I detta projekt analyserades ett hundratal moränprover med spidning över hela Sverige.

Materialet hade insamlats i samband med Sveriges Lantbruksuniversitets ståndortskartering av Sverige. På en större provvolym (ca 2000 prover) av material från ståndortskarteringen har Melkerud m.fl. (1992) beräknat mineralsammansättningen direkt ur kemiska analyser och resultaten finns redovisade i en geokemisk atlas över Sverige som upprättats vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Vid dessa mineralberäkningar har en bestämd kemisk sammansättning antagits för mineralen och vissa mineral har ihopgrupperats.

I Finland och i Norge genomfördes omfattande studier av mineralogin i moräner redan på 1960-talet (Soveri & Hyypä 1966 och som tidigare nämnts Gjems 1967) men dessa undersökningar var begränsade till lermineralen.

En överblick av resultat från tidigare undersökningar

I stort synes moränernas mineralogiska sammansättning inom de större porfyr-, leptit-, granit- och gnejsområdena här i landet vara tämligen enkel, åtminstone i matrixdelen (Snäll m.fl. 1992). En indelning i lermaterial och grövre material ($>2\ \mu\text{m}$) är dock befogad.

Matrixens grövre material domineras helt av kvarts, kalifältpat och plagioklas. I morän över glimmerskiffer kan också biotit och muskovit utgöra ett betydande inslag. Med få undantag dominerar plagioklasen över kalifältpaten i siltfraktionen av analyserade prover. Endast i moränerna inom Dalarnas porfyr- och sandstensområde observerades genomgående en högre halt av kalifältpat än plagioklas. Klorit ingår underordnat i moränerna och oftast finns både hornblände och epidot. I vissa fall kan antingen det ena eller det andra av dessa två saknas. Det är vanligare att hornblände saknas än epidot. Titanit (sfen) förekommer också i moränerna i underordnade eller accessoriska mängder liksom de mera resistenta tungmineralen rutil, ilmenit, hematit och magnetit. Mineralen apatit ingår alltid, fastän bara accessoriskt (i halter under en procent).

Kvarts, kalifältpat och plagioklas är också väsentliga mineral i moränernas lerfraktion, och i underordnade mängder finns också hornblände och epidot, men lermaterialet karakteriseras i hög grad av olika skikt-silikater, kloriter och olika lermineral. I C-horisonten av urbergsmorän är illit vanligen det dominerande lermineralet och kloriten ingår också

nästan alltid, men proportionerna mellan dem varierar beroende på vilken typ av bergart materialet härrör från. T.ex. har lerfraktionen i moränen över Uppsalagraniten, som har tonalitisk sammansättning, ett klart högre klorit innehåll (Snäll 1986) än vad som är vanligt i granitmoränerna. I morän provtagen över hyperit i Värmland är vermikulit huvudmineral i lerfraktionen. Inga andra lermineral kunde identifieras (Snäll m.fl. 1992).

Kaolinit ingår också ofta i lermaterialet men vanligen i mycket låga halter. På vissa ställen kan dock kaoliniten bli ett av de dominerande lermineralen. I sådana fall handlar det sannolikt om att inlandsisen uppfångat material från gamla vittringsytor i berggrunden, saproliter (Lidmar-Bergström 1982), som bildats någon gång i pre-kvartär tid då det var ett varmare klimat här i Norden. I något enstaka moränprov (i prov från Södermanland, Snäll m.fl. 1992) har också talk identifierats.

Inslag av blandskikt-mineral förekommer också men de ingår bara i mycket små mängder. Blandskikt-mineralen är diffusa i sin struktur men dess närvaro indikeras vid röntgendiffraktionsanalys av förändringar i formen av XRD-spektrat efter mätning av lermaterialet med etylenglykol eller glycerol. Ingen definierad topp kan urskiljas men förändringen visar att blandskikt-mineralen innehåller skikt av smektittyp. I några moräner, bl.a. i Södermanland, har dock blandskikt-mineral med en definierad topp vid $12\ \text{\AA}$ i röntgendiffraktogrammen identifierats och tolkats som blandskikt mellan illit- och smektitkomponenter (Snäll m.fl. 1979).

I moränerna påträffas också ofta vermikulit. Detta mineral är sekundärt och bildas i de översta jordlagren (i podsoler och brunjordar) vid vittring under de klimatförhållanden som nu råder i Norden. Det kan också vara kvar i jorden som rest från tidigare vittring i jordarten eller i modern materialet (berggrunden). Förekomst av detta mineral eller en ökning av halten i en profil indikerar således att vittringsfronten nått det djup där förändringen i mineralogin kan observeras. Mineralen är karakteristiskt för B-horisonten i jordprofilen. I denna horisont ingår också aluminium- och järnoxider/hydroxider, oftast röntgenamorfa, men även kristalliserade järnoxider som t.ex. götit och lepidokrokitt kan påträffas.

MATERIAL

Val av provtagningslokaler

För att få ett petrografiskt så enhetligt material som möjligt utvaldes inledningsvis en region där samma bergart täcker ett så stort område som möjligt och där det finns flera olika bergartstyper inom begränsade avstånd från varandra. Enligt de geologiska kartorna uppfylls dessa villkor ganska bra i Dalarna med flera olika bergartstyper inom samma region. Provtagningen inleddes därför i denna del av Sverige. Moränen provtogs inne i de enhetliga berggrundsområdena, i deras sydöstra eller södra del, eftersom inlandsisen rört sig från nordväst eller norr och fört med och ansamlat så mycket som möjligt av det önskade bergartsmaterialet i moränen (fig. 1). Som följd av resultaten från undersökningarna i Dalarna samt för att få andra typer av bergarter representerade i undersökningen provtogs moräner även i andra delar av landet (fig. 2). En profil grävdes i morän över glimmerskiffer vid Arlanda i Uppland, två profiler och en provgrop över urgranit (gnejsgranit) utanför Skultuna i Västmanland. Dessutom analyserades moränerna från tre av SGUs miljöövervakningsstationer, en tagen över Smålandsgranit intill Emmaboda, den andra över Rätanggranit i en lokal inte långt från Sveg i Härjedalen och den tredje också över berggrund av vulkaniskt ursprung nära Arjeplog i Lappland. Provtagningslokalerna har getts bokstavs-beteckningar enl. följande:

Lokal	A	över	porfyr	i Dalarna,
"	B	"	porfyr	" "
"	C	"	dalasandsten	" "
"	D	"	öjebasalt	" "
"	E	"	järngranit	" "
"	F	"	siljansgranit	" "
"	G	"	"	" "
"	Ar	"	glimmerskiffer	i Uppland
"	Sku	"	gnejsgranit	i Västmanland
"	Frö	"	"	" "
"	Frör	"	"	" "
"	Arj	"	vulkanit	i Lappland
"	Rät	"	granit	i Härjedalen
"	Små	"	"	i Småland

I Tabell 1, Bilaga 1 anges kartblad, ruta och koordinater i rikets nät för provtagningslokalerna.

Beskrivning av provtagningslokalerna och profilerna

Nedan följer en beskrivning av de fältobservationer som gjordes vid de olika provtagningslokalerna samt en karaktäristik av de olika provtagna profilerna.

Lokal A

Denna lokal ligger i ett småkulligt moränlandskap av rogentyp. Moränen är normalblockig och sandigmoig. Äldre granskog (135 år) växer i omgivningen. Undervegetationen är av fattig ristyp med lingon, kråkbär och renlav. Jordmånen är podsol med ett väl utvecklat humusskikt (A_0), ca 20 cm. Blekjordsskiktet (A_2) är ca 10 cm mäktigt och rostjordsskiktet (B) ca 50 cm.

Prover togs från A_0 -skiktet, A_2 -skiktet, övre B-skiktet, mellersta B-skiktet, undre B-skiktet och från C-horisonten.

Lokal B

Lokalen ligger i en blockfattig, undulerande moränmark. Moränen är grusig-sandig. Medelålders tallskog växer i omgivningen. Fältskiktet är av fattig ristyp med fläckvisa kolonier av ljung och lingonris. Bottensiktet domineras av renlav. Jordmånen är podsol med ett svagt utvecklat humusskikt, ca 5 cm. Blekjordsskiktet är 15 cm och rostjordsskiktet är 45 cm.

Provtagning gjordes på samma sätt som för lokal A.

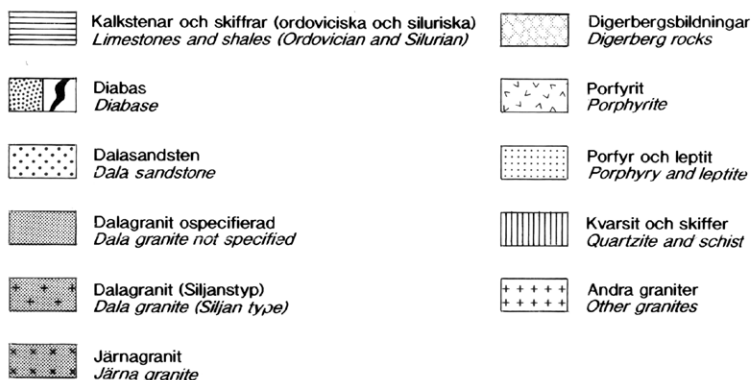
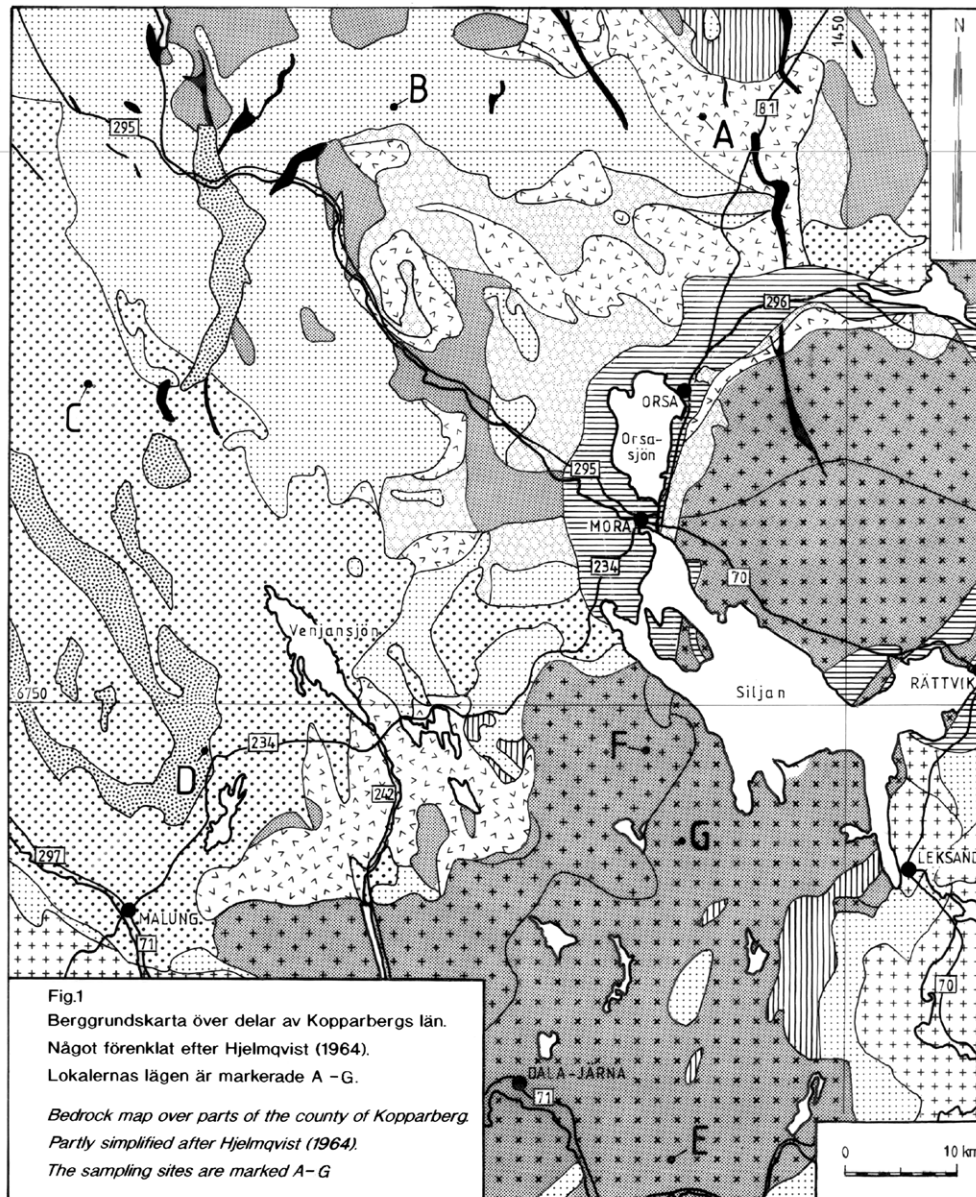
Lokal C

Lokalen ligger i blockfattig morän som är sandigmoig. Gammal gles tallskog växer på lokalen. Fältskiktet är av fattig ristyp med fläckvisa kolonier av ljung och lingonris. Bottensiktet domineras av renlav och fönsterlav. Jordmånen är podsol med ett svagt utvecklat humusskikt, ca 5 cm mäktigt. Blekjordsskiktet är 15 cm och rostjordsskiktet, som i den översta delen är rikt på järnkonkretioner, är 40 cm mäktigt.

Provtagning gjordes på samma sätt som för lokal A.

Lokal D

Lokalen ligger i en flack, blockfattig morän som är sandigmoig. De sparsamt förekommande block-



en utgörs av Öjebasalt och underordnat av Jotnisk sandsten. Högproduktiv äldre barrblandskog växer på lokalen. Buskskiktet utgörs av en, och fålskiktet är av frisk ristyp med blåbärsris och lingonris. Jord-

månen är podsol med svagt utvecklade humusskikt (5 cm) och blekjordsskikt (2,5 cm). Rostjordsskiktet, som är 70 cm mäktigt, har flera skikt av rikare järnutfällningar, främst i de nedre delarna.

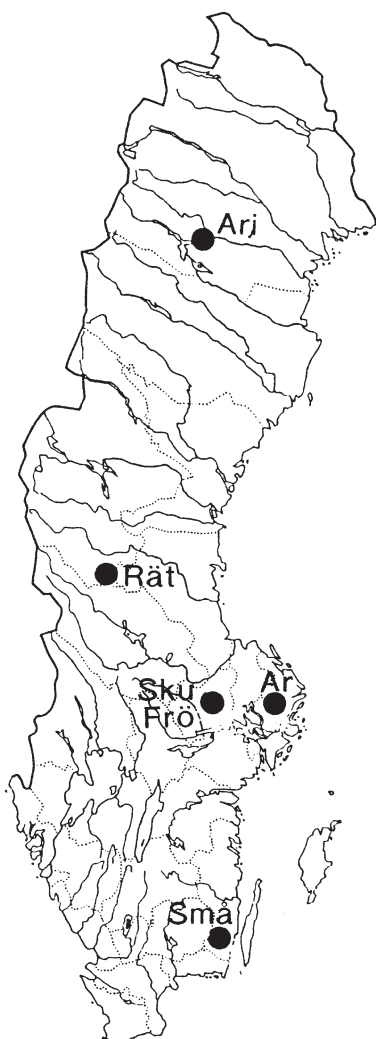


Fig. 2. Lägen av provtagningslokalerna för profilerna Ar, Sku och Frö, Arj, Rät och Små.

Fig. 2. Sampling sites of the profiles Ar, Sku and Frö, Arj, Rät and Små.

Provtagning gjordes på samma sätt som för lokal A.

Lokal E

Lokalen ligger i storblockig, kullig moränmark, och moräntypen är grusig-sandig. Tallskog, ca 70 år gammal, växer på lokalen. Fältskiktet utgörs av fattig ristyp med kolonier av ljunng och lingonris, och bottenskiktet domineras av lavar. Jordmånen är podsol, där humusskiktet är 10 cm, blekjordsskiktet är 5 cm och rostjordsskiktet är 70 cm.

Provtagning utfördes på samma sätt som för lokal A.

Lokal F

Lokalen ligger i västsluttningen till ett berg och profilen grävdes i en normalblockig, svagt sluttande morän, som är sandig-moig. Tät, ca 80-årig barrblandskog växer på lokalen. Fältskiktet är av fattig ristyp som domineras av blåbärsris, och bottenskiktet domineras av väggmossa. Jordmånen är podsol, där humusskiktet är 10 cm, blekjordsskiktet är 5 cm och rostjordsskiktet är 55 cm.

Provtagning utfördes på samma sätt som för lokal A.

Lokal G

Lokalen ligger i småkuperad blockfattig moränmark, som genomskärs av en mindre bäckravin. Profilen är tagen i övre kanten av ravin. Omgivningarna utgörs av ett kalhygge med en cirka 5 år gammal tallplantering. Fältskiktet består av lingon- och kråkbärsris och bottenskiktet av fönsterlav. Moränen är grov, grusig och podsolerad. Humusskiktet är ca 5 cm tjockt och blekjorden ca 4 cm. Rostjorden når till mer än 1 m djup. Dess nedre gräns kunde ej fastställas.

Prover togs av A₂-skiktet och därefter för var 20:e cm ned till 1,15 m djup.

Lokal Ar

Lokalen ligger i flack, blockfattig moränmark. Moräntypen är sandig-moig. På lokalen växer tät, växtlig barrblandskog, som är 60–70 år. Fältskiktet är av frisk ristyp dominerad av blåbärsris, och bottenskiktet består av väggmossa och husmossa. Jordmånen är brunjord, där humusskiktet är 15 cm mäktigt. Under detta ligger rostjordsskiktet, som är 32 cm mäktigt. Moränen är svallad till 45 cm djup. Vid provtagningsstillfället låg grundvattenytan på 80 cm djup.

Provtagning gjordes för var 10:e cm ned till ett djup av 1 m. Det översta provet utgjordes av humus och de underliggande av mineraljordsprov, som togs utan hänsyn till olika vittringshorisonter.

Lokal Sku

Lokalen ligger i storblockig, svagt undulerande botenmorän med liten mäktighet, som manifesteras av den rikliga förekomsten av hållar i omgivningen. Skogstypen är av barrblandskogstyp med en viss övervikt för tall. Fältskiktet är av frisk ristyp dominerad av blåbärsris och lingonris, och bottenskiktet består av väggmossa och husmossa. Jordmånen är podsol med svagt utvecklade humusskikt (4 cm)

och blekjordsskikt (3 cm).

Provtagning skedde först av de tunna A_0 - och A_2 -skikten och därefter från och med 15 cm djup i 10 cm-sektioner ned till ett djup av 110 cm.

Lokal Frö

Lokalen ligger i småkuperad, storblockig moränmark. Moräntypen är sandig-moig. På lokalen växer ca 40-årig blandskog med björk, 60 %, gran, 30 % och tall, 10 %. Buskskiktet består av en, rönn och björk, och fältskiktet är av frisk ristyp med lingonris och örter såsom ormbunke och gräs. Bottenskiktet består av väggmossa och husmossa. Jordmånen är podsol med ett humusskikt som är 10 cm mäktigt, ett blekjordsskikt som är 8–10 cm mäktigt och ett rostjordsskikt som är 70 cm mäktigt. Med undantag för de översta och nedersta 10 centimetrarna är rostjordsskiktet rikt på hårda, sammansintrade järnoxidkonkretioner, s.k. skenhålla.

Provtagning skedde i en moränkulle som delvis utschaktats för erhållande av material till den närbelägna grusvägen. Moränskrinningen visar att jorddjupet är minst 5 m. Från schaktväggen, som först rensades på nedrasat material, togs prover för var 10:e cm ned till ett djup av 170 cm.

Lokal Frör

Från denna lokal, som i allt väsentligt liknar föregående lokal och är belägen ca 250 m norr om denna, togs ett referensprov från C-horisonten på 120–130 cm djup. Provet togs i likhet med föregående lokal från en utgrävd moränkulle.

Lokal Arj

Lokalen ligger i den nedre, flacka nordsluttningen till berget Sjeunesäive och har normalblockig, sandig-moig bottenmorän. Gammal, gles tallskog växer på lokalen. Fältskiktet utgörs av blåbärsris och lingonris, och bottenskiktet består av renlav och väggmossa. Jordmånen är podsol med ett humusskikt som är 2 cm mäktigt, ett blekjordsskikt som är 3 cm mäktigt och ett 75 cm rostjordsskikt.

Provtagning gjordes från humusskiktet från 1 cm djup, från blekjordsskiktet från 3–4 cm djup, från rostjorden från 20–25 cm djup och från C-horisonten från 90–100 cm djup.

Lokal Rät

Lokalen ligger i ett flackt avsnitt av ett storkuperat moränområde. Moränen är sandig-moig. Skogstypen är medelålders gles tallskog. Fältskiktet är av

fattig ristyp med ljung, kråkris och underordnat blåbärsris. Bottenskiktet utgörs av renlav och husmossa. Jordmånen är podsol med ett tunt humusskikt på endast 3 cm, ett blekjordsskikt på 12 cm och ett rostjordsskikt på 50 cm.

Provtagning gjordes från humusskiktet från 3 cm djup, från blekjorden från 4–9 cm djup, från rostjorden från 50–60 cm djup och från C-horisonten från 110–120 cm djup.

Lokal Små

Lokalen ligger i småkuperad, sandig-moig morän. Skogstypen är medelålders blandskog av gran, björk och tall. Fältskiktet utgörs av fuktig ristyp med gräs och blåbärsris, och bottenskiktet av husmossa. Jordmånen är podsol med ett humusskikt som är 5 cm mäktigt, ett blekjordsskikt som är 5 cm mäktigt och ett rostjordsskikt som är 60 cm mäktigt.

Provtagning skedde från A_0 -skiktet på 2–3 cm djup, från A_2 -skiktet på 5–7 cm djup, från B-skiktet på 15–25 cm djup och från C-skiktet på 70–80 cm djup.

Beskrivning av den lokala berggrunden och moränerna i provtagnings-lokalerna

För lokalerna A–F i Dalarna finns redan beskrivningar (Snäll & Ek 1991). Det ges därför här bara en kort sammanfattning och vissa kompletterande uppgifter för dessa lokaler. I fyra av lokalerna är moränerna av den sandiga-moiga typen och i två (lokal B och lokal E) grusig-sandig. Lerhalten i moränerna varierar ganska stort som framgår av fig. 3 samt av Bilaga 1, Tabell 2. I den sjunde profilen från Dalarna, profil G, är moränen av en helt annan typ, en grusig morän. Den har också den lägsta lerhalten. Mycket låg lerhalt har också moränen över Rätan-graniten, 0,5 vikt-% (se fig. 4).

Lokal A

I denna lokal består den lokala berggrunden av röd porfyrit. Enligt Hjelmqvist (1966) är den röda porfyriten en strökornsrik, måttligt basisk bergart. Strökornen, som är 1–6 mm stora, utgörs främst av andesin eller basisk oligoklas. Underordnat förekommer kalifältspat samt enstaka mindre kvartsströkorn. Strökorn av hornblände har vanligen omvandlats till epidot och klorit. I grundmassan

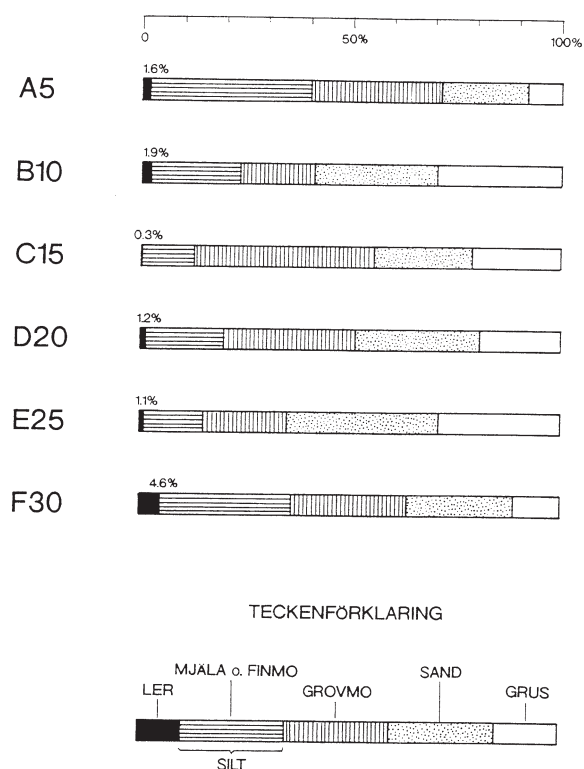


Fig. 3. Kornstorleksfördelning i moränernas C-horisont i profilerna A-F (från Snäll & Ek 1991). Observera att kornstorleksfördelningen även innefattar grusfraktioner.

Fig. 3. Grain size distribution in the C-horizon of the tills in the profiles A-F (from Snäll & Ek 1991). Note that gravel fraction is included in the columns.

uppträder fläckvis aggregat av nålkvarts. Den röda färgen hos grundmassan beror på järnoxidpigmentering av fältspaten. Kornstorleken i grundmassan är mindre än 0,05 mm. En kemisk analys har gett 61,98 vikt-% SiO_2 (Hjelmqvist 1966). Kvartshalten beräknas till 15–20 vikt-% (Snäll 1995).

I moränen är det svårt att skilja den röda porfyriten från porfyriter som också har denna färg. Vid den petrografiska analysen (räkning av korn i fingrusfraktionen) skildes de inte åt utan lades i samma grupp, röda porfyriter och porfyriter, som utgjorde 62 % av fraktionen, grå porfyrit 3 % och resten, 35 %, anses ha sitt ursprung i graniter.

Moränen är av den sandiga-moiga typen men den har ett påfallande högt innehåll av mjåla och finmo (silt).

Lokal B

En röd till brunröd delvis slirig porfyr utgör den lokala berggrunden på provtagningsplatsen. Porfy-

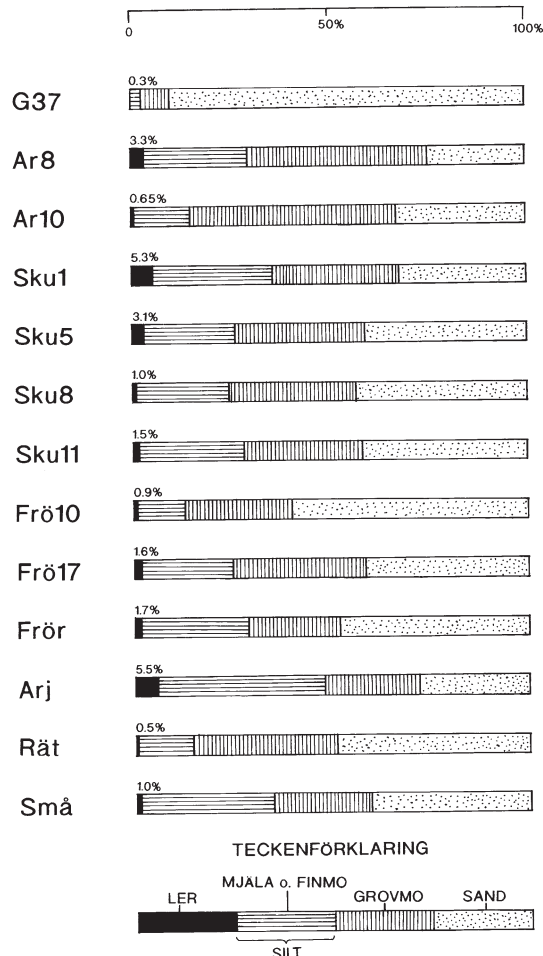


Fig. 4. Kornstorleksfördelning i matrix i prover från C-horisonten i profilerna G, Ar, Sku, Frö, Frör, Arj, Rät och Små.

Fig. 4. Grain size distribution of matrix (fraction <2 mm) in the samples from the C-horizon in the profiles G, Ar, Sku, Frö, Frör, Arj, Rät och Små.

rerna täcker mycket stora arealer och det finns en mängd olika typer (Hjelmqvist 1966). Några är röda till rödbruna, andra bruna till brunvioletta och det finns också övergångar från rent röda till rent bruna former, strökorrika och strökorfattiga. De flesta har dock bara en måttlig halt av strökorn. Strökorrika består vanligen av alkalifältspat och albit. Deras storlek är några millimeter och de ligger i en tät grundmassa (kornstorlek < 0,05 mm). Grundmassan uppvisar ofta fluidalstruktur och vissa porfyriter kännetecknas av grövre kvartsslirighet enligt Hjelmqvists beskrivning. Kemisk analys av två porfyriter som redovisas i samma beskrivning har gett en SiO_2 -halt av 69,86 respektive 72,52 vikt-%. I porfyriterna är kvartshalten mellan 30 och 40 vikt-% (Snäll 1995).

Petrografisk analys av moränens fingrusfraktion gav 58 % porfyr, 19 % granit och 23 % fragment från sedimentära bergarter (Digerbergbildningar).

Lokal C

Denna lokal ligger inom det stora Dalasandstensområdet. Dalasandstenen är en mer eller mindre kvartscementerad röd jotnisk sandsten som i vissa partier har rekristalliserat till kvartsit. Måktigheten är flera hundra meter. Den är vackert skiktad och dessutom förekommer inlagringar av skiffer på flera nivåer. Även i de rena sandstenspartierna kan sammansättningen variera högst väsentligt som exemplifieras av SiO₂-halten från några kemiska analyser: 87,79 vikt-% (Hjelmqvist 1966), 76,28, 82,89 och 93,08 vikt-% (Morad & AlDahan 1982) och av kvartsinnehållet från några volymetriska mineralanalyser: 61, 64, 65, 76 och 77 vol.-% (Hjelmqvist 1966). Mikroskopering av ett tunnslip av sandstenen visade att de flesta kornen (kvarts- och kalifältspatkorn) ligger inom storleksintervallet 0,1–0,3 mm. Plagioklaskornen är mindre, 0,05–0,15 mm, och allmänt sericitiserade och i många fall innehåller de också epidot.

I denna lokal består också moränens fingrusfraktion huvudsakligen av sandstenskorn, 86 %, kvarts/kvartsit 4 %, basalt/diabas 5 %, porfyr 3 % och granit 2 %. Grovmo är den dominerande kornstorleksfraktionen i moränen.

Lokal D

Den lokala berggrunden på provtagningsplatsen är basalt (Öjediabas i äldre litteratur). Bergarten är bildad ur stelnad lava eller förstenad vulkanisk aska. Den är basisk i sin kemiska sammansättning. I en analys rapporterad av Hjelmqvist (1966) anges SiO₂-halten till 48,24 vikt-%. Basalten är svart eller mörkgrön beroende på det höga innehållet av mörka mineral, pyroxener och amfiboler. Fältspaten i basalten är kalciumrik plagioklas. I flera basalter ingår också olivin. På en del ställen är basalten utbildad som mandelsten, dvs. en basalt med riklig förekomst av konserverade och utfyllda gasbubblor. Mandlarna kan bestå av kalcit, kalcedon, klorit, pumpellyit, epidot etc. I ett slipsnitt av ett prov av basalten låg kornstorleken mestadels inom intervallet 0,3–0,5 mm.

Fingrusfraktionen (2–5,6 mm) i moränen på denna lokal utgörs till 39 % av den lokala berggrunden, basalt, resten är sandstensfragment. I den grövre grusfraktionen ökar basaltinnehållet till 80 %.

Lokal E

Provtagningsplatsen ligger inom ett stort sammanhängande område med Järnagranit. Den typiska Järnagraniten är gråröd, tämligen grovkornig och ofta porfyrisk. Den kännetecknas av rödlätt kalifältspat samt vit eller grågul plagioklas, måttlig halt av hornblände och biotit och måttlig eller lägre halt av ljus rökgrå eller gråviolett kvarts. Kalifältspaten bildar ofta 1–3 cm stora tvillingkristaller av rektangulär form. Plagioklaskornen är mindre, 0,5–1 cm, och utgörs av basisk oligoklas, ibland med en kärna av andesin (Hjelmqvist 1966). Mätningar i tunnslip på kvartskornen visar att merparten (över 90 %) av kornen ligger utspridda inom ett brett kornstorleksintervall, från 0,06 till 2 mm. Variationerna i mineralsammansättning hos bergarten kan vara ganska stora. I fem mineralogiska analyser rapporterade av Hjelmqvist (1966) varierar kvartsinnehållet från 12 till 27 vol.-%, mikroklininnehållet från 8 till 26 vol.-% och plagioklasinnehållet från 37 till 58 vol.-%.

Moränen i denna profil är grovkornigast i provserien A–F, med den högsta halten av material ur sandfraktionen. Det är också vad som kan förväntas med hänsyn till kornstorleken hos mineralen i moderbergarten. Speciellt fältspatkornen är grovkorniga.

95 % av fingrusfraktionen i moränen bedöms bestå av material från Järnagranit, 3 % har porfyr som moderbergart och 2 % har sandsten. Enstaka korn av diabas ingår också (0,4 %).

Lokal F och lokal G

I både lokal F och G utgörs den lokala berggrunden av Siljansgranit. På översiktskartan i fig. 1 synes dock lokal G vara belägen inom Järnagranitens utbredningsområde men senare kartering (Kresten 1987) visar att den lokala berggrunden även i denna lokal består av Siljansgranit. Denna är en surare variant av Dalagranit. Färgen är blekröd med viss gul- och vitspräcklighet. I sin typiska utbildning är den medel- till grovkornig. I regel förekommer nästan inga svarta mineral i bergarten. Dominerande mineral är en blekt köttrod kalifältspat. I mindre mängd förekommer en ljus, stundom rent vit plagioklas (albit), som ger bergarten dess fläckiga utseende. Kvartshalten kan ibland vara rätt betydande. Analys av fyra bergartsprov har gett kvartshalter mellan 26 och 39 vol.-%, kalifältspathalter (pertitisk kalifältspat) mellan 36 och 55 vol.-% och halter av albit mellan 16 och 22 vol.-%. Uppgif-

terna är alla tagna från Hjelmqvist (1966).

Lägena för de två provtagningslokalerna är mycket olika, lokal F uppe på en höjd, på stötsidan i förhållande till isrörelseriktningen, och lokal G i ett lägre beläget småkuperat, nästan flackt, moränlandskap mellan bergshöjderna. Moränen i profil F är sandig-moig men med hög lerhalt, 5,1 vikt-% av matrix består av ler. Den har även ett högt innehåll av mjåla och finmo (silt). I profil G är moränen däremot grovkornig, 90 vikt-% av matrix består av material ur sandfraktionen och bara 0,3 vikt-% är ler (se fig. 4).

Inte i någon av de två moränprofilerna dominerar lokalt bergartsmaterial (Siljansgranit) helt, utan det är uppblandat framför allt med porfyrmaterial. I profil F består fingrusfraktionen till 35 % av Siljansgranitkorn, 36 % av porfyrkorn, 10 % av kvartsitkorn, 17 % av sandstenskorn och 2 % av diabas/basalt. I profil G är granitinnehållet högre, 56 % av kornen i fingrusfraktionen består av Siljansgranit, 31 % av röd porfyr, 5 % av grå porfyr/porfyr, 7 % av sandsten och 1 % av diabas/basalt.

Lokal Ar

Berggrunden i det område där denna moränprofil är grävd består av muskovit-biotitglimmerskiffer (fig. 5). Glimmerskifferområdet omges av stora urgranitområden. I väster är urgraniten en granodiorit och även i norr är den i huvudsak av granodioritisk sammansättning. Glimmerskiffern är mycket finkornig, merparten av kornen ligger inom kornstorleksintervallet 0,1–0,25 mm men det finns också en grupp av korn inom kornstorleksintervallet 0,4–0,6 mm. Huvudmineral och väsentliga mineral i bergarten är kvarts, med halter mellan 30 och 50 vol.-%, plagioklas, med halter mellan 10 och 25 vol.-%, muskovit, vanligen med halter mellan 15 och 25 vol.-% och biotit, som kan vara mer eller mindre kloritiserad, uppträder ofta i halter mellan 20 och 30 vol.-%. Anortithalten i plagioklasen varierar mellan 8 och 25 vikt-%. Uppgifterna är tagna från Stålhös (1972).

Denna profil visade sig vara inhomogen efter analys. Innehållet av lokala bergartsfragment var betydligt mindre i det djupaste provtagningsintervallet, 90–100 cm (prov Ar10), än i ovanliggande nivåer. Prov Ar 8 från djupintervallet 80–90 cm innehåller 70 % glimmerskifferfragment i fingrusfraktionen, medan prov Ar 10 bara innehåller 55 %. Resten av materialet består av urgranitkorn i båda proverna. Oliktigheterna återspeglas också i tex-

turen (se fig. 4). Prov Ar 8 innehåller 3,3 vikt-% ler medan prov Ar 10 bara innehåller 0,65 vikt-% (av material <2 µm).

Lokal Sku och lokal Frö

Båda lokalerna ligger i ett stort urgranitområde (fig. 6). Urgraniterna är mer eller mindre förskiffrade och i allmänhet medelkorniga men porfyriska varianter är också vanliga. Oftast är färgen grå men det finns också röda urgraniter. Sammansättningen varierar från ren granit till tonalit. Granodioriter är mycket vanliga. Intill provtagningspunkten *Sku* är urgraniten utbildad som en starkt förskiffrad gnejsgranit med granodioritisk sammansättning. Enligt analys innehåller bergarten 15 vikt-% biotit.

I moränen dominerar fragment av den lokala berggrunden helt. I *Sku*-profilen består fingrusfraktionen till 86 % av grå fragment- och till 14 % av röda fragment från urgranit. I *Frö*-profilen utgör urgranitmaterialet 90 % av fingrusfraktionen. Andra bergartsfragment (bl.a. leptitkorn) utgör 10 %.

Moränen är av den vanliga sandiga moiga typen med en lerhalt på mellan 0,9- och 1,7 vikt-% i matrix (se fig. 4, prov *Frö* 10 och *Frör*). Uppåt i profilen ökar lerhalten som vanligt i podsoler till 3,1- respektive 5,3 vikt-% i B- (prov *Sku* 5 från 40–50 cm djup) respektive A₂-horisonten (prov *Sku* 1 från 5–10 cm djup).

Lokal Arj

Berggrunden i området där denna profil är grävd består av sura till intermediära vulkaniter (Lundqvist m.fl. 1994). Nära provtagningsplatsen (mot isrörelseriktningen) finns också områden med granit, Sorselegranit och Arjeplogsgranit (se fig. 7).

Vulkaniterna har mycket varierande utbildning. Vid Bure, i en sydligare del av vulkanitstråket, där berggrunden undersökts i ett särskilt arbete (Perdahl & Einarsson 1994), är vulkaniterna bl.a. utbildade som ryoliter, tuffer och lavar. Både tufferna och lavorna är rika på glimmer och klorit, och plagioklas är vanligen den dominerande fältspattypen.

”Sorselegraniten” är blottad utmed vägen mellan Arjeplog och Arvidsjaur där den är utbildad som grågrön syenit (Ödman 1957). Arjeplogsgranit finns som block i moränen i trakten. I dessa är graniten grovkornig och rödlätt till färgen, alkali eller kalidominerad (Grip 1946). Den åtföljs ofta av pegmatit.

I lokal Arj är moränen jämförelsevis finkornig med en lerhalt i matrix på 5,5 vikt-%. Innehållet av

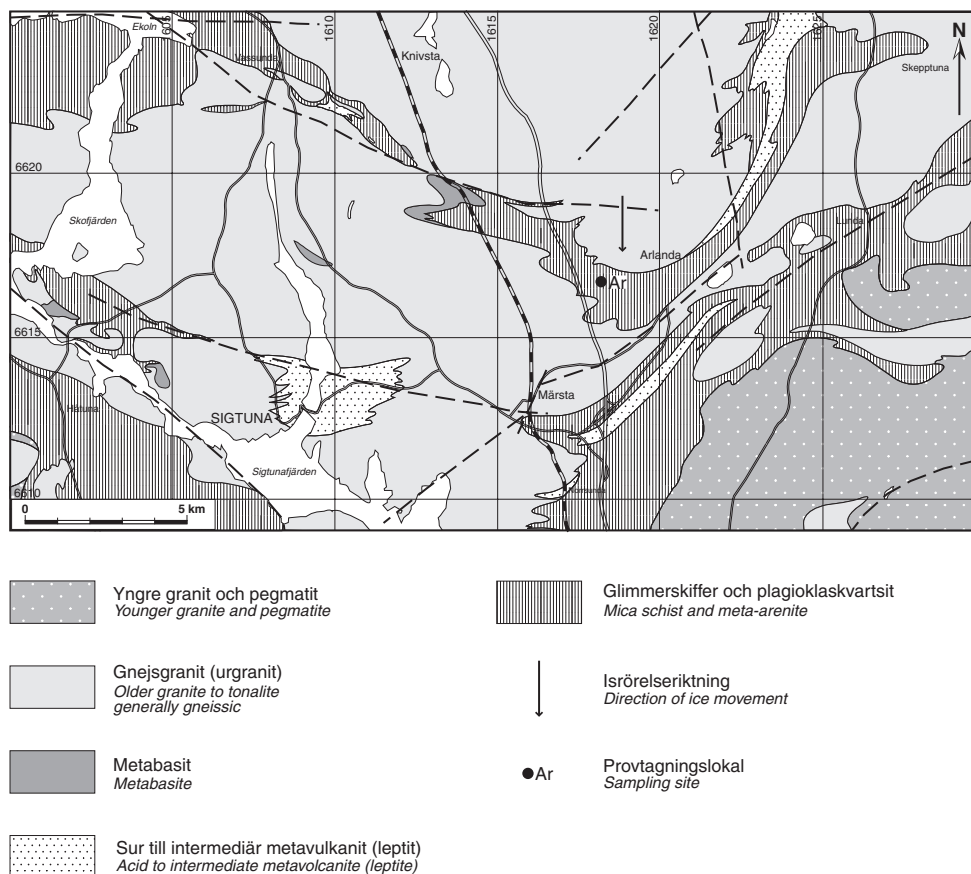


Fig. 5. Förenklad berggrundskarta över delar av kartbladen 11 I Uppsala SV och SO efter Stålhös (1967, 1968).

Fig. 5. Simplified bedrock map over parts of the map sheets 11 I Uppsala SW and SE after Stålhös (1967, 1968).

mjåla och mo är också högt men sandfraktionen är dåligt representerad (se fig. 4). Grövre material för petrografisk analys har inte varit tillgängligt.

Lokal Rät

Denna profil är grävd i ett område med homogen granitberggrund, Rätangranit (se fig. 8). Denna är enligt Lundqvist (1968) en porfyrisk granit i vilken ungefär en fjärdedel av volymen utgörs av 1–2 cm stora, ljusröda mikroklinögon. Grundmassan är medelkornig med mikroklinpertit och plagioklas som huvudmineral. Mikroklinen ingår således i såväl grundmassan som i ögonen. I yttre delarna av ögonen uppträder plagioklas (oligoklas med kanter av albit). Kvarts och biotit ingår också som väsentliga mineral i bergarten. Kvartshalten är i allmänhet mellan 15- och 20 vol.-% (Lundqvist pers.medd.).

Moränen är jämförelsevis grovkornig med låg lerhalt, 0,5 vikt-% av matrix. Innehållet av mjåla och finmo är också lågt. Grövre material för petrografisk analys har inte varit tillgängligt.

Lokal Små

Berggrunden på denna lokal består av Smålandsgranit (fig. 9), den hornbländeförande Växjögraniten (Hedström & Wiman 1905, 1906). Det är en grå medelkornig granit som är rikare på plagioklas och hornblände än den röda Växjögraniten som också finns i närliggande områden. Den röda graniten innehåller ungefär lika mycket kalifältspat som plagioklas och har högre kvartshalt än den grå. Båda granittyperna är ganska biotitrika och titanit är vanligt förekommande (op.cit.).

Moränen är av den sandiga moiga typen med ungefär samma kornstorleksfördelning som moränerna i gnejsgranitområdet intill Skultuna (Skulo och Frö-proverna, se fig. 4). Lerinnehållet i matrix är 1 vikt-%. Inte heller i denna profil har grövre material för petrografisk analys funnits tillgängligt.

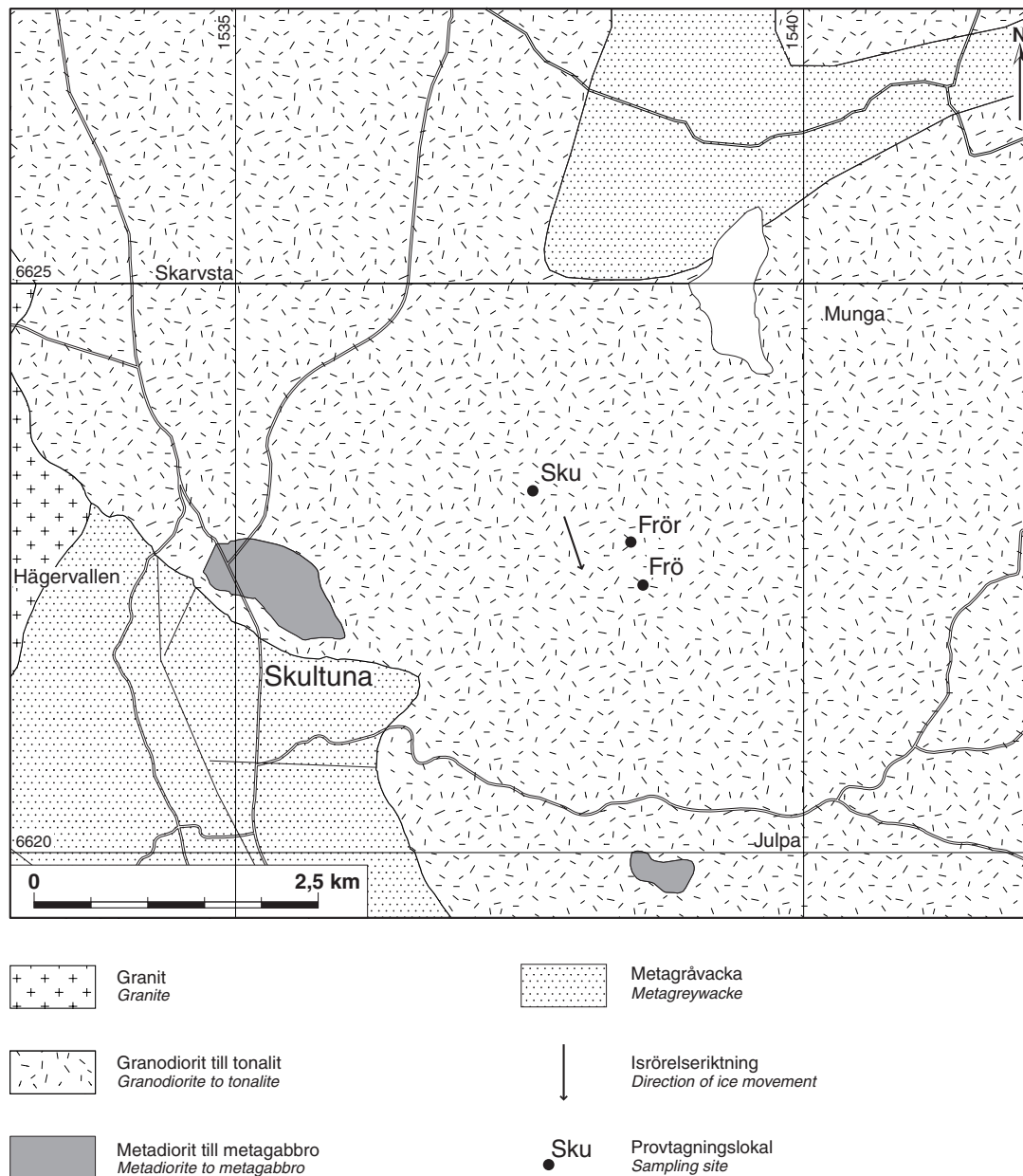
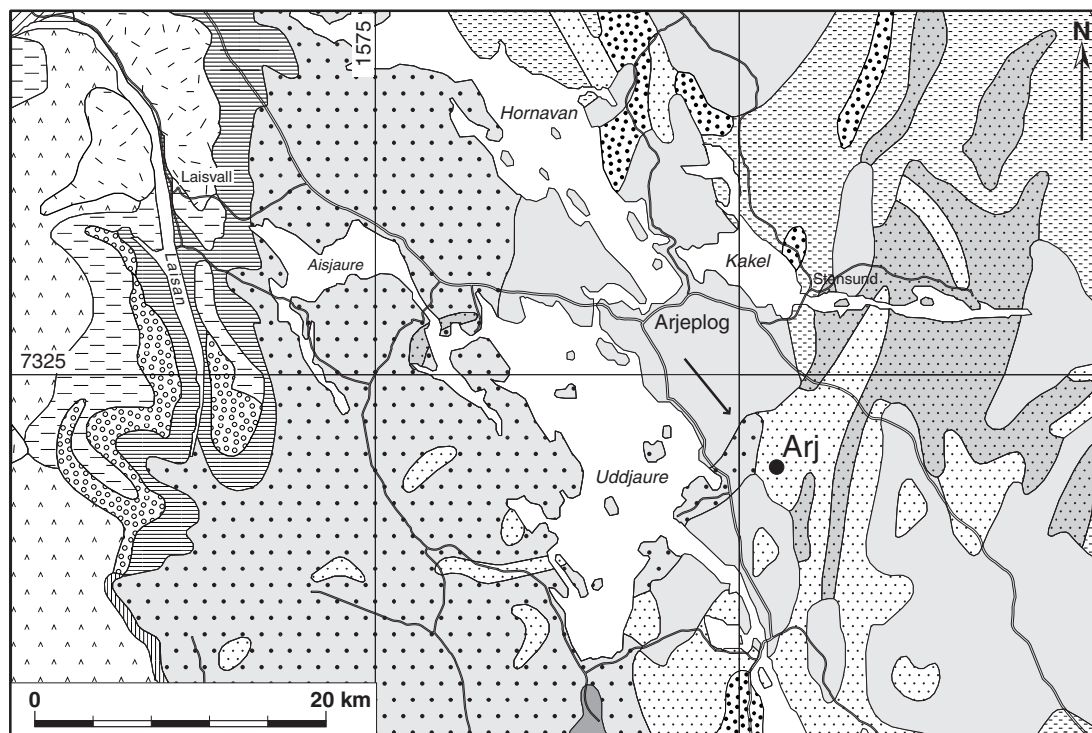


Fig. 6. Förenklad berggrundskarta över delar av kartbladen IIG Västerås SO efter Arnbom & Sträng (1998) och IIG Västerås NO efter Ripa (under arbete).

Fig. 6. Simplified bedrock map over parts of the map sheets IIG Västerås SE after Arnbom & Sträng (1998) och IIG Västerås NE after Ripa (in preparation).



KALEDONIDERNA

	Gnejs, glimmerskiffer, lokalt fyllit Gneiss, mica schist, locally phyllite
	Kvartsit, fältspatsandsten, arkos, mylonit Quartzite, feldspathic sandstone, arkose, mylonite
	Sur intrusiv bergart Acid intrusive rock
	Kvartsit med skifferinslag Quartzite with shale interbeds
	Gråvacka och lerskiffer, fyllit Greywacke and shale, phyllite
	Kalksten Limestone
	Alunskiffer Alum shale

URBERGET

	Yngre granit och pegmatite Younger granite and pegmatite
	Sandsten, konglomerat, kvartsit, skiffer Sandstone, conglomerate, quartzite, minor phyllite
	Äldsta granitoider (urgraniter) Oldest granitoids
	Gabbro Gabbro
	Basiska vulkaniska bergarter Basic metavolcanic rocks
	Sura och intermediära vulkaniska bergarter Acid and intermediate metavolcanic rocks
	Sorselegranit Sorsele granite

Isrörelseriktning
Direction of ice movement

Provtagningslokal
Sampling site

Fig. 7. Förenklad berggrundskarta över del av Sveriges berggrund (kartbladen 25H Arjeplog och 25I Stensund NV, SV) efter Lundqvist m.fl. (1994).

Fig. 7. Simplified bedrock map over a part of the Swedish bedrock (map sheet 25H Arjeplog and 25I Stensund NW, SW) after Lundqvist et al. (1994).

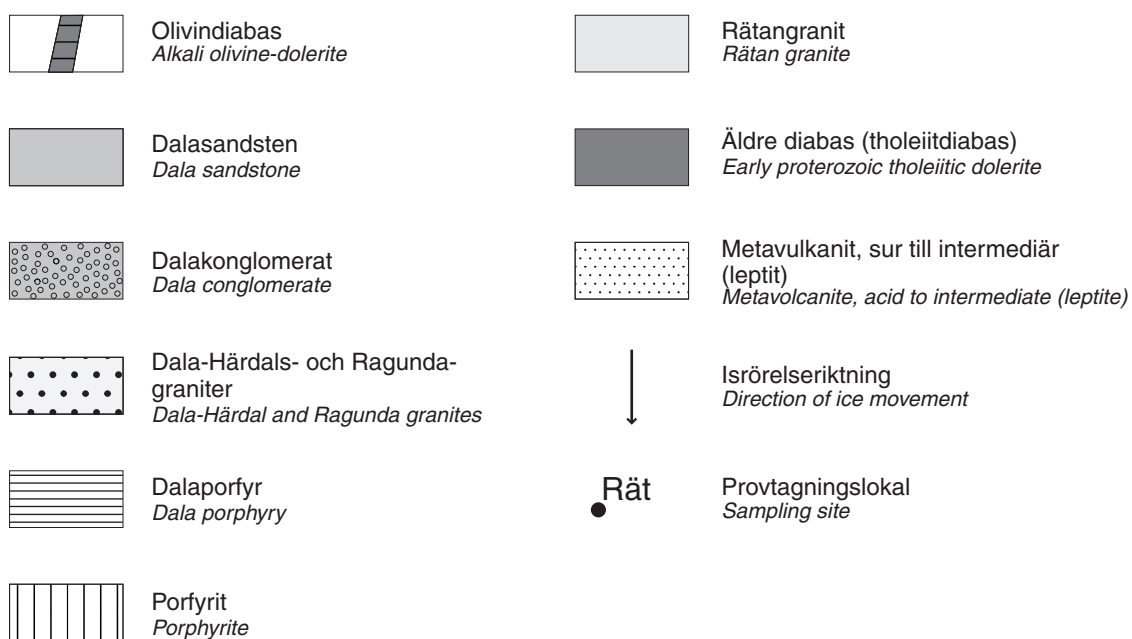
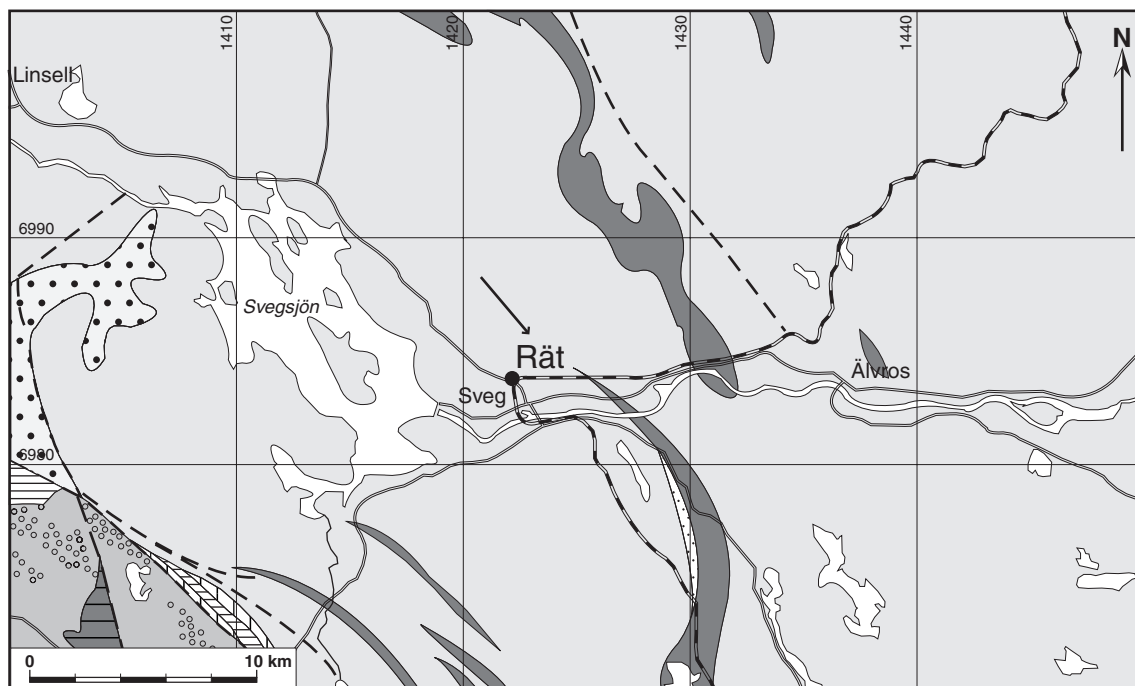


Fig. 8. Förenklad berggrundskarta över del av Jämtlands län (blad I) efter Lundegårdh m.fl. (1984).

Fig. 8. Simplified bedrock map over part of Jämtland county (sheet I) after Lundegårdh et al. (1984).

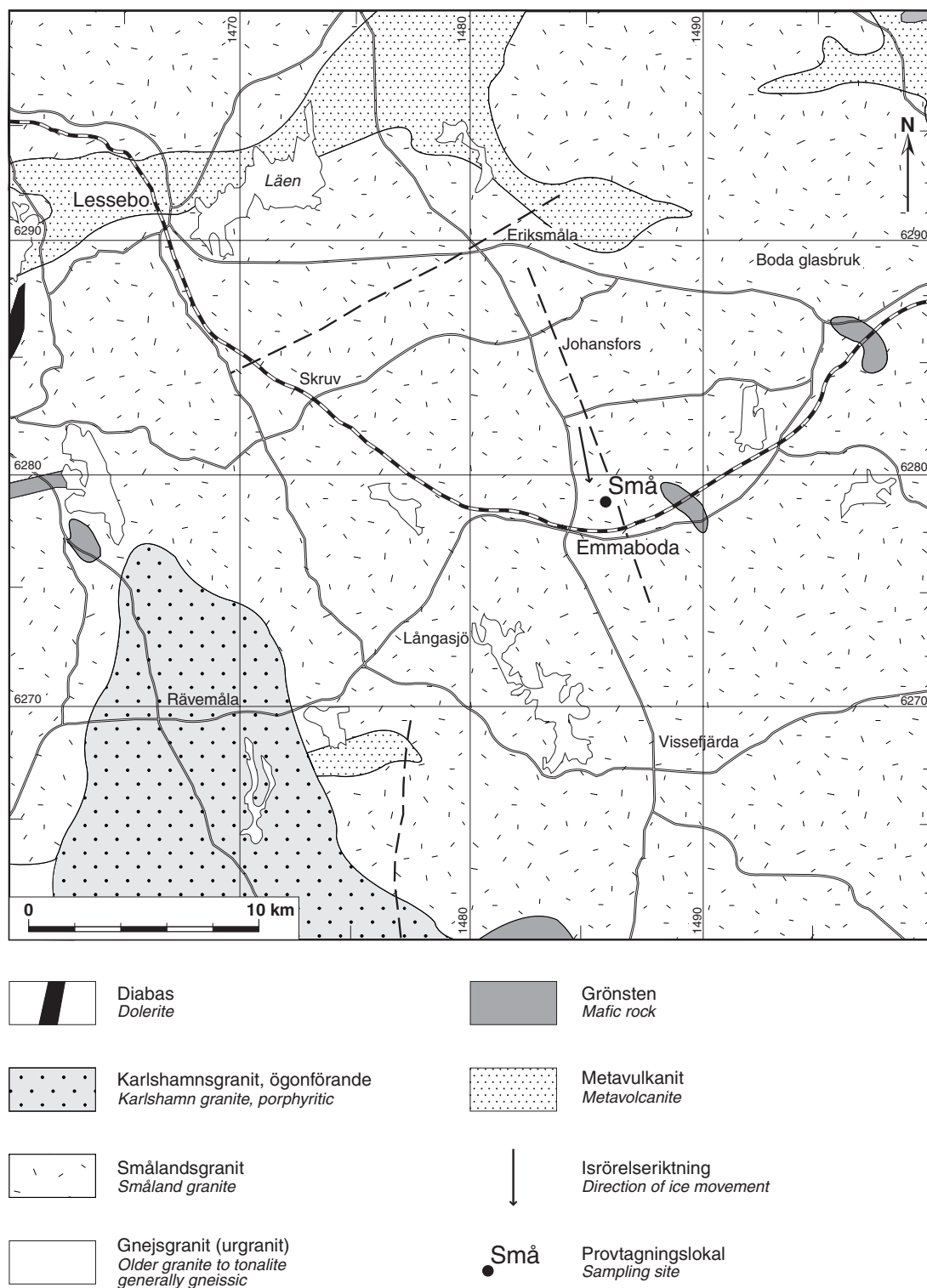


Fig. 9. Förenklad berggrundskarta över kartbladet Karlskrona efter Kornfält & Bergström (1990).

Fig. 9. Simplified bedrock map covering the map sheet Karlskrona after Kornfält & Bergström (1990).

PROVBEREDNING

Från provet som tagits i fält avdelades i provdelare 3–4 kg som torkades i ugn vid 80°C. Materialet delades på nytt, en del sparades som arkivprov och den andra delen uttogs för planerade analyser. Analysprovet siktades genom en 2 mm sikt för att skilja det grövre materialet från matrixen. Det grövre materialet användes senare till petrografiska analyser, matrixmaterialet till kemiska och mineralogiska analyser. För de sistnämnda analyserna avdelades vardera omkring 100 g.

De 100 g som avsatts för mineralogiska analyser uppslammades i destillerat vatten och dispergerades genom ultraljudsbehandling i minst 2 timmar. Det suspenderade materialet våtsiktades genom en 63 µm sikt. Korn grövre än 63 µm torkades och uppsiktades i två kornstorleksfraktioner, 63–250 µm och 250–2000 µm. Det suspenderade materialet som passerat 63 µm överfördes till sedimentationscyllindrar där leret (fraktion < 2 µm) separerades från siltmaterialet (fraktion 2–63 µm) genom ett förfarande av upprepade sedimentation och avsugning av övre delen av suspensionen som efter en viss sedimentationstid enbart innehåller lerpartiklar. Efter varje avsugning återfylldes den borttagna volymen med nytt avjoniserat vatten och suspensionen omskakades. Förfarandet upprepades tills en klar suspension erhöles i sedimentationscyllindern efter utvald sedimentationstid för lerpartiklar. I detta skede ansågs lerpartiklarna separerade från siltmaterialet. Bottensatsen med siltmaterialet överfördes till en porslinsaskål och torkades vid 80°C. Stora volymer lersuspension erhöles (ca 5 l) i samband med separationerna. För att reducera volymerna flockulerades suspensionerna med salt, i de flesta fall med NaCl men även med SrCl₂. Överliggande vattenmassa sögs bort med hävert och bottensatsen överfördes till 100 ml provrör. I de fall NaCl användes för flockuleringen avlägsnades dessa genom några tvättningar med avjoniserat vatten. Därefter mättades lermaterialet över en natt i 1 M SrCl₂-lösning. Materialet centrifugerades och den använda SrCl₂-lösningen avdekanterades och utbyttes mot ny men denna gång bara för kort behandling i saltlösningen. Därefter borttvättades överskottet av salt genom upprepade tvättningar i avjoniserat vatten. Efter denna jonbytesprocess föreligger materialet som strontiumlera vilket underlättar beräkningarna av dess mineralogiska sammansättning (jfr Snäll &

Ek 1991). Lermaterialet frystorkades till ett poröst pulver.

Material från alla fyra fraktionerna som separerats fram ur matrixen analyserades kemiskt och mineralogiskt. Ungefär 30 g av varje prov insändes till SGAB för malning och kemisk analys. För kemisk analys av det separerade matrixmaterialet avdelades 15–20 g av de grövre fraktionerna (63–250 µm resp. 250–2000 µm) och omkring 10 g från 2–63 µm-fraktionen. Uttagen mängd varierade något beroende på materialtillgången. Från lerfraktionen avskildes så litet som möjligt (mindre än 1 g) till kemisk analys för att få material över till de mineralogiska analyserna.

Till mineralogiska analyser uttogs två delprov från varje fraktion (utom från lerfraktionen), ett på 1 g för direkt nedmalning och bestämning av huvudmineralinnehåll med röntgendiffraktion (XRD) och ett annat på 20–40 g för anrikning av s.k. basmineral (jfr Snäll & Ek 1991) genom separation i tung vätska med densitet 2,68 g/cm³ (blandning av tetrabrometan och dimetylformamid). Även från basmineralfraktionen (d>2,68 g/cm³) uttogs 1 g för nedmalning och analys med XRD och ungefär lika mycket material (i huvudsak från fraktion 60–250 µm) för inbäddning i plast och tillverkning av tunnslip. Alla prover uttogs genom neddelning av materialet i provdelare. Malningen utfördes i alkohol i en speciell kvarn (Micronising mill). Malningstiden för varje prov var 10 minuter. På lermaterialet utfördes XRD-analyserna utan någon föregående malning och inte heller gjordes något försök att separera mineralen i tung vätska.

För selektiv utlakning av syralösliga mineral (lakning i kungsvatten) avdelades också 1 g från varje kornstorleksfraktion. Materialet (omalt) lakades i 15 ml koncentrerad HNO₃:HCl (1:3) (kungsvatten) i vattenbad (temp. strax under kokpunkten) under 1 timme och därefter vid rumstemperatur i 20 timmar. Efter avslutad lakning filtrerades laktlösningen genom ett 0,0A-filter och späddes till 100 ml.

ANALYSER

Kemiska analyser

Totalkemiska analyser

Totalhaltsanalys utfördes med plasma-emissions-spektrometri (ICP-AES) efter uppslutning av 0.125 gram prov i 0,375 gram LiBO_2 och upplösning i HNO_3 . Följande 10 huvudelement analyserades: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , MnO , Na_2O , P_2O_5 , TiO_2 samt glödningsförlust. Dessutom analyserades 18 spårelement: Ba, Be, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Sc, Sn, V, W, Y, Yb, Zn och Zr.

För samtliga insamlade prover analyserades matrixen, dvs. fraktionen <2000 μm . Dessutom analyserades ett eller två C-horisontprov från varje moränprofil på de fyra delfraktionerna: <2 μm , 2–63 μm , 63–250 μm och 250–2000 μm .

Kemiska analyser av enskilda mineral

För kvantitativa beräkningar av mineralinnehållet bör så långt möjligt den kemiska sammansättningen hos de ingående mineralen vara kända. Det har därför gjorts ett flertal kemiska analyser av mineral i moränerna som ett led i detta projekt. Analyserna har utförts vid SGU med mikrosond på mineralkorn som bäddats in i plast och polerats och belagts med grafit. Ett ARL-SEMQ-instrument användes.

Kungsvattenlakning

Kungsvattenlakning och efterföljande ICP-AES-analys utfördes på matrixmaterialet till följande prover:

Profilerna A, B, C, D, E, F, G, Ar, Rät, Små samt på proverna Frö 10, Frö 17, Frör och Sku 11. Dessutom analyserades delfraktionerna <2 μm , 2–60 μm , 60–250 μm och 250–2000 μm för C-horisontprov från 7 moränprofiler, nämligen proven B 10, C 15, D 20, E 25, F 30, Frö 17 och Ar 10. Följande huvudelement och spårelement bestämdes: Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Ti, As, Ag, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Ni, Pb, Sr, Zn, V och W.

Extraheringar, CEC-, basmättnadsgrad och pH-bestämningar

För samtliga matrixprover bestämdes utbytbara halter av Na, K, Ca och Mg efter extraktion vid pH 4,8

med 0,5 M NH_4Ac . Utbytesaciditet (H) och utbyt-bart aluminium (Al) samt pH(KCl) bestämdes efter extraktion med 1,0 M KCl vid pH 7.

Ur de gjorda mätningarna bestämdes totalaciditeten (TA) enligt:

$$\text{TA} = \text{H} + \text{Al}$$

Vidare bestäms summan av utbytbara baskatjoner (TEB) enligt:

$$\text{TEB} = \text{Na} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg}$$

Katjonkapaciteten (CEC) enligt:

$$\text{CEC} = \text{TEB} + \text{TA}$$

Basmättnadsgraden (BM) enligt:

$$\text{BM \%} = \text{TEB} \times 100 / \text{CEC}$$

Mineralogiska analyser

Mineralen i proverna har identifierats genom röntgendiffraktionsanalys (XRD). Analyserna utfördes med en Philips diffraktometer (PW 1050) med AMR monokromator och kopparstrålning (CuK_α), som genererades vid 50 kV och 25 mA samt vid 40 kV och 30 mA (ändringar p.g.a. instrumenttekniska faktorer). Spalterna i strålgången var 1 grad för divergerande och 0,2 grader för mottagande spalt. Det pulveriserade provmaterialet packades i speciella provkoppar (Byström-Asklund 1966) för att få oorienterade kristaller i analyspreparatet. Upptagningen av diffraktogrammen från pulverpreparaten gjordes med känsligheten inställd på 400 c/s och tidskonstant 4. Goniometerhastigheten var 1 grad (2θ) per minut och pappershastigheten 10 mm per minut. Vid uppmätning av storleks-(intensitets-) förhållanden mellan olika toppar i diffraktogrammen minskades goniometerhastigheten till 0,5 grad (2θ) per minut och upptagningar gjordes tre gånger över samma toppar. Även lermaterialet analyserades på detta sätt men också enligt metodik beskriven av Drever (1973) med kristallerna i analysprovet orienterade i ett plan. Det senare analysförfarandet görs för att förstärka reflexerna från basalplanen i lermineralgittren och därmed underlätta identifieringen av lermineralen.

Läget på topparna i diffraktogrammen visar vilka mineral som ingår och intensiteten på topparna

(mätt som toppens yta eller höjd) står i proportion till halterna av mineralen (jfr. Bish & Post 1989). Genom att mäta topparnas intensitet och multiplicera med en faktor som är specifik för varje mineral är det möjligt att göra en semi-kvantitativ bestämning av mineralinnehållet i ett prov. Det är dock många parametrar som påverkar intensiteten hos topparna i diffraktogrammen, bl.a. kornstorlek, kemisk sammansättning hos de enskilda mineralen och i provet som sådant. På moränprover från olika kemiska miljöer är det svårt att åstadkomma likvärdiga förutsättningar vid analysen. För att få en bättre kontroll på mineralsammansättningen i proverna kompletteras XRD-bestämningar med beräkningar av mineralsammansättningen utifrån kemiska data, totalsammansättning av provmaterialet och kemisk sammansättning av enskilda mineral. Totalkemisk analys har som nämnts gjorts på alla kornstorleksfraktioner. Totalsammansättningen är lika med summan av bidragen från varje enskilt mineral som ingår i provet. Alltså andelen av mineralet A x kemiska sammansättningen för mineralet A + andelen av mineralet B x kemiska sammansättningen för mineralet B etc. summeras till en totalsammansättning som skall överensstämma med den totalkemiska analysen. Ett dataprogram (MINBER94) har upprättats för beräkningarna. Hur beräkningarna utförts redovisas i Bilaga 2.

För vissa mineral är kemiska sammansättningen känd och konstant, t.ex. i kvarts, kalifältspat, albit och anortit, under förutsättning att de uppträder som absolut rena faser. Här antas att så är fallet. För

andra mineral har den kemiska sammansättningen bestämts genom mikrosondanalys på korn direkt i provet men även litteratordata där sådana varit tillgängliga har nyttjats och använts vid beräkningarna. Mikrosondanalyser på enskilda mineral som utförts inom ramen för projektet redovisas i Bilaga 3. Vid själva mineralberäkningarna har för biotiter och kloriter en medelsammansättning beräknats ur analysvärdena i Bilaga 3 för Arlanda(Ar)- respektive Skultuna(Sku)-lokalerna. I Bilaga 4 anges de mineralkemiska data som använts i programmet. Till stöd för mineralbestämningarna genomfördes också syralakning i kungsvatten. Biotiter och vissa lermineral upplöses (Räisänen & Gustavsson 1989) helt och kan indirekt kvantifieras genom bestämning av kalium och magnesiuminnehållet i laklösningen.

För att kunna genomföra beräkningarna på ett meningsfullt sätt och så noggrant som möjligt utskilja halterna av de mest vittringsbenägna mineralen är det nödvändigt att utföra såväl XRD-analys, lakningar och totalkemisk analys. Från den totalkemiska analysen gäller det att fördela oxiderna mellan de olika mineralen och bygga upp mineralen. För att kunna göra detta måste proportionerna mellan vissa av de ingående mineralen vara kända. Dessa bestämningar utförs med hjälp av XRD-analys utifrån storleken på topparna för respektive mineral. I vissa fall bestäms halten av mineralet direkt från XRD-data mot standardkurvor (med kända halter) för mineralet ifråga (exempelvis för kaolinit).

RESULTAT

Kemiska analyser

Totalkemiska analyser av matrixmaterialet i profilerna

Resultaten av de totalkemiska analyserna redovisas i Tabell 1 och Tabell 2 i Bilaga 5. Tabell 1 omfattar profilerna från Dalarna och Tabell 2 profilerna tagna i Uppland (profil Ar), Västmanland (profilerna Sku, Frö och Frör), Lappland (profil Arj), Härjedalen (profil Rät) och Småland (profil Små). Som

representativ fraktion för geokemisk karakterisering av moränerna har det material som är mindre i kornstorlek än 2 mm (matrixmaterialet) valts. Det är denna fraktion som analyseras vid geokemiska undersökningar inom miljöforskningen (Olsson & Melkerud 1991 bl.a.) och vid geokemisk kartering av skogsmark (Melkerud m.fl. 1992). Analysprov har tagits från olika djup i profilerna, exempelvis i profil A från fem olika djupnivåer med provbeteckningarna A1, A2, A3, A4 och A5 (uppfifrån och nedåt, se Bilaga 5, Tabell 1).

För de flesta av markprofilerna kan en del tydliga trender urskiljas. I det översta provet, som tagits i blekjordsskiktet är SiO_2 -halten genomgående högst, samtidigt som Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O och P_2O_5 har minimivärden. Detta beror på att SiO_2 ingår som huvudelement i de mest vittringsresistenta mineralen och får därför en relativ anrikning i detta skikt. I nivån närmast under blekjordsskiktet, översta B-skiktet, tenderar SiO_2 att ha ett minimum, samtidigt som Al_2O_3 , Fe_2O_3 och MnO har maxvärden. Detta förklaras av att de tre sistnämnda elementen fälls ut och anrikas i B-skiktet, varvid SiO_2 späds ut till en lägre halt. Under dessa två provtagningsnivåer är tendensen att halterna av SiO_2 , CaO , MgO och Na_2O_3 stiger mot djupet, vilket avspeglar en avtagande vittringspåverkan nedåt i marken.

Även för K_2O finns för de flesta profiler en tendens till stigande halter mot djupet, även om en del profiler (Arj, Rät, Små) har de högsta halterna i det översta blekjordsprovet. Detta förklaras troligen av att blekjorden på dessa lokaler varit uppblandad med humusmaterial innehållande kalium.

För TiO_2 , som hör till de mera vittringsresistenta, erhöles maxhalter i det översta provet för flera profiler (Profil A, B, G, Sku, Frö och Små). För de övriga profilerna (Profil C, D, E, F, Arj och Rät) erhöles de högsta halterna i rostjorden, vilket indikerar att TiO_2 utfälls tillsammans med Fe-, Mn- och Al-hydroxider i detta skikt.

Zirkonium (Zr), som också är vittringsresistent, visade maxhalter i blekjorden i alla profiler utom i två, profil B och C, där högre halter erhöles i B- resp C-skikten. För påfallande många profiler erhöles minimihalter i rostjorden, vilket sannolikt beror på att Zr späds ut av de utfällda järn-, mangan- och aluminiumhydroxiderna. En systematisk sänkning av Zr-halterna mot djupet konstaterades för profilerna G, Arj, Rät och Små.

Kemiska analyser av olika kornstorleksfraktioner

Olika kornstorleksfraktioner av proverna från C-horisonten har också analyserats (se Bilaga 6, Tabell 1–16). I ett antal diagram (fig. 10–21) jämförs den lokala berggrundens kemiska sammansättning med moränens. I diagrammen visas också hur halterna av olika element varierar i olika kornstorleksfraktioner.

Lokal A

Av fig. 10 framgår att SiO_2 -halten i moränen är ca 80 % och att den är som högst i grovmo- och sandfraktionerna. I den porfyr (från Hjelmqvist 1966) som får anses representera den lokala berggrunden är SiO_2 -halten bara drygt 60 %. Al_2O_3 -halten i moränens matrix är hälften av den i porfyrten. CaO - och MgO -halterna är ännu lägre, 4–5 gånger lägre än de i porfyrten. I moränen är CaO -halten som högst i siltfraktionen. Na_2O - och Fe_2O_3 -halterna är också klart lägre i moränen än i porfyrten. K_2O -halten är däremot ungefär lika i moränen som i porfyrten.

Noterbart är att CaO -halten är som högst och MgO -halten som lägst i siltfraktionen. Höga halter av Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO och K_2O i lerfraktionen återspeglar lermineralinnehållet i denna fraktion. Det gäller för samtliga prover som analyserats, som framgår av fig. 10–21.

Lokal B

I moränen över porfyren (fig. 11) är SiO_2 -halten ungefär densamma som i de analyserade porfyerna. Al_2O_3 -, CaO -, Na_2O - och K_2O -halterna är lägre i moränen än i porfyerna. Däremot är MgO - och Fe_2O_3 -halterna högre i moränen än i porfyrberggrunden, klart högre åtminstone om jämförelsen görs med porfyr av Bredvadstyp som mest liknar den porfyr som finns väster och norr om provtagningspunkten. Noterbar är anrikningen av CaO i moränens siltfraktion.

Lokal C

I moränen tagen inom Dalasandstensområdet är SiO_2 och Al_2O_3 -halterna ungefär desamma i moränen som i sandstenen (fig. 12). MgO -, K_2O - och Fe_2O_3 -halterna är något högre i moränen än i sandstenen och Na_2O -halten ännu högre. CaO är markant förhöjd i moränen och särskilt anrikad i siltfraktionen.

Lokal D

Moränen som är tagen över Öjebasalten avviker i kemiskt avseende helt från underliggande bergart (fig. 13). Den grövsta fraktionen (sandfraktionen) i matrix är anrikad på CaO och MgO och även på Fe_2O_3 om lerfraktionen undantas.

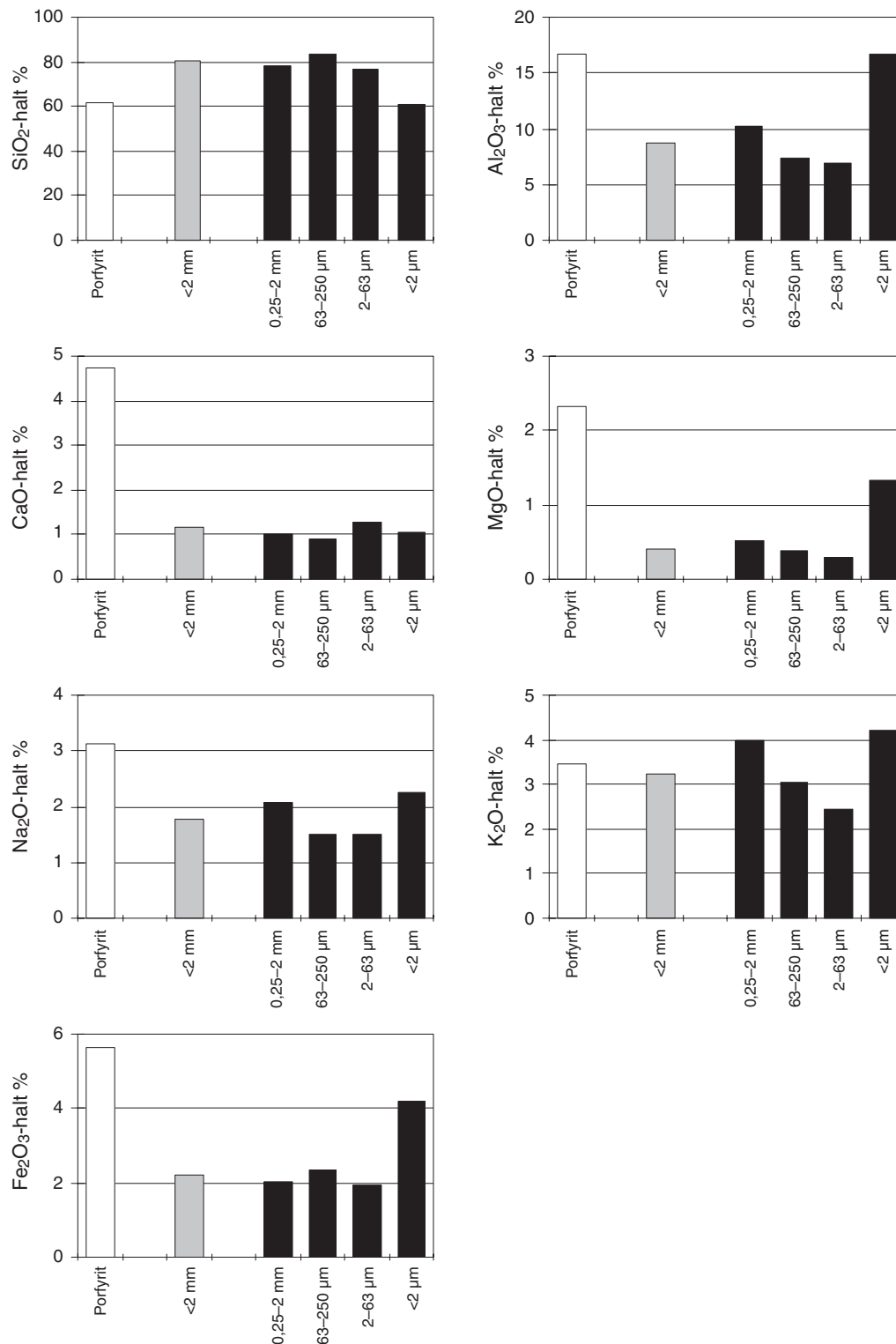


Fig. 10. Lokal A. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horisonten (prov A5). För jämförelse är också värden från en analys (Hjelmqvist 1966) av den lokala berggrunden (porfyr) inlagda i diagrammen.

Fig. 10. Locality A. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample A5). The column to the left in the diagrams gives the concentration of elements (Hjelmqvist 1966) in the local bedrock (porphyrite) for comparison.

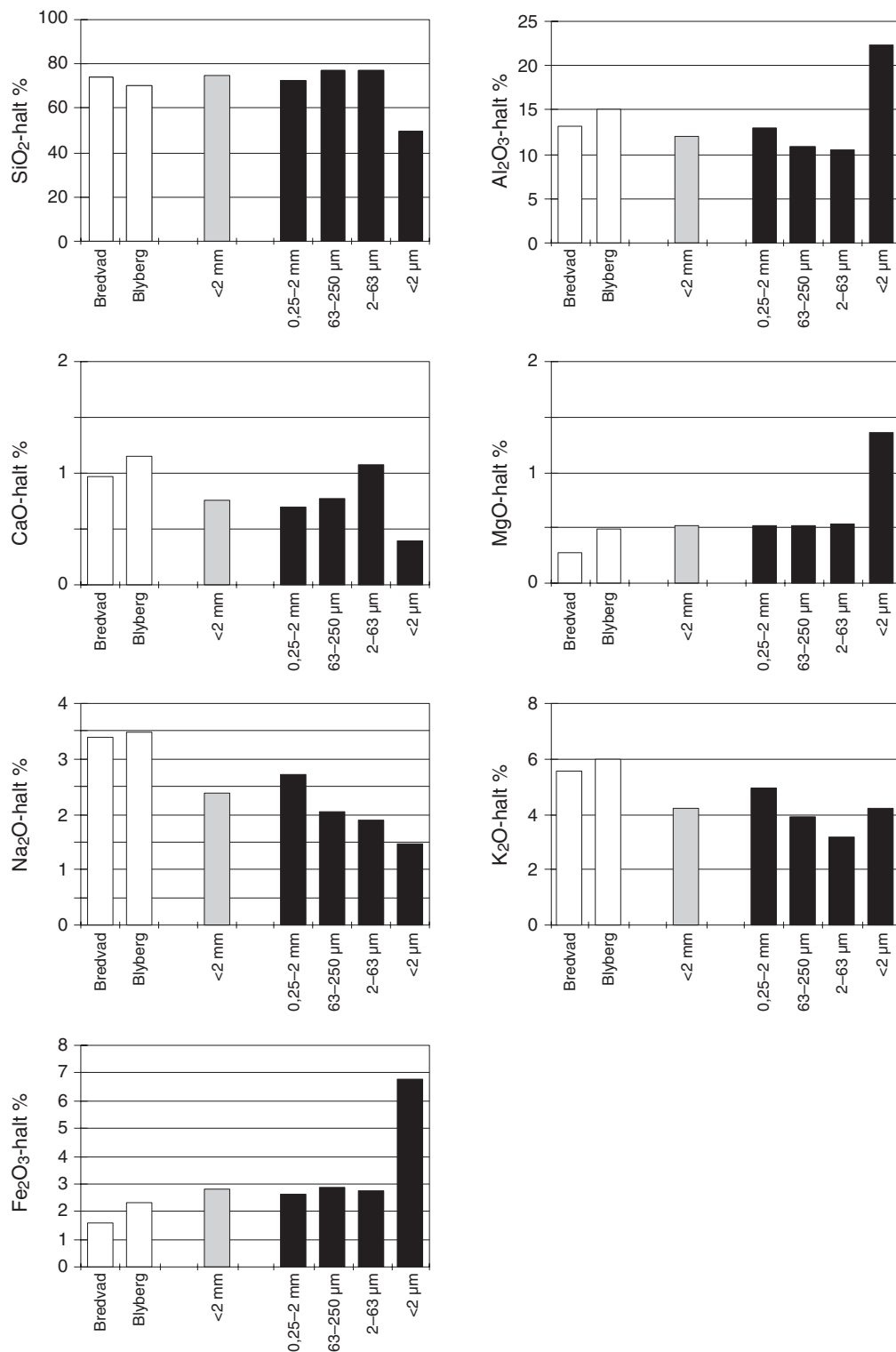


Fig. 11. Lokal B. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horisonten (prov B10). För jämförelse är också värden från två analyser (Hjelmqvist 1966) av två porfyrtyper (Bredvads- och Blybergsporfyr) inlagda i diagrammen.

Fig. 11. Locality B. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample B10). The two columns to the left in the diagrams give the concentration of elements taken from analyses (Hjelmqvist 1966) of Bredvad porphyry (local bedrock) and Blyberg porphyry for comparison.

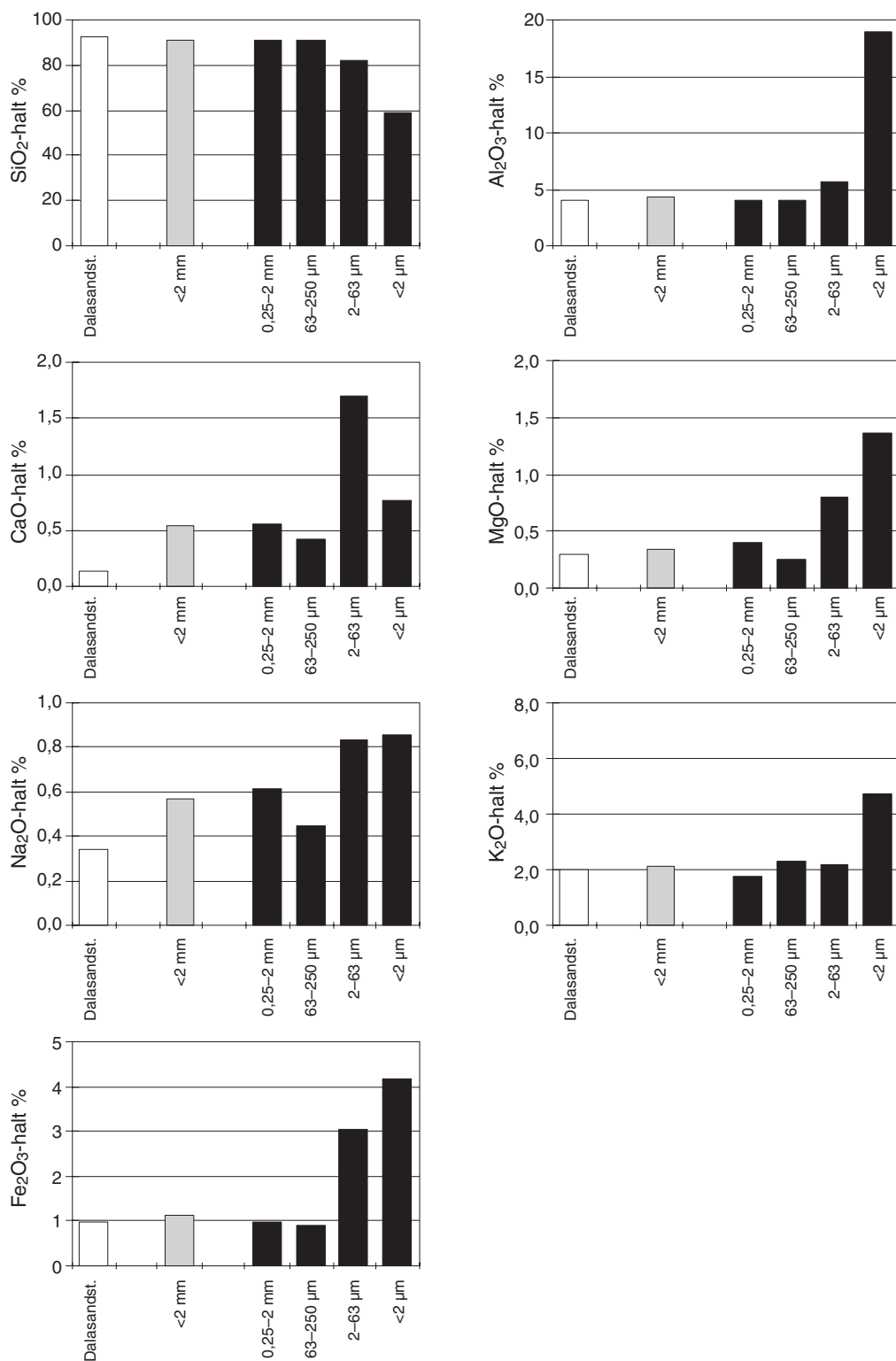


Fig. 12. Lokal C. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horizonten (prov C15). För jämförelse är också värden från en analys (Stenlid 1996) av den lokala berggrunden (Dalasansten) inlagda i diagrammen.

Fig. 12. Locality C. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample C15). The column to the left in the diagrams gives the concentration of elements taken from one analysis (Stenlid 1996) of the local bedrock (Dala sandstone) for comparison.

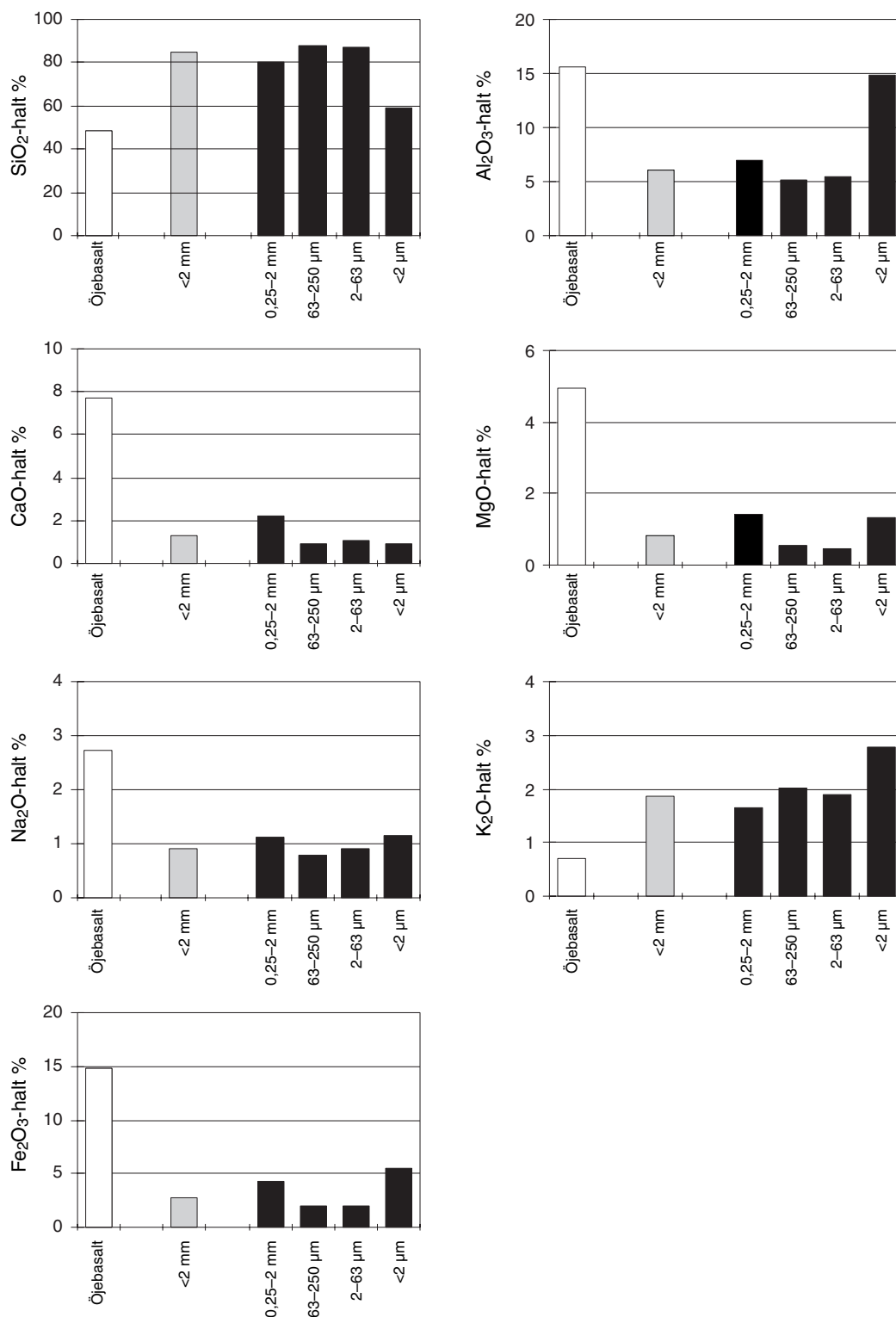


Fig. 13. Lokal D. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horizonten (prov D20). För jämförelse är också värden från en analys (Hjelmqvist 1966) av den lokala berggrunden (Öjebasalt) inlagda i diagrammen.

Fig. 13. Locality D. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample D20). The column to the left in the diagrams gives the concentration of elements taken from one analysis (Hjelmqvist 1966) of the local bedrock (Öje basalt) for comparison.

Lokal E

Moränen i Järnagranit-området har en något förhöjd SiO_2 -halt men sänkt Al_2O_3 -halt i förhållande till moderbergarten (fig. 14). MgO - och Fe_2O_3 -halterna är klart lägre i moränen än i moderbergarten. För CaO -, Na_2O - och K_2O -halterna är det svårare att från figurerna säga om halterna är lägre i moränen än i bergarten eftersom det är mycket stora variationer i halterna av dessa ämnen i de analyserade graniterna. Halterna i moränen är lika eller lägre än i bergarten. Sandfraktionen i moränen har den högsta halten av Na_2O , CaO och K_2O . Även siltfraktionen har en hög halt av CaO .

Lokal F och lokal G

Diagram som visar den kemiska sammansättningen i de två moräntyperna som är tagna över Siljansgraniten presenteras i fig. 15 (den leriga moränen) och i fig. 16 (den grusiga moränen). I båda moränerna är SiO_2 - och Al_2O_3 -halterna högre respektive lägre än i graniten. K_2O - och Na_2O -halterna är lägre i moränen än i bergarten. De två typerna av Siljansgranit som analyserats uppvisar mycket stora olikheter i CaO - och MgO -innehåll. CaO -halten i moränen är ungefär lika med halten i den som har den lägsta halten av graniterna och MgO -halten i moränen är ungefär mitt emellan halterna för de analyserade graniterna. I båda moräntyperna är Na_2O - och K_2O -halterna höga i sandfraktionen. I den leriga moränen (prov F30) är CaO -halten som högst i siltfraktionen, men i den grusiga moränen (prov G37) är CaO -halten som högst i grovmofraktionen. En likartad fördelning noteras för MgO om lerfraktionen undantas från jämförelsen.

Lokal Ar

Moränen som är tagen över glimmerskifferberggrund innehåller mera SiO_2 än skiffern (fig. 19). Likaså är CaO - och Na_2O -halterna högre i moränen. Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -, MgO - och K_2O -halterna är däremot lägre i moränen än i skiffern. Om lerfraktionen med sin speciella sammansättning undantas, så visar analyserna att siltfraktionen har de högsta halterna av CaO , MgO och K_2O och även av Fe_2O_3 och Al_2O_3 .

Lokal Sku och lokal Frö

Omkring provtagningslokalen intill Skultuna består berggrunden av en gnejsgranit (s.k. urgranit) som i fig. 18 representeras av prov Sku 0. I figuren har också halterna av huvudelementen i två "urgraniter" från kartbladet Enköping SV medtagits för jämförelse, dels en "urgranit" av granodioritisk sammansättning och dels

en av tonalitisk sammansättning (från Stålhös 1976). I moränens matrix är SiO_2 -halten något högre än i den lokala berggrunden men inte högre än i granodioriten. Al_2O_3 -, MgO - och Fe_2O_3 -halterna är lägre än i den lokala berggrunden men ungefär lika med eller högre än i granodioriten. Na_2O -halten i moränen är ungefär i samma nivå som i den lokala berggrunden. K_2O -halten är däremot högre än i den lokala berggrunden men på samma nivå som i granodioriten och tonaliten.

SiO_2 -halten är som högst och Al_2O_3 -halten som lägst i grovmofraktionen av moränen. Na_2O - och K_2O -halterna är högst i sandfraktionen. För K_2O gäller detta bara om lerfraktionen undantas från jämförelsen. CaO -halten är högst i siltfraktionen och om lermaterialet undantas är även MgO - och Fe_2O_3 -halterna som högst i siltfraktionen.

Lokal Arj

Kemiska data för berggrunden presenteras inte i stapelform för denna lokal p.g.a. de mycket stora variationerna i sammansättning hos vulanitkomplexet. SiO_2 -halten kan t.ex. variera från 54,8 % till 67,7 % och MgO -halten från 3,75 % ner till 0,57 % enligt analyser gjorda på bergarter i Bureformationen (Perdahl & Einarsson 1994). Hos moränen har alla kornstorleksfraktionerna ungefär samma SiO_2 -halt (fig. 19) med undantag för lerfraktionen. Al_2O_3 -halten är lägst i grovmofraktionen och som i många av de andra moränerna är CaO -halten högst i siltfraktionen. MgO -innehållet stiger med minskande kornstorlek.

Lokal Rät

Moränen på Rätangraniten är klart rikare på SiO_2 än bergartsproverna (analyser från SGUs geokemiska databas) men fattigare på de flesta av de övriga huvudelementen (se fig. 20). Det är bara järn som ligger på samma haltnivå i moränen som i bergarten. I de olika kornstorleksfraktionerna uppvisar oxiderna ungefär samma fördelning som i många av de andra moränerna.

Lokal Små

Som i de andra undersökta proverna är moränens matrix även i denna lokal rikare på SiO_2 (se fig. 21) än bergartsprovet (analys från SGUs geokemiska databas). Moränen har också högre järnhalt än bergartsprovet och CaO -innehållet är ungefär detsamma som i bergarten. Halterna av de övriga oxiderna är klart lägre än i bergarten. Fördelningen av oxiderna mellan kornstorleksfraktionerna är ungefär densamma som i många av de andra moränerna som undersökts.

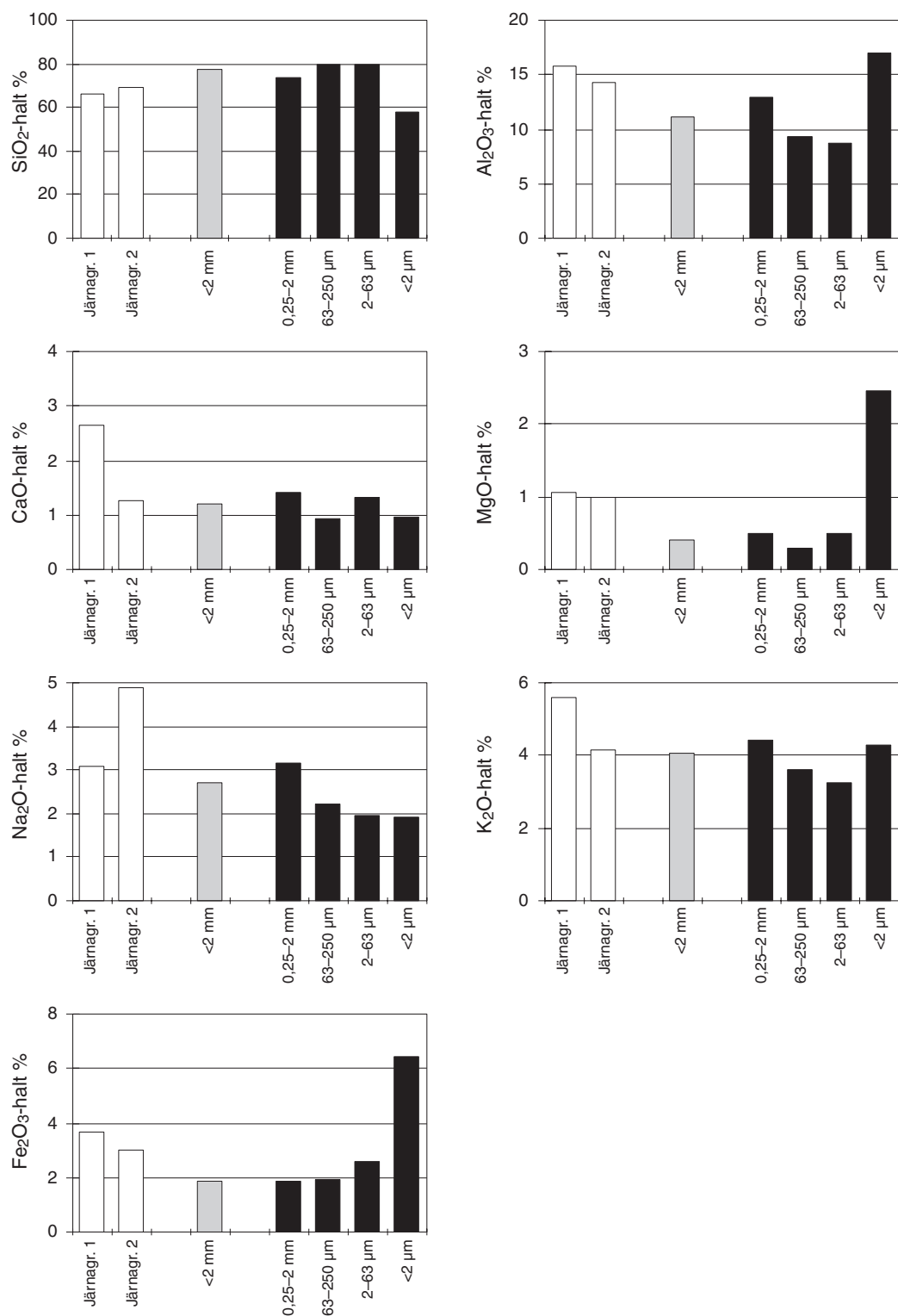


Fig. 14. Lokal E. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horizonten (prov E25). För jämförelse är också värden från två analyser (Hjelmqvist 1966 och Kresten 1986) av Järnagranit, som är den lokala berggrunden, inlagda i diagrammen.

Fig. 14. Locality E. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample E25). The two columns to the left in the diagrams give the concentration of elements taken from two analyses (Hjelmqvist 1966 och Kresten 1986) of the local bedrock (Järna granite) for comparison.

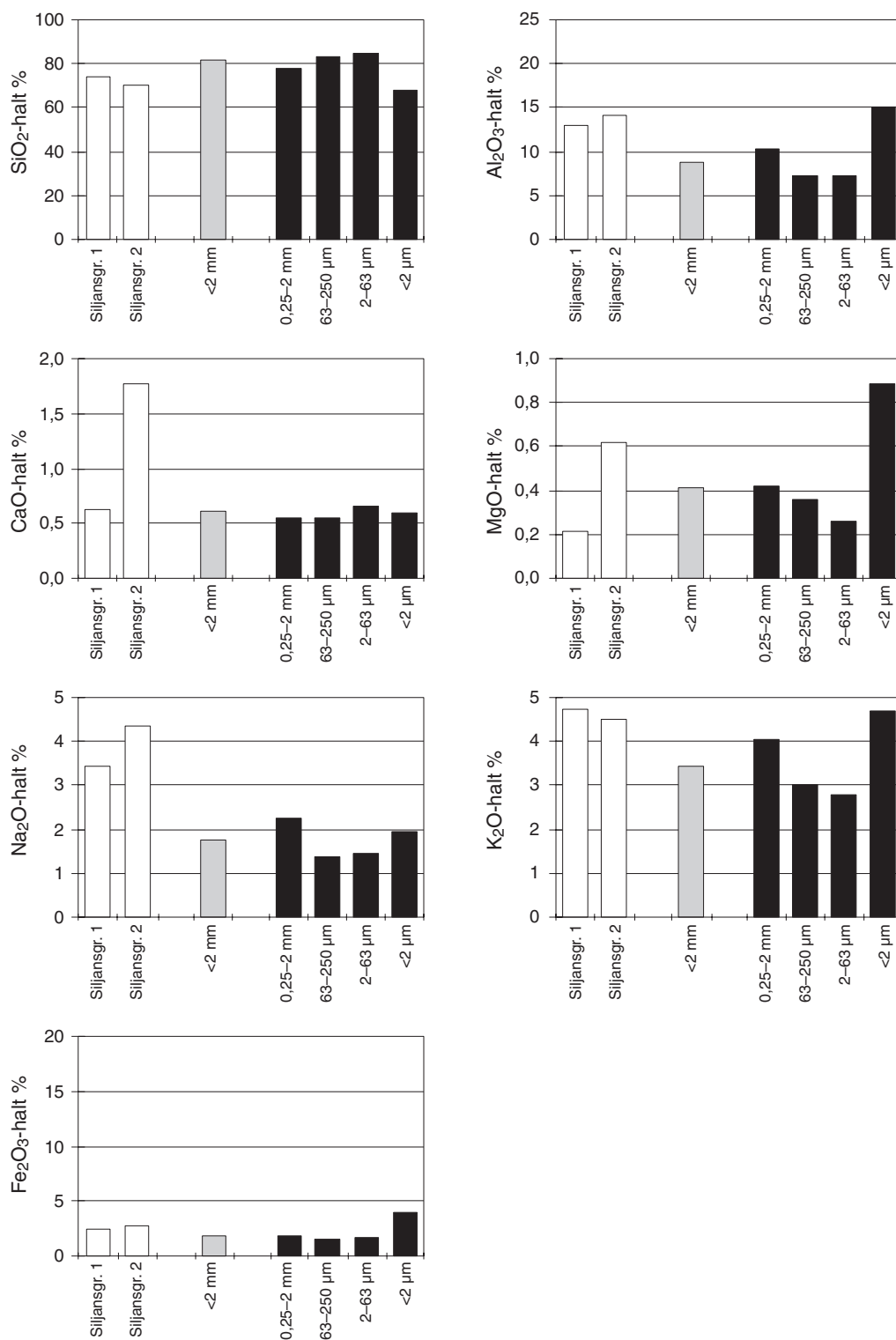


Fig. 15. Lokal F. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horisonten (prov F30). För jämförelse är också värden från två analyser (Hjelmqvist 1966) av Siljansgranit, som är den lokala berggrunden, inlagda i diagrammen.

Fig. 15. Locality F. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample F30). The two columns to the left in the diagrams give the concentration of elements taken from two analyses (Hjelmqvist 1966) of the local bedrock (Siljan granite) for comparison.

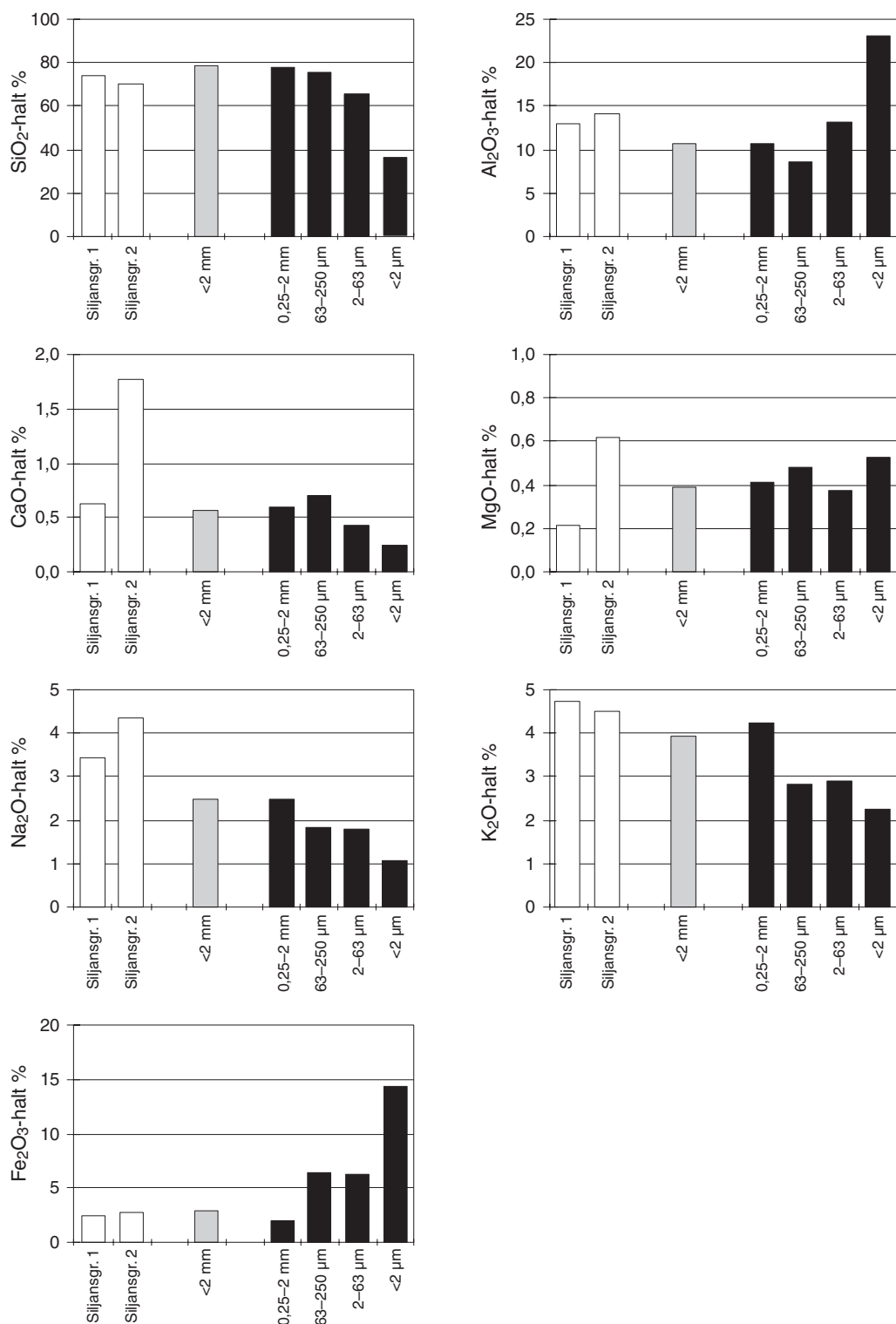


Fig. 16. Lokal G. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horizonten (prov G37). För jämförelse är också värden från två analyser av Siljansgranit, som är den lokala berggrunden (samma som i lokal F, jfr fig. 15), inlagda i diagrammen.

Fig. 16. Locality G. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample G37). The two columns to the left in the diagrams give the concentration of elements taken from two analyses of the local bedrock (Siljan granite, the same as in profile F, cf. fig. 15) for comparison.

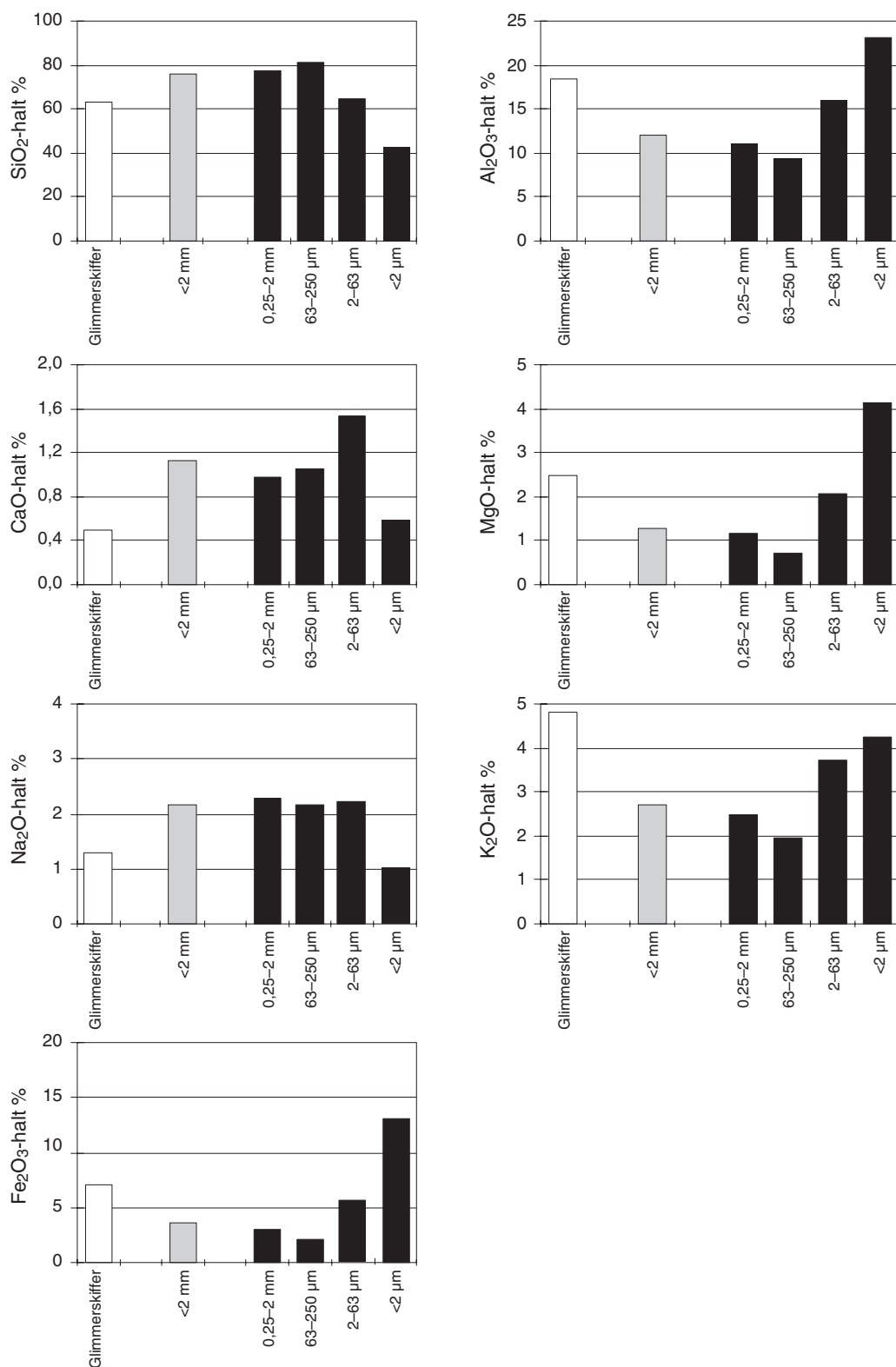


Fig. 17. Lokal Ar. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horisonten (prov Ar8). För jämförelse är också värden från en analys (Stålhös 1972) av den lokala berggrunden (glimmerskiffer) inlagda i diagrammen.

Fig. 17. Locality Ar. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample Ar8). The column to the left in the diagrams gives the concentration of elements taken from one analysis (Stålhös 1972) of the local bedrock (mica schist) for comparison.

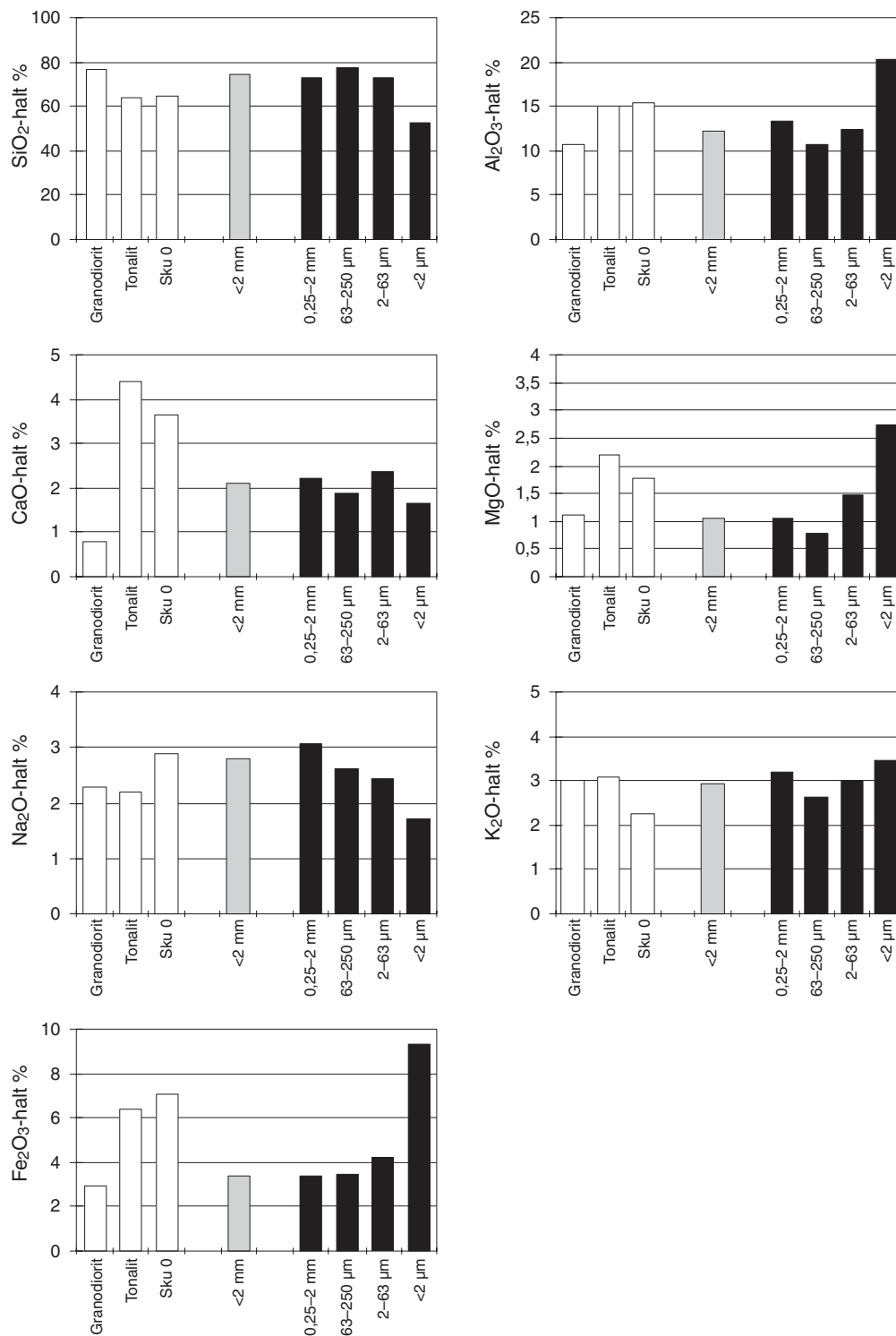


Fig. 18. Lokal Sku. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horisonten (prov Sku 11). För jämförelse är också värden från tre analyser av olika typer av gnejsgraniter (granodiorit och tonalit från Stålhös (1976) och ett lokalt bergartsprov), som utgör berggrunden i området, inlagda i diagrammen.

Fig. 18. Locality Sku. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon (sample Sku 11). The three columns to the left in the diagrams give, for comparison, the concentration of elements taken from analyses of granodiorite and tonalite from Stålhös (1976) and one from the bedrock in the vicinity of the sampling site (all of them gneissic granites in the local bedrock).

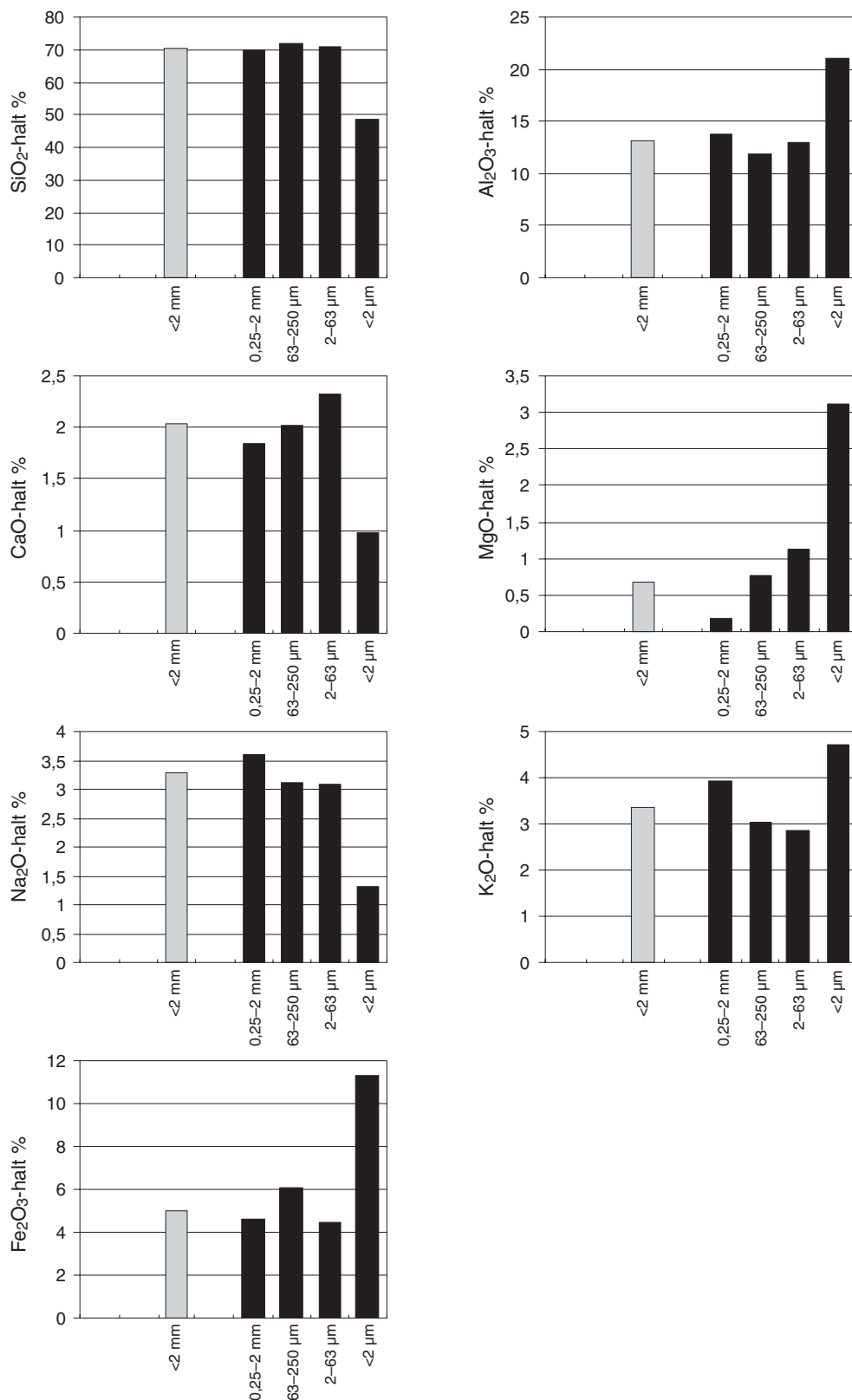


Fig. 19. Lokal Arj. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horisonten.

Fig. 19. Locality Arj. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon.

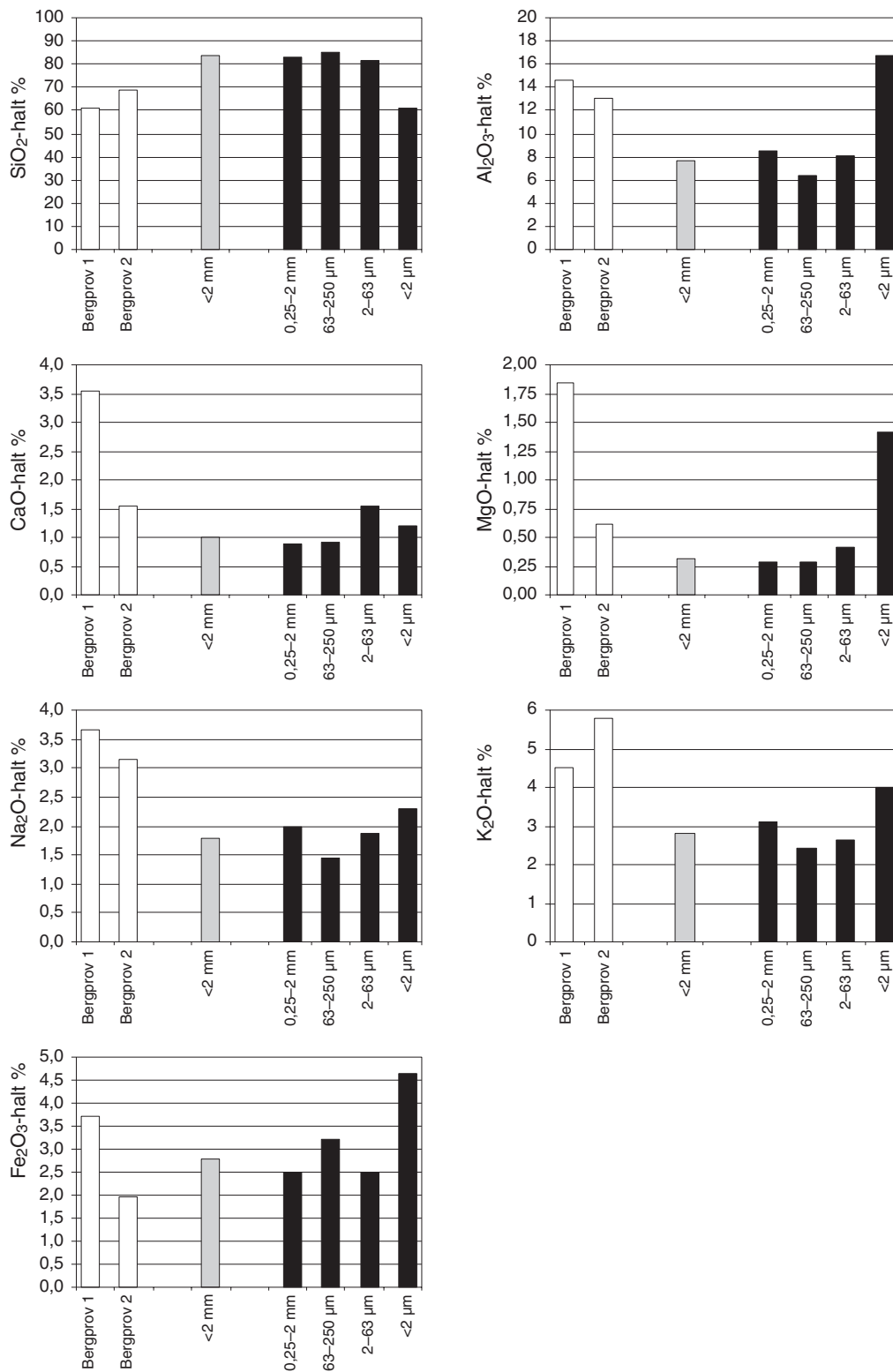


Fig. 20. Lokal Rät. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horizonten. För jämförelse är också värden från två analyser (Selinus pers. medd.) av Rätangranit, som är den lokala berggrunden, inlagda i diagrammen.

Fig. 20. Locality Rät. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm) and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon. The two columns to the left in the diagrams give the concentration of elements taken from two analyses (Selinus pers. comm.) of the local bedrock (Rätan granite) for comparison.

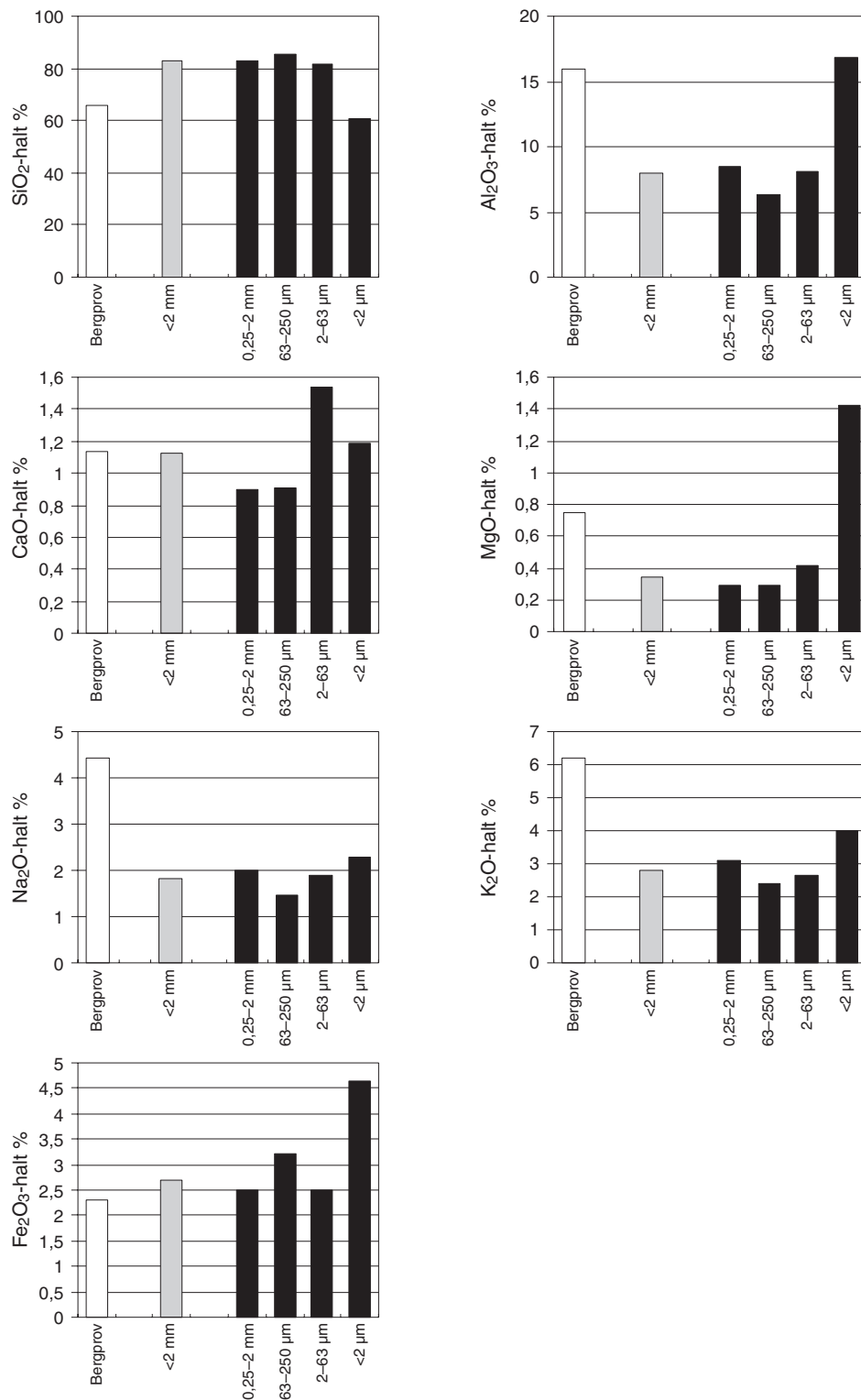


Fig. 21. Lokal Små. Diagram visande halter av huvudelement (som oxider) i moränens matrix (<2 mm) och i olika kornstorleksfraktioner i C-horizonten. För jämförelse är också värden från en analys (Selinus pers. medd.) av Smålandsgranit, som är den lokala berggrunden, inlagda i diagrammen.

Fig. 21. Locality Små. Diagrams showing the concentrations of major elements (given as oxides) in the whole till matrix (<2 mm fraction), and in the different grain size fractions of the matrix separately in the C-horizon. The column to the left in the diagrams gives the concentration of elements taken from one analysis (Selinus pers. comm.) of the local bedrock (Småland granite) for comparison.

Utbytbara joner, aciditet, basmättnad

De försurningsparametrar som uppmätts i markprofilerna redovisas i Bilaga 7, Tabell 1–3 och i diagram i fig. 22–25. Nedan följer en kort beskrivning av de olika profilernas försurningsstatus.

Lokal A

Av fig. 22 framgår, att porfyrmoränen har låga basmättnadsvärden i både blekjorden och rostjorden, som på 4,5–5,5 dm djup har en basmättnadsgrad på endast 13,9 %. I C-horisonten på 7,5–8,5 dm djup har basmättnadsgraden stigit till 30,8 %. Katjonbyteskapaciteten (CEC), dvs. summan av TA och TEB i diagrammet, är hög i de två översta proven med stark dominans för den totala aciditeten (TA). Detta tyder på stark vittring och försurningspåverkan på dessa nivåer. CEC-värdena sjunker sedan mot djupet för att vara endast 2,4 µekv./g på nivån 7,5–8,5 dm. Denna tendens till avtagande CEC-värden mot djupet avspeglar en avtagande vittringsgrad, och kan iakttas för de flesta av de undersökta moränprofilerna.

Lokal B

Moränprofil B över porfyren (fig. 22) har en låg basmättnadsgrad på endast 6,1 % på 0,5–1,5 dm djup i blekjorden, men stiger sedan språngartat till 26,6 % i underliggande rostjordsprov på 1,5–2,5 dm djup, och varierar sedan mellan 20,3 % och 34,1 % i de underliggande nivåerna. Moränprofil B är klart mindre försurningspåverkad än moränprofil A.

Lokal C

Moränprofilen över den Jotniska sandstenen (fig. 22) visar en låg basmättnadsgrad på 7,5 % i blekjordsprovet på 0,5–1,5 dm djup, men redan på 1,5–2,5 dm djup i rostjorden är basmättnadsgraden uppe i 37,0 %, och ökar sedan till 46 % på 10,0–12,0 dm djup i C-horisonten. Moränprofilen visar inga tendenser till försurning trots en extremt låg katjonbyteskapacitet.

Lokal D

Moränprofilen över Öjebasalten (fig. 23) har en basmättnadsgrad på 18,3 % i blekjorden på 0,5–1,0 dm djup, som sedan ökar nedåt i marken till 56,3 % på 4,5–5,5 dm djup i nedersta rostjordsprovet. I C-horisonten på 8,5–9,5 dm djup har basmättnadsgraden sjunkit till 30,5 %. Katjonutbyteskapacite-

ten är förvånansvärt låg i rostjord och C-horisont, vilket beror på, att matrixmaterialet till större delen utgörs av kvarts och fältspat härrörande från den Jotniska sandstenen. Profilen visar en måttlig till svag försurningspåverkan.

Lokal E

Moränprofilen över Järnagraniten (fig. 23) har en basmättnadsgrad på 14,0 % i blekjorden på 0,5–1,5 dm djup. Redan på 1,5–2,5 dm djup i översta rostjorden har basmättnadsgraden ökat till 32,5 %, och visar sedan stigande värden till 37,5 % i C-horisonten på 9,0–10,0 dm djup. Moränprofilen visar inga tecken till antropogen försurning trots mycket låga CEC-värden i B- och C-horisonterna.

Lokal F och lokal G

Moränprofil F (fig. 23), som upptogs i en långtransporterad morän i stötsidan på ett berg, kännetecknas av låga basmättnadsvärden under 20 % i hela profilen, vilket talar för att hela profilen är försurningspåverkad. C-horisonten på 6,5–7,5 dm djup har till exempel ett basmättnadsvärde på endast 16,9 %. Moränprofil G å andra sidan, som grävdes i ett flackt, lägre liggande område mellan bergen, hade en mera lokalbetonad morän, där basmättnadsvärdena var låga i de tre översta provnivåerna ner till 4,5 dm djup (5,9 %–15,5 %) för att sedan stiga mot djupet till basmättnadsvärden mellan 37,7 % och 52,4 %. Försurningen har således inte trängt lika djupt vid lokal G som vid lokal F, trots att lokal G har betydligt lägre CEC-värden och borde vara mera försurningskänslig. Förklaringen till detta är att vegetationen är olika på lokalerna. Det är känt att pH i marken stiger vid kalhuggning (Hallbäcken 1992). I lokal G har marken helt nyligen varit kalhuggen (men är nu nyplanterad) medan det på lokal F växer frodig granskog som konsumerar baskatjonerna så fort de frigörs från mineralen.

Lokal Ar

Moränprofilen Ar (fig. 24), som är belägen över glimmerskiffern vid Arlanda och provtogs för varje decimeter ned till ett djup av 10,0 dm, var svallad ner till 5 dm djup. De fyra prov, som togs över denna nivå, kännetecknas av stark vittring med höga CEC-värden mellan 64,8 µekv./g och 24,8 µekv./g och låga basmättnadsvärden mellan 7,5 % och 13,4 %. På nivåerna därunder stiger basmättnadsvärdena gradvis från 20,4 % till 31,7 % samtidigt som

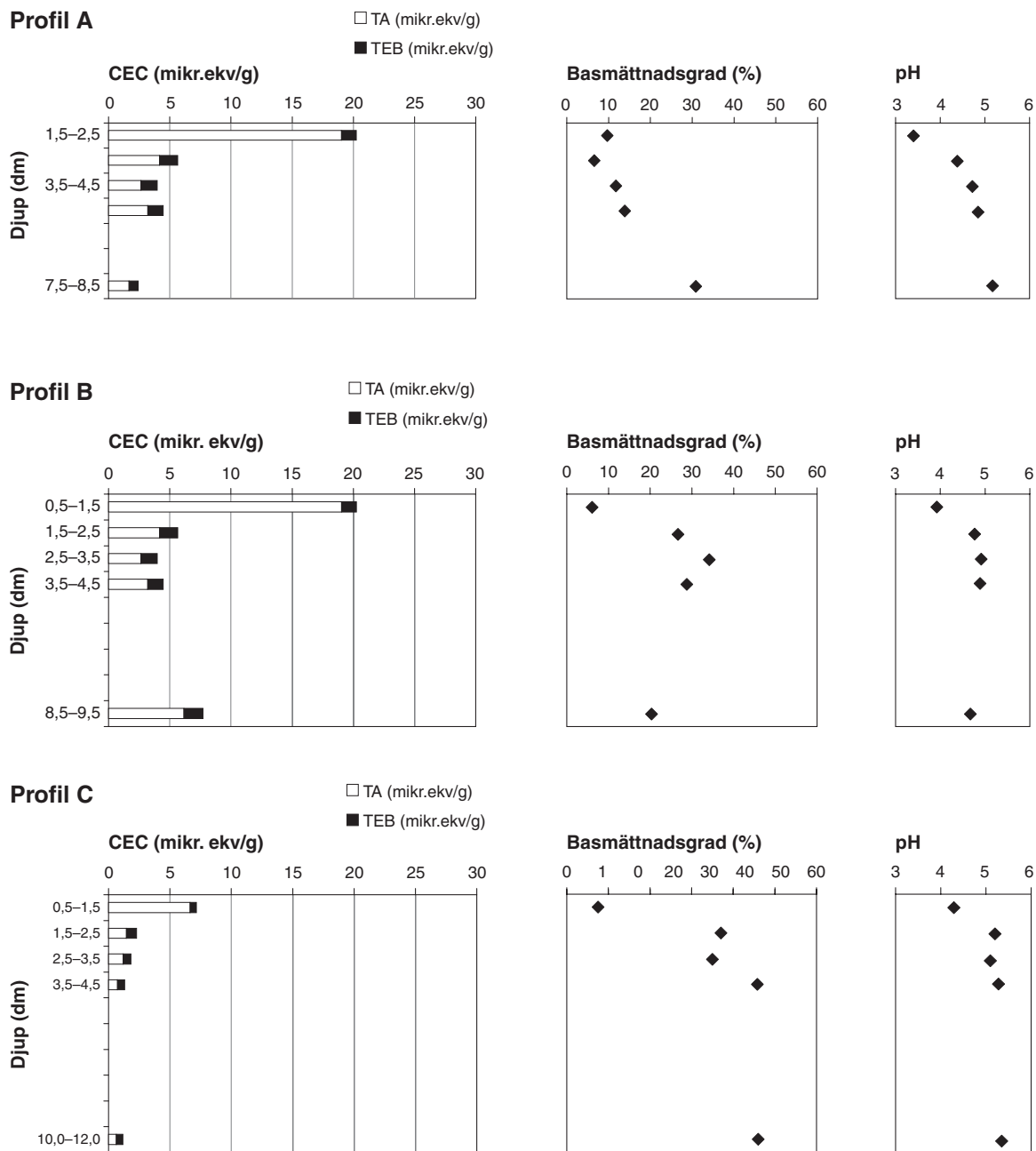


Fig. 22. Total aciditet (TA), baser (TEB) och basmättnadsgrad (BM) i markprofilerna vid lokalerna A, B och C.

Fig. 22. Total acidity (TA), bases (TEB), and base saturation (BM) in the profiles at the localities A, B and C.

CEC-värdena sjunker till ett lägsta värde på 6,38 $\mu\text{ekv./g}$ på 9,0–10,0 dm djup. Som helhet karaktäriseras moränprofilen av stark vittring och stark förurning, särskilt i den övre halvmeteren.

Lokal Sku och lokal Frö

Dessa två profiler grävdes i en morän, som helt domineras av den lokala bergarten, nämligen gnejsgranit. Rostjorden når till 6 dm djup i profil Sku

och till 9 cm i profil Frö. På den senare lokalen var rostjorden starkt cementerad av järnkonkretioner, s.k. skenhälla. Moränprofilen Sku (fig. 24) har höga CEC-värden i rostjorden; de sjunker från 40,6 $\mu\text{ekv./g}$ i det översta rostjordsprovet till 15,5 $\mu\text{ekv./g}$ i det nedersta, medan profil Frö har CEC-värden som sjunker från 13,4 $\mu\text{ekv./g}$ i översta B-kiktet till 5,84 $\mu\text{ekv./g}$ i nedersta delen av skiktet. Detta tyder på en starkare vittring i Sku-profilen jämfört

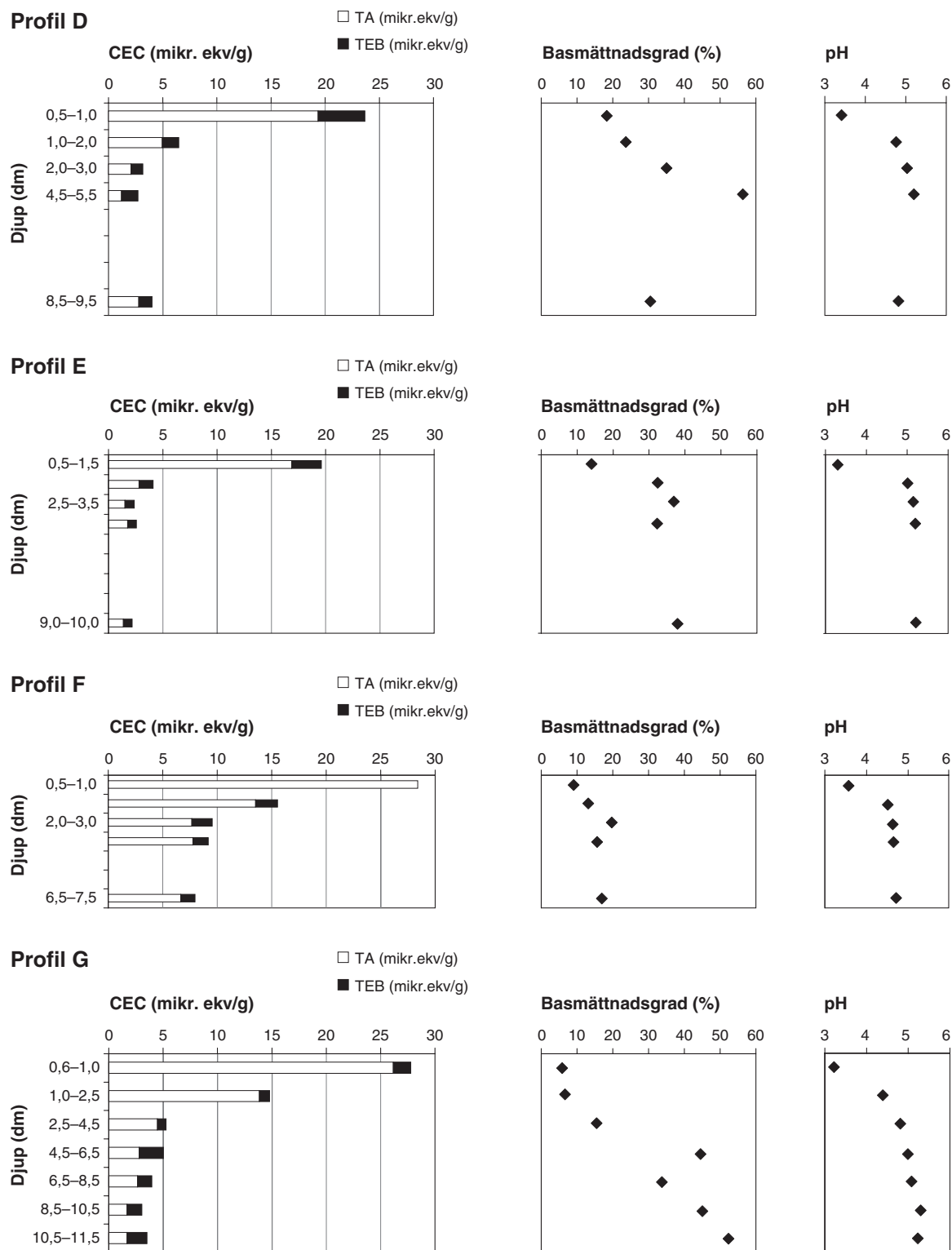


Fig. 23. Total aciditet (TA), baser (TEB) och basmätttnadsgrad (BM) i markprofilerna vid lokalerna D, E, F och G.

Fig. 23. Total acidity (TA), bases (TEB), and base saturation (BM) in the profiles at the localities D, E, F and G.

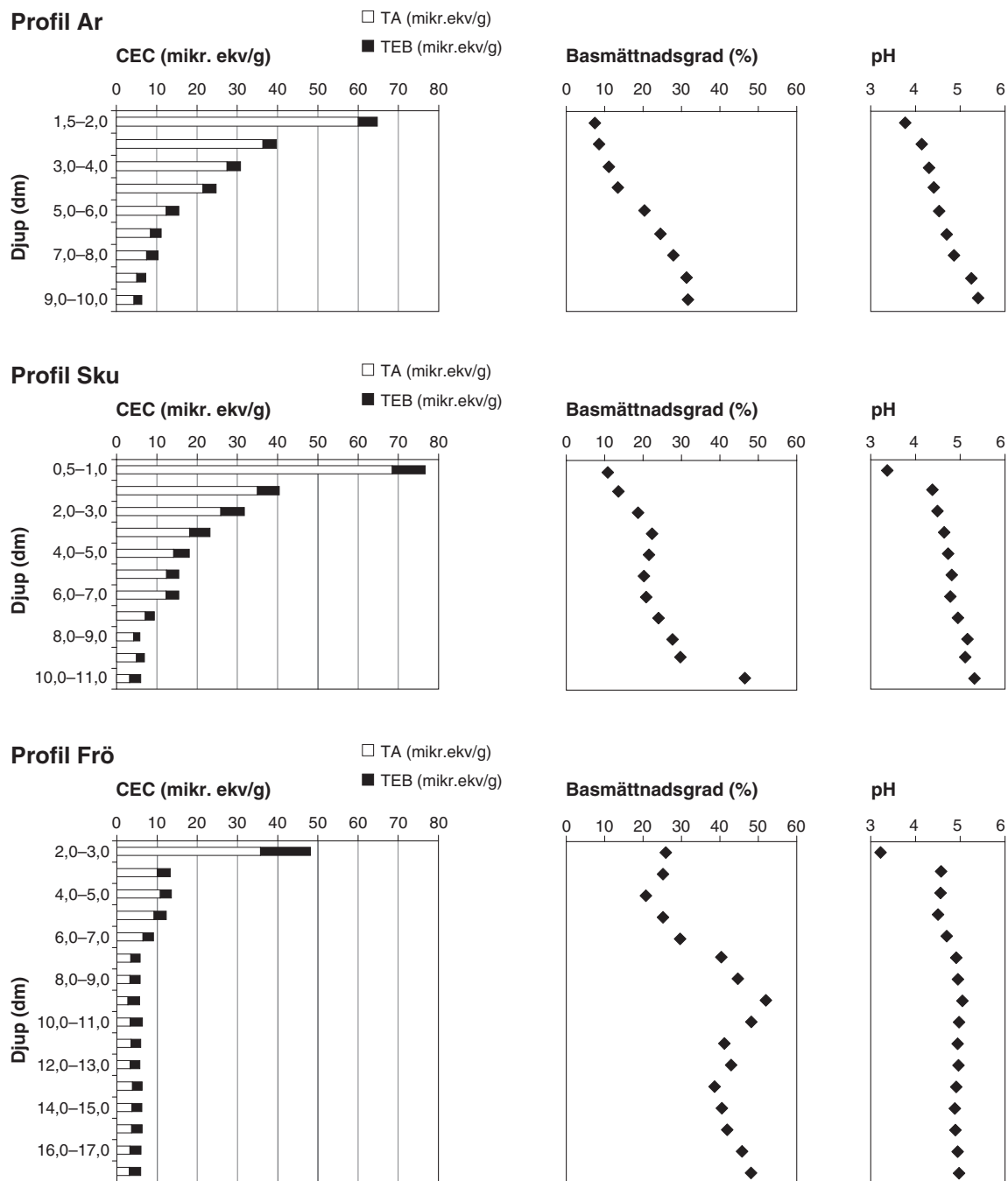


Fig. 24. Total aciditet (TA), baser (TEB) och basmättnadsgrad (BM) i markprofilerna vid lokalerna Ar, Sku och Frö.

Fig. 24. Total acidity (TA), bases (TEB), and base saturation (BM) in the profiles at the localities Ar, Sku and Frö.

med Frö-profilen, vilket torde bero på skenhällan haft en skyddande effekt på Frö-profilen. För detta talar även basmättnadsvärdena, som är låga för Sku-profilens övre del och når 24 % först på nivån 7,0–8,0 dm, medan Frö-profilen har basmättnadsvärden, som stiger från 25,9 % i det ytligaste provet på 2,0–3,0 dm djup till värden mellan 40,4 % och 48,8 % på nivåerna 7,0–18,0 dm.

Lokal Arj

Moränprofilen vid Arjeplog (fig. 25) har provagits på tre nivåer, nämligen från blekjordsskiktet på 0,3–0,9 dm djup, från rostjordsskiktet på 2,0–3,0 dm djup och från C-horisonten från 9,0–10,0 dm djup. Det är ett anmärkningsvärt högt CEC-värde i C-horisonten, 20,3 $\mu\text{ekv./g}$, vilket förklaras av att ler- och silthalterna är höga (se fig. 4). Detta med-

för att den specifika ytan blir stor och därmed även katjonbyteskapaciteten. Den höga basmättnadsgraden (71,66 %) i C-horisonten beror på att de utbytbara halterna av kalium, kalcium och magnesium är ovanligt höga (Bilaga 7, Tabell 3). Moränprofilen visar inga tecken på försurning. Redan på 2,0–3,0 dm djup är basmättnadsgraden 30,38 %.

Lokal Rät

Moränprofilen över Rätangraniten vid Sveg (fig. 25) provtogs på nivåerna 0,4–0,9 dm (A_2), 5,0–6,0 dm (B) och på 11,0–12,0 dm djup (C). Profilen kännetecknas av att blekjordsskiktet är ovanligt mäktigt (2 dm) och av att B-skiktet är starkt rostfärgat, vilket tyder på att moränen är fattig på buffrande, mörka mineral. Basmättnadsgraden är låg (11,24 %) i blekjordsskiktet för att öka sprängvis till 73,2 % i B-skiktet resp. 74,74 % i C-skiktet. CEC-halterna är relativt låga i B- och C-skikten (5,9 mekv./g resp 5,7 mekv./g), vilket också tyder på att moränen är dåligt buffrad. Icke desto mindre visar moränen inga tecken på försurning, vilket tyder på att nedfallet av sura ämnen är lågt.

Lokal Små

Moränprofil Små (fig. 25) provtogs på nivåerna 0,4–0,7 dm (A_2), 1,5–2,5 dm (B) och på 7,0–8,0 dm djup från C-horisonten. Basmättnadsgraden är endast 27,08 % i C-horisontprovet, vilket tyder på att moränen är starkt påverkad av surt nedfall.

Lerfraktionernas kemiska sammansättning

För jämförelse av proverna har analyserna av lerfraktionerna sammanställts i en separat tabell (Tabell 1). Enbart huvudelementen redovisas och för att underlätta jämförelse av proverna har halterna av de angivna oxiderna normaliserats till 100 %. Det framgår av tabellen att proverna kan indelas i grupper med varierande SiO_2 -halt. I några av proverna är SiO_2 -halten mycket hög, mellan 65 och 71 vikt-% (prov A5, C15, D20 och Rät) medan andra prover bara innehåller mellan 43 och 47 vikt-% SiO_2 (prov G37, Ar8 och Ar10) och så finns också några i intervallet mellan dessa två ytterlighetsgrupper.

Mineralkemiska analyser

Mikrosondanalyserna av biotiterna i moränerna och i berggrunden (se Bilaga 3, Tabell 1) visar att många

av dem är delvis kloritiserade. Om korrigering görs för klorit innehåll är det dock möjligt att beräkna sammansättningen av den rena biotiten i mineral-kornen. Det visar sig då att biotitens sammansättning i de olika kornen är tämligen lika i samma provgrupp. I Arlandaprofilen t.ex. ligger K_2O -halten i den rena biotiten 8,4–8,8 % och MgO -halten inom intervallet 8,2–10,7 %. I Skultunaområdet är biotiten K_2O -rikare med halter inom intervallet 9,6–9,8 %, men MgO -fattigare med halter inom intervallet 7,2–7,5 %.

Även kloriten (se Bilaga 3, Tabell 4) är MgO -rikare i Arlanda-profilen än den i Skultunaområdet. Beräkningar från analyserna av de kloritiserade biotiterna ger en MgO -halt av omkring 15 % medan likartade beräkningar för kloriten i Skultunaprofilen ger MgO -halter inom intervallet 10,5–11,1 %. Kloriten i Järnagraniten är MgO -rikare med halter inom intervallet 13,1–14,7 %.

I de analyserade epidoterna (Bilaga 3, Tabell 2) är CaO halten mellan 23,2 % och 24,8 % och i analyserade hornblenderna ligger CaO -halten inom intervallet 11,9–12,2 %. MgO -halten uppvisar större variation, 7,4–13,3 %, i hornblenderna. De analyserade pyroxenerna (Bilaga 3, Tabell 6) har CaO -halter mellan 16,2 % och 21,5 % och MgO -halter mellan 11,7 % och 17,4 %. I titaniterna (Bilaga 3, Tabell 7) varierar CaO -halten mellan 28,5 % och 29,4 %.

Plagioklaser från ett stort antal lokaler i Sverige har analyserats (Bilaga 3, Tabell 5). Förutom provmaterialet som ingår i denna studie har även material från ståndortskarteringen som bedrivs vid Sveriges lantbruksuniversitet nyttjats, provmaterial på vilket mineralogisk analys tidigare utförts (Snäll m.fl. 1992). Detta för att försöka få en uppfattning om plagioklasernas sammansättning i morän också från andra delar av landet. Stora variationer i anortithalt erhöles. I moränen över porfyriten (profil A) i Dalarna varierade anortithalten i plagioklasen mellan 0,5 % och 3,1 % (analyserna 21A–D). Analys (analys 22) av en plagioklas från Dalasandstensmoränen gav hela 53 % anortit motsvarande labradorit. Sannolikt har detta mineral korn sitt ursprung i Öjebasalten eftersom plagioklasen i Dalasandstenen består av ren albit enligt mikrosondanalyser som utförts (AlDahan 1985). I moränen över Öjebasalten (profil D) är anortithalten i de två plagioklaskorn som analyserats 48 respektive 57 % (Bilaga 3, Tabell 5, analyserna 23A–B). Analyserna av plagioklasen i moränen över Siljansgraniten (profil G) gav ren

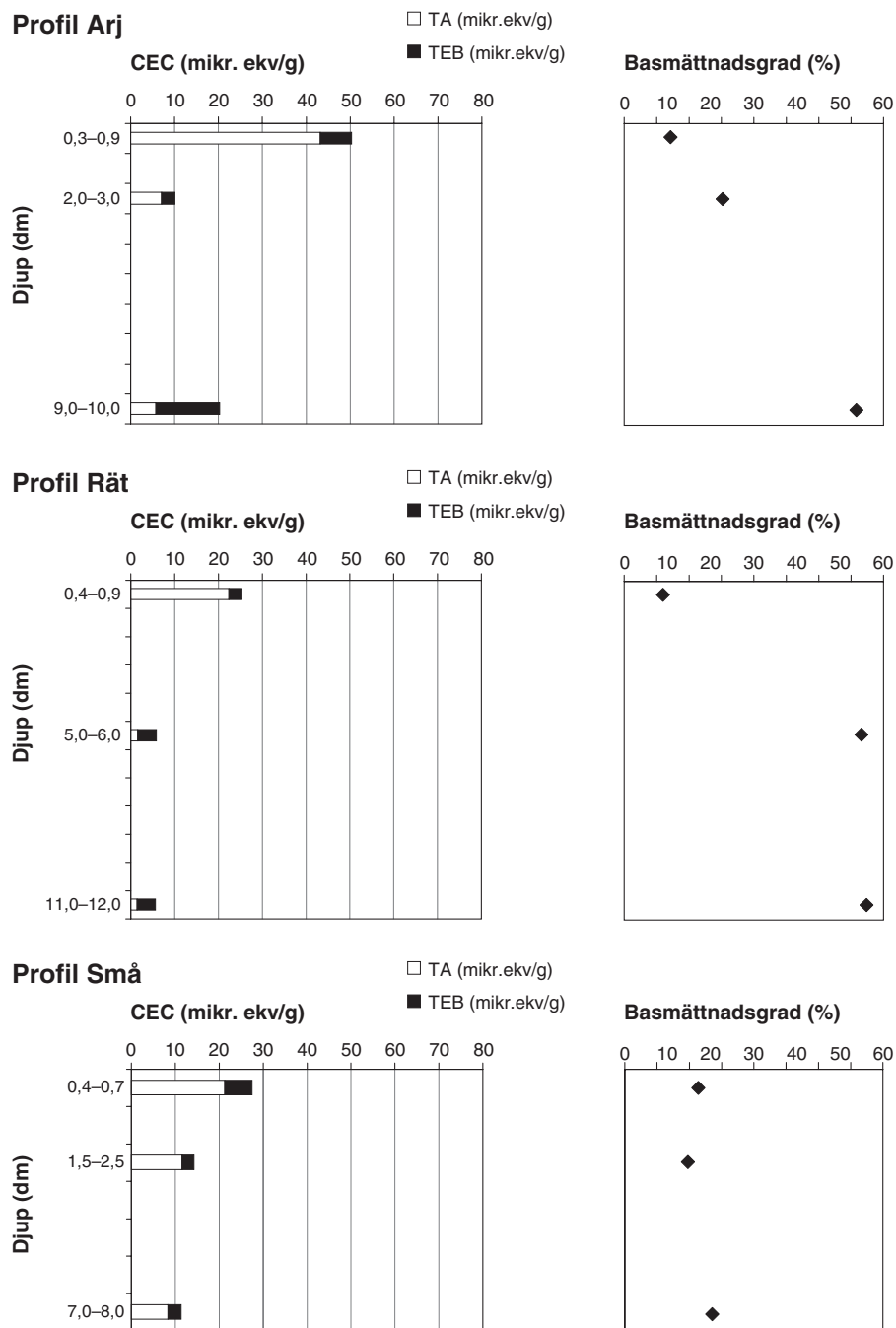


Fig. 25. Total aciditet (TA), baser (TEB) och basmättnadsgrad (BM) i markprofilerna vid lokalerna Arj, Rät och Små.
Fig. 25. Total acidity (TA), bases (TEB), and base saturation (BM) in the profiles at the localities Arj, Rät and Små.

albit i fem av de analyserade kornen med anortithalter varierande mellan 0,1 och 6,1 % (analyserna 24A–E), i det sjätte (analys 24F) är anortithalten hela 62 % och härrör sannolikt från någon basisk bergart. I moränen över Järnagraniten (profil E) har två av de analyserade kornen mycket låg anortithalt, 0,03 respektive 1,6 % (ana-

lyserna 25A–B) och tre plagioklaskorn har betydligt högre anortithalt, 20,0, 28,9 och 29,7 % (analyserna 25C–E).

Mikrosondanalys av två plagioklaskorn från moränen över gnejsgraniten intill Skultuna (profil Sku) gav mycket låg anortithalt, 0,4 och 0,7 % anortit (Bilaga 3, Tabell 5, analyserna 29A–B). Analyserna

Tabell 1, Kemisk sammansättning av lerfraktionerna (<2 µm) i moränproverna, Enbart oxider av huvudelementen redovisas, Halterna har normaliserats så att summan av oxiderna är 100 vikt-% i varje prov,

Table 1. Chemical composition of the clay fractions (<2 mm) in the till samples. Only major elements (given as oxides) are shown. The oxides have been normalized to make sums of 100 wt-% for each sample.

	A5	B10	C15	D20	E25	F30	G37		
SiO ₂ %	66,5	57,0	65,1	68,4	63,0	71,0	45,8		
Al ₂ O ₃ %	18,3	25,6	21,0	17,2	18,5	15,6	29,5		
CaO %	1,16	0,46	0,85	1,08	1,07	0,62	0,31		
Fe ₂ O ₃ %	4,60	7,76	4,61	6,33	6,98	4,20	18,41		
K ₂ O %	4,61	4,83	5,26	3,23	4,67	4,87	2,89		
MgO %	1,47	1,56	1,51	1,55	2,66	0,93	0,68		
Na ₂ O %	2,39	1,70	0,94	1,34	2,10	2,02	1,38		
TiO ₂ %	0,934	1,043	0,753	0,879	1,000	0,791	1,05		

	Ar 8	Ar 10	Sku 11	Frö 10	Frö 17	Frör	Arj	Rät	Små
SiO ₂ %	47,1	43,4	56,7	58,9	58,9	56,5	52,7	66,2	57,8
Al ₂ O ₃ %	26,0	24,4	21,8	21,7	21,6	22,8	22,9	18,2	23,0
CaO %	0,65	1,13	1,78	1,52	1,56	1,51	1,06	1,29	0,99
Fe ₂ O ₃ %	14,59	21,4	9,98	8,11	8,26	9,30	12,31	5,05	8,70
K ₂ O %	4,71	3,72	3,70	3,98	3,91	3,87	5,15	4,34	3,65
MgO %	4,59	3,52	2,94	2,60	2,68	2,69	3,40	1,54	1,72
Na ₂ O %	1,14	1,33	1,84	2,32	2,19	2,18	1,43	2,49	2,78
TiO ₂ %	1,249	1,14	1,33	0,905	0,955	1,17	1,01	0,866	1,33

av plagioklaserna i glimmerskiffermoränen nära Arlanda (lokal Ar) gav mycket varierande anortit-innehåll, 9,0 % (analys 31A), 10,2 % (analys 31B), 21,7 % (analys 31C), 29,2 % (analys 31D) och 44,9 % (analys 31E). De stora variationerna kan bero på att flera av plagioklaskornen kan ha tillförts moränen från urgraniter och basiska bergarter i omgivningen. Enligt Stålhös (1972) ligger anortithalten hos plagioklaserna i glimmerskiffern vanligen inom intervallet 10–20 %.

Mineralogiska analyser

Mineralogiska analyser av moränernas matrix

Resultaten av de mineralogiska analyserna som gjorts med hjälp av programmet MINBER94 utifrån kemiska analysdata och röntgendiffraktionsdata redovisas i Bilaga 8, Tabell 1–16. Analyserna har utförts separat på varje enskild fraktion. Den mineralogiska sammansättningen för matrixmaterialet i sin helhet är beräknad utifrån halterna i de enskilda fraktionerna som sedan multiplicerats med fraktionens totala andel av matrix. Bidragen från var och en av

de fyra analyserade kornstorleksfraktionerna har sedan summerats till en halt för hela matrix.

Resultaten av de mineralogiska analyserna redovisas också i diagramform och jämförs med berggrundens mineralogiska sammansättning på provtagningslokalerna i fig. 26–35 och 37–39. För den mineralogiska sammansättningen har ett något annat presentationssätt valts än för den kemiska. För bergarterna och moränernas matrix (<2 mm) redovisar stapelhöjderna liksom tidigare halterna i procent. Däremot anger stapelhöjderna för de enskilda kornstorleksfraktionerna totala kvantiteten av mineralet ifråga (koncentrationen av mineral i en viss fraktion x denna fraktions andel av hela matrix). Summeras höjderna av staplarna från respektive fraktion erhålls höjden för stapeln som representerar matrixen (<2 mm), dvs. stapelhöjderna visar varje fraktions bidrag till totala innehållet av varje mineral i matrixen.

Lokal A

Den mineralogiska sammansättningen i de fyra framseparerade kornstorleksfraktionerna (<2 µm, 2–63 µm, 63–250 µm och 250–2000 µm) redovisas i Bilaga 8, Tabell 1 och i fig. 26 anges de

framräknade halterna av mineralen för matrixen i sin helhet och hur mineralen är fördelade mellan de olika kornstorleksfraktionerna. För jämförelse anges också den mineralogiska sammansättningen hos berggrunden på provtagningslokalen.

I lokal A består berggrunden av porfyrit. Den mineralogiska sammansättningen har beräknats från en kemisk analys redovisad av Hjelmqvist (1966) med stöd av mineralogisk information erhållen från röntgendiffraktionsanalys utförd på porfyrit från Siljansregionen (Snäll 1995).

Av fig. 26 framgår att kvartshalten i moränen är avsevärt högre än i porfyriten. Däremot är halterna av plagioklas, amfibol, epidot, apatit, biotit och klorit klart lägre i moränen i porfyriten. Innehållet av kalifältspat är ungefär detsamma i moränen som i bergarten. Siltfraktionen i moränen har det högsta innehållet av de lättvittrade mineralen amfibol, epidot och apatit.

Lokal B

Innehållet av kvarts och fältspater i porfyriterna har beräknats enligt norm (CIPW) utifrån kemiska analyser tillgängliga för bergarterna (se Stenlid 1996). I jämförelse med kvartshalterna i de två porfyrittyperna har moränen också i detta område en högre kvartshalt och lägre halter av fältspater (se fig. 27). En klar anrikning av amfibol och epidot kan även i denna morän observeras i siltfraktionen.

Lokal C

Dalasandstenens mineralogiska sammansättning har bestämts i provmaterial från stenbrottet i Mångsbodarna (Stenlid 1996). Den mineralogiska sammansättningen i moränens matrix är ungefär densamma som bergarten, åtminstone vad gäller huvudmineralen kvarts och fältspat (fig. 28). Halter av mineral som förekommer i underordnad mängd har inte bestämts i bergartsprovet. Den mesta kvartsen och fältspaten ligger naturligt nog i grovmofraktionen som viktjämsigt är den rikligast representerade fraktionen i matrix. De accessoriska mineralen är ganska jämnt fördelade mellan de olika kornstorleksfraktionerna.

Lokal D

Lokal D är belägen över Öjebasalt. Mineralogiskt uppbyggs Öjebasalten enligt Hjelmqvist (1966) av plagioklas (labrador eller basisk andesin), augit (en pyroxen), klorit och opakmineral. Kvarts är inte omnämnt även om mineralet kan förekomma i berg-

arten, men i så fall i mycket låga halter. Moränen däremot är mycket kvartsrik. Den innehåller nära 70 vikt-% kvarts (se fig. 29). Den innehåller också kalifältspat, 10–11 vikt-%, som inte heller ingår i basalten. Plagioklashalten är ungefär lika hög. Amfibolinnehållet i moränen är oväntat lågt, 0,25 vikt-%, och pyroxen identifierades enbart i sandfraktionen. Däremot har moränen en oväntat hög klorithalt. 5–6 vikt-% av matrix består av klorit. Epidothalten är också jämförelsevis hög, 1,6 vikt-%.

Mineralen ligger olika fördelade mellan kornstorleksintervallen. Merparten av kloriten ligger i sandfraktionen, likaså plagioklasen, amfibolen och i viss mån också apatiten och biotiten. Den mesta kvartsen och kalifältspaten finns däremot i grovmofraktionen. Epidoten är jämnare fördelad mellan kornstorleksfraktionerna men en dominerande del finns bland de grövre fraktionerna eftersom dessa fraktioner också viktjämsigt dominerar matrixen.

Lokal E

Som representanter för Järnagranit har två analyser tagits från Hjelmqvists (1966) beskrivning, en kvartsfattig och en kvartsrikare. Till skillnad från de andra dalagraniterna är Järnagraniten jämförelsevis kvartsfattig och plagioklas dominerar i allmänhet över kalifältspat (se de två vänstra staplarna i fig. 30). Som i de flesta andra profilerna har moränen också från Järnagranit en klart högre kvartshalt än berggrunden men plagioklasinnehållet är klart lägre i moränen än i berggrunden. För kalifältspaten går det inte att avgöra om halten minskat eller ökat vid jämförelse med halterna i berggrunden. Innehållet av amfibol är i allmänhet högt i Järnagraniten även om variationerna kan vara stora. I moränen är halten däremot låg, under 0,5 vikt-%. Biotitinnehållet är omkring 1 % enligt uppgifterna i Hjelmqvist (1966) men i moränen är halten bara hälften därav (se fig. 30). För bergarten saknas uppgifter om innehållet av klorit och epidot. Halten av klorit är dock ganska hög i moränen, 2,5–3 vikt-%, och epidothalten drygt 1 vikt-%. Hjelmqvist (1966) har inte specificerat apatitinnehållet i bergarten utan anger att halten av apatit och/eller titanit är 1–2 %. I moränens matrix är apatithalten dock bara 0,25 vikt-%.

Siltfraktionen har de högsta halterna av epidot och apatit (se Tabell 5 i Bilaga 8), men eftersom sandfraktionen utgör mer än hälften av moränens matrix ligger merparten av mineralen i denna fraktion.

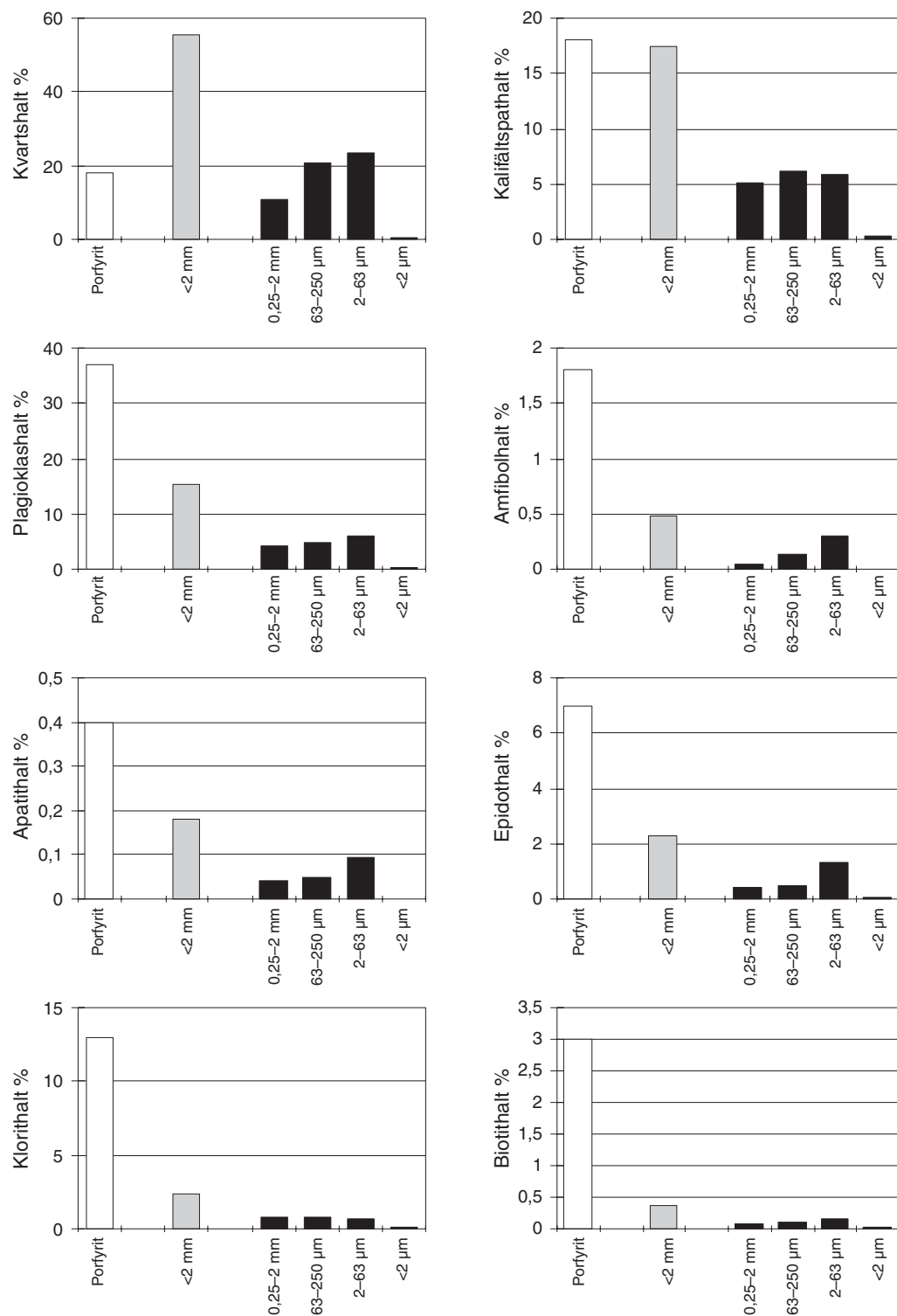


Fig. 26. Lokal A. Diagram visande beräknade halter av olika mineral i den lokala bergarten (porfyr) och i matrixen (<2 mm) i C-horisonten (prov A5) i ovanliggande morän. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 26. Locality A. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the local bedrock and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon (sample A5) of the till. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

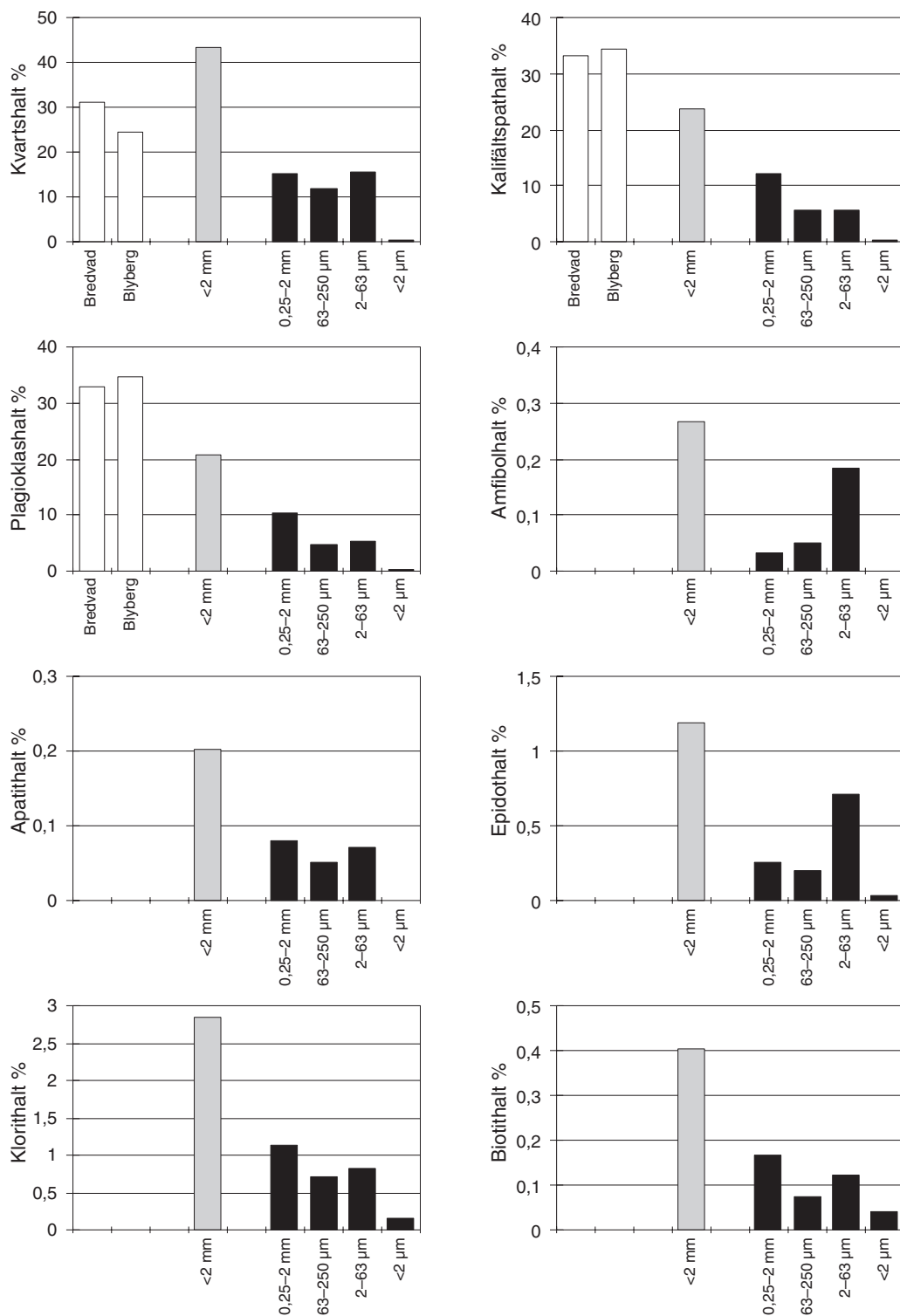


Fig. 27. Lokal B. Diagram visande beräknade halter av olika mineral i Bredvads- och Blybergssporfyr och i matrixen (<2 mm) i C-horisonten (prov B10) i moränen inom porfyrområdet. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 27. Locality B. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in Bredvad- and Blyberg porphyry and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon (sample B10) of the till. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

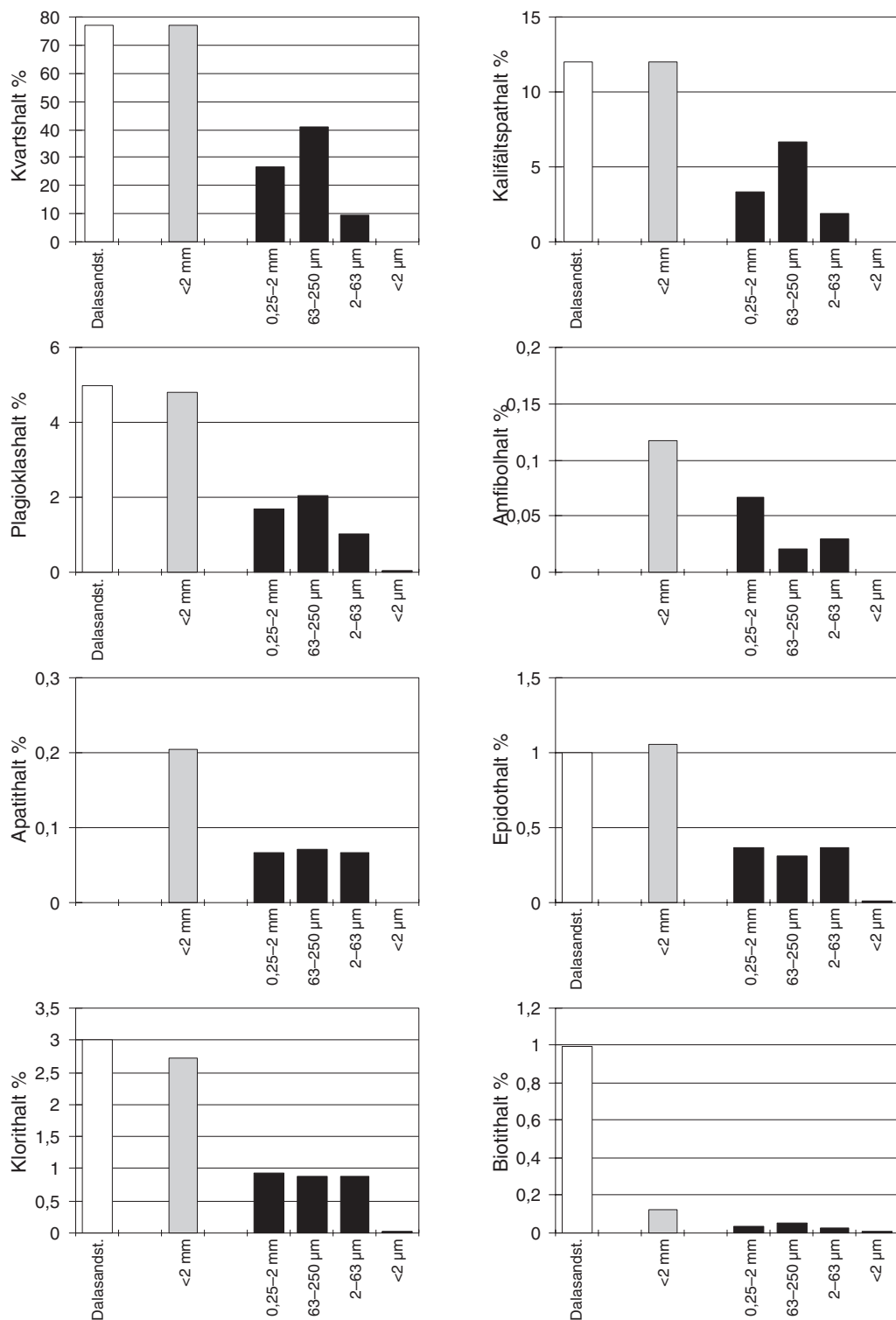


Fig. 28. Lokal C. Diagram visande halter av olika mineral i Dalasandstenen och i matrixen (<2 mm) av moränen inom sandstensområdet i profil C (prov C15). De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 28. Locality C. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the local bedrock (Dala sandstone) and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon (sample C15) of the till. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

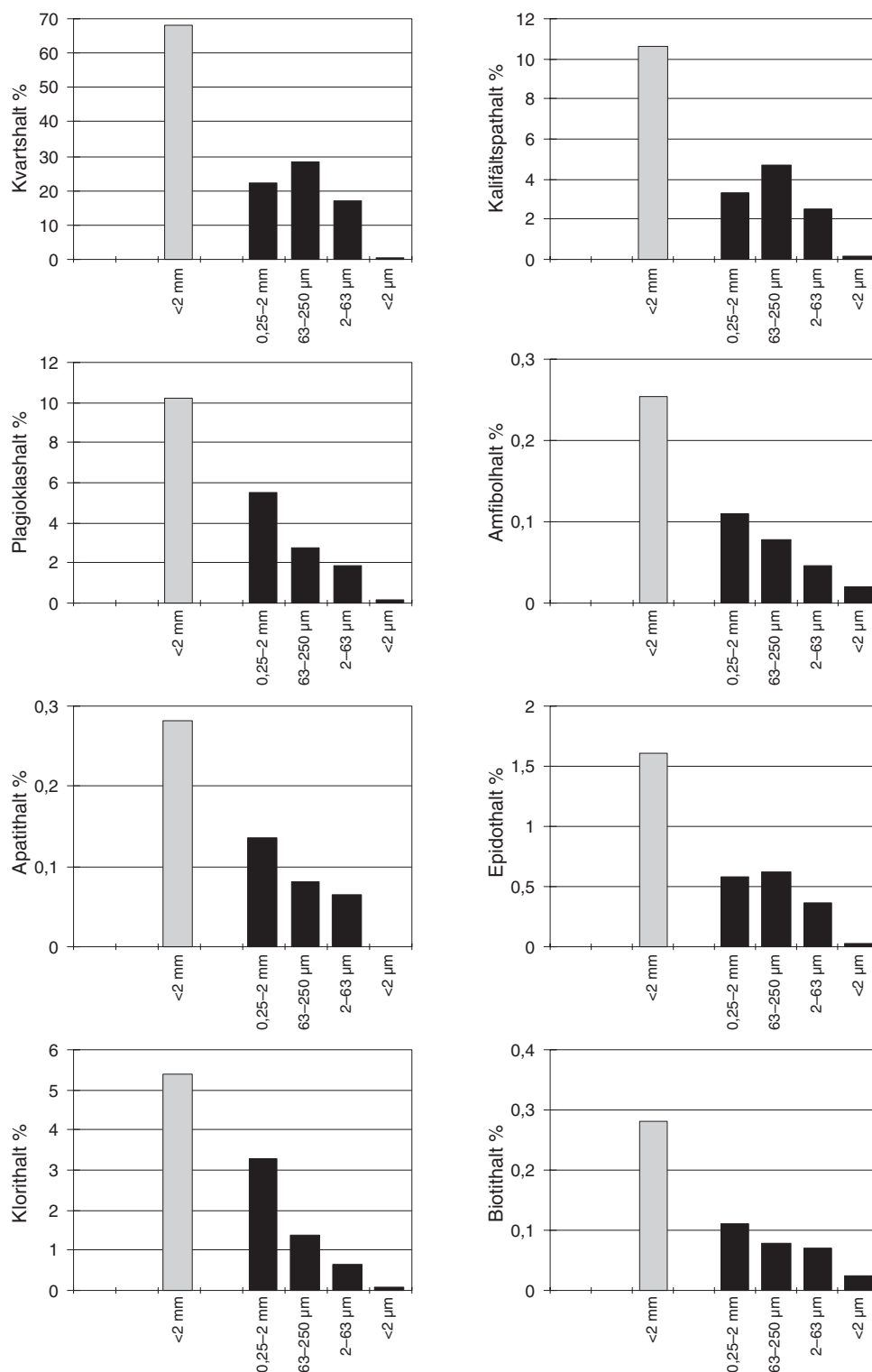


Fig. 29. Lokal D. Diagram visande halter av olika mineral i matrixen (<2 mm) av moränen över Öjebasaltberggrund i profil D (prov D20). De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 29. Locality D. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon (sample D20) of the till overlying Öje basalt bedrock. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

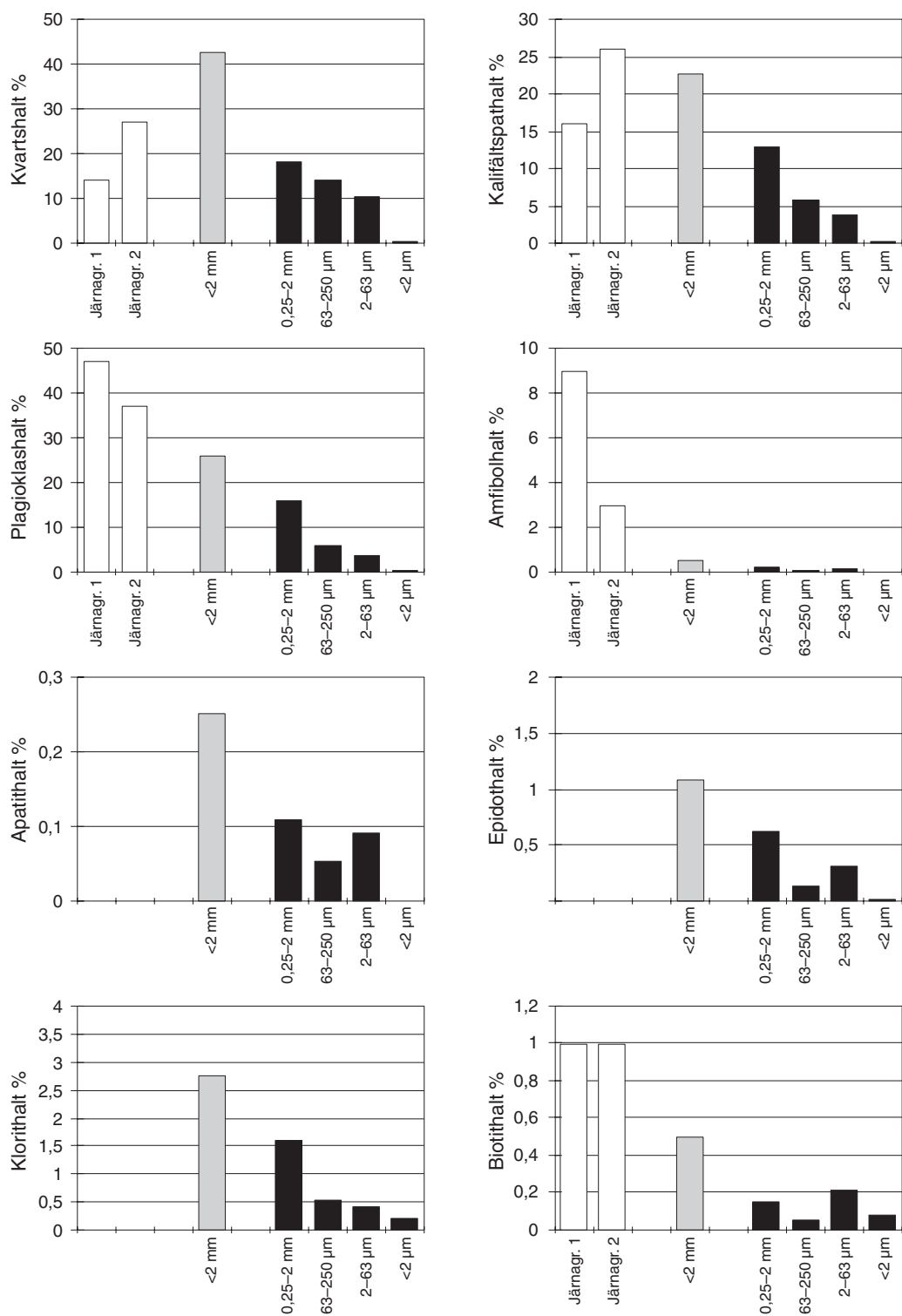


Fig. 30. Lokal E. Diagram visande halter av olika mineral i två prover av Järnagraniten och i matrixen (<2 mm) av moränen (prov E25) inom Järnagranitområdet. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 30. Locality E. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in two Järna granite samples and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon (sample E25) of the till from the Järna granite area. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

Lokal F

Mineralogiska data för Siljansgraniten i fig. 31 och i fig. 32 har tagits från två källor, nämligen Hjelmqvist (1966) och Snäll (1995). Siljansgraniten är kvartsrikare och kalifältspatrikare än Järnagraniten. Kalifältspaten dominerar över plagioklasen. Denna granit är fattig på mörka mineral. Två profiler, F och G, är tagna i moränen över Siljansgraniten. I den ena (F) är lerhalten i moränen hög, i den andra (G) är moränen extremt grovkornig, 90 vikt-% av matrix består av sandmaterial och lerhalten är bara 0,3 %.

I matrixen i den finkornigare moränen är kvartshalten mycket hög, 55–60 vikt-%, klart högre än i bergarten (fig. 31), men lägre, ca 45 % (fig. 32) i den grovkornigare, en kvartshalt ungefär som i bergarten. Båda fältspattyperna, kalifältspaten och plagioklasen, har lägre halter i moränen än i bergartsproverna. Amfibolhalten är mycket låg, under 0,1 vikt-% i moränen. Apatitinnehållet är högst i den finkorniga moränen, 0,2 vikt-% (fig. 31). I den grovkorniga är halten ca 0,1 % (fig. 32), dvs. ungefär samma halt som i bergartsprovet där apatitinnehållet bestämts. Epidotinnehållet i moränen är ca 0,6 vikt-%. I ett prov av Siljansgranit som analyserats var epidothalten 0,8 %. Klorithalten i moränerna är mellan 2 och 3 vikt-%, dvs. något lägre halter än i bergartsproverna med 3–4 % klorit. Biotithalten i moränerna är ungefär hälften eller en fjärdedel av bergartens biotitinnehåll.

I den grovkorniga moränen återfinns självfallet merparten av mineralen i sandmaterialet. I den finkorniga är de olika fraktionerna mera likartat representerade och halterna av mineralen i de enskilda fraktionerna ger sig också tydligt till uttryck i den totala fördelningen av mineralen. Det framgår av fig. 31 att särskilt amfibol men även apatit och i viss mån epidot är anrikat i siltfraktionen.

Lokal Ar

I denna lokal utgörs berggrunden av glimmerskiffer med väl dokumenterad mineralogi i Stålhös (1972) beskrivning till de berggrundsgeologiska kartbladen Uppsala SV och SO. Från 21 analyser har i detta arbete en medelsammansättning framräknats som presenteras i stapelform i fig. 33 tillsammans med mineralogiska data för moränen från provet med det högsta innehållet av glimmerskiffer. Stålhös (1972) har inte skilt mellan biotit och klorit utan har gett summan av biotit+klorit som i diagrammet i fig. 33 anges enbart som biotit. Förutom biotiten och

kloriten ingår också muskovit i betydande mängd i glimmerskiffern. Ett medelvärde på 21 vol.-% erhöles för de analyserde skifferproverna. Det sammanlagda innehållet av muskovit i moränens matrix är ca 7 vikt-%. Biotithalten är också förstås hög, ca 5 vikt-% i denna skiffermorän och klorithalten är drygt 3 % (se fig. 33). Moränen innehåller 3 vikt-% amfibol men ingen epidot. Stålhös (1972) rapporterar ingen amfibol i skiffern. Moränen har högre halter av både kvarts och fältspater än skiffern.

Den viktjämsigt största kornstorleksfraktionen är grovmofraktionen. Det är följaktligen i denna fraktion merparten av huvudmineralen återfinns, men mest amfibol, klorit och biotit finns bland de finare kornen i siltfraktionen eftersom dessa mineral är anrikade i denna fraktion (jfr Tabell 8 i Bilaga 8 med diagrammen i fig. 33).

Lokal Sku och lokal Frö

Båda provtagningslokalererna är belägna inom ett större område med gnejsgranit (urgranit). Det förekommer förstås stora variationer i sammansättningen hos gnejsgraniterna från granit till tonalit men granodioriter är mycket vanliga. Därför valdes en gnejsgranit med granodioritisk sammansättning (Stålhös, 1976) som möjlig ursprungsbergart till moränerna även om analysen är utförd på en bergart från ett annat område.

Som i de flesta andra områden är moränen kvartsrikare än moderbergarten, drygt 40 vikt-% i moränen att jämföra med drygt 30 % för gnejsgraniten. Plagioklasinnehållet och amfibolinnehållet är som väntat lägre i moränen än i bergarten. Däremot är kalifältspathalten i moränproverna högre än i denna gnejsgranit av granodioritisk sammansättning.

Den mest markanta skillnaden mellan bergart och morän observerades dock i biotithalten. För granodioriten anger Stålhös (1976) att halten biotit+klorit är 16,5 % (i fig. 34 och fig. 35 markerad enbart som biotit). I moränen däremot är biotithalten bara ca 1 vikt-%. Skillnaderna mellan berggrundens och moränens biotitinnehåll åskådliggörs också väl av röntgendiffraktionsdiagrammen i fig. 36 där en markant biotittopp uppträder i provet från den lokala berggrunden medan moränprovet bara visar en antydning om biotitens närvaro. Detta bergartsprov är taget i håll i nära anslutning till provgroppen för moränen. Biotithalten i bergartsprovet är 15 vikt-% enligt analys.

I moränen ingår också 3–4 vikt-% klorit (se fig.

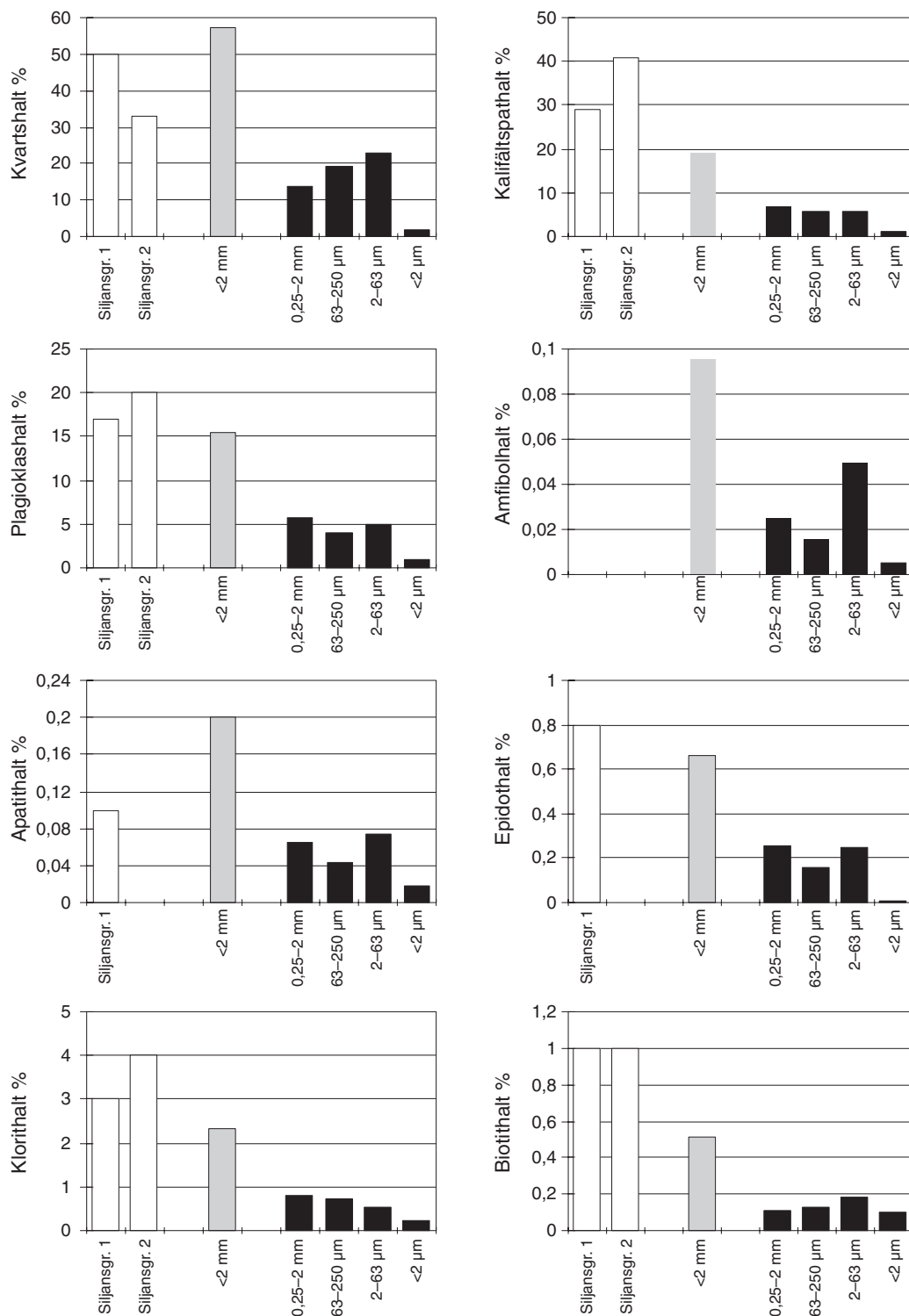


Fig. 31. Lokal F. Diagram visande halter av olika mineral i två prover av Siljansgraniten och i matrixen (<2 mm) av moränen i profil F (prov F30) inom Siljansgranitområdet. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 31. Locality F. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in two Siljan granite samples and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon of the till in profile F (sample F30) from the Siljan granite area. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

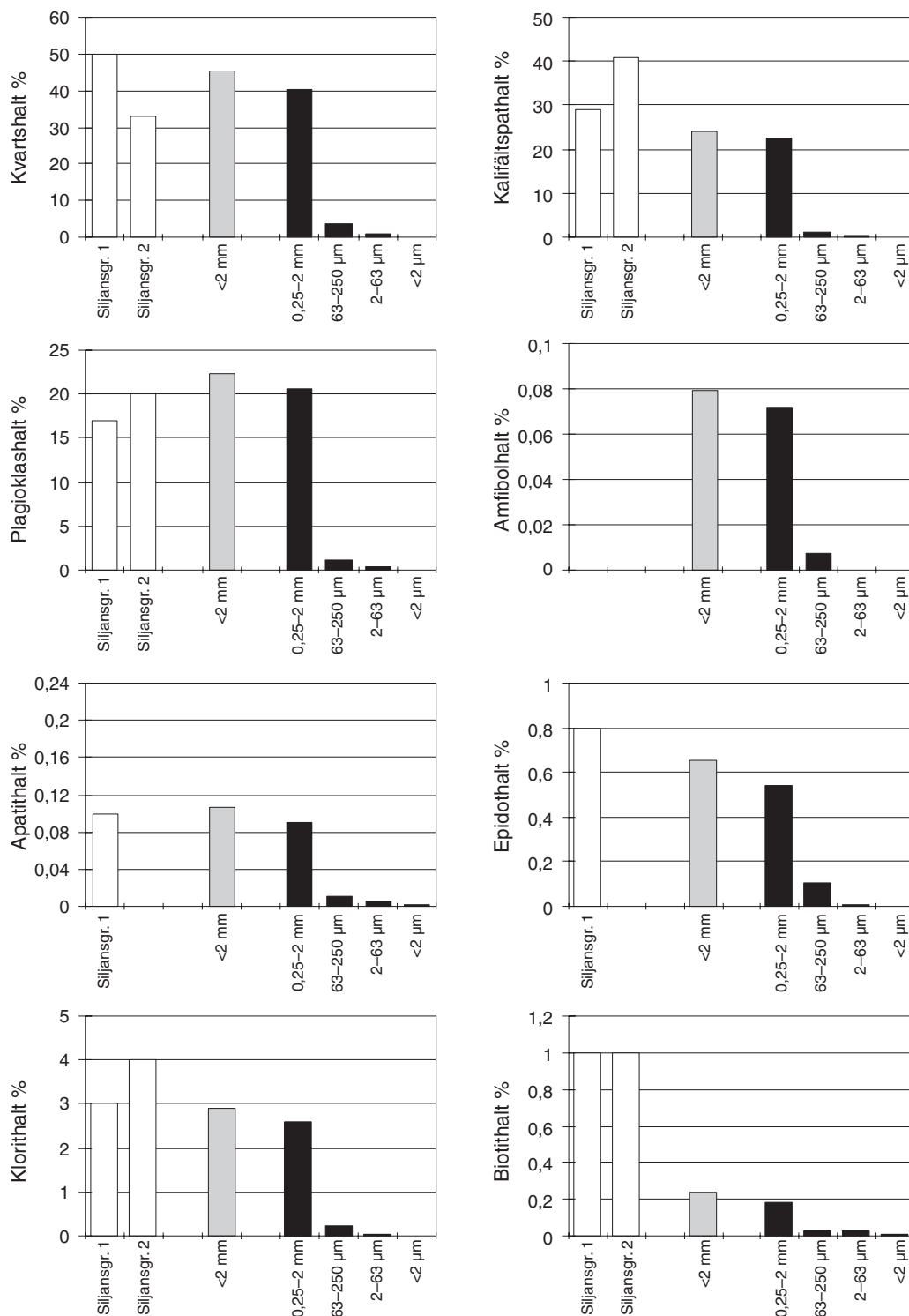


Fig. 32. Lokal G. Diagram visande halter av olika mineral i två prover av Siljansgraniten och i matrixen (<2 mm) av moränen i profil G (prov G37) inom Siljansgranitområdet. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 32. Locality G. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in two Siljan granite samples and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon of the till in profile G (sample G37) from the Siljan granite area. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

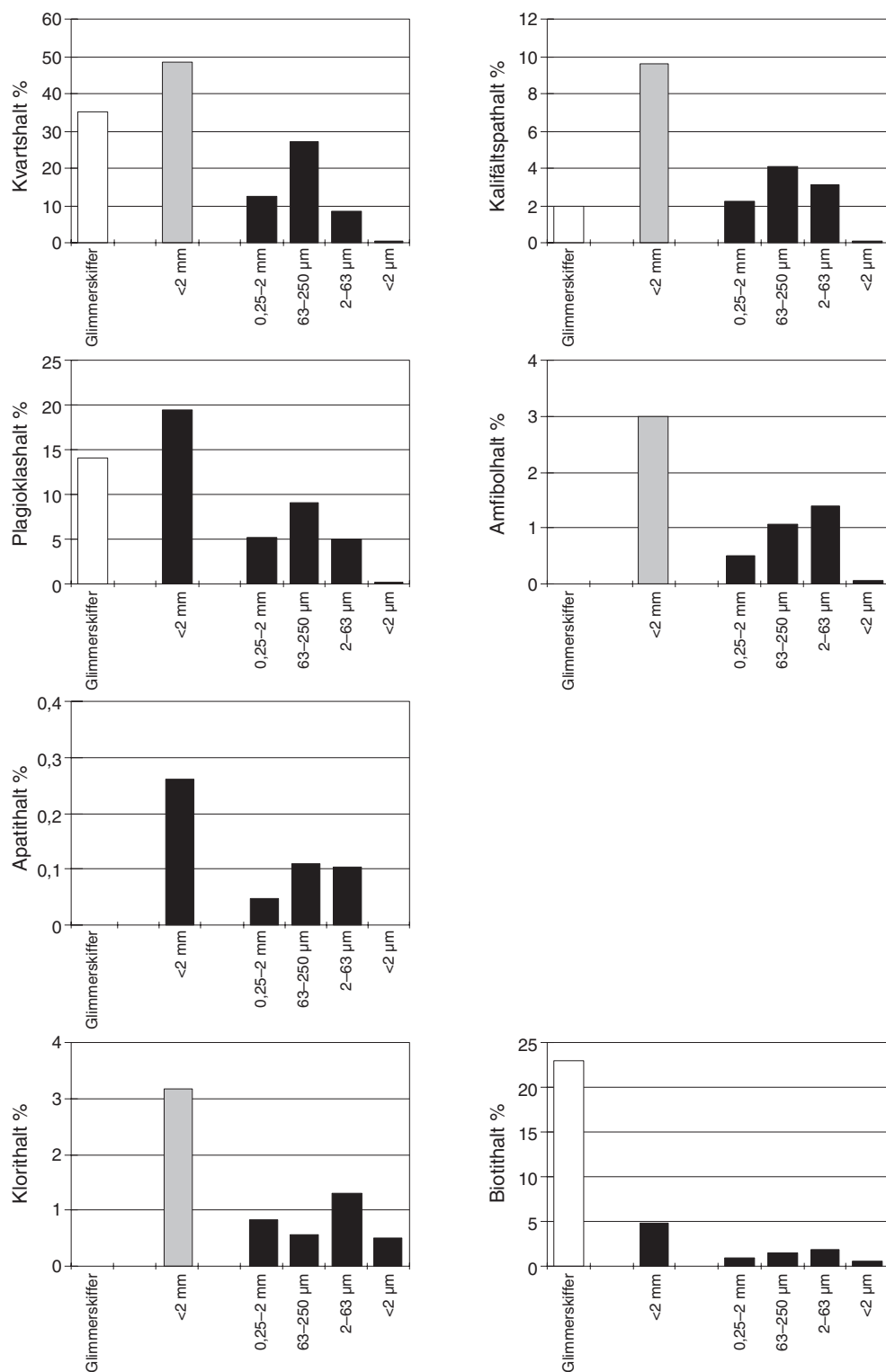


Fig. 33. Lokal Ar. Diagram visande halter av olika mineral i glimmerskiffern vid Arlanda och i matrisen (<2 mm) av moränen i profil Ar (prov Ar8) över glimmerskiffern. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matris, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matris.

Fig. 33. Locality Ar. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the local bedrock (mica schist) and in the matrix (<2 mm) in the C-horizon (sample Ar8) of the till. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

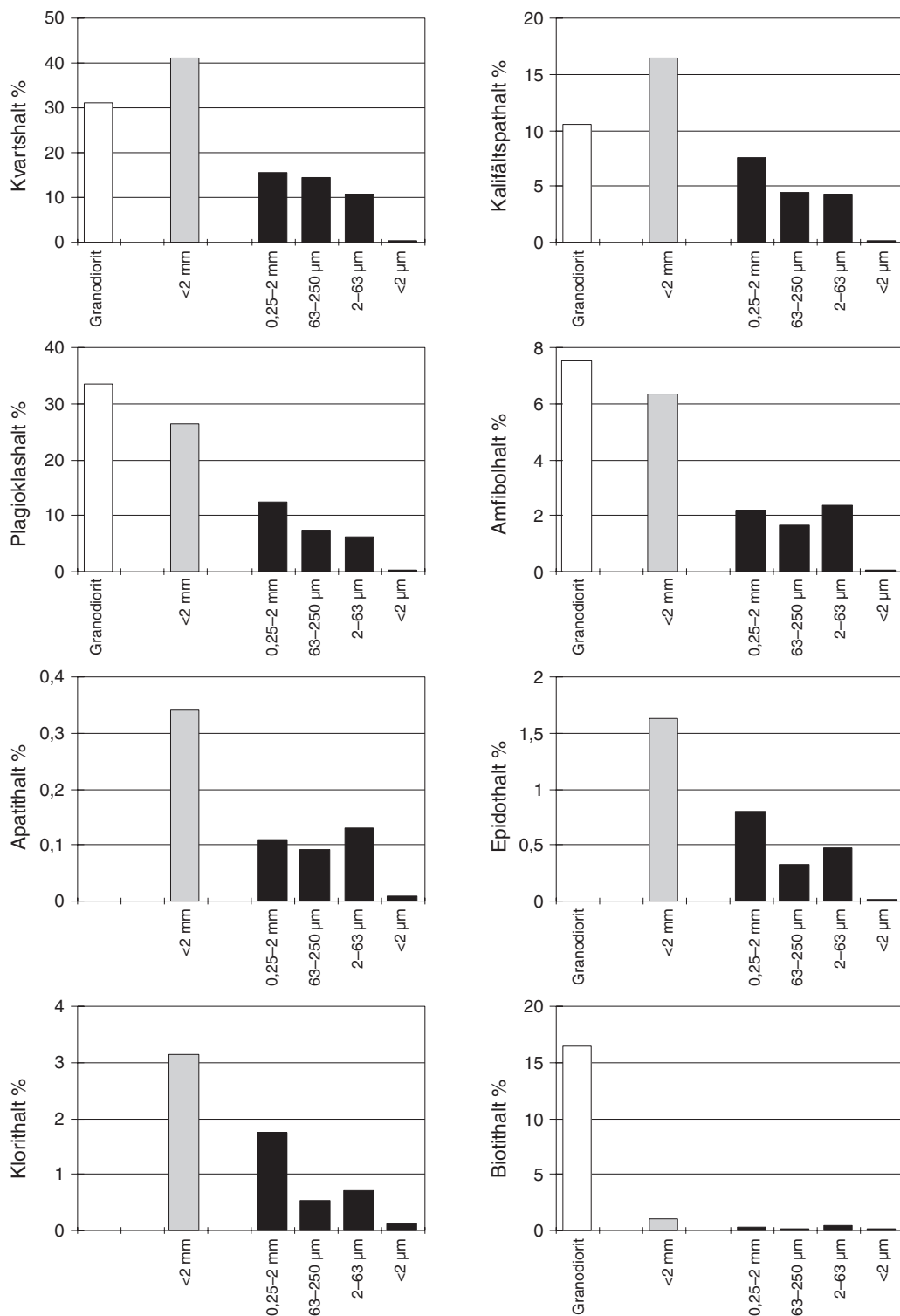


Fig. 34. Lokal Sku. Diagram visande halter av olika mineral i ett gnejsgranitprov av granodioritisk sammansättning och i matrixen (<2 mm) av moränen i profil Sku (prov Sku I I) över gnejsgraniterna intill Skultuna. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 34. Locality Sku. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the local bedrock (granodiorite) and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon (sample Sku I I) of the till. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

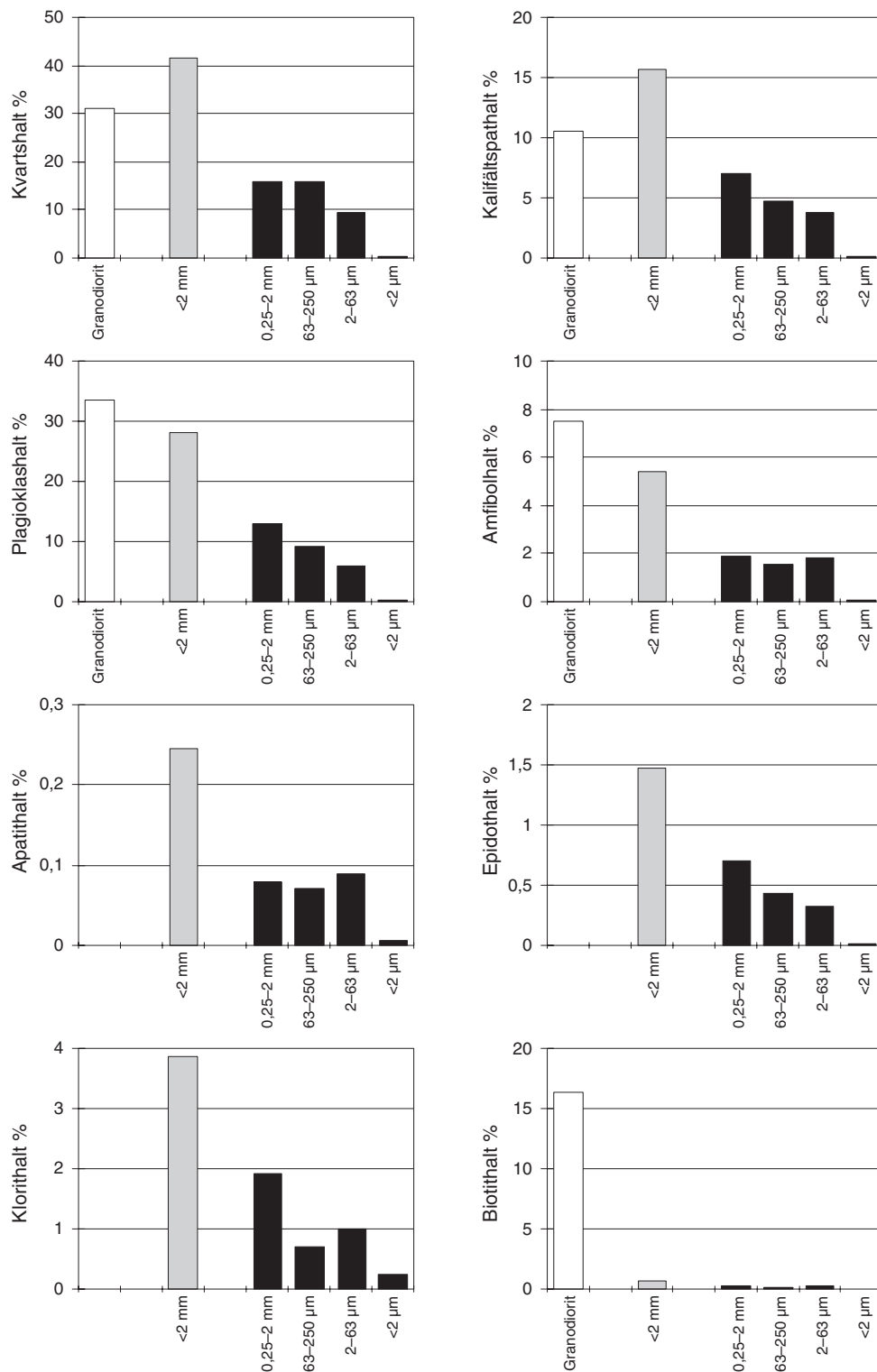


Fig. 35. Lokal Frö. Diagram visande halter av olika mineral i ett gnejsgranitprov av granodioritisk sammansättning (detsamma som i fig. 34) och i matrixen (<2 mm) av moränen i profil Frö (prov Frö 17) över gnejsgraniterna intill Skultuna. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 35. Locality Frö. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the local bedrock (granodiorite cf. fig. 34) and in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon (sample Frö 17) of the till. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

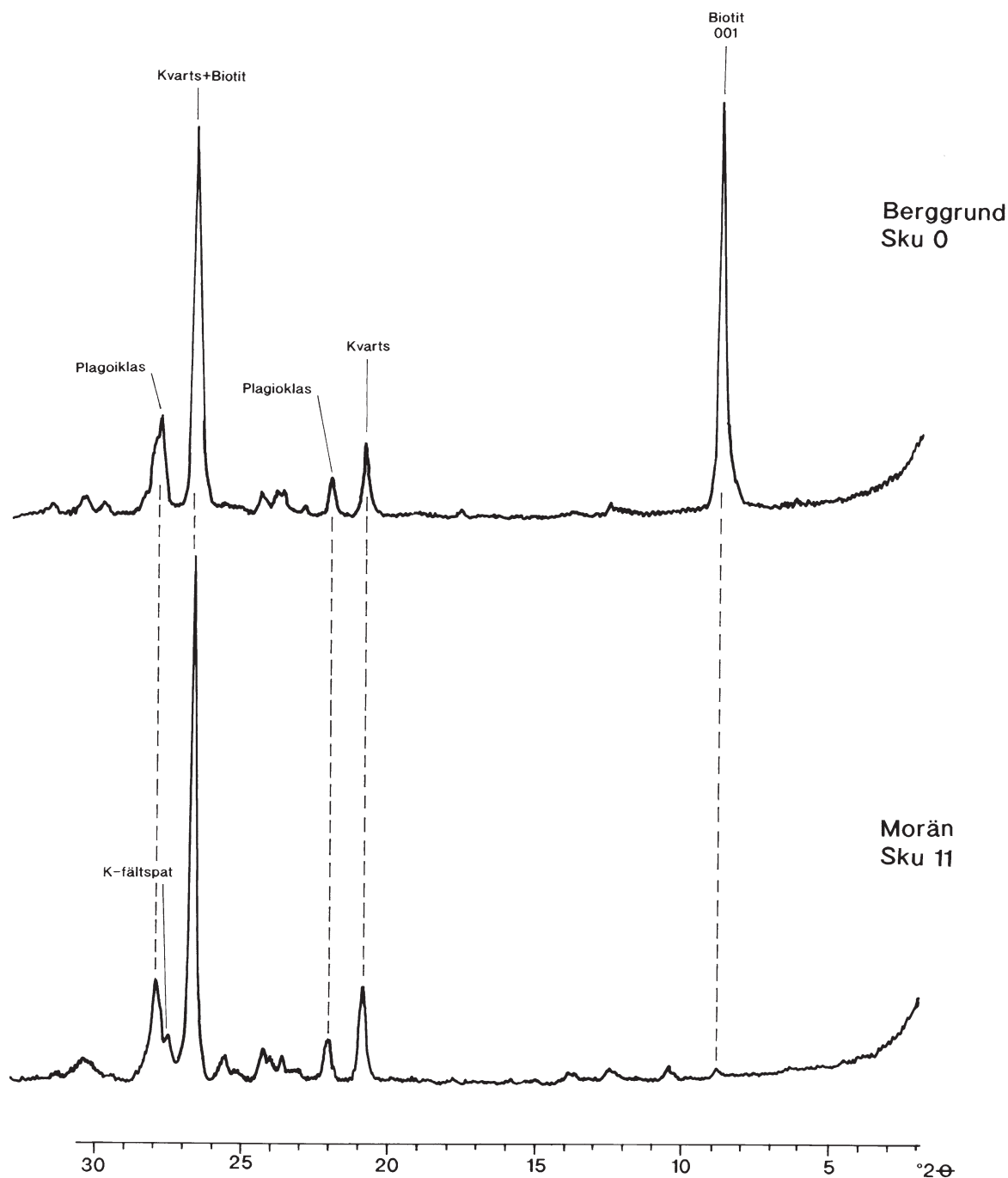


Fig. 36. XRD-diagram upptagna på material från berggrundsprov (överst) och på matrixmaterialet från C-horizonten i moränen i profil Sku (nederst).

Fig. 36. XRD diagrams of local bedrock material (above) and of matrix material from C-horizon of the till in profile Sku (below).

34 och fig. 35). Denna klorit kan mycket väl ha sitt ursprung i gnejsgraniten men inte från den gnejsgranit som finns precis på provtagningslokalen som enligt röntgendiffraktionsdiagrammet praktiskt taget saknar klorit.

Moränerna i dessa två provtagningslokaler har

en relativt hög sandhalt, över 40 vikt-%. Därigenom dominerar sandfraktionens bidrag till matrixens mineralinnehåll för de flesta mineral. Undantag är apatiten och i viss mån amfibolen för vilka siltfraktionen bidrar mest (se fig. 34 och fig. 35).

Lokal Arj

I området där profilen är tagen består berggrunden av sura och intermediära vulkaniter. Mot isrörelseriktningen finns olika typer av graniter (se fig. 7). Petrografiskt är dessa vulkaniter komplexa med skiftande utbildning i olika led. Tidigare har ryoliter, tuffer och lavar nämnts, dessutom ingår basalter och konglomerat och i vissa delar av stråket fylliter och gråvackor (se Perdahl & Einarsson 1994). Det är därför tveksamt att välja någon särskild av dessa som representant för den lokala berggrunden att presentera i diagrammen i fig. 37.

Nära 50 vikt-% av matrixen i moränen från denna lokal består av silt- och lermaterial. Lerhalten är 5,5 %. Kvarthalten i moränen är jämförelsevis låg, knappt 35 vikt-%. Amfibolinnehållet är ganska högt, ca 7 %. Apatithalten är också hög, 0,5 % av matrix består av apatit. Moränen innehåller också ovanligt mycket skiktssilikater, 10 vikt-% muskovit, över 2 % biotit och klorithalten är mellan 1,5 och 2 % (se fig. 37).

Lokal Rät

Rätangraniten, som är underlag för denna morän, är en grovkornig porfyrisk granit i vilken ungefär en fjärdedel av bergartsmassan utgörs av 1–2 cm stora mikroklinögon (Lundqvist 1968). Halterna av kalifältspat och plagioklas är mellan 30 och 40 % med något mera kalifältspat än plagioklas. Kvarthalten är vanligen mellan 15 och 20 % (T. Lundqvist pers. medd.). I en analys i Lundqvists (1968) avhandling rapporteras också en klorithalt på 2 % och en biotithalt på 1%.

Moränens matrix har en hög kvartshalt, 60 vikt-% och fältspatinnehållet är mellan 15 och 20 % för båda typerna (se fig. 38). Amfibol- och epidothalterna ligger ungefär på samma haltnivå, 1–1,5 vikt-% och klorithalten är mellan 1,5 och 2 %. Apatithalten är låg, 0,10–0,15 vikt-%. Av Tabell 15 i Bilaga 8 framgår att mineralen amfibol, epidot och apatit är tydligt anrikade i moränens siltfraktion, men totalt innehåller sandfraktionen lika mycket eller mera av mineralen eftersom denna fraktion viktmässigt dominerar moränens matrix (utgör ungefär hälften).

Lokal Små

I denna lokal saknas preciserade uppgifter om den lokala berggrundens mineralogiska sammansättning. Enligt Hedström och Wiman (1905, 1906) består dock berggrunden i området av graniter som är

ganska biotitrika och hornbländeförande. Den granit som finns i området där provet är taget, en grå granit, är rikare på plagioklas än kalifältspat. I en röd granit som också finns i trakten finns ungefär lika mycket av de två fältspattyperna.

I moränen är plagioklashalten högre (drygt 30 vikt-%, se fig. 39) än kalifältspathalten (ca 20 vikt-%). Kvarthalten är drygt 40 vikt-%. Det finns nära dubbelt så mycket epidot som amfibol i moränens matrix, 3,4 % att jämföra med 1,8 %. Klorithalten är drygt 2 %. Moränens siltfraktion är tydligt anrikad på epidot, amfibol och apatit.

Mineralogiska analyser av moränernas lerfraktion

Lerfraktionens mineralogiska sammansättning skiljer sig väsentligt från det övriga matrixmaterialet och behandlas därför som ett särskilt kapitel. För kvalitativ bestämning av lermineral är röntgendiffraktions(XRD)-analys den vanligaste analysmetoden, som också använts i detta arbete. En del av analysresultaten från profilerna som tagits i Dalarna (profilerna *A–F*) har tidigare publicerats (Snäll & Ek 1991). Några av XRD-diagrammen från citerade arbete återges här på nytt i fig. 40 för att underlätta för läsaren. Diagrammen är upptagna på material ur lerfraktionen i C-horisonten. Senare har profil *G* (fig. 41) också från Dalarna undersökts liksom även profil *Ar* (fig. 42), profil *Sku* (fig. 43) samt lerfraktionen i C-horisonten i *Frö*-profilen (fig. 44) och i profilerna *Arj*, *Rät* och *Små* (fig. 45).

Lerfraktionen från moränernas C-horisont består i huvudsak av kvarts, kalifältspat och plagioklas samt s.k. lermineral. Mindre mängder av amfibol och epidot ingår också. Lermineralen är de mineral som är karakteristiska för denna finkornigaste fraktion av jordarten. De hör till gruppen skiktssilikater med fjällliknande form. De vanligaste lermineralen i svenska jordarter är illiter och kloriter. Illiterna har samma struktur som glimrarna (biotiter och muskoviter).

I profilerna *A–F* från Dalarna ingår de ovan nämnda mineralen i varierande mängd i proverna från C-horisonten (fig. 40). I prov A5, B10, D20 och F30 är sammansättningen ganska lika. Avviker klart gör prov C15 och E25. I C15, som härrör från dalasandstensmoränen, dominerar illiten helt bland lermineralen och i prov E25, från järnagranitmoränen, är klorithalten ovanligt hög. Blandskiktmineral (representerat av en något breddad topp mellan

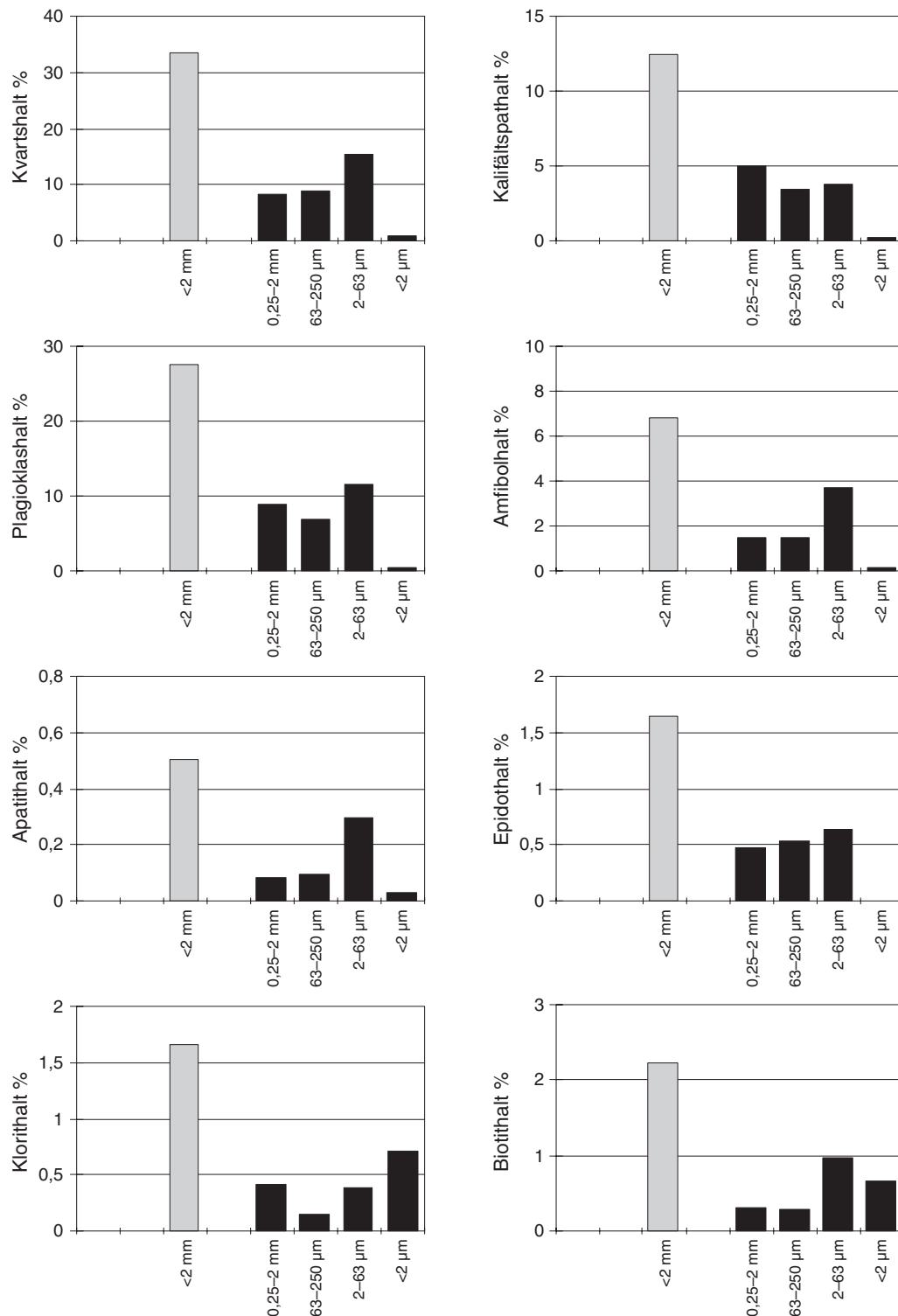


Fig. 37. Lokal Arj. Diagram visande beräknade halter av olika mineral i matrixen (<2 mm) i C-horisonten av moränen över vulkaniterna i Arjeplogsområdet i Lappland. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 37. Locality Arj. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon of the till overlying the volcanics in the Arjeplog area, Lappland. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

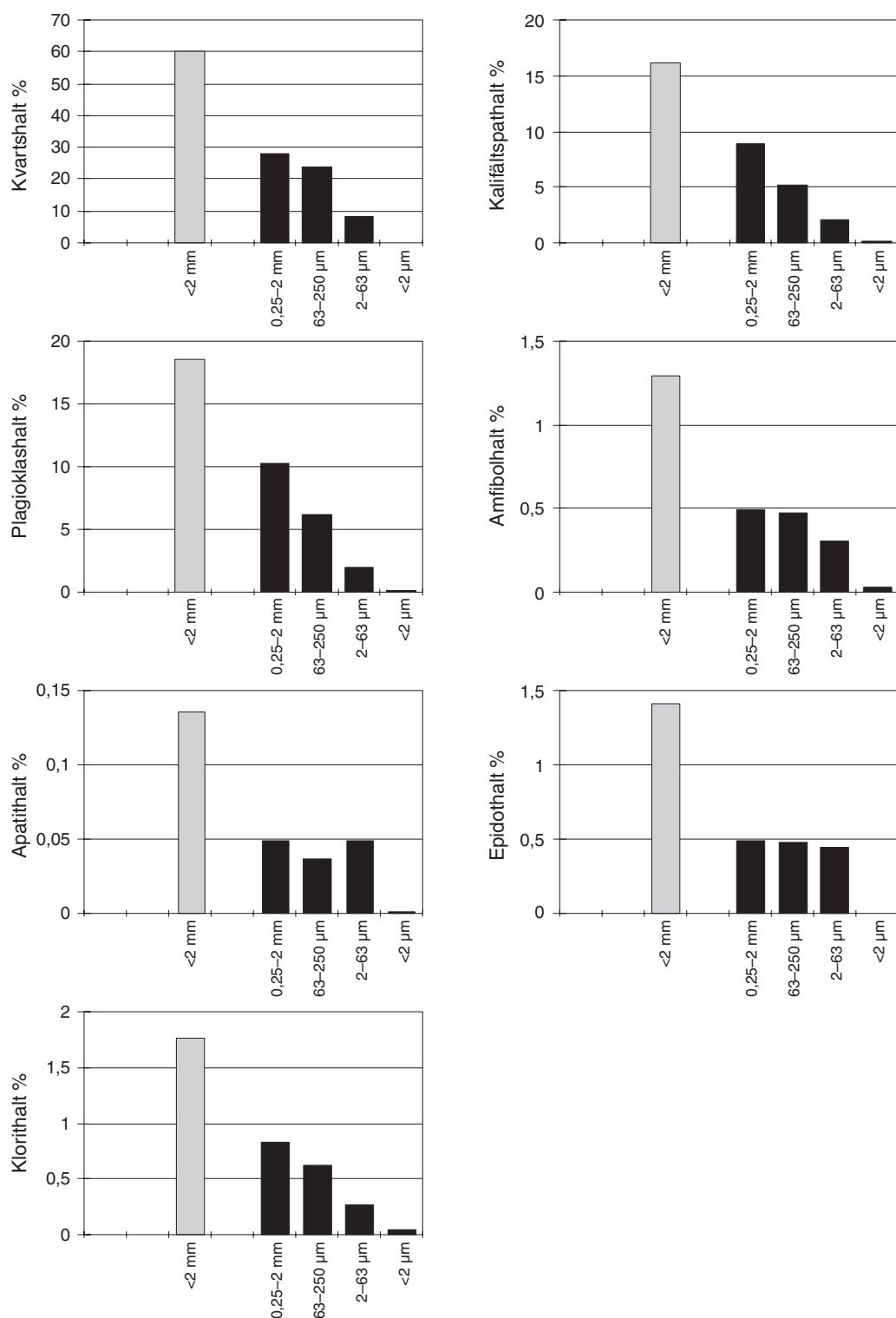


Fig. 38. Lokal Rät. Diagram visande beräknade halter av olika mineral i matrixen (<2 mm) i C-horison-ten av moränen över Rätangraniten i Härjedalen. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 38. Locality Rät. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon of the till overlying the Rätan granite in Härjedalen. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

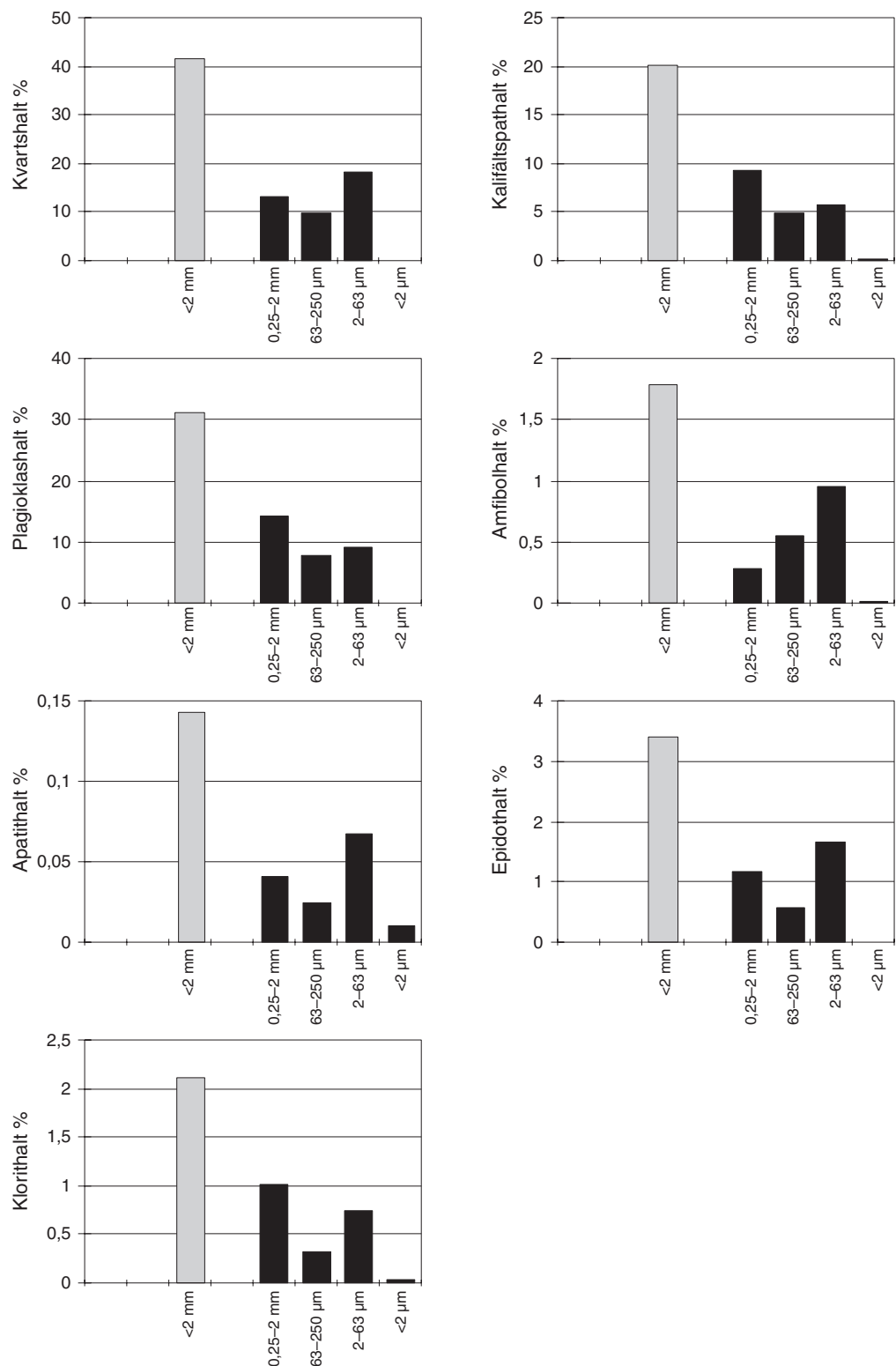


Fig. 39. Lokal Små. Diagram visande beräknade halter av olika mineral i matrixen (<2 mm) i C-horizonten av moränen över Smålandsgraniten intill Emmaboda. De fyra staplarna till höger visar bidraget från varje fraktion till hela matrix, dvs. halten av mineralet i fraktionen * fraktionens andel i vikt-% av matrix.

Fig. 39. Locality Små. Diagrams showing the calculated concentrations of different minerals in the matrix (<2 mm fraction) in the C-horizon of the till overlying the Småland granite near Emmaboda. The four columns to the right give the contribution from the separate grain size fractions to the till matrix, i.e. the concentrations of the minerals in the fraction * the weight fraction of the same in total matrix.

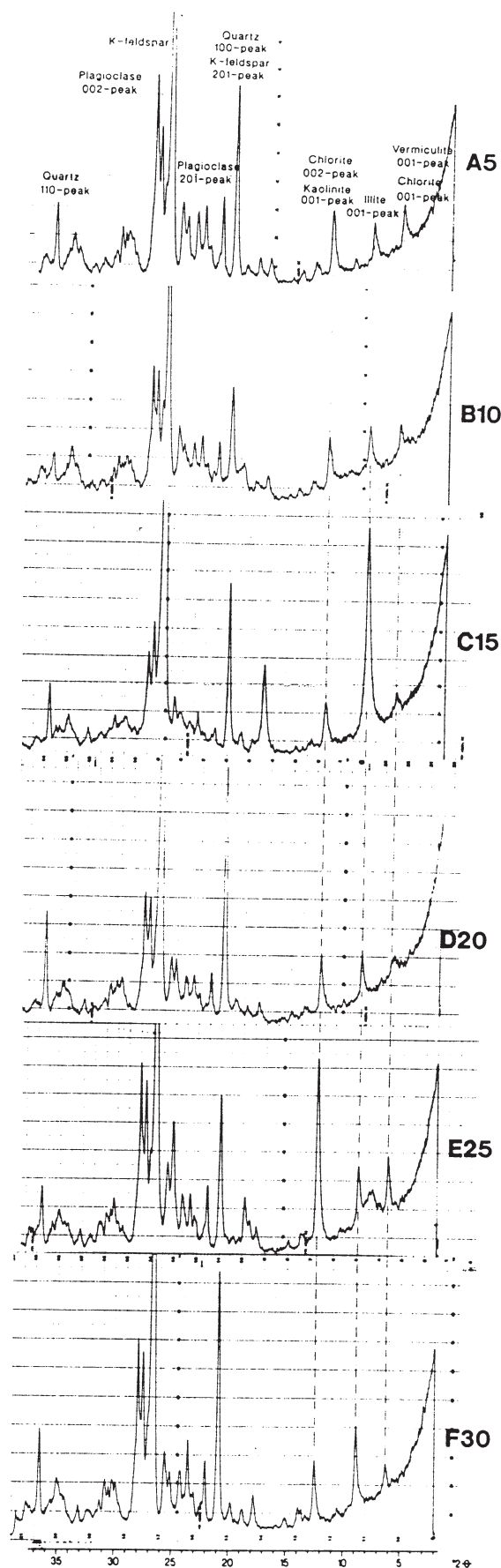


Fig. 40. XRD-diagram upptagna på lerfraktionerna i prover från C-horisonten i sex av profilerna från Dalarna. Orienterade prov (från Snäll & Ek 1991).

Fig. 40. XRD diagrams of the clay fractions in samples from the C-horizon in six profiles from Dalarna. Oriented samples (from Snäll & Ek 1991).

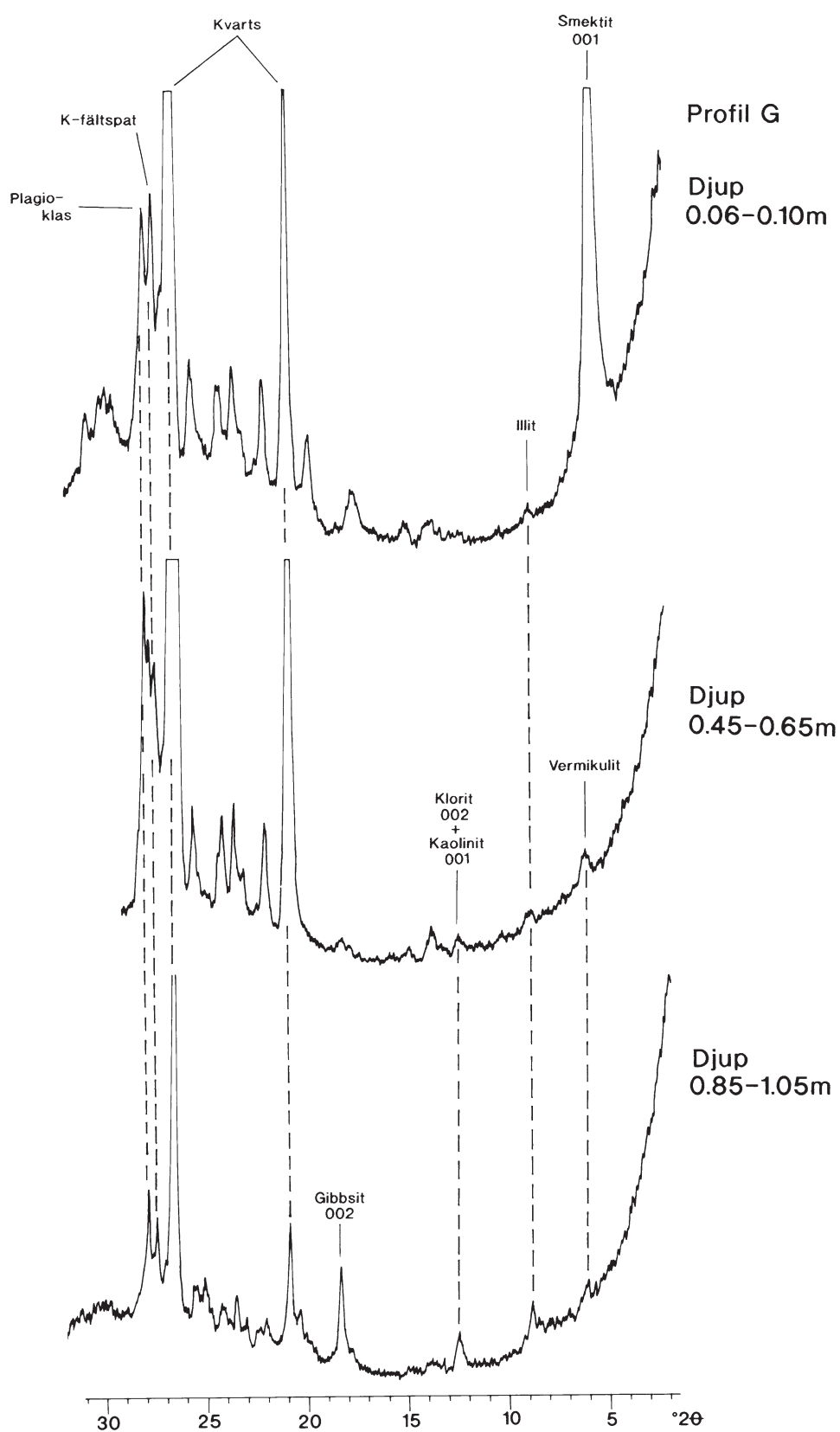


Fig. 41. XRD-diagram upptagna på material ur lerfraktionerna från olika djupnivåer i profil G.

Fig. 41. XRD diagrams of the clay fractions in samples from different depth levels in profile G.

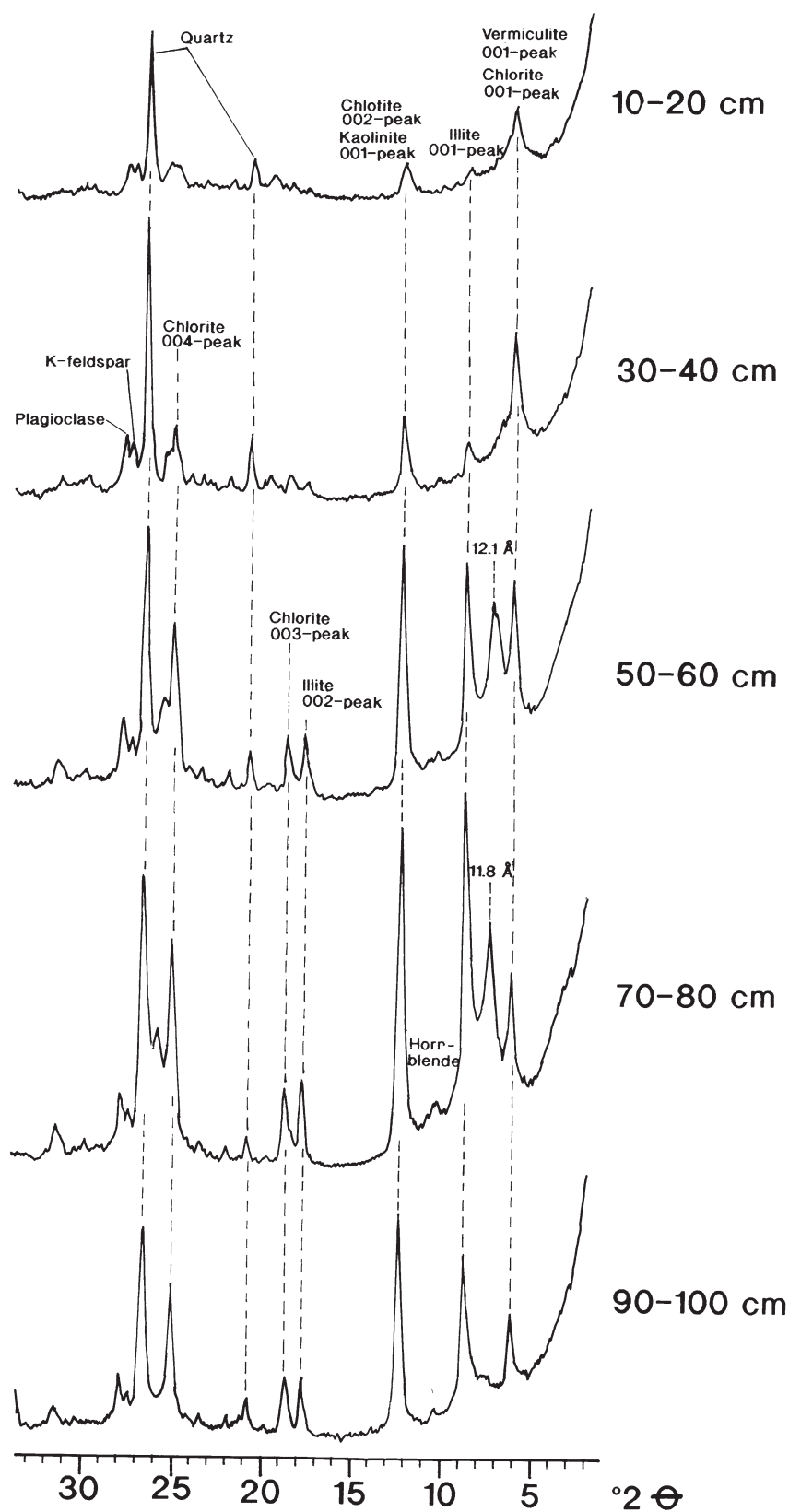


Fig. 42. XRD-diagram upptagna på material ur lerfraktionerna från olika djupnivåer i profil Ar.

Fig. 42. XRD diagrams of the clay fractions in samples from different depth levels in profile Ar.

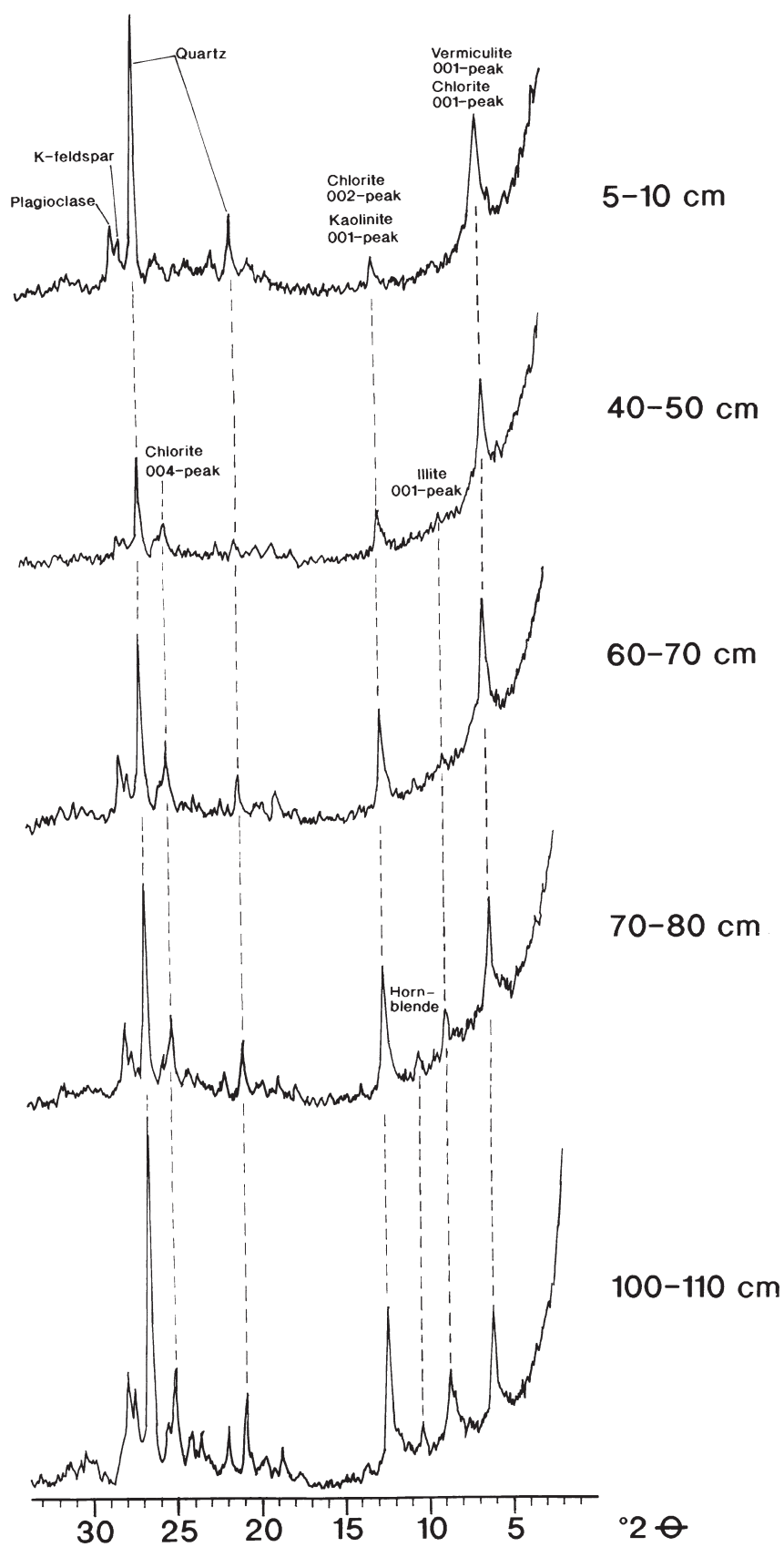


Fig. 43. XRD-diagram upptagna på material ur lerfraktionerna från olika djupnivåer i profil Sku.

Fig. 43. XRD diagrams of the clay fractions in samples from different depth levels in profile Sku.

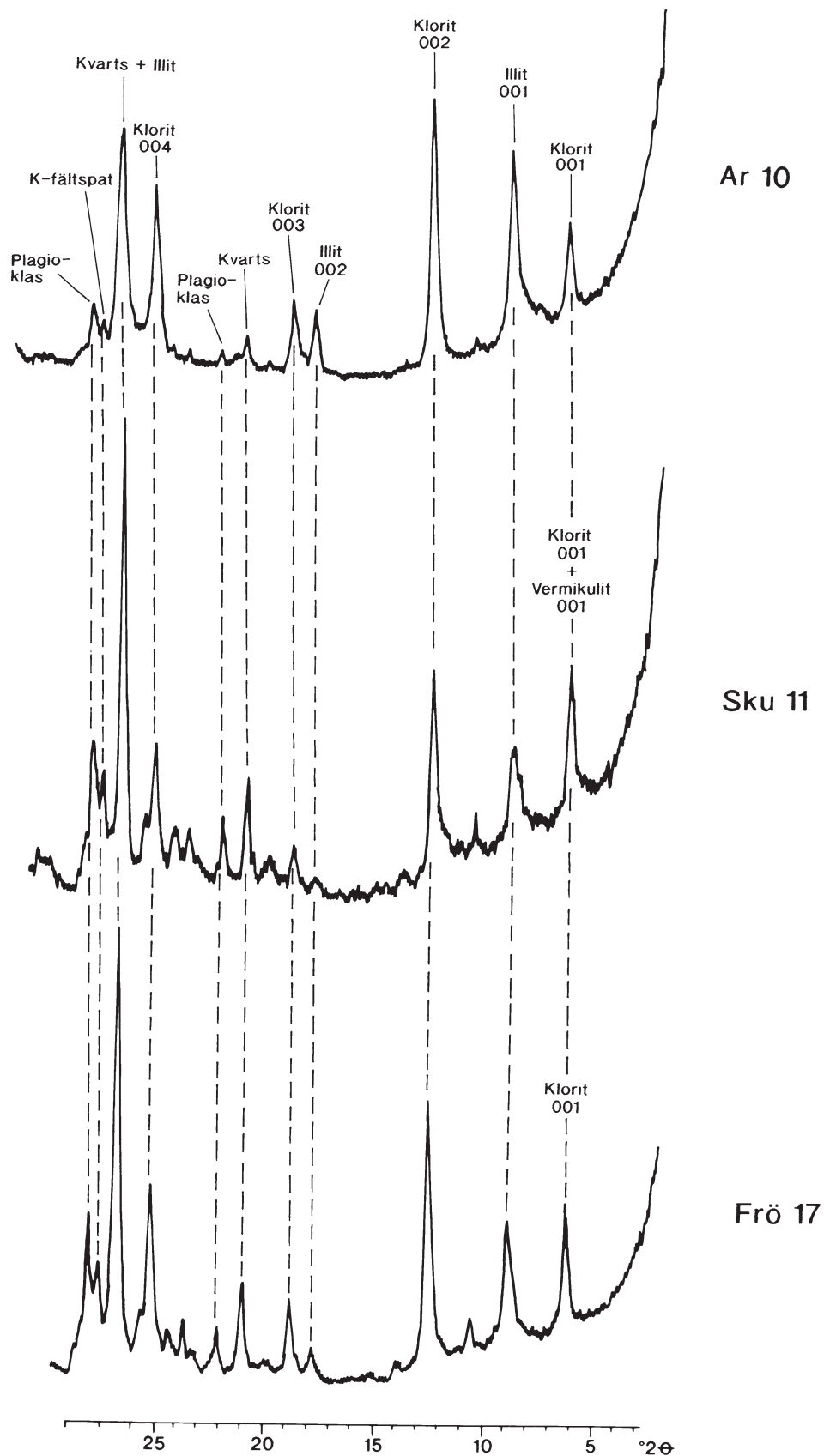


Fig. 44. XRD-diagram upptagna på material ur lerfraktionerna från C-horisonten i profilerna Ar, Sku och Frö.

Fig. 44. XRD diagrams of the clay fractions in samples from the C-horizon in the profiles Ar, Sku and Frö.

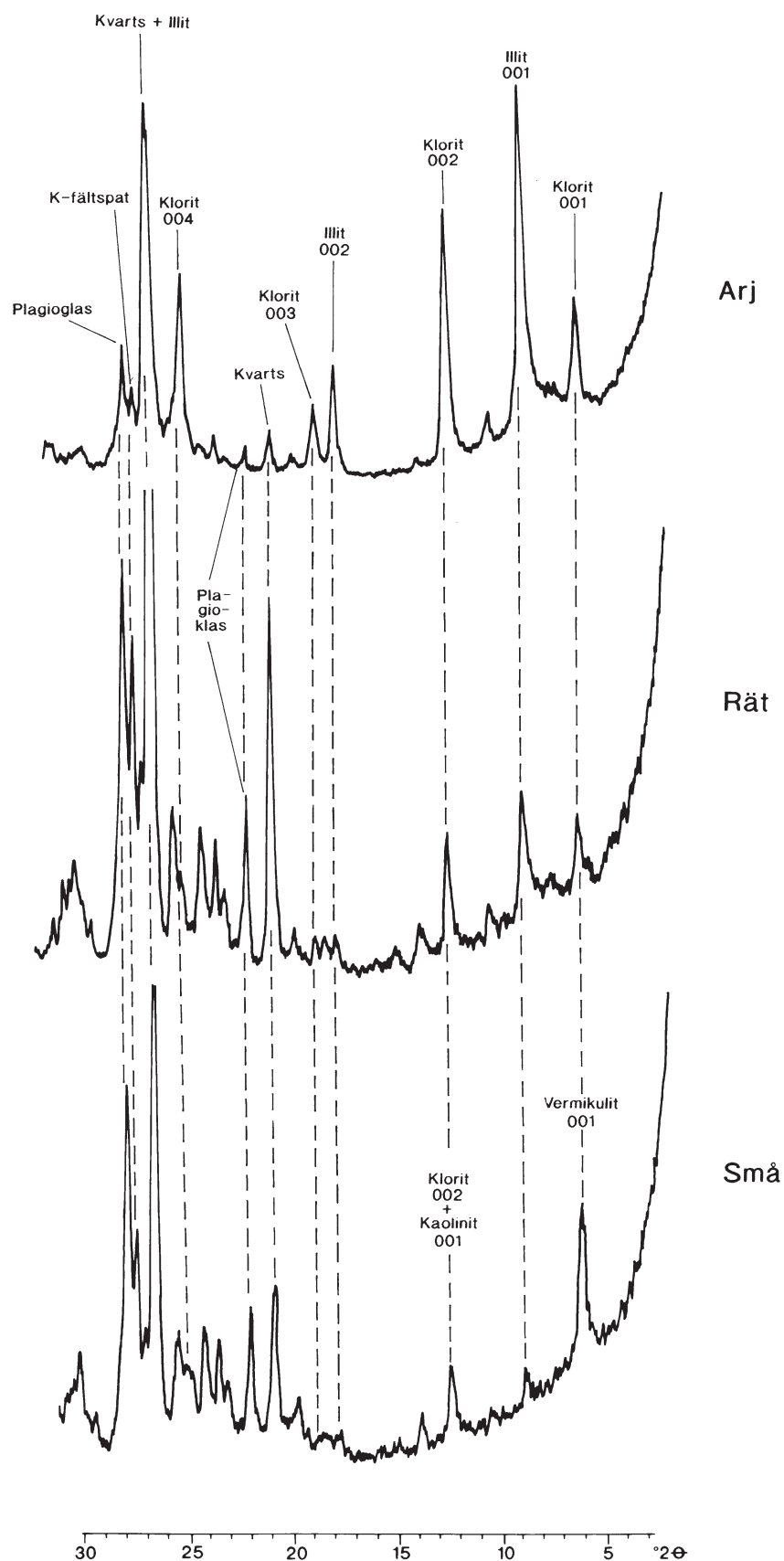


Fig. 45. XRD-diagram upptagna på material ur lerfraktionerna från C-horisonten i profilerna Arj, Rät och Små.
 Fig. 45. XRD diagrams of the clay fractions in samples from the C-horizon in the profiles Arj, Rät and Små.

kloritens och illitens 001-toppar i XRD-diagrammet, jfr fig. 40) ingår också i detta prov.

De två profilerna över Siljansgraniten (profil F och profil G) är inte bara mycket olika vad gäller kornstorlekssammansättning. I den grovkorniga moränen i profil G (fig. 41) är förstås lermineralinnehållet lägre än i den finkorniga, men det ingår förutom illiten och kloriten också ett mera ovanligt mineral, gibbsit, i denna morän (se fig. 41, provet från den djupaste nivån, 0,85–1,05 m). I de två proverna högre upp i profilen saknas detta mineral, men de för podsolvittring typiska mineralen vermiculit och smektit, särskilt det senare, framträder i diagrammen.

I profilen över glimmerskiffern vid Arlanda (profil Ar) är, som framgår av XRD-diagrammen i fig. 42, innehållet av lermineral högt. I det av vittring opåverkade provet från det största djupet 90–100 cm utgörs lermineralen av enbart illit och klorit. Vid vittring i jordprofilen bildas däremot blandskiktmineral med en topp vid 11,8 Å i provet från djupet 70–80 cm och i provet från 50–60 cm nivå ligger toppen vid 12,1 Å. Högre upp i profilen (exemplifierat av provmaterial från nivåerna 10–20 och 30–40 cm) finns inte längre blandskiktmineralen i provmaterialet utan lermineralen består av vermiculit och rester av illit och klorit.

I profilen Sku (fig. 43) från Skultunatrakten i Västmanland utgörs lermineralen i C-horisonten (nivå 100–110 cm) av illit och klorit. En jämförelsevis hög 001-topp vid 2θ ca $6,2^\circ$ i diagrammet antyder närvaro också av vermiculit. Uppåt i profilen ökar vermiculithalten på bekostnad av i första hand illiten och sedan kloriten (se XRD-diagram av prover från nivåerna 70–80, 60–70, 40–50 och 5–10 cm i fig. 43). I den andra profilen från Skultunatrakten, Frö-profilen, är mineralsammansättningen i stort sett densamma som i Sku-profilen men i Frö-profilen är materialet från C-horisonten inte vittringspåverkat som framgår av fig. 44 (Frö 17, diagrammet nederst). I fig. 44 återges också, för att underlätta jämförelser, XRD-diagrammen upptagna på lermaterialet från C-horisonten i Skultuna- respektive Arlandaprofilerna.

I Arj-, Rät- och Små-profilerna har mineralogiska analyser utförts enbart på material från C-horisonten. Av XRD-diagrammen i fig. 45 framgår att lerfraktionernas mineralogiska sammansättning är ganska olika i de tre profilerna. I Arj-profilen är lermineralinnehållet mycket högt men lågt i Rät-profilen, som istället domineras av kvarts och fältspat. I

båda profilerna utgörs lermineralen dock enbart av illit och klorit. I Små-profilen består lermineralen i C-horisonten förutom av illit och klorit också av vermiculit. Halterna av de enskilda mineralen finns redovisade i Tabellerna 14, 15 och 16 i Bilaga 8.

Innehåll av basmineral och tungmineral

För att anrika de s.k. basmineralen och underlätta de mineralogiska analyserna, separerades mineral-korn med densitet $>2,68 \text{ g/cm}^3$ i tung vätska. På samma sätt bestäms det s.k. basmineralindex enligt en metod utvecklad av Tamm (1934). Dock anges basmineralindex exklusive magnetitinhållet och vid hög glimmerhalt redovisas ett särskilt glimmerindex. Bestämningen görs också på en bestämd kornstorleksfraktion, mellansandfraktionen, av jordarten.

I denna undersökning separerades mineralen i tre olika kornstorleksfraktioner, 2–63 μm , 63–250 μm och 250–2000 μm . Resultaten av separationerna redovisas i Tabell 2. Bestämningarna ger mycket varierande resultat i de olika kornstorleksfraktionerna, i vissa fall är resultaten tvetydiga. De kommer att förklaras närmare under kapitlet diskussion.

Tabell 2. Innehåll av mineralkorn med densitet $>2,68 \text{ g/cm}^3$ i olika kornstorleksfraktioner hos matrixen i undersökta moränprover. Vikt-%.

Table 2. Contents (wt-%) of grains with density $>2.68 \text{ g/cm}^3$ in three grain size fractions in the matrix of the studied till samples.

Prov	Fraktion		
	2–63 μm	63–250 μm	250–2000 μm
A5	10,6	6,4	9,9
B10	3,0	4,3	4,1
C15	14,3	2,8	5,0
D20	4,4	7,0	25,6
E25	8,4	5,5	8,2
F30	2,2	3,8	7,5
G37	0,2	11,8	6,6
Ar 8	39,2	13,9	-
Ar 10	24,2	11,4	-
Sku 11	15,5	12,5	24,4
Frö 10	15,4	17,3	21,3
Frö 17	21,0	15,1	20,6
Frör	16,5	18,2	22,3
Arj	31,0	16,0	21,0
Rät	11,0	6,5	9,0
Små	12,3	9,0	14,7

Mineralogisk analys genom mikroskopering

”Basmineralen” (korn med densitet $>2,68 \text{ g/cm}^3$) från fraktion 63–250 μm som inbäddats i plast och slipats till 30 μm tunna slipsnitt har studerats i polarisationsmikroskop. Mineralen identifierades och kvantifierades genom s.k. point counting (Tabell 3). Enbart provmaterialet från Dalarna har undersökts på detta sätt. Resultaten visar att opakmineral och epidot dominerar i denna fraktion och eftersom det ingår epidot också i den saussuritiserade fältspaten är dominansen av epidot ännu större än vad siffrorna anger.

Resultat av kungsvattenlakningarna

Såväl matrixen som helhet som enskilda kornstorleksfraktioner har lakats i kungsvatten. Resultaten behandlas var för sig i de två följande kapitlen.

Utbyte vid lakning av hela matrix

Lakutbytet för matrixproven Frö 10, Frö 17, Frör och Sku 11 framgår av Tabell 4a. Största lakutbytet erhöles för fosfor (80%–88%) och därefter för magnesium (28%–54%) och järn (29%–59%). En överraskande hög lakbarhet erhöles för titan (13%–30%), som faktiskt var högre än för kalcium (9,1%–18%). Den allra lägsta lakbarheten erhöles för natrium (0,35%–0,70%).

För Arlandaprofilen har lakutbytet beräknats för Ca, Mg, K, Na, Al, Fe och Mn (Tabell 4b). Lakutbytet för kalcium varierar mellan 11% och 23% med en tendens till stigande lakbarhet mot djupet, som förmodligen avspeglar en avtagande vittringspåverkan på mineralen mot djupet (lättvittrade mineral finns fortfarande kvar i djupare delar av jordprofilen). Den avvikande höga lakbarheten hos provet från nivån 2,0–3,0 dm kan bero på ett förhöjt inslag av humusmaterial.

För magnesium varierade lakbarheten mellan 47% och 62%. Den är lägst i de tre översta proven och stabiliseras sedan kring 60 % för underliggande prov.

Kalium har lakbarheter mellan 3,5% och 15%. Från nivån 4,0–5,0 dm sker en språngvis höjning av lakbarheten från 3,5%–6,1% till lakbarheter mellan 9,3 % och 16%. Uppenbarligen har de mera lättvittrade kaliummineralen till större delen vittrat bort i den översta halvmetern av moränen.

Natrium har den lägsta lakbarheten av de undersökta elementen. Den varierar mellan 0,32% och 0,94 % och visar ingen systematisk förändring mot djupet.

Aluminium har lakbarheter mellan 15% och 25% med de högsta lakbarheterna i rostjordsproverna. Den lägre lakbarheten i de två nedersta proverna beror sannolikt på, att moränen, som tidigare nämnts, har en avvikande petrografisk sammansättning, dvs ett lägre inslag av glimmerskiffer och ett högre inslag av urgranit.

Järn har de högsta lakbarheterna på mellan

Tabell 3. Mineralinnehåll (vol.-%) i ”basmineral”-fraktionen (densitet $>2,68 \text{ g/cm}^3$) i kornstorleksfraktion 63–250 μm i moränprover från Dalarna enl. mikroskopering.

Table 3. Minerals (contents given as vol.-%) identified under petrographic microscope in the fraction with density $>2.68 \text{ g/cm}^3$ separated from the till samples from Dalarna county. Grain size fraction 63–250 mm.

Mineral	Prov						
	A5	B10	C15	D20	E25	F30	G37
Opakmineral	21	35	27	27	27	32	62
Epidot	35	29	41	42	30	33	17
Orthit	*			8	*	6	6
Saussuritiserad fältspat	26	11	13	8	14	16	7
Amfibol	*	*	*	*	*	*	*
Granat						*	*
Biotit, klorit		*	*		6	*	*
Muskovit				*	*	2	*
Kvarts		5	2		4	*	*

*) Innebär att mineralet identifierats men att halten understiger 0,5 vol.-%.

*) = the mineral has been identified but content is below 0.5 vol.-%.

65% och 88%. Det finns en tydlig trend till förhöjning av lakbarheten i rostjordsskiktet, dvs. nivå 2,0–6,0 dm. Mangans lakbarhet varierar mellan 33% och 48% med tendens till förhöjd lakbarhet i rostjordsskiktet.

För de sex moränprofilerna i Dalarna, lokal A till lokal F, visas lakbarheten för Ca, Mg, K, Al, Fe och Mn i Tabell 4c. Med undantag för K och Na har alla element de klart lägsta lakbarheterna i det översta markskiktet, blekjordsskiktet. Ca och Mg visar en tydlig tendens till successivt ökad lakbarhet mot djupet, medan K och Na saknar denna tendens. Orsaken till detta är att Ca och Mg ingår i mera lättvittrade mineral som finns kvar i minskande mängd uppåt i vittringsprofilen, medan K och Na främst ingår i svårvittrade mineral, t.ex. fältspater.

För Al, Fe och Mn uppträder de högsta lakbarheterna med få undantag i rostjordsskiktet med tydlig tendens till högst lakbarhet i provet närmast under blekjordsskiktet och därefter avtagande lakbarhet i de två underliggande skikten. Detta avspeglar den utfällning av Al-, Fe- och Mn-oxider/hydroxider som sker i rostjordsskiktet och som avklingar nedåt.

Utbyte vid lakning av olika kornstorleksfraktioner

Lakutbytet är starkt kornstorleksberoende som framgår av Tabell 5. Lakutbytet är med få undantag störst i lerfraktionen. Järn, magnesium och fosfor är de mest lättlakade elementen och allra mest fosfor. Den lägsta lakbarheten har natrium. Kalium är också svårakad. Kalcium och aluminiums lakbarhet ligger emellan de mest lättlakade och mest svårakade. Det synes vara en koppling mellan lakbarheten för kalium och aluminium. Höjning respektive sänkning av lakbarheten för kalium ger detsamma för aluminium. Lakbarheten av titan varierar mellan proverna men är i allmänhet överraskande hög.

Kalium är mest lättakad i glimmerskiffermoränen (prov Ar 10), därefter följer gnejsgranitmoränen (prov Frö 17) och Järnagranitmoränen (prov E25). Kalcium uppvisar jämförelsevis hög lakbarhet i Järna- och Siljansgranit- (prov F30) -moränerna. Järnagranitmoränen har också en relativt hög lakbarhet för magnesium. Titan är mest lättakad i Järnagranitmoränen. I Dalasandstensmoränen (prov C15) är lakbarheten låg för de flesta elementen.

Tabell 4a. Lakutbyte i kungsvatten för vissa huvudelement i matrixmaterial (<2 mm fraktionen) från C-horisonten i profilerna Frö, Frör och Sku från Skultuna-trakten.

Table 4a. Leachability (wt-% of total wt-%) of elements (in aqua regia) from the matrix (<2 mm fraction) of C-horizon samples from profile Frö, profile Frör and profile Sku.

Profil och prov nr (djup dm)	Lakbarhet (vikt-% av tot. vikt-%)						
	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	P
Frö 10	9,1	41	2,5	0,40	10	41	20
Frö 17	10	44	2,2	0,35	8,7	44	19
Frör 13	18	28	5,6	0,70	8,6	29	13
Sku 11	14	54	3,7	0,43	11	59	30

Tabell 4b. Lakutbyte i kungsvatten för vissa huvudelement i matrixmaterial (<2 mm fraktionen) från olika djupnivåer i profil Ar från Arlanda-trakten.

Table 4b. Leachability (wt-% of total wt-%) of elements (in aqua regia) from the matrix (<2 mm fraction) of samples from different depths in profile Ar.

Djupnivå (dm)	Lakbarhet (vikt-% av tot. vikt-%)					
	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe
1,5–2,0	11	47	3,5	0,94	20	70
2,0–3,0	19	55	4,1	0,40	23	83
3,0–4,0	14	51	6,1	0,37	24	77
4,0–5,0	14	62	16	0,49	25	88
5,0–6,0	14	57	15	0,54	21	79
6,0–7,0	18	57	13	0,52	20	69
7,0–8,0	19	61	15	0,58	21	77
8,0–9,0	23	59	15	0,43	18	66
9,0–10,0	20	57	9,3	0,32	15	65

Tabell 4c. Lakutbyte i kungsvatten för vissa huvudelement i matrixmaterial (<2 mm fraktionen) från olika djupnivåer i moränprofiler från Dalarna.

Table 4c. Leachability (wt-% of total wt-%) of elements (in aqua regia) from the matrix (<2 mm fraction) of samples from different depths in the profiles from Dalarna.

Profilnamn och djupnivå (dm)	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn
Profil A							
1,5–2,5	0	6,8	0,71	0,44	3,5	24	19
2,5–3,5	1,3	8,3	0,71	0,38	73	53	27
3,5–4,5	3,5	12	0,53	0,31	27	46	27
4,5–5,5	10	20	0,51	0,27	14	54	31
7,5–8,5	13	32	0,36	0,28	8,2	43	37
Profil B							
0,5–1,5	1,4	7,0	0,51	0,39	3,2	36	27
1,5–2,5	3,4	16	0,41	0,21	31	66	58
2,5–3,5	7,9	21	0,55	0,23	26	64	40
3,5–4,5	8,0	25	0,58	0,20	23	64	45
8,5–9,5	11	26	0,72	0,22	15	56	55
Profil C							
0,5–1,5	2,6	5,6	0,62	0,56	3,5	26	16
1,5–2,5	2,9	5,0	0,63	0,30	54	58	25
2,5–3,5	2,6	9,9	0,53	0,56	22	44	17
3,5–4,5	3,8	9,4	0,55	0,48	17	38	32
10,0–12,0	24	39	0,63	1,3	8,0	44	26
Profil D							
0,5–1,0	1,5	12	0,50	0,37	5,4	38	30
1,0–2,0	13	25	0,63	0,57	30	76	42
2,0–3,0	16	29	0,73	0,73	28	73	41
4,5–5,5	15	41	0,75	0,81	27	59	38
8,5–9,5	22	55	1,2	0,71	22	57	37
Profil E							
0,5–1,5	1,1	11	0,34	0,49	2,0	42	10
1,5–2,5	3,7	15	0,30	0,16	35	65	41
2,5–3,5	5,9	30	0,28	0,13	12	59	42
4,0–5,0	6,5	43	0,55	0,10	8,5	56	44
9,0–10,0	17	69	0,72	0,11	5,5	62	45
Profil F							
0,5–1,0	1,5	10	0,60	0,31	4,3	40	22
1,0–2,0	6,1	20	1,5	0,22	36	73	68
2,0–3,0	20	31	1,6	0,25	22	80	59
4,0–5,0	19	25	1,3	0,20	14	52	36
6,5–7,5	21	31	1,1	0,24	11	56	47

Kvantifiering av post-glacial vittring

Det finns flera modeller för att beräkna vittringen i de översta jordskikten. De flesta utgår från kemiska analysdata på de olika skikten. Det förutsätts att ursprungsmaterialet är homogent med avseende på kemisk sammansättning, dvs. att halterna av ingående element är tämligen konstanta i det ovittrade materialet i C-horisonten. I sådana ideala fall dokumenteras vittringspåverkan i de övre jordskikten av

en successivt ökande koncentration av vittringsresistenta element uppåt i jordprofilerna. Zirkonium är ett element som använts vid kalkyler av massförluster genom vittring i jordprofilerna. Elementet ligger bundet i det vittringsresistenta mineralet zirkon. Ett annat element som använts är titan. Det är den vittring som ägt rum sedan inlandsisen drog sig tillbaka från området, den s.k. historiska vittringen, som därmed uppmäts.

Tabell 5. Utbyte vid lakning av olika kornstorleksfraktioner från morän med kungsvatten. B=porfyrmorän, C=Dalassandstensmorän, D=Öjebasaltmorän, E=Järnagranitmorän, F=Siljansgranitmorän, Frö=gnejsgranitmorän och Ar=glimmerskiffermorän. Samtliga prover är från C-horisonten i profilerna.

Table 5. Leachability (wt-% of total wt-%) of elements (in aqua regia) from different grain size fractions of samples from C-horizon in the profiles B, C, D, E, F (from Dalarna county), profile Frö (Västmanland county) and profile Ar (Stockholm county).

Prov	Lakutbyte (vikt-% av tot. vikt-%)			Mg	Fe	Al	P	Ti
	K	Na	Ca					
B10								
250–2000 µm	0,6	0,6	10	45	60	10	61	25
63–250 µm	0,6	0,3	10	35	55	10	57	21
2–63 µm	1	0,6	9	41	56	19	78	18
<2 µm	3	2	33	70	87	45	100	34
C15								
250–2000 µm	0,6	1,2	16	28	40	5,7	60	14
63–250 µm	0,4	1,6	16	16	27	3,6	63	13
2–63 µm	0,9	1,1	7,8	8,8	16	6,4	44	4
<2 µm	5,7	9	65	37	72	38	77	24
D20								
250–2000 µm	1,3	0,7	9,8	57	57	21	46	16
63–250 µm	0,8	0,5	13	36	33	6,6	52	16
2–63 µm	1,5	1,8	14	44	45	18	61	17
<2 µm	5,1	2,3	12	54	84	28		
E25								
250–2000 µm	0,7	0,3	10	51	43	4	71	42
63–250 µm	0,6	3	18	46	54	4	100	42
2–63 µm	3	0,5	29	100	82	14	100	35
<2 µm	10	4	57	80	87	58	42	64
F30								
250–2000 µm	0,8	0,5	20	52	51	7	74	19
63–250 µm	1	0,8	15	39	49	8	63	19
2–63 µm	2	0,8	22	44	60	13	88	19
<2 µm	4	1	45	61	79	27	86	31
Frö17								
250–2000 µm	2	0,3	6	40	35	6	72	16
63–250 µm	2	0,4	9	34	24	6	82	16
2–63 µm	4	0,6	15	41	54	14	94	19
<2 µm	9	2	36	68	81	45	91	34
Ar10								
250–2000 µm	8	3	7	64	55	9	72	21
63–250 µm	6	0,3	10	55	46	7	84	17
2-63 µm	9	0,6	12	57	59	13	77	16
<2 µm	25	7	50	82	79	46		

Olsson & Melkerud (1991) har utvecklat en modell som använts för vittringsberäkningar i många lokaler i svenska skogsjordar. I denna krävs förutom de direkt kemiska analysdata volymviktsbestämningar av de olika jordskikten. I profilerna som grävdes för denna undersökning gjordes inga volymviktsbestämningar på jordmaterialet i samband med provtagningen. Vi ville först undersöka om materialet uppfyllde villkoren för de resistent ele-

mentens fördelning i jordarten för att beräkningarna skulle bli användbara för tolkningar. Av analyserna i Bilaga 5 och Tabell 6 framgår att halterna av zirkonium i vissa fall fluktuerar på ett tämligen oregelbundet sätt i många av våra profiler, vilket visar att mineralet zirkon ligger ojämnt fördelat i dessa profiler. TiO_2 -halterna uppvisar i flera fall ett annat fördelningsmönster än zirkonium (jfr Tabell 6). Uttag av större provvolymmer skulle möjligen ge en

Tabell 6. TiO₂- och Zr-halter i < 2mm-fraktionen i prover från profilerna i Dalarna, Uppland och Västmanland.
 Table 6. TiO₂- and Zr contents in matrix of samples from different depths in the profiles from Dalarna, Uppland and Västmanland.

Lokal A			Lokal E		
Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm	Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm
1,5–2,5	0,884	386	0,5–1,5	0,372	261
2,5–3,5	0,679	188	1,5–2,5	0,389	186
3,5–4,5	0,583	211	2,5–3,5	0,361	236
4,5–5,5	0,529	232	4,4–5,0	0,361	234
7,5–8,5	0,546	280	9,0–10,0	0,369	239
Lokal B			Lokal F		
Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm	Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm
0,5–1,5	0,702	292	0,5–1,0	0,468	256
1,5–2,5	0,6	235	1,0–2,0	0,476	199
2,5–3,5	0,623	289	2,0–3,0	0,353	200
3,5–4,5	0,644	307	4,0–5,0	0,498	253
8,5–9,5	0,64	300	6,5–7,5	0,439	238
Lokal C			Lokal G		
Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm	Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm
0,5–1,5	0,246	265	0,6–1,0	0,458	359
1,5–2,5	0,31	259	1,0–2,5	0,449	280
2,5–3,5	0,284	288	2,5–4,5	0,373	159
3,5–4,5	0,295	281	4,5–6,5	0,387	179
10,0–12,0	0,253	205	6,5–8,5	0,393	162
Lokal D			8,5–10,5	0,397	138
Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm	10,5–11,5	0,481	162
0,5–1,0	0,523	238			
1,0–2,0	0,638	216			
2,0–3,0	0,614	291			
4,5–5,5	0,563	193			
8,5–9,5	0,553	192			

mera "normal" fördelning av elementen i profilerna men det kan också bero på att moränerna i profilerna är inhomogena. I Arlandaprofilen (profil Ar) t.ex. är det definitivt så fallet med klart högre innehåll av glimmerskiffermaterial på djupet 80 cm än på 100 cm enligt de petrografiska analyserna. Den moränprofil som utseendemässigt verkade homogenast var den som upptogs i Dalasandstensmorän (profil C). I denna lokal genomfördes en kompletterande provtagning och samtidig volymviktsbestämning av moränmaterialet i profilen och den historiska vittringen i den översta halvmetern av moränen beräknades enligt Olsson & Melkeruds (1991) modell (Tabell 7).

Detta innebär en årlig baskatjonutlakning på 0,93 g per m² eller 37 mekv./m² och år, eftersom inlandsisen drog sig tillbaka från området för 9650 år sedan (Fredén 1994).

Utifrån statistik över elementfördelningen i 11 jordprofiler från olika delar av Sverige har Olsson m.fl. (1993) funnit att vittringen av kalcium, magnesium och kalium i profilerna i ett historiskt perspektiv är beroende av koncentrationen av elementet ifråga i C-horisonten och temperatursumman för lokalen. I deras arbete har zirkonium använts som referenselement. Den bästa korrelationen har linjär regression gett ($r = 0,81-0,89$) enligt följande ekvationer:

$$W_{Ca} = -111,16 + 0,260 X_{Ca}$$

$$W_{Mg} = -29,28 + 0,285 X_{Mg}$$

$$W_K = -311,89 + 0,208 X_K$$

och för natrium (opublicerat)

$$W_{Na} = -113,29 + 0,189 X_{Na}$$

där W är den årliga vittringshastigheten (i mg m⁻²)

Tabell 6, forts.
Table 6, cont.

Lokal Ar			Lokal Frö		
Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm	Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm
2,0–3,0	0,428	211	1,0–2,0	0,373	210
3,0–4,0	0,408	186	2,0–3,0	0,323	153
4,0–5,0	0,415	168	3,0–4,0	0,316	149
5,0–6,0	0,41	167	4,0–5,0	0,312	126
6,0–7,0	0,383	173	5,0–6,0	0,327	142
7,0–8,0	0,379	168	6,0–7,0	0,329	152
8,0–9,0	0,377	179	7,0–8,0	0,342	154
9,0–10,0	0,32	192	8,0–9,0	0,353	138
10,0–11,0	0,272	147	9,0–10,0	0,374	168
Lokal Sku			10,0–11,0	0,345	162
Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm	11,0–12,0	0,347	179
0,5–1,0	0,458	208	12,0–13,0	0,363	169
1,0–2,0	0,465	210	13,0–14,0	0,37	177
2,0–3,0	0,477	204	14,0–15,0	0,369	186
3,0–4,0	0,438	205	15,0–16,0	0,348	169
4,0–5,0	0,417	197	16,0–17,0	0,357	158
5,0–6,0	0,404	189	Lokal Frör		
6,0–7,0	0,407	208	Djup dm	TiO ₂ %	Zr ppm
7,0–8,0	0,376	198	12,0–13,0	0,406	177
8,0–9,0	0,395	197			
9,0–10,0	0,415	198			
10,0–11,0	0,398	201			

år⁻¹) i medeltal för Ca, Mg, K respektive Na och X är produkten av temperatursumman (se Odin m.fl. 1983) och halterna av Ca, Mg, K och Na i C-horisonten.

Beräkningar av vittringshastigheten i våra profiler enligt denna modell gav resultaten som presenteras i Tabell 8, där sorten mg m⁻² år⁻¹ omräknats till mekv. m⁻² år⁻¹.

Som utgångsvärden för beräkningarna har den kemiska sammansättningen i proverna A5, B10, C15, D20, E25, F30, G37, Ar8, Sku11, Frö17, Arj3, Rät3 och Små3 använts och temperatursummorna 700°C för lokal *Arj*, 800°C för lokal *Rät*, 900°C för lokal *B*, 1000°C för lokalerna *A*, *C*, *F* och *G*, 1050°C för lokal *D*, 1100°C för lokal *E*, 1300°C för lokalerna *Ar*, *Sku* och *Frö* och 1450°C för lokal *Små*.

Den högsta genomsnittliga vittringshastigheten har enligt dessa beräkningar gnejsgranitmoränerna i lokalerna *Sku* och *Frö* och moränen över Smålandsgraniten (lokal *Små*) haft med över 60 mekv. m⁻² år⁻¹. För dalagraniterna och dalaporfyryrerna har vittringshastigheten varit mellan 15 och 35 mekv. m⁻² år⁻¹. Den lägsta vittringshastigheten erhöles för Dalasandstensmoränen, 3,9 mekv. m⁻² år⁻¹. Mycket

låg vittringshastighet, 10 mekv. m⁻² år⁻¹, erhöles också för moränen över Rätangraniten. Vid beräkningarna med ekvationerna ovan erhöles faktiskt negativa värden för kalcium och natrium i profil C och för kalcium i profil G. I dessa fall anges vittringen som noll (se Tabell 8).

Enligt en modell som publicerats av Öhlander m.fl. (1991) är det också möjligt att få ett mått på vittringen i en jordprofil utan volymviktsbestämningar enbart utifrån kemiska analysdata. Även med denna metod beräknas massändringarna i förhållande till zirkoniumhalterna i profilerna. Den totala massändringen har beräknats enligt formeln:

$$dM = (C_{Zr}^C / C_{Zr}^E - 1)100$$

och de totala massändringarna för de olika elementen enligt formeln:

$$dEl = [(C_{Zr}^C / C_{Zr}^E)(C_{El}^E / C_{El}^C) - 1] / 100$$

där: dM = total massändring

C_{Zr}^C = zirkonhalten i C-horisonten

C_{Zr}^E = Zirkonhalten i E-horisonten (A2-horisonten)

dEl = massändring för elementet El

C_{El}^E = Elementet El:s halt i E-horisonten

C_{El}^C = Elementet El:s halt i C-horisonten

Tabell 7. Genom vittring utlakade mängder av olika element (angivna som oxider) i översta halvmeteren i profil C (Dala-sandstensmoränen).

Table 7. Estimated loss of element by weathering in the matrix of the upper 0.5 m of the soil in profile C.

Oxid	Utlakad mängd i kg per m ²
SiO ₂	197
Al ₂ O ₃	5,8
Fe ₂ O ₃	2,0
MnO	0,06
CaO	2,8
MgO	1,6
K ₂ O	5,5
Na ₂ O	1,9
P ₂ O ₅	0,3
Summa:	217

Resultaten av beräkningarna med Öhlanders m.fl. (1991) modell gav massändringar enligt Tabell 9. Tabellen visar de procentuella massändringarna i A₂-horisonten under förutsättning att Zr är vittringsresistent och från början homogent fördelat i profilerna. Beräkningarna har gjorts på de sju markprofilerna i Dalarna, lokal A, B, C, D, E, F och G.

Resultaten i Tabell 9 visar att den totala massändringen i A₂-horisonten i de flesta profilerna är negativ, dvs. en viss andel av materialet har vittrat bort, utom i profil B som gav ett positivt värde på totala massändringen. Även för Al₂O₃ och TiO₂ erhöles positiva värden i denna profil. Med erhållna analysdata, lägre Zr-halt i A₂-horisonten än i C-horisonten, kan resultatet dock inte bli annat. Beräkningar av total massändring har även gjorts i de

andra provtagna markskikten i profilerna med både positiva och negativa värden i flera av profilerna. Resultaten är beroende av zirkoniumhalterna i de olika horisonterna och följer inte dessa en "normal" fördelning med successivt stigande halter uppåt i profilerna (beroende på inhomogenitet i materialet p.g.a. för små provmängder eller naturlig spridning i halterna) blir de beräknade massförlusterna felaktiga.

Vitringsberäkningar med PROFILE-modellen

PROFILE (Sverdrup & Warfvinge, 1992) är en integrerad markkemisk modell som beräknar den aktuella vittringen i jordprofilerna. För beräkningarna krävs ett flertal markkemiska indata såsom jordskiktens mineralogiska sammansättning, specifika yta, temperatur och depositionsdata av olika slag osv. Indata för beräkningarna finns tabellerade i Bilaga 9, Tabell 1 och Tabell 2. Mineralogiska indata angivna i Tabell 2 har beräknats från den kemiska sammansättningen i matrixmaterialet i jordprofilerna (se Bilaga 5) och lakutbytet vid kungsvattenlakning (jfr Tabell 4) med hjälp av mineralberäkningsprogrammet (Bilaga 2, med programmet modifierat så att titanitnehållet bestäms utifrån lakbart titan). Densiteterna som använts vid beräkningarna (se Tabell 2) är tagna från litteraturdata och från värden som vi erhållit i andra jordprofiler, utom i profil C där densitetsbestämningar gjorts på volymbestämda prover direkt i profilen. Specifika ytorna (A i m²/m³) som

Tabell 8. Årlig genomsnittlig vittringshastighet för Ca, Mg, K och Na.

Table 8. Annual average weathering rate of Ca, Mg, K and Na.

Lokal	Ca mekv./m ² /år	Mg mekv./m ² /år	K mekv./m ² /år	Na mekv./m ² /år	Σ(Ca+Mg+K+Na) mekv./m ² /år
A	5,3	3,3	6,3	5,9	20,8
B	0,8	4,2	8,9	8,1	22,0
C	0	2,4	1,5	0	3,9
D	7,0	9,7	0,6	0,9	18,2
E	6,7	3,9	11,7	13,2	35,4
F	0,1	3,4	7,1	5,8	16,4
G	0	3,1	9,5	10,2	22,8
Ar	8,1	20,9	7,6	12,4	49,0
Sku	19,9	16,7	8,9	17,2	62,7
Frö	18,2	15,7	8,7	18,5	61,1
Arj	7,7	8,3	2,9	9,2	28,0
Rät	1,8	1,4	2,3	4,4	10,0
Små	15,7	6,5	15,5	28,0	65,6

Tabell 9. Massändring i A₂-horisonten (viktprocent) under förutsättning att Zr är vittringsresistent. Total massändring och 10 huvudelements massändringar beräknade på matrixprover från sju moränlokaler i norra Dalarna.

Table 9. Mass changes (for total and for ten element) in the matrix of the E-horizons of the profile from Dalarna county. The calculations are based on Zr distribution in the profiles (Öhlander et al. 1991).

Element	Lokal A Porfyr	Lokal B Porfyr	Lokal C Sandsten	Lokal D Öjediabas	Lokal E Järnagranit	Lokal F Siljansgr (l.tr.)	Lokal G Siljansgr(l)
Total massändr.	-14	3	-23	-19	-8	-7	-55
Al ₂ O ₃	-5	14	-19	-14	-4	-4	-54
SiO ₂	-59	-32	-53	-55	-27	-29	-70
CaO	-88	-59	-92	-83	-43	-58	-83
MgO	-84	-95	-87	-85	-72	-62	-86
K ₂ O	-50	-8	-42	-33	-18	-18	-66
Na ₂ O	-68	-29	-68	-15	-32	-37	-69
Fe ₂ O ₃	-55	-61	-51	-65	-38	-37	-82
MnO	-40	-52	-61	-30	-51	-35	-86
P ₂ O ₅	-79	-54	-71	-49	-67	-44	-64
TiO ₂	39	13	-26	-23	-7	-1	-57

Tabell 10. Specifik yta för olika kornstorleksfraktioner av moränprover (C-horisont) från Dalarna.

Table 10. Specific area of different grain size fractions in till samples from C-horizons in profile D and and profile E in Dalarna county.

Prov	Kornstorleksfraktion			
	< 2 µm m ² /g	2–63 µm m ² /g	63–250 µm m ² /g	250–2000 µm m ² /g
D20	21,2	2,9	1,6	3,3
E25	20,4	2,0	0,92	0,85

Tabell 11. Beräknad vittring av baskatjoner till 0,5 m djup enligt PROFILE.

Table 11. Weathering (mekv./m²/year calculated with PROFILE model) in the upper 0.5 m of six profiles in Dalarna county.

Profil	Ca mekv./m ² /år	Mg mekv./m ² /år	K mekv./m ² /år	Na mekv./m ² /år	Σ(Ca+Mg+K+Na) mekv./m ² /år
A	10,3	6,2	13,6	23,1	53,2
B	12,4	5,2	28,5	45,9	92,0
C	4,7	2,6	9,6	7,2	24,1
D	22,4	12,3	14,9	20,8	70,4
E	13,8	3,8	19,1	34,7	71,3
F	7,4	6,0	14,3	24,7	52,4

anges i Tabell 2 har beräknats med följande formel:

$$A = (x_{ler} \cdot a_{ler} + x_{silt} \cdot a_{silt} + x_{finsand} \cdot a_{finsand} + x_{mellan-o. grovsand} \cdot a_{mellan-o. grovsand}) \cdot p_{jord} \cdot 10^{-3}$$

där

”x” är respektive fraktionens andel av matrix, ”a” fraktionens specifika yta och ”p” jordlagrets densitet. Specifika ytan har bestämts för de olika kornstorleksfraktionerna i två av proverna med resultat som redovisas i Tabell 10.

Indata i Tabell 1, Bilaga 9 har tagits från Lövsblad m.fl. (1992) eller är data från Riksskogstaxeringen (SLU) som H.U. Sverdrup fått. Densamme har också genomfört vittringsberäkningarna som redovisas i Tabell 11.

Med PROFILE-modellen beräknas den recenta vittringen och Tabell 11 visar då att vittringshastigheten är som högst i profil B i moränen över porfyren och som lägst i Dalasandstensmoränen. Det stora bidraget av natrium och i vissa fall kalium visar att det i huvudsak är fältspaterna som står för vittringsprodukterna.

DISKUSSION

Moränernas petrografi

I de undersökta profilerna från Dalarna dominerar lokalt bergartsmaterial bara i fyra av de sju profilerna. I profilerna från Uppland och Västmanland (profilerna Ar, Sku och Frö) är dock moränerna mera enhetliga och består i huvudsak av material från den lokala berggrunden. I de övriga profilerna (Arj, Rät och Små) saknas petrografiska analysdata, men åtminstone i Rät-profilen visar andra analyser att lokalt material inte ingår i någon större mängd i denna morän, vilket diskuteras senare i texten.

Moränernas kemiska sammansättning

Klassificering av bergarter och jordarter görs vanligen utifrån kemiska eller mineralogiska grunder. Bergarterna som utgör modernmaterial till de undersökta moränerna är mycket olika med avseende på kemisk sammansättning. SiO_2 -halten är en parameter som används vid bergartsklassificering. I bergarterna som kan vara modernmaterial till moränerna varierar SiO_2 -halten från 48 vikt-% (i Öjebasalten, fig. 13) till över 90 vikt-% (i Dalasandstenen, fig. 12). SiO_2 -halten i moränens matrix visar inte lika stor haltvariation. Halten varierar från omkring 70 vikt-% (i Arj-moränen, fig. 19) till omkring 90 vikt-% (i Dalasandstensmoränen, fig. 12). Morän med ungefär samma SiO_2 -halt som i den lokala berggrunden återfinns över porfyren (i profil B, fig. 11), över Dalasandstenen (i profil C, fig. 12) och över gnejsgraniten i Västmanland (i profilerna Sku och Frö, fig. 18). I de allra flesta av de undersökta moränerna är dock SiO_2 -halten klart högre än i den lokala berggrunden. Den högsta SiO_2 -halten återfinns vanligtvis i moränernas grovmofraktion (fig. 46). Det är bara i moränen i profil G som så inte är fallet. I denna morän har sandfraktionen den högsta SiO_2 -halten.

Al_2O_3 -halten är i de flesta fall lägre i moränens matrix än i berggrunden (jfr fig. 10–21) och vanligtvis är halterna som lägst antingen i finmo- eller grovmofraktionen (fig. 47). CaO - och MgO -halterna är också i allmänhet lägre i moränernas matrix än i berggrunden (se fig. 10–21), tydligast för CaO . CaO -halten uppvisar dock en intressant fördelning mellan kornstorleksfraktionerna. Med endast en-

staka undantag har moränernas siltfraktioner de högsta CaO -halterna (fig. 48). Prov D20 är ett tydligt undantag som beror på att det grövre materialet i moränen består av basaltfragment och det finare av sandstenskorn. MgO -halten är alltid som högst i lerfraktionen utom i moränen över Öjebasalten (fig. 49, prov D20) där sandfraktionen har ungefär samma haltnivå som lerfraktionen. I övriga moräner uppvisar MgO ett mera oregelbundet uppträdande. I några är MgO -halten hög i siltfraktionen, t.ex. i Dalasandstensmoränen, profil C, i glimmerskiffermoränen, profil Ar och i gnejsgranitmoränen (Sku- och Frö-proverna), medan i andra, t.ex. i profilerna över porfyriten och Siljansgraniten (proverna A, F och G) är MgO -halten som lägst i denna kornstorleksfraktion.

Även Na_2O - och K_2O -halterna är i de flesta av moränerna något lägre än i den lokala berggrunden (se fig. 10–21). Undantag utgör Dalasandstensmoränen som har högre Na_2O -halt än det analyserade sandstensprovet (se fig. 12) och i gnejsgranitmoränen (profil Sku) är Na_2O -halten på samma nivå som i berggrunden (se fig. 18). K_2O uppvisar mindre haltskillnader mellan morän och berggrund. I ett fall, över Öjediabasen (profil D), är K_2O -halten till och med klart högre i moränen än i den lokala berggrunden (se fig. 13) och över porfyriten (profil A), över Dalasandstenen (profil C), över Järnagraniten (profil E) och över gnejsgraniten (profil Sku) är halterna ungefär densamma i moränen som i berggrunden (se fig. 10, 12, 14 och 18).

Na_2O och K_2O har en likartad haltfördelning mellan kornstorleksfraktionerna (fig. 50 och 51) med undantag av att K_2O har ett koncentrationsmaximum i lerfraktionen i de flesta prover utom i den lokala Siljansgranitmoränen (profil G). I merparten av de andra analyserade proverna är Na_2O - och K_2O -halterna som högst i sandfraktionerna.

Fe_2O_3 -halten är alltid högst i lerfraktionen (fig. 52) och de mest järnhaltiga är de prover som innehåller rikligast med glimmermineral (se nedan), dvs. proverna från profilerna Ar, Sku och Frö samt provet från profil G (profilen som innehåller mineralet gibbsit).

Lerfraktionen har också i allmänhet den högsta TiO_2 -halten (fig. 53). I två av profilerna (C och G) är dock TiO_2 -halterna högst i silt- respektive sandfraktionen.

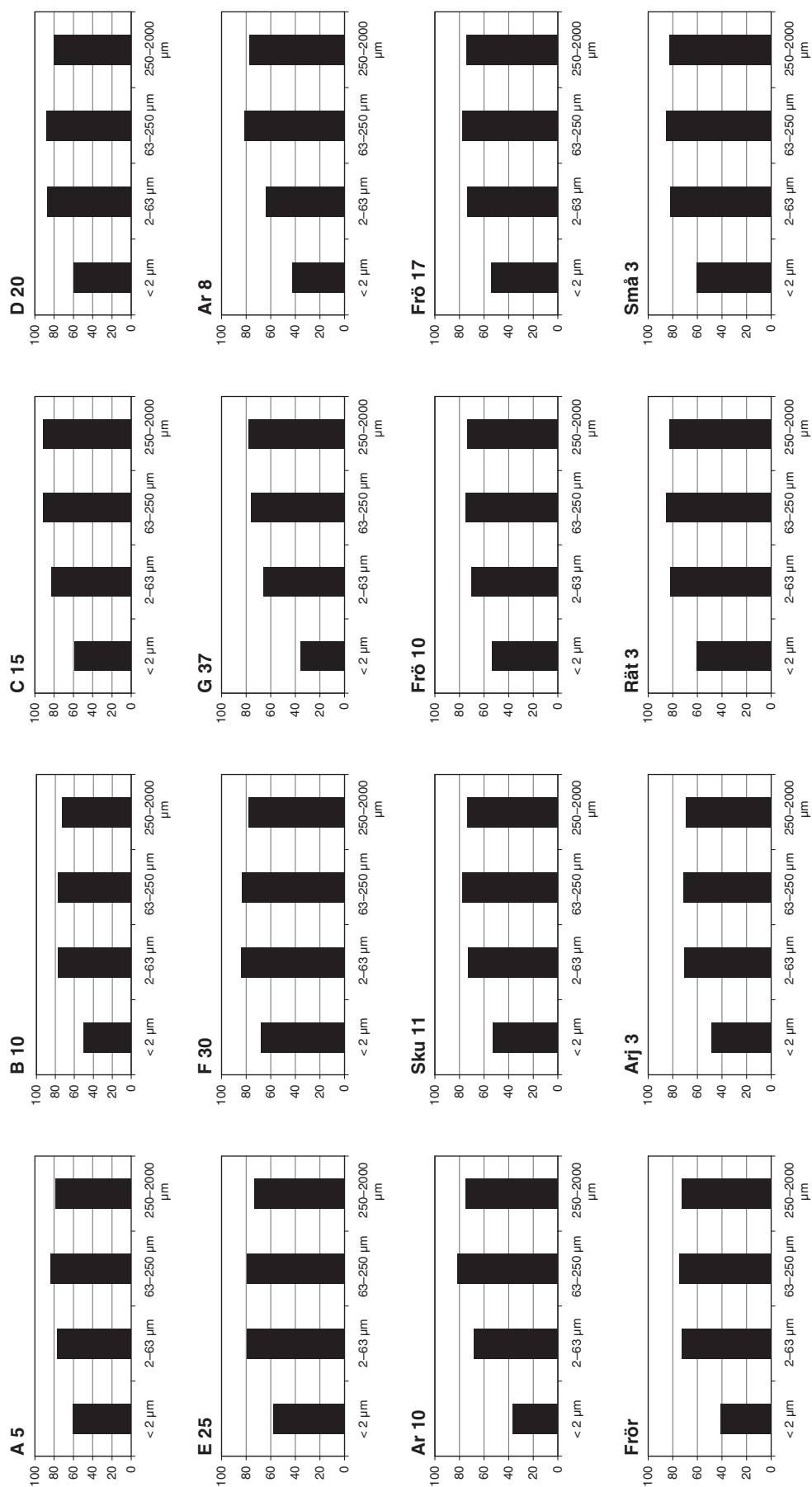


Fig. 46. SiO₂-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horisonten.

Content of SiO₂ (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

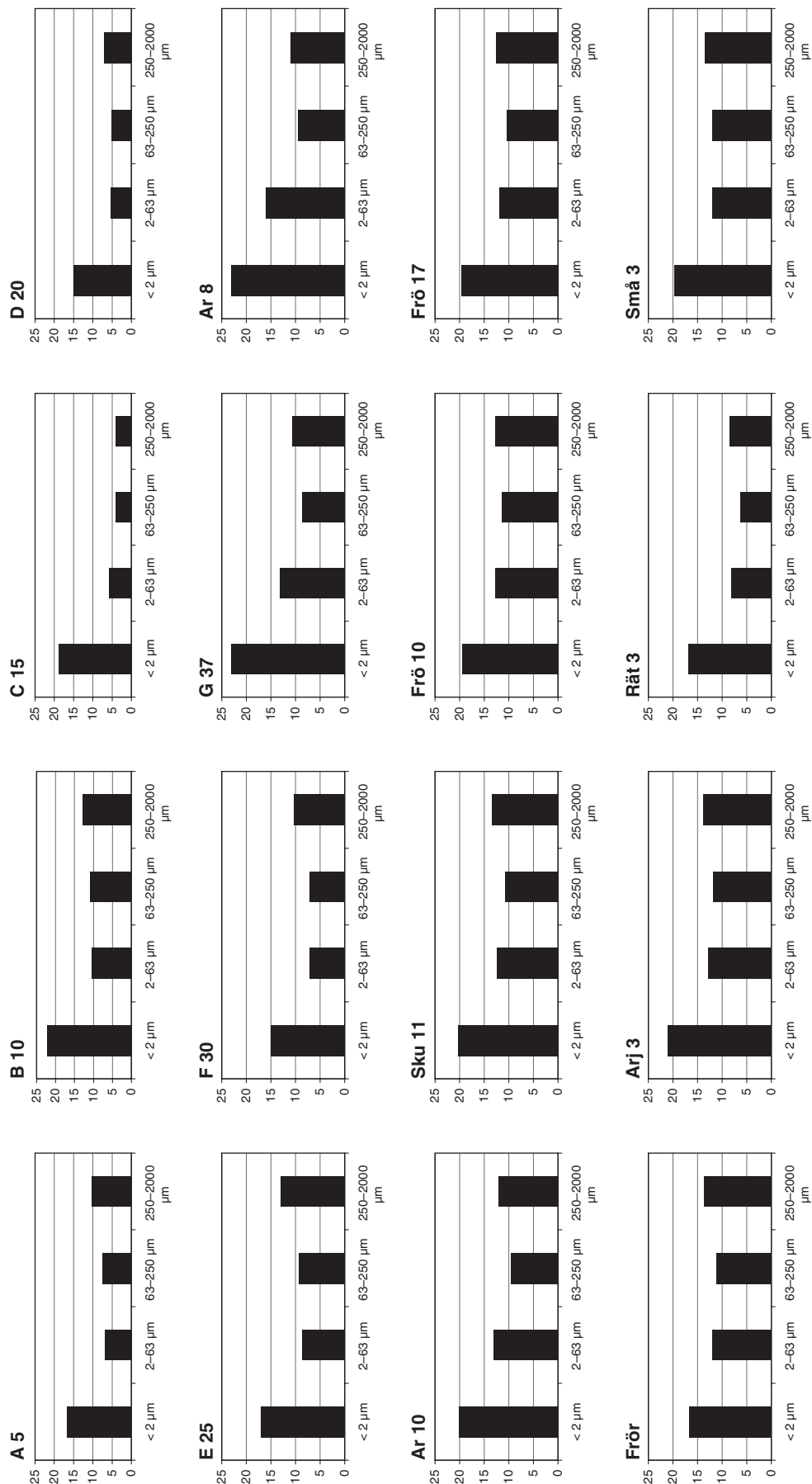


Fig. 47. Al₂O₃-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horisonten.

Content of Al₂O₃ (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

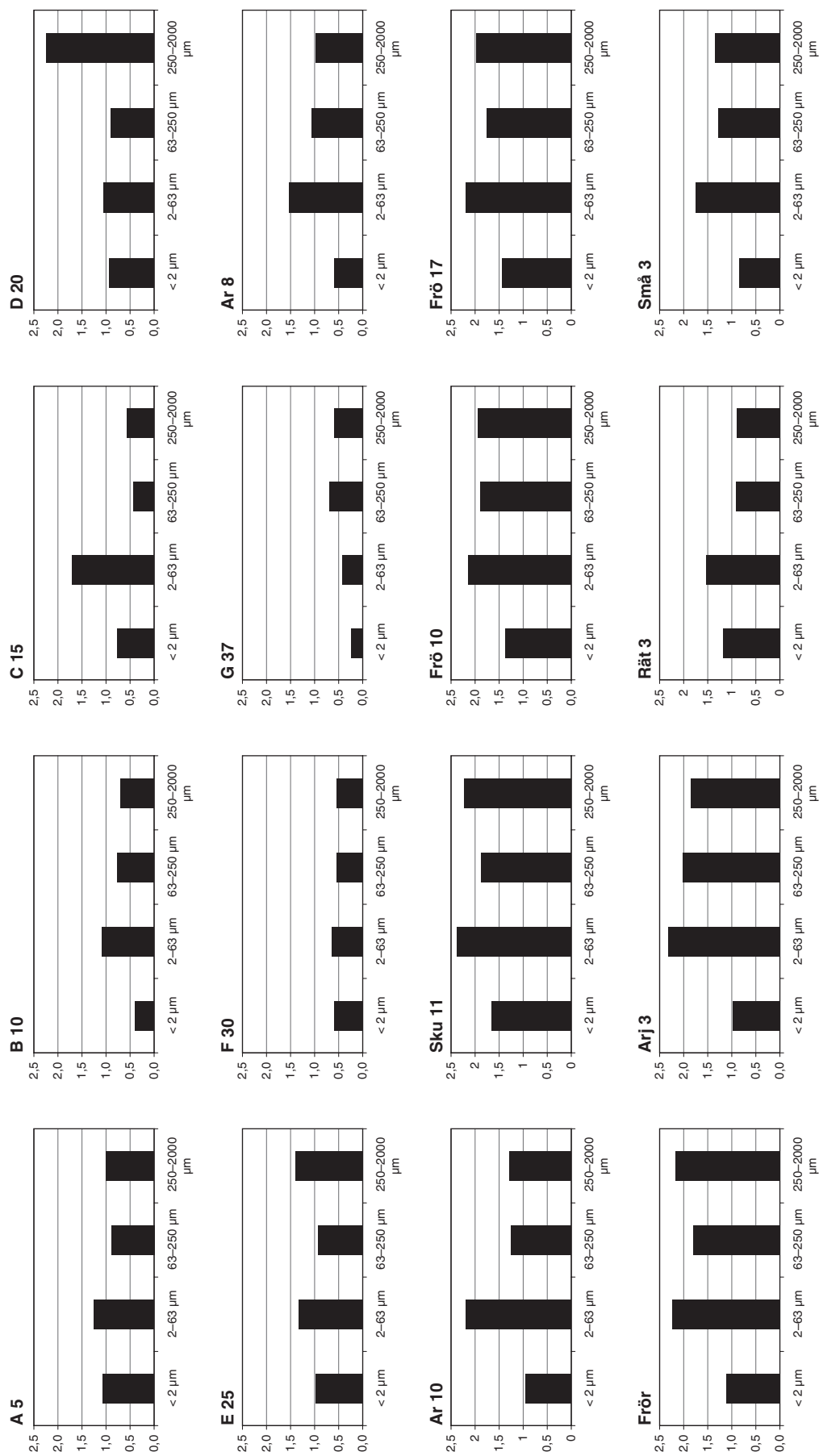


Fig. 48. CaO-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horisonten.

Content of CaO (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

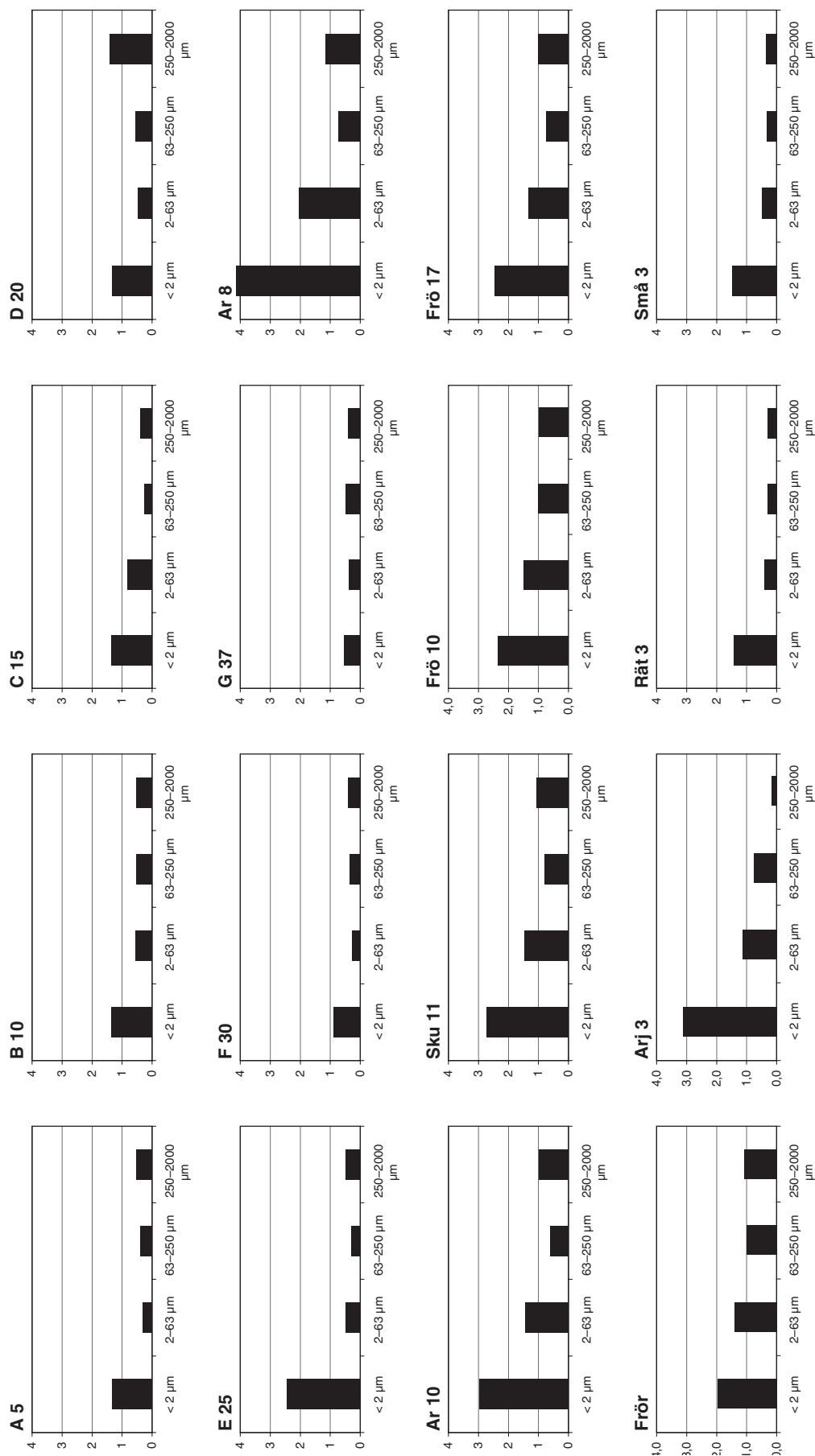


Fig. 49. MgO-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horison-ten.

Content of MgO (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

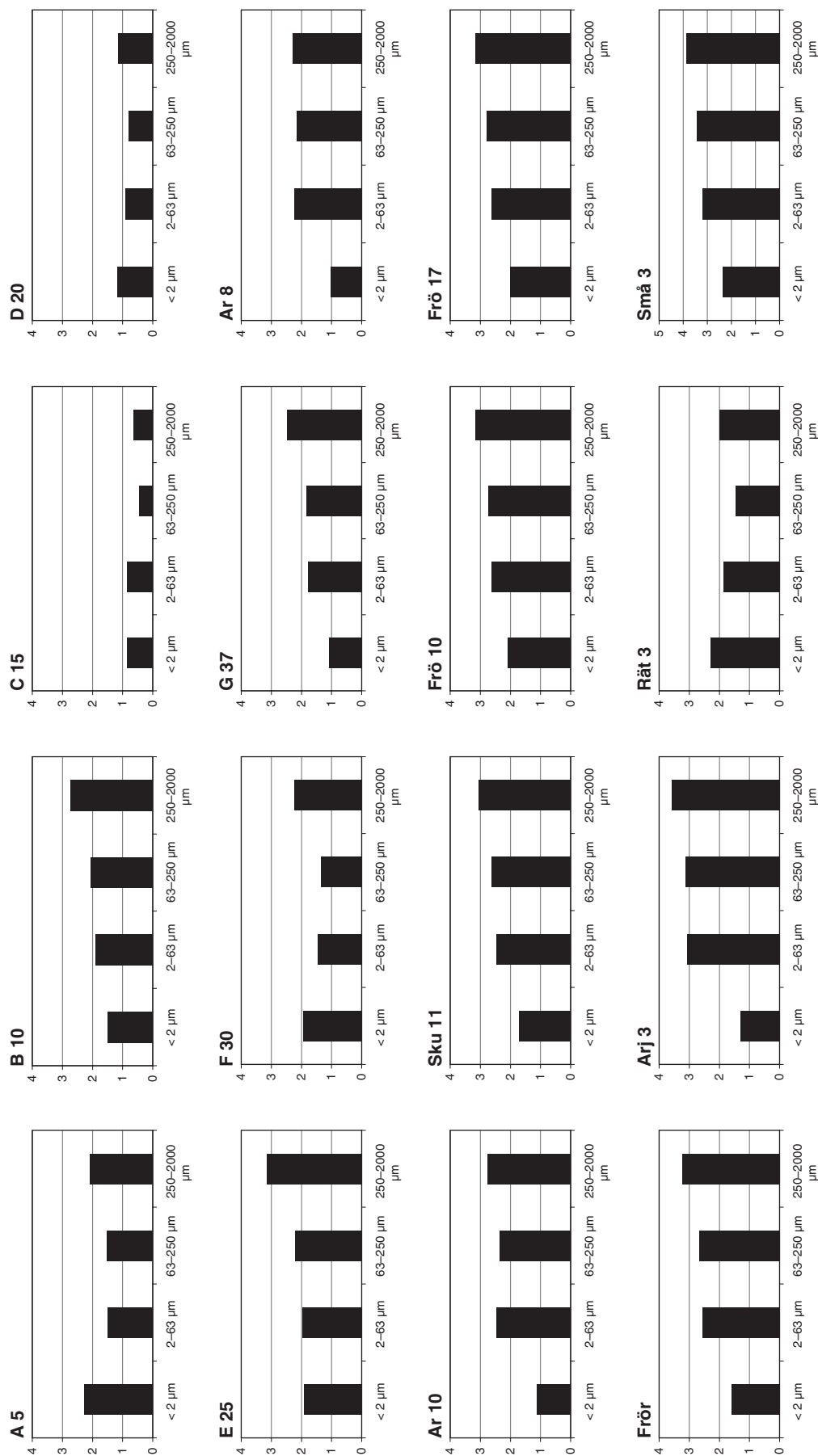


Fig. 50. Na₂O-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horisonen.

Content of Na₂O (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

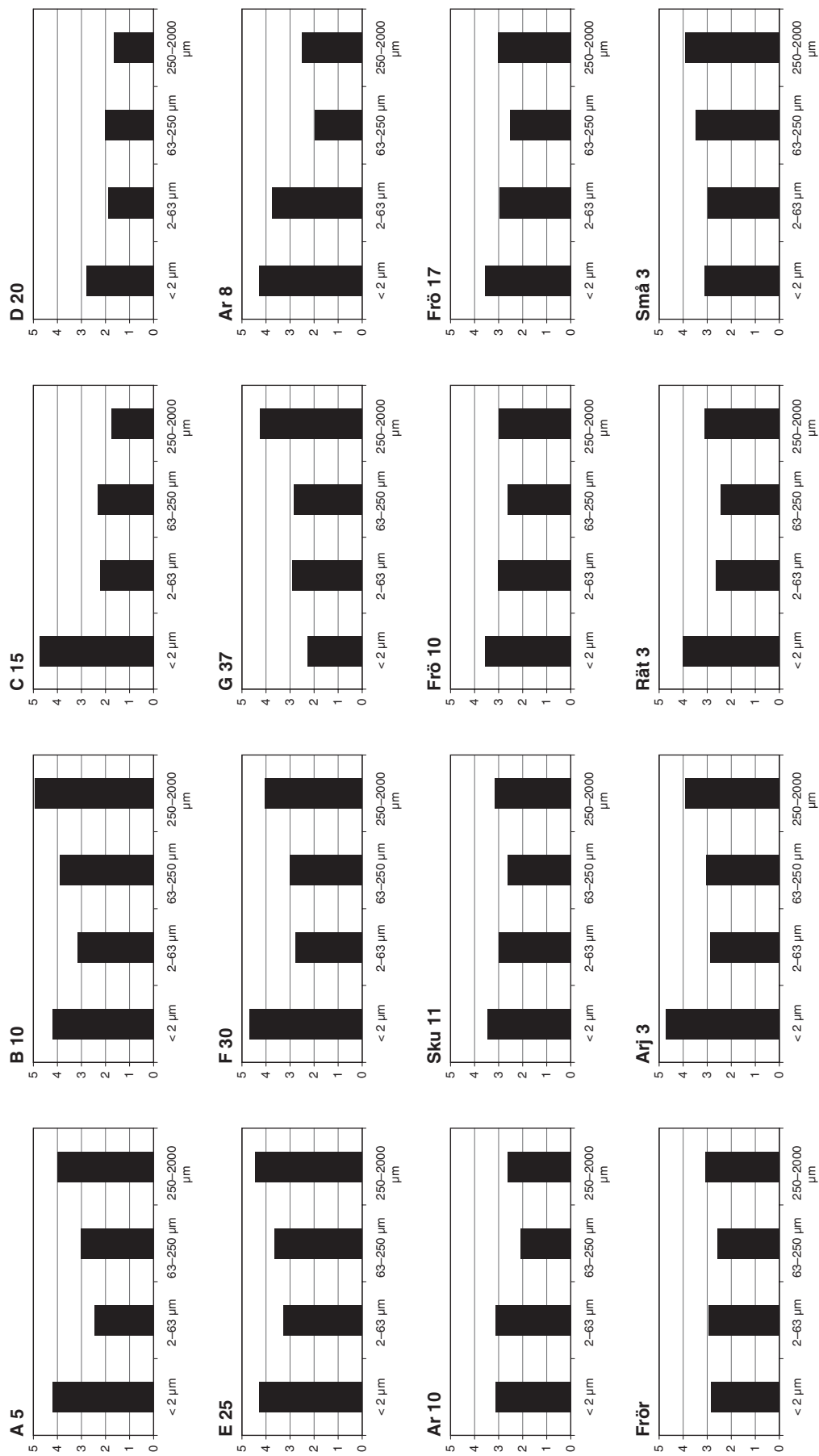


Fig. 51. K₂O-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersöktamoränproverna från C-horisonen.

Content of K₂O (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

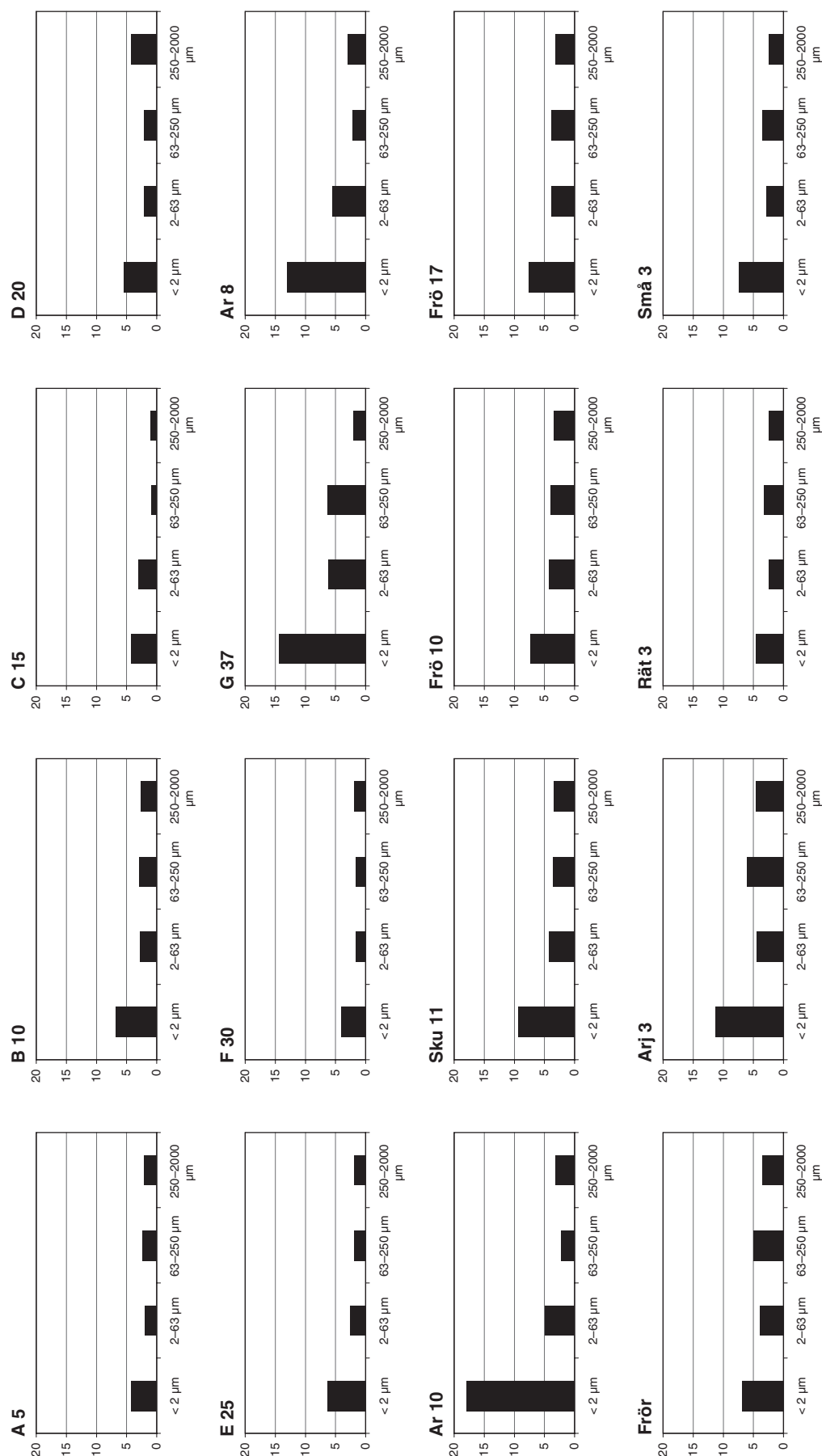


Fig. 52. Fe₂O₃-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horizonten.

Content of Fe₂O₃ (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

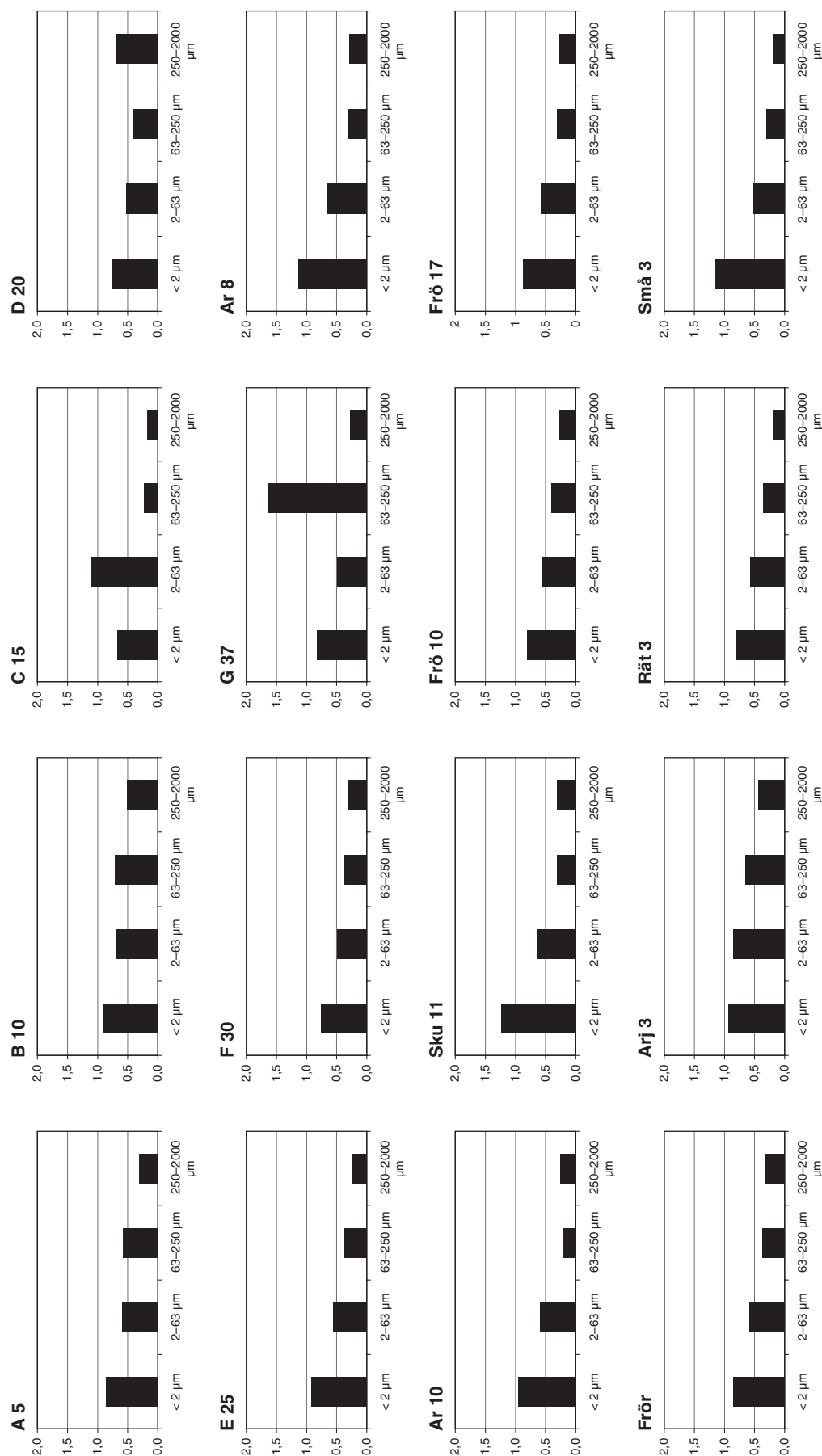


Fig. 53. TiO₂-halt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horison-ten.

Content of TiO₂ (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

Moränernas mineralogiska samman-sättning

Oxidernas fördelning enligt de kemiska analyserna återspeglar mineralfördelningen i moränerna (redovisas som staplar i fig. 54–61). Exempelvis är merparten av moränmaterialets Na_2O -innehåll bundet i plagioklaskomponenten albit, och eftersom albiten är den dominerande delen i den typ av plagioklas (albit och oligoklas) som ingår i moränerna, visar Na_2O -fördelningen en viss likhet med plagioklasens fördelning i provmaterialet (jfr fig. 50 och fig. 54) och K_2O -innehållet kalifältspatens fördelning om lerfraktionen undantas (jfr fig. 51 och fig. 55). I lerfraktionen binds också en större del av K_2O till illit. Fältspatinnehållet är vanligtvis som högst i matrixens grövsta fraktion, sandfraktionen (fig. 54 och fig. 55). Kvartsen däremot, uppträder oftast med de högsta halterna i grovmofraktionen (fig. 56).

De höga koncentrationerna av MgO i moränernas lerfraktion (jfr fig. 49) visar att magnesium till stor del ligger bundet i lermineral, illit och klorit. Även i de grövre fraktionerna är magnesium i betydande omfattning bundet till klorit (fig. 57) men också till amfibol (fig. 58). Av fig. 58 framgår också att dalaproverna (A–G) har mycket låga amfibolhalter i jämförelse med de analyserade proverna från andra delar av landet. Lermineralen är mycket aluminiumrika och därför har också lerfraktionen den högsta Al_2O_3 -halten (jfr fig. 47). I de grövre fraktionerna ligger aluminium till större delen bundet i fältspater och speglar därför fältspatinnehållet i dessa fraktioner. De flesta mineralen i moränerna är silikater men SiO_2 -halten varierar. I skiktssilikaterna (lermineral och glimrar) är halten jämförelsevis låg, ofta mindre än 50 vikt-%. Fältspaterna har högre SiO_2 -halt, 64–68 vikt-% men kvartsen består enbart av SiO_2 . Därför återspeglar SiO_2 -halten i viss grad kvartsinnehållet i de olika fraktionerna. Den mycket speciella koncentrationsfördelningen av CaO , ofta med anrikning i siltfraktionen förklaras av att det kalciumrika mineralet epidot företrädesvis uppträder i denna kornstorleksfraktion i moränen. I vissa fall är ungefär hälften av tillgängligt CaO bundet i mineralet epidot.

Av fig. 59 framgår tydligt anrikningen av epidot i siltfraktionen i många av moränerna. Det är uppenbart att epidoten har sin ”terminal mode” (Dreimanis & Vagners 1971) i porfyr-, porfyr-, sandstensmoränerna och i vissa av granitmoränerna. Apatiten

(fig. 60) visar en viss anrikning i siltfraktionen även om halterna i lerfraktionen i flera fall är högre. Apatitinnehållet är beräknat direkt ur fosforinnehållet från de kemiska analyserna och det är möjligt att en del av fosforinnehållet i lerfraktionen inte ingår i apatit utan ligger bundet som fosfatjon. I några av proverna har apatitinnehållet i lerfraktionen inte redovisats beroende på att ett fosforsalt från dispergeringsmedlet utfällts och gjort det omöjligt att bedöma den naturliga fosforhalten. Biotiten som beräknats från kungsvattenutlakat kalium ingår förstås med de högsta halterna i glimmerskiffermoränen (Ar-proverna), men även gnejsgranitmoränen (Sku- och Frö-proverna) och Arj-moränen har ett något högre biotitinnehåll än övriga prover (fig. 61).

Lerfraktionen synes genomgående ha den högsta biotithalten enligt utförda mineralberäkningar. I lerfraktionen är egentligen biotit inte den rätta benämningen på det kungsvattenutlakade glimmermineralet utan det är snarare fråga om en slags illit, en järnrik illit. I föreliggande arbete kommer den ändå att benämnas som biotitandel i illiten för att relatera till den egentliga biotiten som utlakas av kungsvattnet från de grövre fraktionerna. I lermaterialet ingår också en icke lakbar illit, en aluminiumrik illit av muskovittyp som identifieras vid XRD-analysen av lakresterna. Glimmerskiffermoränen (Ar-proverna) har också ett betydande innehåll av muskovit i de grövre kornstorleksfraktionerna (se Tabell 8, Bilaga 7).

I flertalet prover har basmineral och tungmineral framseparerats i tung vätska. Resultaten redovisades i Tabell 2. För bestämningar som gjorts på grovmofraktionen (63–250 μm) erhöles en ganska god korrelation mellan basmineralindex (”basmineral” + tungmineral) och det beräknade innehållet av lättvittrade mineral i proverna (fig. 62). Pearson-korrelation (r) var 0,87 för samtliga prover och 0,96 om det avvikande provet (G37) tas bort. Prov G37 avviker på grund av att det har ett ovanligt högt hematitinnehåll.

I vissa fall blev resultaten mycket olika för de olika kornstorleksfraktionerna. Så t.ex. har prov D20 (över Öjebasalten) ett mycket högre innehåll av ”basmineral” i sandfraktionen än i de finare fraktionerna. Detta har direkta petrografiska förklaringar. Moränen är i detta fall diversifierad så att i de finare kornstorleksfraktionerna dominerar sandstensmaterial medan innehållet av basalt ökar i de grövre kornstorlekarna. Det är dock bestämningar-

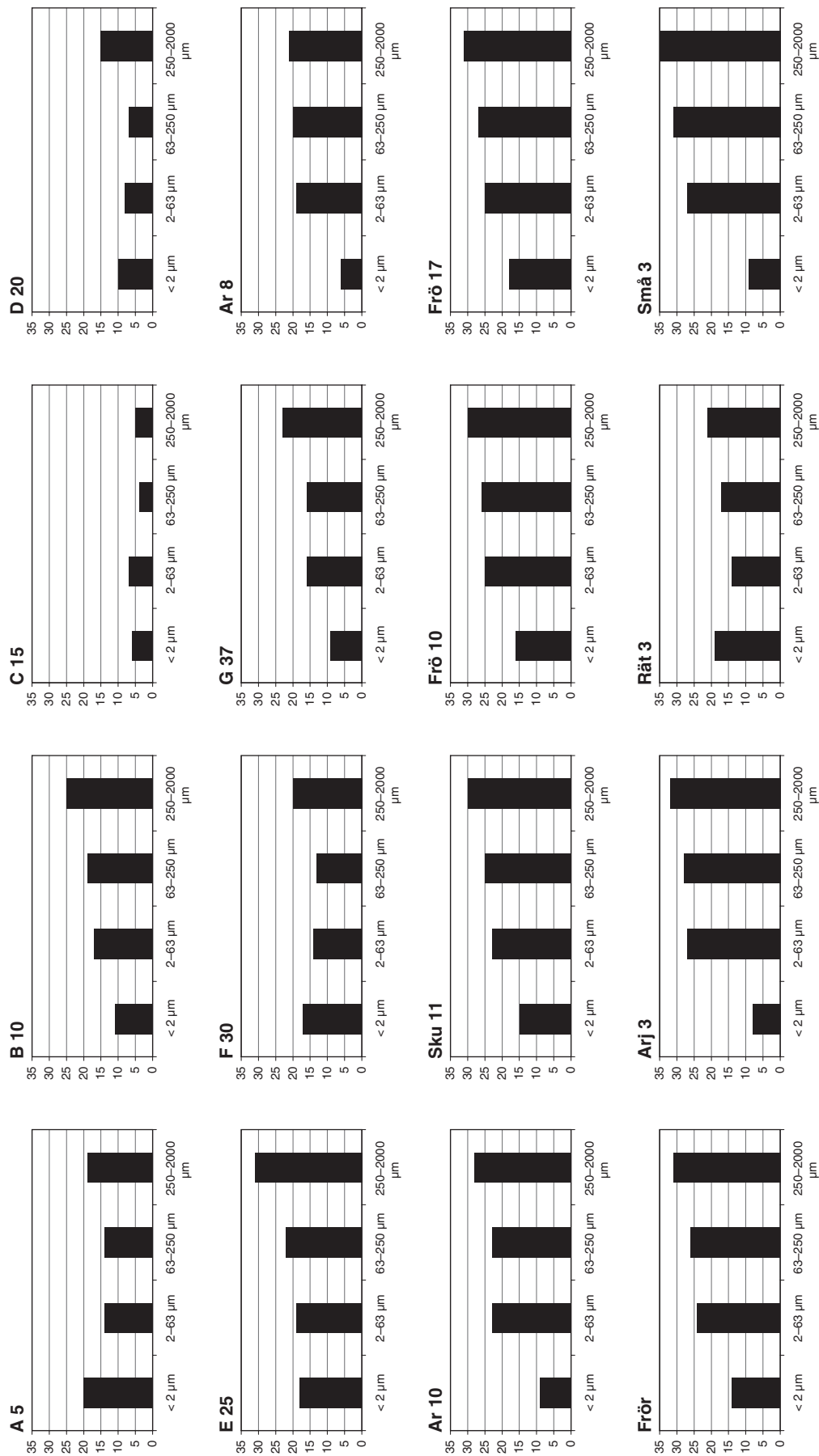


Fig. 54. Plagioklashalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horison ten.

Content of plagioclase (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

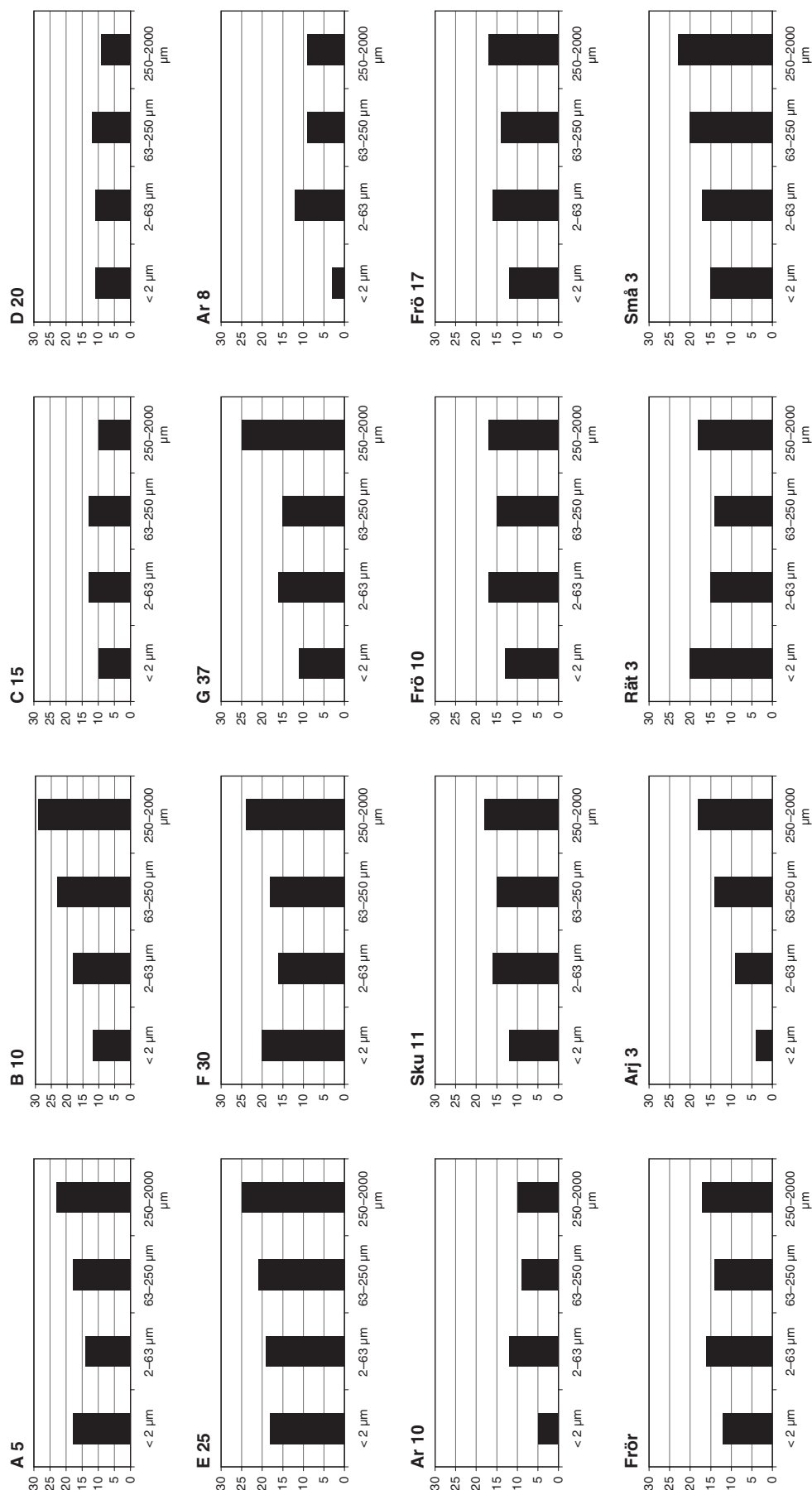


Fig. 55. Kalifaltspathalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horisonten.

Content of K-feldspar (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

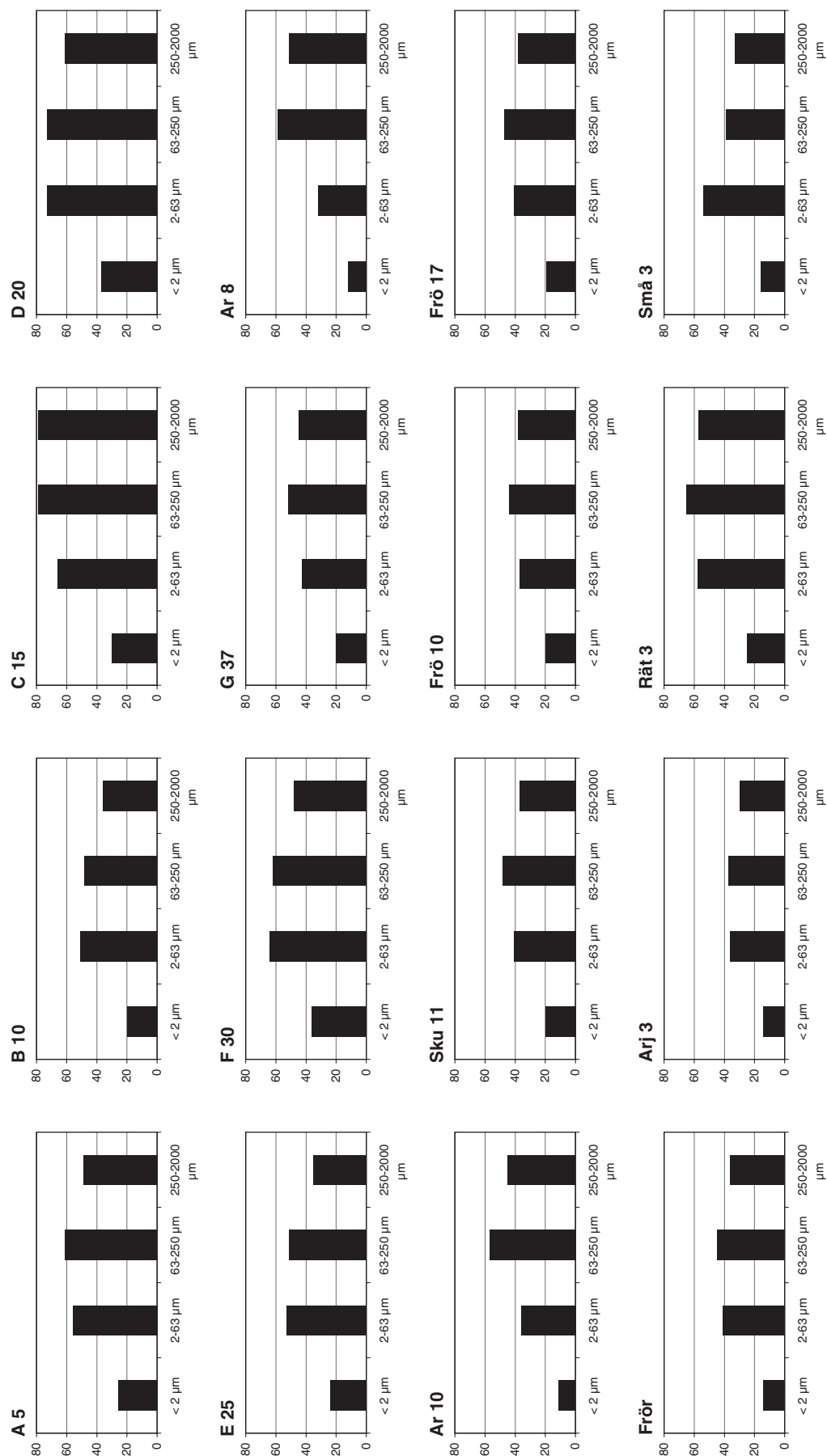


Fig. 56. Kvartshalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horisonen.

Content of quartz (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

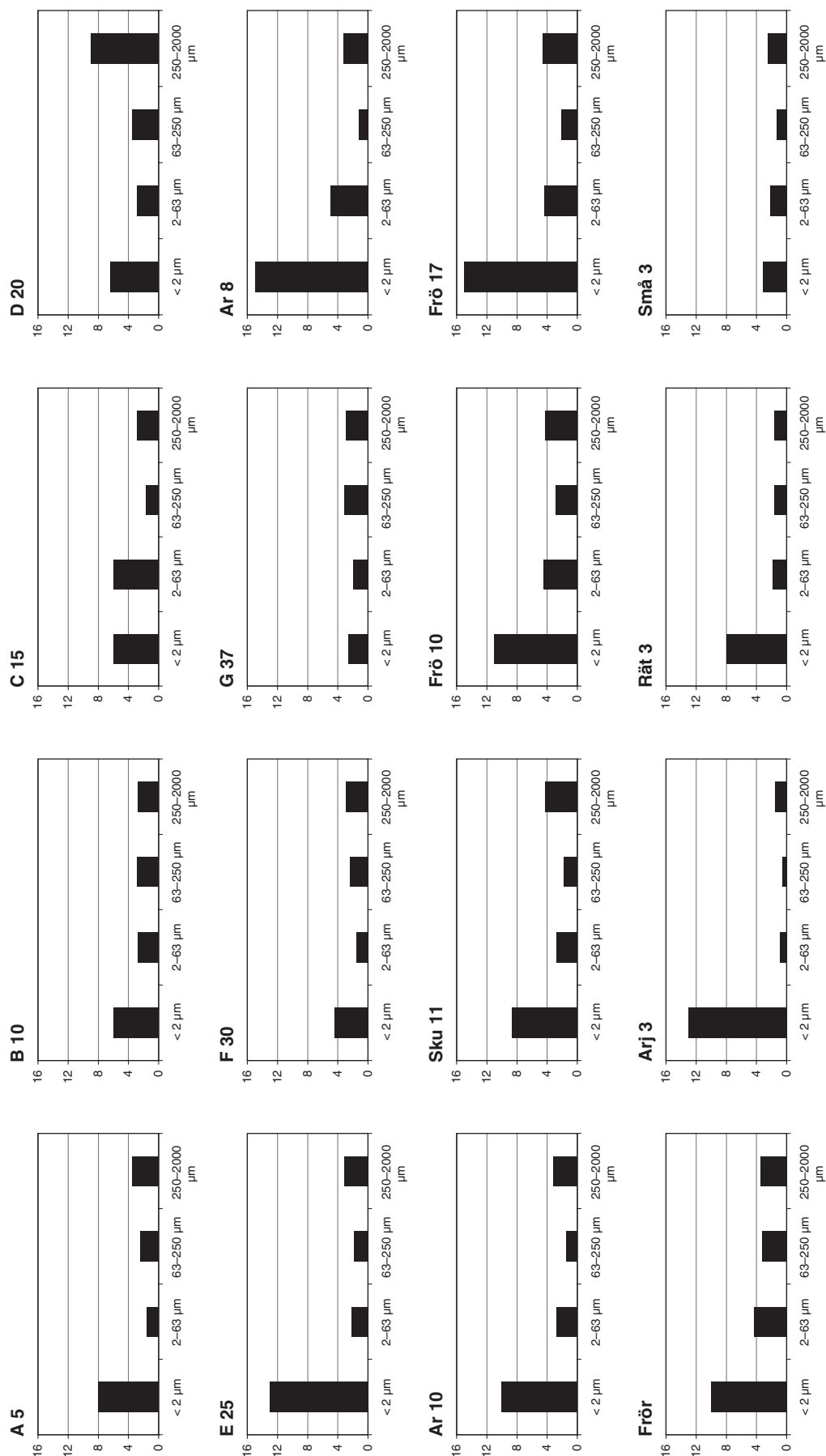


Fig. 57. Klorithalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horizonten.

Content of chlorite (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

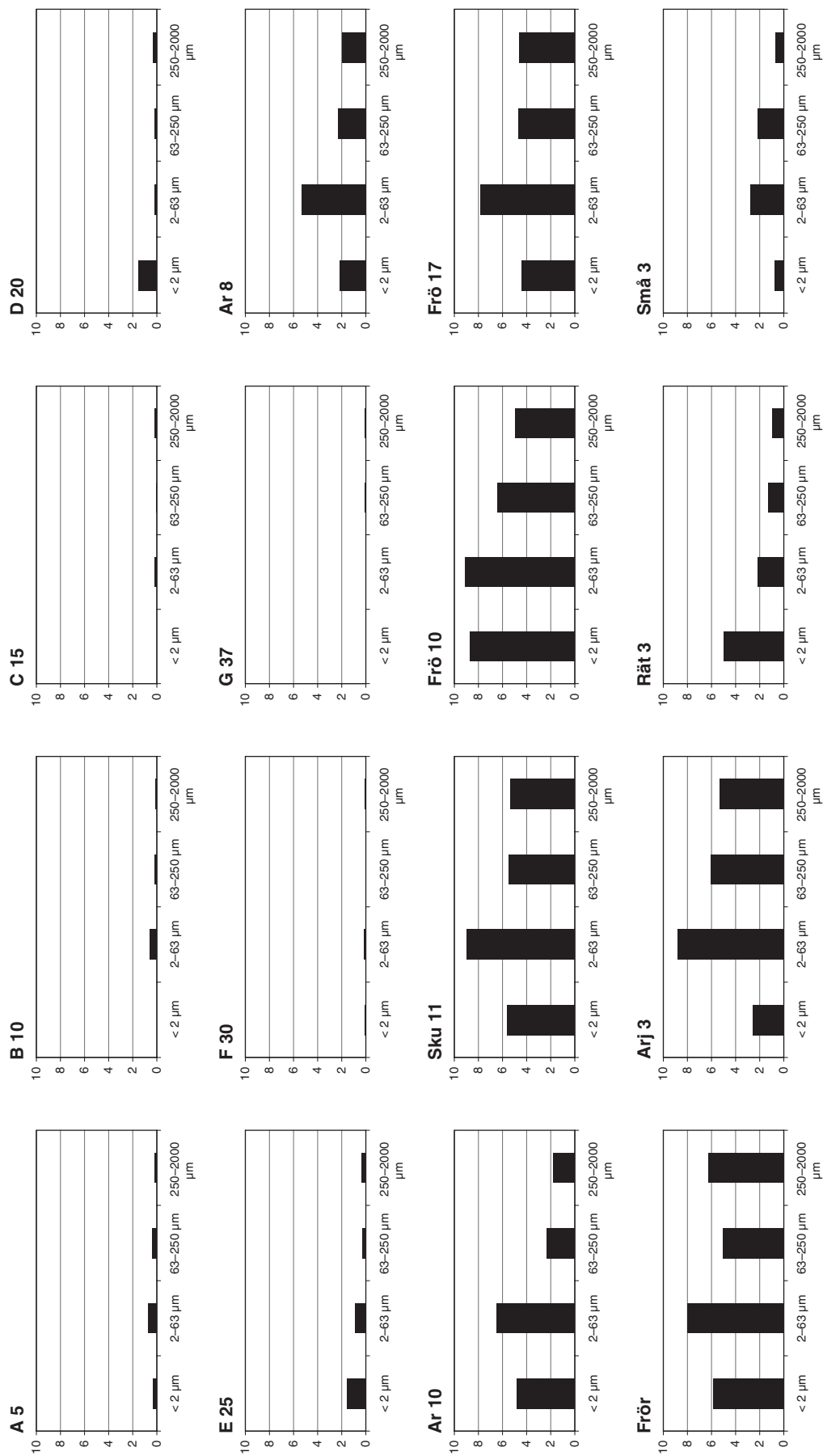


Fig. 58. Amfibolhalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersöktamoränproverna från C-horison-ten.

Content of amphibole (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

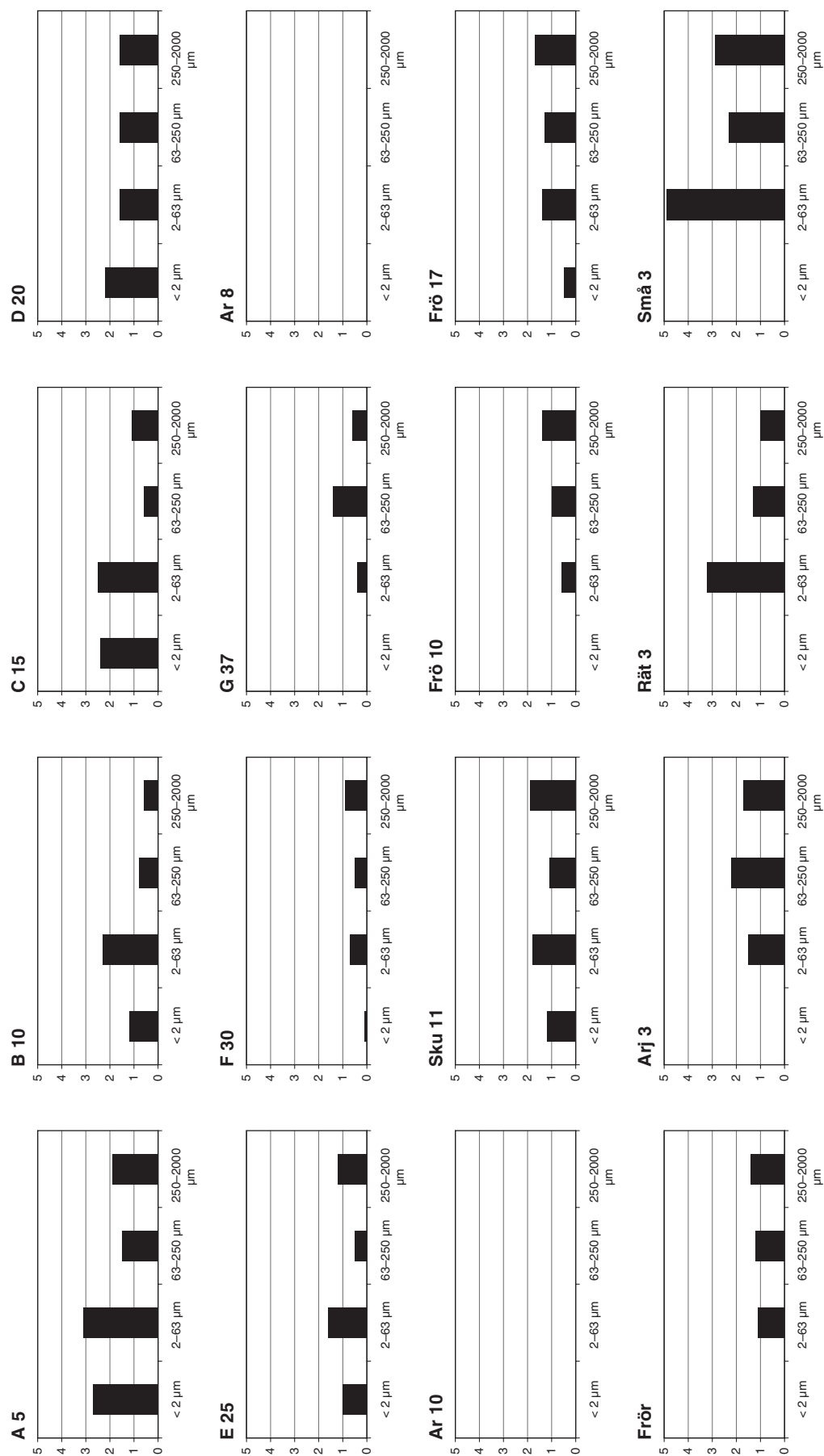


Fig. 59. Epidothalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horizonen.

Content of epidote (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

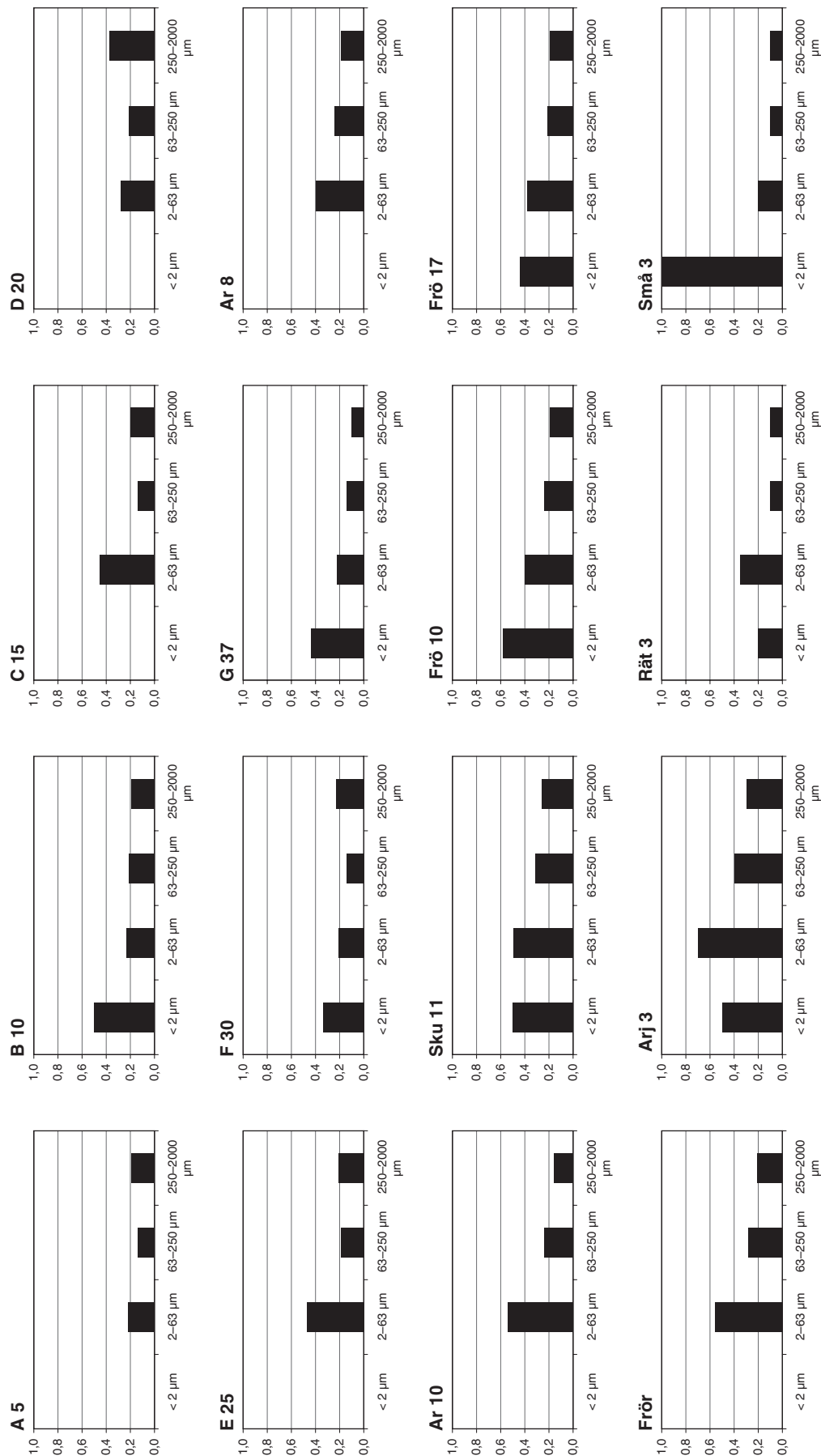


Fig. 60. Apatithalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersökta moränproverna från C-horison-ten. I lerfraktionerna av proverna A 5, C 15, D 20, E 25, Ar 8, Ar 10 och Frör har apatithalten inte bestämts.

Content of apatite (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills. Apatite was not determined in the clay fractions of samples A 5, C 15, D 20, E 25, Ar 8, Ar 10 and Frör.

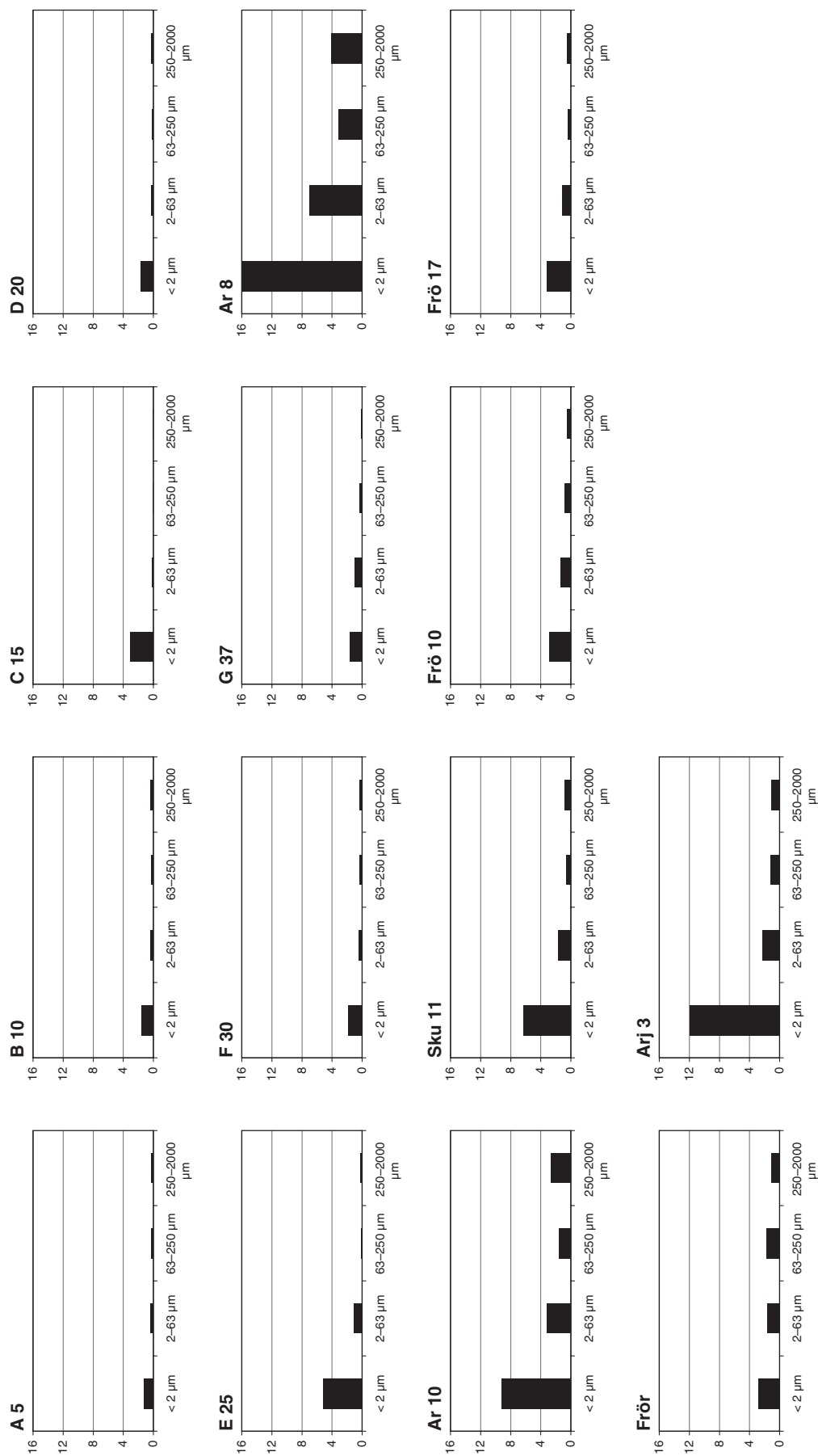


Fig. 61. Biotithalt (vikt-%) i olika kornstorleksfraktioner i de undersöktamoränproverna från C-horison-ten.

Content of biotite (wt-%) in the different grain size fractions of the samples studied from the C-horizon of the tills.

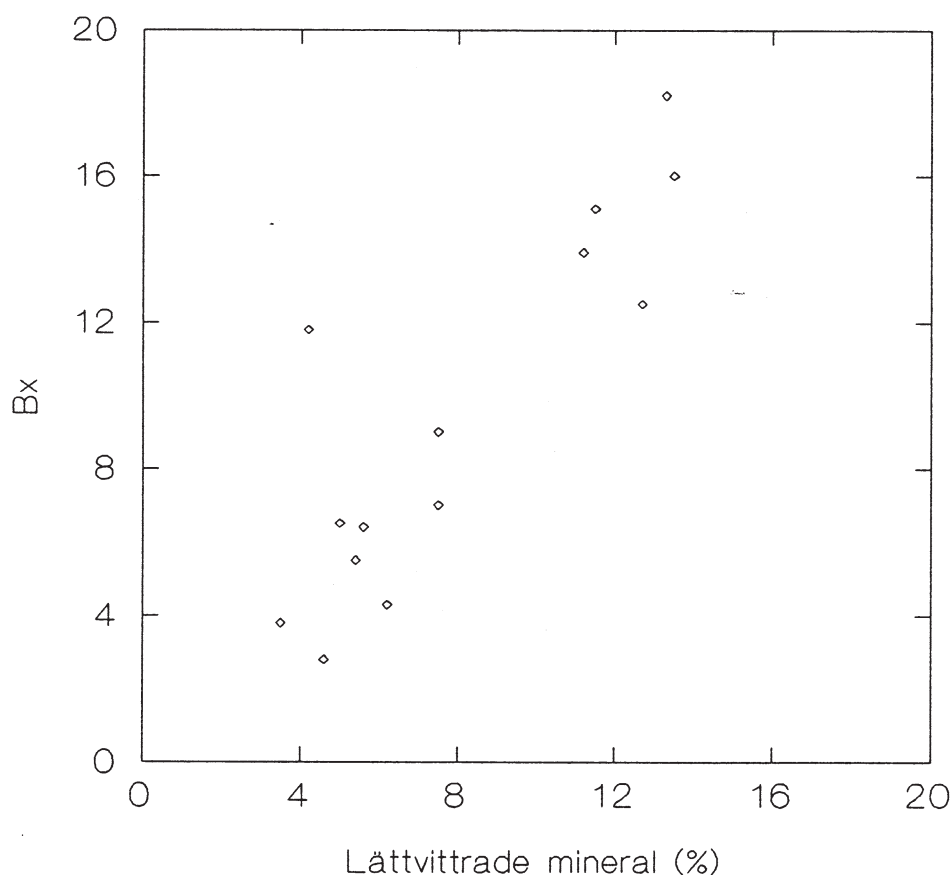


Fig. 62. Samband mellan basmineralindex, Bx, och halterna av lättvittrade mineral (summerade) i fraktion 63–250 μm i de analyserade proverna.

Fig. 62. Relation between heavy minerals ($d > 2.68 \text{ g/cm}^3$), Bx, and the content of intermediate to fast weathering minerals (summarized) in the grain size fraction 63–250 μm of the analyzed samples.

na på siltmaterialet som uppvisar den största avvikelserna beroende på att de fina partiklarna aggregeras i den tunga vätskan. Separationen av mineralen blir därmed ofullständig. Röntgendiffraktionsanalysen visar att "basmineralen" i denna kornstorleksfrak-

tion är mer eller mindre kontaminerade av kvarts. Avvikelserna i den grövsta kornstorleksfraktionen beror på att andelen bergartsfragment och s.k. halvkorn ökar med ökande kornstorlek, vilket gör att separationsprodukterna blir orena.

Mineralogiska skillnader mellan berggrund och ovanliggande morän och förklaringar till dessa

Jämförelser mellan berggrundens och moränens mineralogiska sammansättning gjordes i diagramform i fig. 26–35 och fig. 37–39. Det visade sig att även i moräner som petrografiskt hade stora likheter med berggrunden så var det oftast klara skillnader i mineralsammansättningen mellan berggrunden och moränens matrix. För huvudmineral som kvarts och fältspat gäller att kvartshalten nästan genomgående är högre och fältspathalten lägre i moränen än i berggrunden. Det enda undantaget är berggrunden och moränen inom Dalasandstensområdet där kvarts- och fältspathalterna är ungefär desamma i båda (se fig. 28 och Tabell 12, som anger förhållandet kvarts/fältspat). För flertalet av de väsentliga och underordnade mineralen i provmaterialet, där data finns tillgängliga, är halterna lägre i moränen än i berggrunden.

Moränerna över glimmerskiffern (profil Ar, fig. 33) och över gnejsgraniten (profilerna Sku och Frö, fig. 34 och fig. 35) avviker från det ovan sagda. I glimmerskiffermoränen är både kalifältspat och plagioklasinnehållet högre i moränen än i glimmerskiffern. Moränen innehåller dessutom ca 3 vikt-% amfibol. Stålhös (1972) rapporterade ingen amfibol i glimmerskiffern. Amfibolen och fältspattillskottet härrör med största sannolikhet från urgranitmaterialet som också ingår i moränen.

Gnejsgranitmoränen, representerad i fig. 34 och fig. 35 av prov Sku 11 och prov Frö 17, har ett lägre innehåll av plagioklas än den granodiorit som fått representera bergarten i området, men kalifältspatinnehållet är högre. Amfibolinnehållet i moränen är lägre än i granodioriten. Det är dock så att gnejsgranit av mera granitisk sammansättning har ett lägre amfibolinnehåll och ett högre kalifältspatinnehåll än granodioriten och skillnaderna kan därför lätt förklaras av att det ingår mera granitiskt material i moränen än i den granodiorit med vilken jämförelsen gjorts. Av Tabell 12, där förhållandet mellan kvarts och fältspat beräknats i moränernas matrix och i olika kornstorleksfraktioner samt i bergarten på platsen, framgår att gnejsgraniten har ett medelvärde på 0,7 (beräknat från analyser redovisade av Stålhös (1976)). I moränerna är värdet bara något högre, vilket tyder på att fältspaten i C-horisonten vittrat i tämligen ringa omfattning i dessa gnejsgranitmoräner. Det är i huvudsak bara

biotitinnehållet som skiljer moränens sammansättning från berggrundens, som åskådliggjorts i fig. 36. Kalinowski & Schweda (1996) har visat att biotiten är lättvittrad vid låga pH-värden.

Exceptionellt stora skillnader i mineralsammansättning och därmed också i kvarts/fältspat-förhållandet mellan morän och underliggande bergart observerades i profil A och i profil Rät (fig. 26, fig. 38 och Tabell 12). Detsamma gäller moränen över Öjebasalten i profil D. Det saknas dock mineralogiska data för bergarten i denna lokal, men kemidata i fig. 8 visar tydligt skillnaderna. (Basalten kan i vissa partier helt sakna kvarts och därmed skulle förhållandet vara noll i en sådan bergart.) Kvarts/fältspatförhållandet är avsevärt högre i moränen än i bergarten i dessa lokaler. Det är kvartsinnehållet i moränen som är ovanligt högt.

I profil A utgör porfyr den lokala berggrunden. Det är en i sig kvartsfattig bergart med mindre än 20 vikt-% kvarts och med en mycket finkornig grundmassa med kornstorlekar från 0.05 till 0.2 mm. Detta betyder att alla korn i moränens sandfraktion (>0.2 mm) borde vara bergartsfragment av porfyriten och kvartshalten ungefär densamma som i bergarten om moränmaterialet bestod av direkta nedkrossningsprodukter av bergarten, men så är inte fallet.

Kvartshalten i moränens sandfraktion är 49 vikt-% (Bilaga 8, Tabell 1). I fraktionen närmast under som analyserats, fraktion 0,063–0,25 mm, är kvartshalten hela 61 vikt-%. Denna kvarts måste ha kommit från någon annan bergart. Inte heller kan porfyrinslag (med omkring 30 % kvarts) förklara en så hög kvartshalt i moränen. Kvartsen har sannolikt sitt ursprung i sedimentära bergarter av Digerbergstyp som finns i isrörelseriktningen (se Lundqvist 1951) 5 km norr och nordväst om provtagningslokalen (Sjöblom 1987).

Kvarts/fältspatförhållandet i moränen över Öjebasalten (prov D20 i Tabell 12) är nästan lika högt som i Dalasandstensmoränen (prov C15), vilket beror på att sandstensmaterial i hög grad ingår i moränen i denna lokal. Som tidigare nämnts ökar dock basaltinnehållet i de grövre fraktionerna vilket syns genom att kvarts/fältspatförhållandet är klart lägre i sandfraktionen än i de finare fraktionerna och lägre än i sandstensmoränens sandfraktion.

Det höga kvarts/fältspatförhållandet i moränen över Rätangraniten (profil Rät) är troligen också betingat av kvartsrika sedimentbergarter i moränen. Stora områden med Dalasandsten finns 15–20

Tabell 12. Kvarts/fältspatförhållande i berggrunden och i moränens C-horisont i de undersökta profilerna. (m) är medelvärden från analyserna.

Table 12. Quartz/feldspar ratios in the local bedrocks and in the till matrix and in different grain size fractions of the tills in the studied localities. (m) = average from the analyses.

Prov	I lokal bergart	I morän (tot. matrix)	Fraktion < 2µm	Fraktion 2–63 µm	Fraktion 63–250 µm	Fraktion 250–2000 µm
A5	0,3	1,7	0,7	2,0	1,9	1,2
B10	0,4–0,5	1,0	0,9	1,5	1,1	0,7
C15	4,5	4,6	1,9	3,3	4,6	5,3
D20		3,3	1,8	3,8	3,8	2,5
E25	0,2–0,4	0,9	0,7	1,4	1,2	0,6
F30	0,4–1,1	1,7	1,0	2,1	2,0	1,1
G37	0,4–1,1	1,0	1,0	1,3	1,7	0,9
Ar8	2,2(m)	1,7	1,3	1,0	2,0	1,7
Ar10	2,2(m)	1,5	0,8	1,0	1,8	1,2
Sku11	0,7(m)	1,0	0,7	1,1	1,2	0,8
Frö10	0,7(m)	0,9	0,7	0,9	1,1	0,8
Frö17	0,7(m)	1,0	0,6	1,0	1,1	0,8
Frör	0,7(m)	0,9	0,5	1,0	1,1	0,8
Arj		0,8	1,2	1,0	0,9	0,6
Rät	0,2–0,5	1,7	0,6	2,0	2,1	1,5
Små		0,8	0,7	1,2	0,8	0,6

km SSV om provtagningslokalen (Lundegårdh m.fl. 1984) och enligt Lundqvist (1969) har sandstensmaterial spridits i moränen i påfallande grad mot öster och till och med mot ONO i området.

I jämförelse med gnejsgranitmoränerna från Skultunatrakten (Sku- och Frö-proverna) uppvisar moränerna över Järna- och Siljansgraniterna en uppenbar anrikning av kvarts på bekostnad av fältspaterna vid jämförelse med förhållandena i bergarterna (Tabell 12). I t.ex. Järnagranitmoränen är kvarts/fältspatkvoten som minst fördubblad i förhållande till bergartens. Även om fältspatkornen i Järnagraniten till stor del ligger i grusfraktionen kan kvartsanrikningen knappast förklaras enbart av mineraldiskriminering genom direkt nedkrossning i samband med isrörelserna. En betydande vittring av fältspaten torde också ha skett i moränmaterial.

Vittringspåverkan

Lermineral är de mineral som mest tydligt indikerar vittringspåverkan. I tre av dalaprofilerna (profilerna B, C och E) visades (Snäll & Ek 1991) med hjälp av XRD-diagram upptagna på material från olika djupnivåer hur lermineralogin förändras i jordprofilerna. Illiten och kloriten bryts successivt ned räknat från C-horisonten och uppåt i profilerna och övergår i B-horisonten till vermikulit och slutligen

i A₂-horisonten (urlakningshorisonten) i några fall till smektit.

I fig. 43, som dokumenterar XRD-diagrammen upptagna på prover i profilen över gnejsgraniten intill Skultuna (profil Sku), visas samma vittringssuccession dock utan uppenbar smektitbildning i översta horisonten (A₂-horisonten). Däremot är smektitbildningen mycket tydlig i urlakningshorisonten i profil G från Dalarna (fig. 41). I Arlandaprofilen (fig. 42) saknas urlakningshorisonten (brunjord) och också smektiten. Arlandaprofilen skiljer sig från de andra genom att ett blandskiktmineral med en topp inom intervallet 11,8 Å – 12,1 Å uppträder som ett förstadium till vermikuliten i vittringsprofilen.

Mest påverkat av postglacial vittring är materialet i profilen från Småland (profil Små) enligt de lermineralogiska analyserna. XRD-diagrammet (se fig. 45) uppvisar en hög vermikulittopp även i provet från C-horisonten (från 0,7–0,8 m djup). Även moränen i Sku-profilen har en viss postglacial vittringspåverkan i C-horisonten på 1,0–1,1 m djup (se fig. 43 och fig. 44) men i den närliggande Frö-profilen kan vittringen påvisas bara ned till 0,6 m enligt samma kriterier. I denna profil kan möjligen skenhällan ha bromsat upp vittringsfrontens nedträngande.

I arbetet av Snäll & Ek (1991) jämfördes lermineralogin i nedersta delen av B-horisonten med C-horisontens i profilerna A–F från Dalarna. Det

visade sig då att det framför allt skedde en stark vittring av illiten i nedersta delen B-horisonten i några av proverna. Illithalten i prov från nedre delen av B-horisonten hade reducerats till bara 1/4–1/3 av den i C-horisonten i profilerna C, D och E. I profilerna A, B och F minskade inte illitinnehållet på samma dramatiska sätt, vilket har sin förklaring i att illiten är av en annan typ i dessa prover. Det visar sig nämligen att biotitandelen i illiten varierar stort i provmaterialet (Tabell 13). I några av dalaproverna är biotitandelen i illiten låg, särskilt i ovannämnda prover där minskningen av illithalten är måttlig. Den är under 20 vikt-%. Bara i illiten över Järngraniten är biotitandelen klart högre.

I glimmerskiffermoränen från Arlandaprofilen är biotitandelen i illiten 37 vikt-%. Biotitandelen hos illiten i gnejsgranitmoränen är mycket hög, 42 vikt-%, i det ena provet (Sku 11), men bara hälften därav i det andra (Frö 17). Förklaringen till detta kan vara att en inledd vittringspåverkan (påvisad av vermikulitens närvaro i provet, se fig. 44) av illiten i Sku 11-provet börjat uppspalta glimmerfjällen och gjort kaliumjonen mera lättutlösbar. Detta har inte skett i det av vittring helt opåverkade Frö 17-provet och därmed är kaliumjonen inte lika lätt att utlaka.

I XRD-diagram skiljer sig biotit från muskovit bl.a. genom att den har en hög 10 Å-topp (001-reflex) men nästan helt saknar 5 Å-topp (002-reflex), medan muskoviten förutom 10 Å-toppen också har en ganska stor 5 Å-topp (se t.ex. Bailey 1984). Förhållandet mellan dessa två toppar antyder således vilken typ av glimmer som dominerar i materialet. För illiterna, som är en finkornigare variant av glimmer gäller motsvarande. Ett lågt förhållande indikerar att illiten är aluminiumrik, muskovitliknande, medan ett högre förhållande tyder på att illiten innehåller en blandning av aluminiumrik dioktaedrisk och järnrik trioktaedrisk biotitliknande illit (Graff-Petersen 1961 och Roaldset 1972).

I de flesta av dalaproverna är förhållandet mellan 10 Å och 5 Å-topparna i XRD-diagrammen upptagna på material ur lerfraktionen mycket lågt, under 4 (se Tabell 13). I proverna från Skultuna-trakten är förhållandet mycket högt, 16, i det av vittring helt opåverkade moränprovet från 1,7 m djup (prov Frö 17), medan det något vittringspåverkade provet (prov Sku 11) har ett betydligt lägre förhållande, 6,9.

I lerfraktionen från dalaproverna med liten utlakning av biotit från illiten är lermineralsammansättningen mycket lik den som vittringshuden i

den lokala berggrunden uppvisar, vilket framgår av fig. 63 (jfr nedersta och mellersta diagrammen). Det översta XRD-diagrammet, som är upptaget på material dispergerat från ovittrad Siljansgranit, visar att skikt-silikaterna i bergarten till helt övervägande del består av klorit. Bara en mindre mängd glimmer-mineral ingår. I fig. 63 kallas glimmermineralet illit eftersom det är det framseparerade lermaterialet som analyserats.

Kloriten är det dominerande skikt-silikatet i den lokala berggrunden (utom i sandstenen) där moränprofilerna insamlats. Detta har sin förklaring i att berggrunden någon gång efter sin bildning utsatts för retrograd metamorfos i regionen (se Nyström & Levi 1980 och Nyström 1983). Denna omvandling till kloritfacies har dock skett enbart genom nedsänkning/pålagring och upphettning eftersom alla tecken på förskiffring saknas hos bergarterna.

Av mellersta XRD-diagrammet i fig. 63 framgår att det ursprungliga kloritinnehållet starkt reducerats. Den vittrade Siljansgraniten innehåller bara rester av kloriten på samma sätt som moränen över Siljansgraniten (nedersta diagrammet i fig. 63). Lermineralsammansättningen är ungefär samma i moränen över porfyriten och porfyren. Detta tyder på att moränmaterialet i huvudsak består av redan tidigare vittrat berggrundsmaterial. Om berggrundsmaterialet i moränen inte tidigare varit vittrat borde av podsolerings opåverkat material som återfinns i de djupaste nivåerna i profilerna innehålla mera klorit.

Huruvida vittringen skett under förhållanden som liknar dagens med utbilning av podsoler i översta jordskiktet kan inte med säkerhet fastställas. Det finns rester av vermikulit i vissa av proverna från C-horisonten som indikerar detta, men den mycket låga halten av glimmermineral i modern materialet gör att förutsättningarna för vermikulitbildning (indikator för podsolvittring) inte är de bästa. Kloriten synes upplösas direkt utan att övergå i vermikulit vid vittringen och är därmed inte användbar för tolkning av vittringsförhållandena.

Närvaro av mineralet gibbsit i profil G indikerar att detta material vittrat i ett annat klimat än det som nu råder. Mineralet gibbsit förknippas vanligen med ett tropiskt klimat med stark utlakning, men kan också bildas inom tempererade-humida klimatzoner som t.ex. observerats i norra Spanien (Macías Vazques 1981). Minskningen av gibbsitinnehållet uppåt i profilen visar emellertid att mineralet inte är stabilt i podsolprofilen.

Tabell 13. Biotitandel i illiten i lerfraktionen samt intensitetsförh. mellan 10 Å- och 5 Å-topparna i XRD-diagrammen hos illiterna i moränerna från Dalarna, Uppland och Västmanland.

Table 13. Estimated "biotite" content in the illites (calculated from potassium leached by aqua regia from the clay fractions of the tills) and ratios between 10 Å- and 5 Å-peaks of the illites.

Prov	Vikt-% biotit i illiten	Förh. 10 Å/5 Å-topparna
A 5, morän över porfyrit	8	1,6
B 10, morän över porfyr	6	2,4
C 15, morän över Dalasandsten	9	3,3
D 20, morän över Öjebasalt	16	4,9
E 25, morän över Järnagranit	37	5,1
F 30, morän över Siljansgranit	14	2,4
Ar 8, morän över glimmerskiffer	37	4,0
Sku 11, morän över gnejsgranit	42	6,9
Frö 17, morän över gnejsgranit	20	16

Den kvantitativa beräkningen av den historiska vittringen som gjorts i Dalasandstensmoränen (se Tabell 7) har för baskatjonerna gett värden ($0,93 \text{ g m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ eller $37 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$) som är något lägre än de som t.ex. Olsson & Melkerud (1991) fick i moränen i Hjertasjö ($1,47 \text{ g m}^{-2} \text{ år}^{-1}$). Utlakningen av kisel är dock klart högre i sandstensmoränen vilket sannolikt har sin förklaring i att sandstensmoränen i sig är en exceptionellt kiselrik jordart. Det kan också noteras att kalium utlakas mest av alla katjoner vilket tyder på att det är glimmern som lättast vittrar i sandstensmoränen.

Beräkningar av den historiska vittringen i samma profil med statistiska ekvationer framtagna av Olsson m.fl. (1993) gav en mycket mindre genomsnittlig vittringshastighet av baskatjoner i Dalasandstensmoränen än den som bestämts utifrån halterna i olika nivåer i profilen (ovan), bara $3,9 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$. Det är troligt att denna skillnad kan förklaras av att de statistiska ekvationerna inte är anpassade till den kemiska sammansättning (extremt SiO_2 -rik) som sandstensmoränen representerar eftersom de statistiska ekvationerna är framtagna i moräner över berggrund av mera vanlig kemisk sammansättning, dvs. med betydligt högre innehåll av basiska oxider än sandstenen.

Den recenta vittringshastigheten som beräknats med PROFILE-modellen på dalaproverna är i allmänhet två till fyra gånger högre för baskatjonerna än den beräknad med de statistiska ekvationerna (jfr Tabell 9 och Tabell 11).

PROFILE-modellen ger den högsta vittringshastigheten i profil B (jfr Tabell 11) med värdet $92,0 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$, därefter följer profil E och profil D med $71,3$ resp. $70,4 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ och profil A

och profil F med $53,2$ resp. $52,4 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ och lägst profil C med sina $24,1 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$.

Beräkningarna av den historiska vittringshastigheten (jfr Tabell 8) gav en annan ordningföljd med den högsta vittringshastigheten hos dalaprofilerna, i profil E med $35,4 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$, därefter följer profil B och profil A med $22,0$ resp. $20,8 \text{ mekv. m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ och så vidare. De båda metoderna ger alltså olika resultat också vad gäller ordningen mellan lokalerna, men det är inte heller riktigt detsamma som mäts med de två metoderna. Den historiska vittringen är den genomsnittliga vittringshastigheten sedan inlandsisen drog sig tillbaka från området medan PROFILE-modellen mäter vittringshastigheten nu (den recenta). De erhållna resultaten tyder på att det skett förändring av vittringshastigheten på sista tiden så att t.ex. moränen i profil B för närvarande vittrar snabbast av moränerna i alla analyserade dalaprofiler.

Vittringshastigheten är i hög grad beroende av såväl den mineralogiska sammansättningen som den specifika ytan hos jordskikten. Enligt Bilaga 9, Tabell 2 är moränerna i profil B och profil E kvartsfattigast och av dem har moränlagren i profil B den största specifika ytan, vilket är faktorer som tillsammans förklarar de relativt höga vittringshastigheterna i dessa båda profiler.

Lerhalt och lermineral i olika moräner

Vid omfattande regionala undersökningar i Skottland av lermineralogin i moräner (Wilson m.fl. 1984) har man funnit att ursprungsmaterialets sammansättning i mycket hög grad återspeglas i lermineralogin. Det visar sig också i viss grad gälla här.

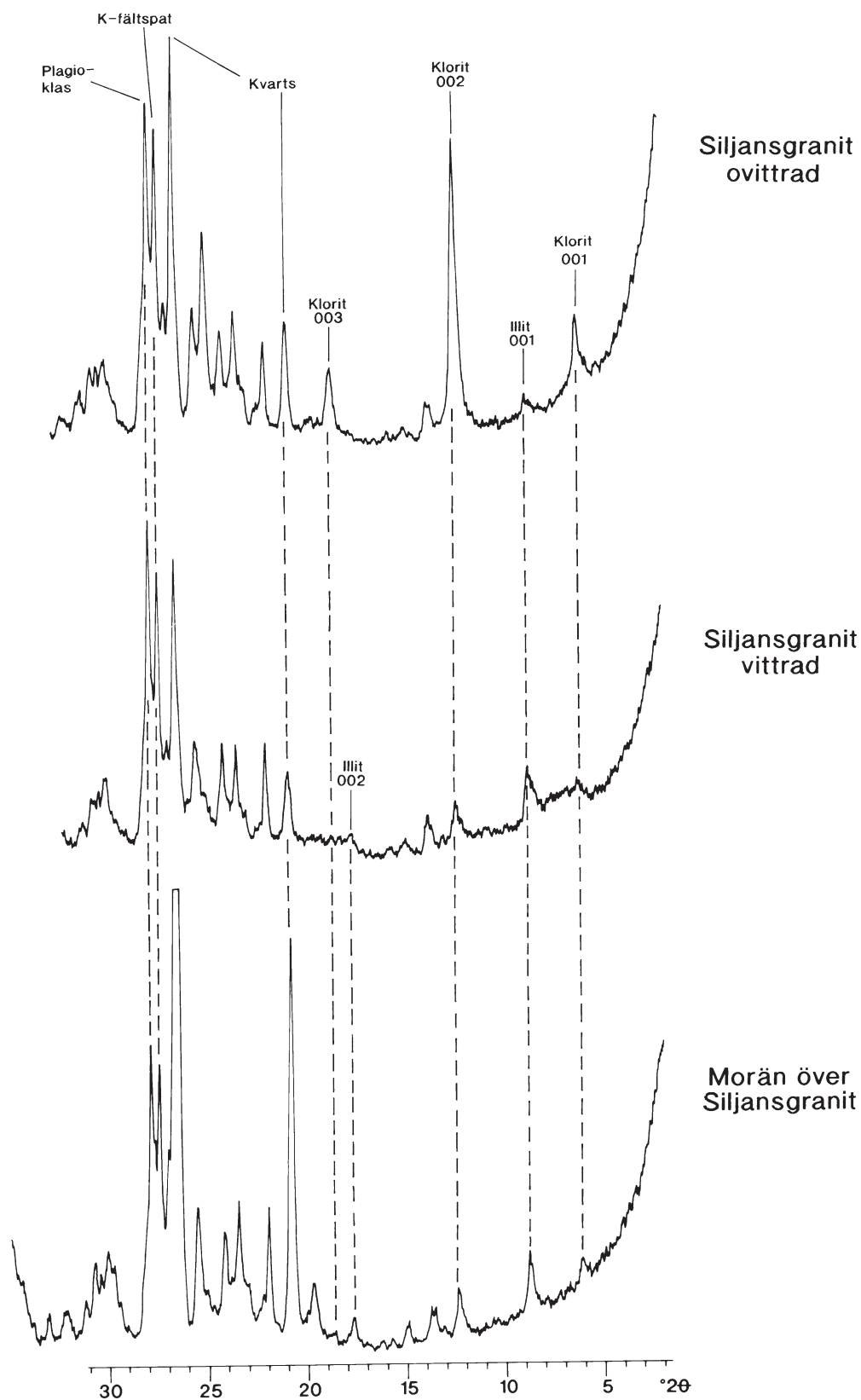


Fig. 63. XRD-diagram upptagna på finmaterial som dispergerats dels från ovittrad och dels vittrad Siljansgranit samt diffraktogram upptaget på lerfraktionen i morän från C-horisonten över Siljansgranit (prov F30).

Fig. 63. XRD diagrams of the fine fraction from disintegrated unweathered Siljan granite (upper diagram), weathered Siljan granite (middle diagram) and from clay fraction in the C-horizon of the till (lower diagram).

Morän som härrör från sedimentära bergarter ger en morän med hög halt av lermineral eftersom glimmerhalten är hög i vissa av de sedimentära bergarterna. Detta kan exemplifieras av glimmerskiffermoränen från Arj-profilen (Tabell 14, prov Ar 8). I det prov som har det högsta innehållet av glimmerskiffer utgör lermineralen 60 vikt-% av lerfraktionen. Denna morän har också jämförelsevis hög lerhalt, 3,3 % av matrix.

Ett mycket högt lermineralinnehåll i lerfraktionen har också moränen i Arj-profilen (59 vikt-%, Tabell 14) och likaså är totala lerhalten hög, 5,5 %. Även XRD-diagrammen upptagna på material från dessa två profiler uppvisar stora likheter (jfr fig. 44, prov Ar 10 och fig. 45, prov Arj). Den lokala berggrunden där Arj-profilen är grävd har som tidigare nämnts vulkaniskt ursprung med mycket skiftande utbildning av bergarterna i vulkanitstråket. Där finns bl.a. tuffer och lavar med betydande innehåll av glimmermineral och klorit (Perdahl & Einarsson 1994) och sannolikt består moränen i denna lokal till stor del av nedkrossningsprodukter av dessa bergarter. Ett klart högre innehåll av plagioklas än kalifältspat tyder också på ett huvudsakligen lokalt ursprung av moränmaterialet. Bidrag av material från den kalifältspatrika granitberggrunden (se Grip 1946 och Ödman 1957) i väster synes kvantitativt ej vara av någon större betydelse då kalifältspathalten i moränen är klart underordnad plagioklashalten (se fig. 37).

Moränen över Dalasandstenen har också ett högt innehåll av lermineral i lerfraktionen även om lerhalten totalt sett är mycket låg vilket har sin förklaring i kornstorleksfördelningen hos själva bergarten (dominerad av grovmomaterial, se fig. 3).

I moränerna över porfyren, porfyriten och graniterna är lerhalten i allmänhet mellan 1 och 3 vikt-% av matrix och lermineralinnehållet i lerfraktionen är i de flesta fall mellan 20 och 30 vikt-% (Tabell 14). Fattigare på lermaterial är bara moränen över Rätangraniten och moränen i den ena av profilerna över Siljansgraniten (profil G). Moränen i den andra profilen (profil F) över Siljansgraniten är istället lerrik. Gemensamt för materialet i alla tre profilerna är dock att lermineralinnehållet i lerfraktionen är lägre än i allmänhet, under 20 vikt-%.

Lakbarheten av järn i kungsvatten är hög för lermaterialet i alla moränerna, 72–87 % lakutbyte (Tabell 5). För aluminium varierar dock lakbarheten i något högre grad. Den högsta lakbarheten har aluminium i det ena provet över Siljansgraniten (G37), det prov som innehåller mineralet gibbsit ($\text{Al}(\text{OH})_3$). Lika hög lakbarhet har aluminium i moränen över Järnagraniten (prov E25), vilket sannolikt beror på det höga kloritinnehållet i detta prov. Mineralet upplöses helt i syran. Höga lakutbyten i övriga prover kan förklaras av höga klorithalter eller inslag av vermikulit som också upplöses helt. Skillnaden mellan prov A5 och B10 i lakutbytet för aluminium kan förklaras av att prov B10 innehåller vermikulit men inte prov A5.

Tabell 14. Lerhalt i moränernas matrix, lerfraktionens innehåll av lermineral samt lakutbyte för järn och aluminium i lerfraktionen.

Table 14. Clay content (fraction <2 mm) in the matrix (<2 mm) of till samples, content of clay minerals in the clay fraction and leachability in aqua regia (wt-% of total wt-%) of Fe_2O_3 and Al_2O_3 in the clay fractions of the till samples.

Prov	Lerhalt i matrix (vikt-%)	Lermineral i lerfraktionen (vikt-%)	Lakutbyte i kungsvatten	
			Fe_2O_3	Al_2O_3
A5	1,8	22	80	24
B10	2,7	30	87	45
C15	0,4	42	72	38
D20	1,4	17	84	28
E25	1,5	27	87	58
F30	5,1	18	79	27
G37	0,3	16	88	58
Ar8	3,3	60	73	40
Ar10	0,7	36	79	46
Sku11	1,5	32	95	54
Frö10	0,9	26	84	45
Frö17	1,6	31	81	45
Frör	1,7	18	84	51
Arj	5,5	59	92	42
Rät	0,5	16		
Små	1,0	23		

Diskussion av mineralbestämningarna

Vid de mineralberäkningar som utförts har den kemiska sammansättningen för kvarts, fältspater och apatit förutsatts som helt ideala enligt strukturformler. För vissa andra mineral har den kemiska sammansättningen bestämts genom mikrosondanalys på enskilda mineralkorn som framseparerats ur provmaterialet. Kloriter och biotiter uppvisar mycket stora variationer i kemisk sammansättning. Därför har mikrosondanalyserna av dessa varit särskilt värdefulla eftersom beräkningarna annars kunnat utföras med helt felaktiga antaganden. Även för amfiboler och epidoter har den kemiska sammansättningen bestämts i vissa av proverna och likaså för plagioklaserna. I andra fall har analysdata tagits ur litteraturen, från analyser av mineral i bergartstyper av de slag som ingår i moränerna. De utförda mineralberäkningarna är en slags normberäkningar, men något mera realistiska än sådana eftersom mineralen verkligen identifieras och proportionerna mellan några av mineralen bestäms. Det är proportionerna av de s.k. basmineralen (pyroxener, amfiboler och epidoter) som bestäms genom röntgendiffraktionsanalys och anges som indata för beräkningarna av de absoluta halterna.

Biotitinnehållet beräknas helt utifrån det kalium som frigörs vid kungsvattenlakningen av provmaterialet. Det sker genom att dividera halten utlakat kalium med biotitens kaliuminnehåll. Detta ger ett maximumvärde för biotithalten eftersom en mindre andel kalium även kan utlakas från andra mineral, t.ex. från kalifältspat. Felet blir inte så stort i de grövre analysfraktionerna som verkligen innehåller mineralet biotit.

I lermaterialet består det kaliuminnehållande mineralet av illit som är en mer eller mindre odefinierad mineralgrupp av glimmertyp från vilken en del kalium kan utlakas. För att få likhet med haltberäkningarna i de grövre fraktionerna och dokumentera att inte allt illitbundet kalium föreligger i hårt bunden form har även för denna fraktion en biotithalt beräknats utifrån utlakat kalium och resten av illitbundet kalium anges som muskovit. Detta beräkningssätt ger en något annan mineralogisk sammansättning än om beräkningarna görs med enbart illit som glimmermineral i proverna. Resultaten som presenteras i detta arbete är också mera styrda av de direkta kemiska förutsättningar. Så har t.ex. amfibolhalten helt bestämts utifrån tillgången av kal-

cium och magnesium fastän röntgendiffraktionsanalysen gett ett högre eller lägre amfibolinnehåll. Därav har det blivit vissa skillnader mellan resultaten som presenterades av Snäll & Ek (1991) och de som här anges.

Moränernas försurningspåverkan

Hur försurad en moränprofil är beror bland annat på hur starkt utsatt den blivit för sura lösningar, naturliga eller antropogena, och på hur stor förmåga moränen har att neutralisera de sura lösningarna. Förekomst av mörka mineral, såsom biotit, pyroxen, hornblände och biotit ökar moränens motståndskraft mot försurning, eftersom dessa mineral är jämförelsevis lättvittrade. Hög finjordshalt, såsom ler och silt, ökar också moränens motståndskraft mot försurning, eftersom katjonbyteskapaciteten (CEC) då blir hög, dvs. mängden positioner där vätejoner kan bytas ut mot baskatjoner, t.ex. på ytan av lermineral, blir stor.

Av de undersökta moränprofilerna finns det en storskalig trend att deras försurningspåverkan avtar mot norr, vilket är en följd av det mot norr avtagande sura nedfallet. Så är t.ex. den sydligaste lokalen Små utanför Emmaboda i Småland mest försurad tillsammans med lokal Ar vid Arlanda, som är speciellt utsatt på grund av sitt läge mellan flygplatsen och motorvägen. Profilerna i Bergslagen och Dalarna intar en mellanställning i försurningshänseende, och de två norrländska lokalerna Rät vid Sveg och Arj utanför Arjeplog är minst försurade.

SLUTSATSER

De undersökningar som gjorts i föreliggande arbete visar att det genom mineralogisk analys i flera fall går att avgöra från vilken bergart materialet i olika kornstorleksfraktioner i moränen härrör. Den mineralogiska analysen ger en bättre diversifiering av karakteristiska komponenter än enbart kemiska data. Ändå kan spåren av enskilda bergarter i moränens matrix vara svåra att urskilja. Det gäller särskilt om moränmaterialet är långtransporterat och isen rört sig över och slitit loss material från olika bergartstyper. Stark vittringspåverkan av modernmaterialet i något skede är en annan faktor som gör spåren från ursprungsmaterialet diffusa. Detta betyder att den information om mineralogin som berggrundskartor ger inte alltid är direkt applicerbar på moränerna vid bedömning av jordartens vittringspotential, försurningskänslighet etc. Petrografisk analys av grövre fraktioner, t.ex. grusfraktionen, indikerar varifrån materialet härrör men denna analys kan vara missvisande för det finare materialet i moränen. Bergarterna har olika nedkrossningsegenskaper och vissa bergarter mals lätt ner till finmaterial vid istransporten och kommer därigenom att saknas i moränens grövre fraktioner. Det krävs således regionala provtagningar och analyser direkt på jordartens matrix för att få en så korrekt bild som möjligt av dess mineralogiska och geokemiska status.

I jämförelse med modernmaterialet har moränens matrix genomgående en högre kvartshalt än den bergart från vilken materialet härrör och fältspatinnehållet är vanligtvis lägre i moränen än i bergarten. Innehållet av biotit synes alltid vara markant lägre i moränen.

I de regioner där den mesta informationen insamlats, dvs. i Dalarna och över urgraniten i Västmanland kan en pre-glacial vittringspåverkan i moränmaterialet iakttas – en vittring som skett före den podsolerung som nu sker i jordprofilerna. I det avseendet är det dock en uppenbar skillnad mellan moränerna i Dalarna och moränen inom urgranitområdet i Västmanland. Inom urgranitområdet i Västmanland har denna vittring skett bara i relativt liten omfattning. Det som hänt i moränen över urgraniten är att mineralet biotit vittrat i matrixen. Det kan också noteras att moränen över urgraniten är påfallande homogen med avseende på kemisk och mineralogisk sammansättning. I Dalamoranerna har vittringspåverkan varit mycket starkare. En stor del av fältspaten måste vara bortvittrad. Jämförelser av kvarts/fältspatförhållandena i moränerna med

moderbergarterna visar detta. Lermineral indikerar också en stark vittringspåverkan. I några av moränerna har vittringen nått det stadium där den illit som finns kvar som rest nästan helt utgörs av den aluminiumrika svärvittrade typen (illit av biotittyp är bortvittrad) och i en av moränprofilerna identifierades mineralet gibbsit, som indikerar att vittringen av detta material skett under en period då det varit ett annat, varmare klimat här i Norden.

I samtliga profiler har den genomsnittliga post-glaciala vittringen av baskatjoner beräknats med hjälp av statistiska samband mellan vittringshastighet och den kemiska sammansättningen i C-horisonten framtagna av Olsson m.fl. (1993). Dessa ekvationer gav den högsta vittringshastigheten i moränprofilen över Smålandsgraniten, 65,6 mekv. $\text{m}^{-2} \text{år}^{-1}$. Nästan lika höga vittringshastigheter erhöles i profilerna över gnejsgraniten utanför Skultuna i Västmanland, 61,1 resp. 62,7 mekv. $\text{m}^{-2} \text{år}^{-1}$. I moränerna över Dalabergarterna gav samma beräkningar lägre vittringshastigheter, mellan 16,4 och 35,4 mekv. $\text{m}^{-2} \text{år}^{-1}$ (om Dalasandstensmoränen undantas)

Beräkningar av den recenta vittringshastigheten (med PROFILE-modellen) har enbart utförts på provmaterialet från Dalarna. Resultaten av dessa beräkningar tyder på att vittringen för närvarande är betydligt intensivare än den som skett i genomsnitt sedan inlandsisen drog sig tillbaka från området. Den högsta vittringshastigheten erhöles i moränen över porfyren, 92 mekv. $\text{m}^{-2} \text{år}^{-1}$ räknat på den översta halvmetern i profilen. Detta att jämföra med 22 mekv. $\text{m}^{-2} \text{år}^{-1}$ för den historiska i samma profil.

Alla dessa vittringskvantifieringar förutsätter att moränerna från början varit mineralogiskt homogena från 0 till 50 cm djup.

Försurningen (mätt i form av total aciditet och basmättnadsgrad) är som störst i moränprofilen tagen över Smålandsgraniten och i moränprofilen vid Arlanda. Måttligt försurade är moränprofilerna över gnejsgraniten i Västmanland. Av moränprofilerna i Dalarna är endast profil A över porfyriten och profil F över Siljansgraniten måttligt försurade, medan övriga moränprofiler i Dalarna inte är försurade. De två norrländska profilerna vid Sveg respektive vid Arjeplog är helt oförsurade. Det finns alltså en regional trend hos moränprofilerna till avtagande försurningspåverkan mot norr, vilket beror på att det sura nedfallet över landet avtar mot norr.

REFERENSER

- AlDahan, A.A., 1985: Mineral diagenesis and petrology of the Dala Sandstone, central Sweden. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala*, N.S. 12, 1–48.
- AlDahan, A.A., 1990: *Petrology and mineral alterations of granitic rocks from the Gravberg-1 well, Siljan impact structure, central Sweden*. Vattenfall, Research, Development and Demonstration, rapport nr U(G) 1990/50.
- Arnbom, J.-O. & Sträng, T., 1998: Berggrundskartan 11G Västerås SO i skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 204*.
- Bailey, S.W. (ed.), 1984: Micas. Appendix. X-ray powder patterns of micas. *Reviews in Mineralogy* 13, Mineralogical Society of America, 573–584.
- Bolin, B. och Falkenmark, M., 1995: Globalt perspektiv. I B. Raap & H. Vedin (red.): *Klimat, sjöar och vattendrag*. Sveriges Nationalatlas. Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs.
- Brodin, Y.-W. & Kuylensstierna, C.I., 1992: Acidification and Critical Loads in Nordic Countries: A Background. *Ambio* 21, 332–338.
- Byström-Asklund, A.M., 1966: Sample cups and a technique for sideward packing of X-ray diffractometer specimens. *American Mineralogist* 51, 1234–1237.
- Daniel, E., 1992: Beskrivning till jordartskartorna Tomelilla SV och Ystad NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 99–100*.
- Dreimanis, A. & Vagners, U.J., 1971: Bimodal Distribution of Rock and Mineral Fragments in Basal Tills. I R.P. Goldtwait (red.), *Till; a Symposium*, 237–250. Ohio State Univ. Press. (Columbus), 1971.
- Drever, S.I., 1973: The preparation of oriented clay mineral specimens for X-ray diffraction analysis by a filter-membrane peel technique. *American Mineralogist* 58, 553–554.
- Ek, J., 1974: Trace elements in till, vegetation and water over a sulphide ore in Västerbotten County, Northern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 698*.
- Fredén, C., 1994: Jordtäcket. I C. Fredén (red.): *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas. Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs.
- Gjems, O., 1967: Studies on clay minerals and clay – mineral formation in soil profiles in Scandinavia. *Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen* 81, 301–415. Vollebekk 1967.
- Grip, E., 1946: Arvidsjaurfältet och dess förhållande till omgivande berggrund. *Sveriges geologiska undersökning C 474*.
- Graff-Petersen, 1961: *Lermineralogin i de limniska jura-sedimenten på Bornholm*. Doktorsavhandling. Köpenhamns universitet, 147 s.
- Haldorsen, S., 1977: The petrography of tills – A study from Ringsaker, south-eastern Norway. *Norges geologiske undersøkelse* 336, 1–36.
- Hallbäck, L., 1992: *The nature and importance of long-term soil acidification in Swedish forest ecosystems*. Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för ekologi och miljövard, rapport 52.
- Hedström, H. & Wiman, C., 1905, 1906: Blad 5 (berggrundskarta, 1905 med beskrivning, 1906) omfattande de topografiska kartbladen Lessebo, Kalmar, Karlskrona, Ottenby (samt Utklipporna). *Sveriges geologiska undersökning A_{1a} 5*.
- Hjelmqvist, S., 1966: Beskrivning till berggrundskarta över Kopparbergs län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 40*.
- Kalinowski, B.E. & Schweda, P., 1996: Kinetics of muscovite, phlogopite, and biotite dissolution and alteration at pH 1–4, room temperature. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 60, 1–19.
- Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1990: Provisoriska översiktliga berggrundskartan Karlskrona. *Sveriges geologiska undersökning Ba 44*.
- Kresten, P., 1986: Geochemistry and tectonic setting of metavolcanics and granitoids from the Falun area, south central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 107, 275–285.
- Kresten, P., 1987: Berggrundskartan 13E Vansbro NO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 13*.
- Lidmar-Bergström, K., 1982: Pre-Quaternary geomorphological evolution in southern Fennoscandia. *Sveriges geologiska undersökning C 785*.
- Lindén, A., 1975: Till petrographical studies in an Archaean bedrock area in southern central Sweden. *Striae* 1, 57 s.
- Lundegårdh, P.H., Gorbatshev, R. & Kornfält, K.-A., 1984: Urberget. I P.H. Lundegårdh, R. Gorbatshev & K.-A. Kornfält (urberget) & A.G.B. Strömberg, L. Karis, E. Zachrisson, T. Sjöstrand & R. Skoglund (fjällkedjan): *Karta över berggrunden i Jämtlands län*. *Sveriges geologiska undersökning Ca 53:1 och 53:2*.
- Lundqvist, G., 1951: Beskrivning till jordartskarta över Kopparbergs län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 21*.
- Lundqvist, J., 1969: Beskrivning till jordartskarta över Jämtlands län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 45*.
- Lundqvist, Th., 1968: Precambrian geology of the Los-Hamra Region Central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ba 23*.
- Lundqvist, Th., Bygghammar, B., Stephens, M.B., Beckholmen, M. & Norling, E., 1994: *Sveriges berggrund i skala 1: 1 250 000*. I C. Fredén (red.): *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas.
- Lövblad, G., Andersen, B., Joffe, S., Pedersen, U., Hovmand, M. & Reissell, A., 1992: Mapping deposition

- of sulphur, nitrogen and base cations in the Nordic countries. Swedish Environ. Res. Inst., Stockholm, *Report B 1055 (IVL Rapport)*.
- Macías Vazques, F., 1981: Formation of gibbsite in soils and saprolites of temperate-humid zones. *Clay Minerals* 16, 43–52.
- Melkerud, P.-A., 1977: *Samband mellan morän och berggrund. En travers över Östergötlands kambrosilurumråde*. Doktorsavhandling, Stockholms universitet, 163 s.
- Melkerud, P.-A., 1983: Quaternary deposits and bedrock outcrops in an area around Lake Gårdsjön southwestern Sweden, with physical, mineralogical and geochemical investigation. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära, rapport 44*, s. 1–87. Inst. för skoglig marklära, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Melkerud, P.-A., Olsson, M. & Rosén, K., 1992: Geochemical atlas of Swedish Forest Soils. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära, rapport 65*. Inst. för skoglig marklära, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Minell, H. & Troedsson, T., 1973: Geologi. I N.-E. Nilsson (red.): *Skogen*. Sveriges Nationalatlas, Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs.
- Morad, S. & AlDahan, A.A., 1982: Mineralogy and crystal-chemistry of clay minerals related to diagenesis and very low-grade metamorphism of two Proterozoic sedimentary sequences from Sweden. *University of Uppsala, Inst. of Geology, Dept. of Mineralogy and Petrology, research report no 33*.
- Nyström, J.O. & Levi, B., 1980: Pumpellyite-bearing Precambrian rocks and post-Svekokarelian regional metamorphism in central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 102, 37–39.
- Nyström, J.O., 1983: Pumpellyite-Bearing Rocks in Central Sweden and Extent of Host Rock Alteration as a Control of Pumpellyite Composition. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 83, 159–168.
- Odin, H., Eriksson, B. & Perttu, K., 1983: Temperatur-klimatkartor för svenskt skogsbruk. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära, Rapport 45*, Inst. för skoglig marklära, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Olsson, M. & Melkerud, P.-A., 1989: Chemical and mineralogical changes during genesis of a podzol from till in southern Sweden. *Geoderma* 45, 267–287.
- Olsson, M. & Melkerud, P.-A., 1991: Determination of weathering rates based on geochemical properties of the soil. *Geological Survey of Finland. Special Paper* 9, 69–78.
- Olsson, M., Rosén, K. & Melkerud, P.-A., 1993: Regional modelling of base cation losses from Swedish forest soils due to whole-tree harvesting. *Applied Geochemistry, Suppl. Issue* 2, 189–194.
- Olsson, M. & Melkerud, P.-A., 1995: Field weathering rates. Kap. 4 i O.K. Borggaard: Weathering processes and rates in relation to acidification and vulnerability of forest ecosystems in Northern Europe. *Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg, Denmark, Final report, STEP-CT90-0048*.
- Perdahl, J.-A. & Einarsson, Ö., 1994: The marine-continental transition of the Early Proterozoic Skellefte-Arvidsjaur volcanic arc in the Bure area, northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 116, 133–138.
- Perttunen, M., 1977: The lithologic relation between till and bedrock in the region of Hämeenlinna, southern Finland. *Geological Survey of Finland, Bulletin* 291, 68 s.
- Ripa, M. (under arbete): Berggrundskartan 11G Västerås NO i skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af*.
- Roaldset, E., 1972: Mineralogy and geochemistry of Quaternary clays in the Numedal area, southern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 52, 335–369.
- Räsänen, M.L. & Gustafsson, N., 1989: Sensitivity to acidification of till in Finland. I E. Pulkinen (ed.): *Symposium on environmental geochemistry in Northern Europe. Geological Survey of Finland (Abstracts)*, 56–58.
- Sjöblom, B., 1987: Berggrundskartan 15E Älvho SO. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 22.
- Snäll, S., 1986: Weathering in till indicated by clay mineral distribution. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 107, 315–322.
- Snäll, S., Brusewitz, A.M. & Ålinder, C., 1992: Kartläggning av kritisk försurningsbelastning. Mineralogisk analys av moräner. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 92005*.
- Snäll, S., 1995: Krossberginventering inom Siljansregionen; Leksand, Rättvik, Mora, Orsa och södra Älvdalens kommuner. Del II i *Inventering av grus och krossberg inom Siljansregionen*. Länsstyrelsen i Dalarna, Miljövärdsheten 1995:3.
- Snäll, S., Persson, C. & Wikström, A., 1979: Mineralogisk undersökning av morän från ett område väster om Katrineholm. *Sveriges geologiska undersökning C* 761.
- Snäll, S. & Ek, J., 1991: Vittring i moränprofiler i Kopparbergs län. En petrografisk och mineralogisk studie. I K. Rosén (red.): *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära, Rapport 63*, Institutionen för skoglig marklära, Sveriges lantbruksuniversitet, 19–48.
- Soveri, U. & Hyypä, S. M. I., 1966: On the mineralogy of fine fractions of some Finnish Glacial tills. *Statens tekniska forskningsanstalt, Finland* 113, 1–31.
- Stenlid, L., 1996: *Klassificering av bergarter med Los Angeles-trumma*. Slutrapport SBUF projekt nr 2135, Skanska Mellansverige AB, Väglaboratoriet Bålsta 1996.
- Stålhös, G., 1972: Beskrivning till berggrundskartbladen Uppsala SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 105–106.
- Stålhös, G., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Enköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Af* 118.

- Sverdrup, H.U., 1990: *The kinetics of base cation release due to chemical weathering*. Lund University Press, Lund, Sweden.
- Sverdrup, H.U. & Warfvinge, P., 1992: PROFILE – A mechanistic geochemical model for calculation of field weathering rates. I V.K. Kharaka & A.S. Maest (Ed.). *Proc. 7th Int. Symp. water-rock interaction*. A.A. Balkema, Rotterdam, 585–590.
- Sverdrup, H.U., Warfvinge, P., Frogner, T., Håöya, A.O., Johansson, M. & Andersen, B., 1992: Critical Loads for Forest Soils in the Nordic Countries. *Ambio* 21, 348–355.
- Tamm, O., 1920: Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 17, 49–300.
- Tamm, O., 1934: En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 1934, 231–248.
- Troedsson, T. & Nykvist, N., 1973: *Marklära och markvård*. Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm.
- Wilson, M.J., 1984: The soil clays of Great Britain: II. Scotland. *Clay Minerals* 19, 709–735.
- Ödman, O.H., 1957: Beskrivning till Berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. *Sveriges geologiska undersökning* Ca 41.
- Öhlander, B., Ingri, J. & Pontér, C., 1991: Geochemistry of till weathering in the Kalix river watershed, northern Sweden. I K. Rosén (red.): *Rapporter i skogsökologi och skoglig marklära, Rapport 63, Institutionen för skoglig marklära, Sveriges lantbruksuniversitet*, 1–18.

Tabell 1. Lokalernas lägen på topografiska kartor samt koordinater i rikets nät.

Table 1. Coordinates in Swedish net (RN) of the studied profiles and their locations in the topographic maps.

Lokal	Kbl	Ruta	Koordinater	
			x/y	z
A	15E	0h	6802700/1437480	500 m
B	15E	0c	6803700/1410000	500 m
C	14D	5g	6778900/1382550	340 m
D	13D	9i	6746050/1392780	345 m
E	13E	1g	6709150/1434560	225 m
F	13E	9g	6745080/1432550	400 m
G	13E	7h	6737600/1437100	230 m
Ar	11I	3d	6616750/1618050	28 m
Skul	11G	4h	6623200/1537550	65 m
Frö	11G	4h	6622350/1538550	55 m
Frör	11G	4h	6622750/1538500	63 m
Arj	25I	3a	7318625/1602065	450 m
Rät	16E	5e	6876351/1423746	475 m
Små	4F	5h	6278733/1485785	125 m

Tabell 2. Lerhalt i C-horisonten hos de undersökta moränerna. Provtagningsdjup anges också.

Table 2. Clay content of material <20 mm and <2 mm, respectively, in samples from the C-horizon in the studied profiles. Depths of sample in the profiles are also given in the table.

Prov	Provtagningsdjup (cm)	Vikt-% av <20 mm	Vikt-% av matrix (<2 mm)
A5	75–85	1,6	1,8
B10	85–95	1,9	2,7
C15	100–120	0,3	0,4
D20	85–95	1,2	1,4
E25	90–100	1,1	1,5
F30	65–75	4,6	5,1
G37	105–115		0,3
Ar8	70–80		3,3
Ar10	90–100		0,65
Skul1	100–110		1,5
Frö10	90–100		0,9
Frö17	160–170		1,6
Frör	120–130		1,7
Arj	90–100		5,5
Rät	110–120		0,5
Små	70–80		1,0

Beräkning av mineralinnehåll *Calculation of mineral content (equations)*

Totalkemisk analys (tot.): SiO_2 , AlO_3 osv.

Kungsvattenlakade halter (L): K_2O_L , MgO_L osv.

$$1) \text{Apatit (\%)} = \text{P}_2\text{O}_{5_{\text{tot}}} / \text{P}_2\text{O}_{5_{\text{Apatit}}} \times 10^2$$

$$2) \text{Biotit (\%)} = \text{K}_2\text{O}_L / \text{K}_2\text{O}_{\text{Biotit}} \times 10^2$$

$$3) \text{Albit (\%)} = \text{Na}_2\text{O}_{\text{tot}} / \text{Na}_2\text{O}_{\text{Albit}} \times 10^2$$

4) Ange anortithalt ($\text{An \%}$) i plagioklas (plag), 0 - 100 %

$$5) \text{Anortit (\%)} = \text{An}_{\text{plag}} \times \text{Albit (\%)} / 100 - \text{An}_{\text{plag}}$$

$$6) \text{Plagioklas (\%)} = \text{Albit (\%)} + \text{Anortit (\%)}$$

7) Ange proportionerna (p) av kalcit, pyroxen, amfibol, epidot, granat och titanit (ex. 0,2, 0,1, 0,4, 0,1, 0,1, 0,1).

Summan skall bli = 1

$$8) \Sigma(\text{Amf., epidot, titanit etc.}) = (\text{CaO}_{\text{tot}} - \text{CaO}_{\text{An}} \times \text{An} \times 10^{-2} - \text{CaO}_{\text{Apatit}} \times \text{Apatit} \times 10^{-2}) \\ \times 100 / (p_{\text{kalcit}} \times \text{CaO}_{\text{kalcit}} + p_{\text{pyroxen}} \times \text{CaO}_{\text{pyroxen}} + \\ p_{\text{amfibol}} \times \text{CaO}_{\text{amfibol}} + p_{\text{epidot}} \times \text{CaO}_{\text{epidot}} + p_{\text{granat}} \\ \times \text{CaO}_{\text{granat}} + p_{\text{titanit}} \times \text{CaO}_{\text{titanit}})$$

$$9) \text{Kalcit (\%)} = p_{\text{kalcit}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot, titanit etc.})$$

$$10) \text{Pyroxen (\%)} = p_{\text{pyroxen}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot, titanit etc.})$$

$$11) \text{Amfibol (\%)} = p_{\text{amfibol}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot, titanit etc.})$$

$$12) \text{Epidot (\%)} = p_{\text{epidot}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot, titanit etc.})$$

$$13) \text{Granat (\%)} = p_{\text{granat}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot, titanit etc.})$$

$$14) \text{Titanit (\%)} = p_{\text{titanit}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot, titanit etc.})$$

$$15) \text{Ange } p_{\text{kalcit}}, p_{\text{pyroxen}}, p_{\text{amfibol}}, p_{\text{epidot}} \text{ och } p_{\text{granat}}$$

$$16) \Sigma(\text{Amf., epidot etc.})_L = (\text{CaO}_L - \text{CaO}_{\text{apatit}} \times P_L \times 2.29 / P_2\text{O}_{5\text{apatit}} - \text{CaO}_{\text{kalcit}} \times \text{Kalcit} \times 10^{-2}) \times 100 / (p_{\text{pyroxen}} \times \text{CaO}_{\text{pyroxen}} + p_{\text{amfibol}} \times \text{CaO}_{\text{amfibol}} + p_{\text{epidot}} \times \text{CaO}_{\text{epidot}} + p_{\text{granat}} \times \text{CaO}_{\text{granat}})$$

$$17) \text{Pyroxen}_L (\%) = p_{\text{pyroxen}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot etc.})_L$$

$$18) \text{Amfibol}_L (\%) = p_{\text{amfibol}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot etc.})_L$$

$$19) \text{Epidot}_L (\%) = p_{\text{epidot}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot etc.})_L$$

$$20) \text{Granat}_L (\%) = p_{\text{granat}} \times \Sigma(\text{Amf., epidot etc.})_L$$

$$21) \text{Ange förhållandet mikroklin / plagioklas} = f$$

$$22) \text{Mikroklin} (\%) = \text{plagioklas} \times f$$

$$23) \text{Muskovit} (\%) = (\text{K}_2\text{O}_{\text{tot}} - \text{K}_2\text{O}_{\text{mikroklin}} \times \text{Mikroklin} \times 10^{-2} - \text{K}_2\text{O}_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - \text{K}_2\text{O}_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2}) \times 100 / \text{K}_2\text{O}_{\text{muskovit}}$$

$$24) \text{Om muskovit} (\%) < 0 \text{ beräkna}$$

$$f_{\text{nytt}} = (\text{K}_2\text{O}_{\text{tot}} - \text{K}_2\text{O}_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - \text{K}_2\text{O}_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2}) / (\text{K}_2\text{O}_{\text{mikroklin}} \times 10^{-2} \times \text{Plagioklas})$$

$$25) \text{och mikroklin}_{\text{nytt}} (\%) = \text{plagioklas} \times f_{\text{nytt}}$$

$$26) \text{Beräkna } k_1 = \text{Na}_2\text{O}_{\text{tot}} / (\text{Na}_2\text{O}_{\text{albit}} \times \text{Albit} \times 10^{-2} + \text{Na}_2\text{O}_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2} + \text{Na}_2\text{O}_{\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} \times 10^{-2})$$

$$27) \text{Korrigerade albithalten beräknade i (3). Albit}_{\text{korrr}} (\%) = k_1 \times (3). \text{ Gå sedan vidare (5), (6), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (22 med } f_{\text{nytt}}), (23), (24) \text{ och (25)}$$

$$28) \text{Beräkna } k_2 = \text{CaO}_{\text{tot}} / (\text{CaO}_{\text{anortit}} \times \text{Anortit} \times 10^{-2} + \text{CaO}_{\text{apatit}} \times \text{Apatit} \times 10^{-2} + \text{CaO}_{\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen} \times 10^{-2} + \text{CaO}_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2} + \text{CaO}_{\text{epidot}} \times \text{Epidot} \times 10^{-2} + \text{CaO}_{\text{granat}} \times \text{Granat} \times 10^{-2} + \text{CaO}_{\text{titanit}} \times \text{Titanit} \times 10^{-2} + \text{CaO}_{\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} \times 10^{-2})$$

$$29) \text{Korrigerade halterna beräknade i (9), (10), (11), (12), (13), (14) genom att multiplicera med } k_2.$$

$$30) \Sigma(\text{Klorit, vermikulit}) = (\text{MgO}_{\text{tot}} - \text{MgO}_{\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen} \times 10^{-2} - \text{MgO}_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2} - \text{MgO}_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - \text{MgO}_{\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} \times 10^{-2} - \text{MgO}_{\text{granat}} \times \text{Granat} \times 10^{-2}) \times 100 / (p_{\text{klorit}} \times \text{MgO}_{\text{klorit}} + p_{\text{vermikulit}} \times \text{MgO}_{\text{vermikulit}})$$

$$31) \text{ Klorit (\%)} = p_{\text{klorit}} \times \Sigma(\text{klorit, vermikulit})$$

$$32) \text{ Vermikulit (\%)} = p_{\text{vermikulit}} \times \Sigma(\text{klorit, vermikulit})$$

$$33) \text{ Klorit}_L (\%) = \frac{(\text{MgO}_L - \text{MgO}_{\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen}_L \times 10^{-2} - \text{MgO}_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol}_L \times 10^{-2} - \text{MgO}_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - \text{MgO}_{\text{vermikulit}} \times \text{Vermikulit} \times 10^{-2}) \times 100}{\text{MgO}_{\text{klorit}}}$$

Halten måste vara större eller lika med noll.

$$34) \text{ Beräkna } \Delta K_2O = K_2O_{\text{tot}} - K_2O_{\text{mikroclin}} \times \text{Mikroclin} \times 10^{-2} - K_2O_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - K_2O_{\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} \times 10^{-2} - K_2O_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2}$$

$$35) \text{ Beräkna } \Delta Na_2O = Na_2O_{\text{tot}} - Na_2O_{\text{albit}} \times \text{Albit} \times 10^{-2} - Na_2O_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2} - Na_2O_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - Na_2O_{\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} \times 10^{-2}$$

$$36) \text{ Beräkna } \Delta CaO = CaO_{\text{tot}} - CaO_{\text{apatit}} \times \text{Apatit} \times 10^{-2} - CaO_{\text{anortit}} \times \text{Anortit} \times 10^{-2} - CaO_{\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen} \times 10^{-2} - CaO_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2} - CaO_{\text{epidot}} \times \text{Epidot} \times 10^{-2} - CaO_{\text{granat}} \times \text{Granat} \times 10^{-2} - CaO_{\text{titanit}} \times \text{Titanit} \times 10^{-2} - CaO_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - CaO_{\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} \times 10^{-2} - CaO_{\text{klorit}} \times \text{Klorit} \times 10^{-2} - CaO_{\text{vermikulit}} \times \text{Vermikulit} \times 10^{-2}$$

$$37) \text{ Beräkna } \Delta MgO = MgO_{\text{tot}} - MgO_{\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen} \times 10^{-2} - MgO_{\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} \times 10^{-2} - MgO_{\text{granat}} \times \text{Granat} \times 10^{-2} - MgO_{\text{biotit}} \times \text{Biotit} \times 10^{-2} - MgO_{\text{klorit}} \times \text{Klorit} \times 10^{-2} - MgO_{\text{vermikulit}} \times \text{Vermikulit} \times 10^{-2} - MgO_{\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} \times 10^{-2}$$

$$38) \text{ Kaolinitihalt (\%)} \text{ bestäms på annat sätt och anges.}$$

$$39) \text{ Rutil, anatas (\%)} = TiO_{2\text{tot}} - TiO_{2\text{titanit}} \times \text{Titanit} \times 10^{-2}$$

$$40) \text{ Järnoxider}_{\text{tot}} (\%) = Fe_2O_{3\text{tot}} - (Fe_2O_{3\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen} + Fe_2O_{3\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} + Fe_2O_{3\text{epidot}} \times \text{Epidot} + Fe_2O_{3\text{granat}} \times \text{Granat} + Fe_2O_{3\text{biotit}} \times \text{Biotit} + Fe_2O_{3\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} + Fe_2O_{3\text{klorit}} \times \text{Klorit} + Fe_2O_{3\text{vermikulit}} \times \text{Vermikulit}) \times 10^{-2}$$

$$41) \text{ Järnoxider}_L (\%) = Fe_2O_{3L} - (Fe_2O_{3\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen}_L + Fe_2O_{3\text{amfibol}} \times \text{Amfibol}_L + Fe_2O_{3\text{epidot}} \times \text{Epidot}_L + Fe_2O_{3\text{granat}} \times \text{Granat}_L + Fe_2O_{3\text{biotit}} \times \text{Biotit}_L + Fe_2O_{3\text{klorit}} \times \text{Klorit}_L + Fe_2O_{3\text{vermikulit}} \times \text{Vermikulit}_L) \times 10^{-2}$$

$$42) \text{ Hematit, magnetit (\%)} = \text{Järnoxider}_{\text{tot}} - \text{Järnoxider}_L$$

$$\begin{aligned}
43) \text{ Fri Al}_2\text{O}_3 (\%) = & \text{Al}_2\text{O}_{3\text{tot}} - (\text{Al}_2\text{O}_{3\text{albit}} \times \text{Albit} + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{anortit}} \times \text{Anortit} + \\
& + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{mikroclin}} \times \text{Mikroclin} + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen} + \\
& + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{epidot}} \times \text{Epidot} + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{granat}} \times \\
& \times \text{Granat} + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{biotit}} \times \text{Biotit} + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} + \\
& + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{klorit}} \times \text{Klorit} + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{vermikulit}} \times \text{Vermikulit} + \\
& + \text{Al}_2\text{O}_{3\text{kaolinit}} \times \text{Kaolinit}) \times 10^{-2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
44) \text{ Kvarts (\%)} = & \text{SiO}_{2\text{tot}} - (\text{SiO}_{2\text{albit}} \times \text{Albit} + \text{SiO}_{2\text{anortit}} \times \text{Anortit} + \text{SiO}_{2\text{mikroclin}} \times \\
& \times \text{Mikroclin} + \text{SiO}_{2\text{pyroxen}} \times \text{Pyroxen} + \text{SiO}_{2\text{amfibol}} \times \text{Amfibol} + \\
& + \text{SiO}_{2\text{epidot}} \times \text{Epidot} + \text{SiO}_{2\text{granat}} \times \text{Granat} + \text{SiO}_{2\text{titanit}} \times \text{Titanit} + \\
& + \text{SiO}_{2\text{biotit}} \times \text{Biotit} + \text{SiO}_{2\text{muskovit}} \times \text{Muskovit} + \text{SiO}_{2\text{klorit}} \times \text{Klorit} + \\
& + \text{SiO}_{2\text{vermikulit}} \times \text{Vermikulit} + \text{SiO}_{2\text{kaolinit}} \times \text{Kaolinit}) \times 10^{-2}
\end{aligned}$$

Tabell 1. Mikrosondanalyser av biotiter, vissa delvis kloritiserade. Vikt-%.

Table 1. Microprobe analyses of biotites in the till samples. Some of the biotites are partly chloritized. Wt-%.

Analys nr	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ
Oxid										
K ₂ O	9,420	5,988	5,510	3,303	0,429	9,745	9,686	9,649	9,541	2,976
Na ₂ O	0,097	0,000	0,069	0,136	0,108		0,133	0,175	0,061	0,028
CaO	0,068	0,277	0,288	0,576	0,927	0,022	0,003	0,000	0,019	0,050
MgO	6,990	8,115	8,588	7,352	10,357	7,206	7,466	7,387	7,504	10,019
MnO	0,135	0,095	0,159	0,077	0,131	0,093	0,238	0,148	0,219	0,304
FeO	21,969	20,286	19,888	21,62	18,742	22,315	21,961	21,653	21,593	27,977
TiO ₂	3,973	3,226	3,284	3,794	2,469	4,240	4,013	4,128	3,925	0,904
Al ₂ O ₃	18,557	17,148	18,083	18,301	20,674	17,667	17,769	17,931	17,723	20,398
SiO ₂	34,352	35,383	35,328	33,728	33,677	34,583	34,514	34,814	34,704	27,391
Total	95,560	90,518	91,196	89,228	87,513	96,001	95,784	95,885	95,288	90,047

Analys	IK	2A	2B	2C	2D	2E	2F
Oxid							
K ₂ O	2,102	8,752	8,695	8,630	8,521	8,355	5,770
Na ₂ O	0,045	0,369	0,292	0,297	0,300	0,322	0,080
CaO	0,028	0,068	0,060	0,144	0,037	0,112	0,037
MgO	10,372	9,624	9,224	8,979	10,699	8,168	11,224
MnO	0,244	0,181	0,024	0,150	0,120	0,011	0,159
FeO	28,255	18,492	19,422	19,554	18,217	20,682	20,960
TiO ₂	0,982	2,614	2,223	2,156	2,174	2,638	1,941
Al ₂ O ₃	20,606	19,421	19,766	19,597	19,241	19,276	19,588
SiO ₂	27,775	35,509	35,620	35,958	35,752	35,072	33,349
Total	90,409	95,031	95,326	95,465	95,060	94,635	93,110

Analyserna 1A–1D – moränprov Sku 11 (koordinat 6623200/1437550), analyserna 1F–1K – gneisgranitlokal Sku (koordinat 6623200/1437550) och analyserna 2A–2F – moränprov Ar 10 (koordinat 6616750/1618050).

Tabell 2. Mikrosondanalyser av epidoter. Vikt-%.
Table 2. Microprobe analyses of epidotes in the till samples. Wt-%.

Analys nr	3	4A	4B	5	6A	6B	7A	7B	8	9
Oxid										
K ₂ O	0,006	0,134	0,011	0,147	0,058	0,033	0,016	0,000	0,004	0,007
Na ₂ O	0,031	0,000	0,000	0,000	0,0113	0,221	0,045	0,048	0,044	0,000
CaO	23,542	24,334	23,718	23,191	24,095	23,920	24,519	24,167	24,779	24,102
MgO	0,265	0,196	0,226	0,229	0,276	0,258	0,290	0,338	0,220	0,067
MnO	0,468	0,141	0,672	0,261	0,033	0,075	0,006	0,071	0,054	0,034
FeO	13,655	11,212	9,909	13,307	10,406	7,449	5,630	12,684	13,888	9,249
TiO ₂	0,055	0,096	0,286	0,034	0,049	0,038	0,022	0,073	0,027	0,013
Al ₂ O ₃	22,022	23,780	25,160	21,988	24,560	26,046	29,147	23,084	21,300	25,348
SiO ₂	38,176	37,368	37,680	37,307	37,164	40,297	37,799	37,388	36,470	37,716
Total	98,220	97,261	97,662	96,465	96,753	98,338	97,475	97,853	96,786	96,537

Analys 3 – moränprov B10 (koord. 6803700/1410000), analyserna 4A–4B – moränprov A5 (koord. 6802700/1427480), analys 5 – moränprov C15 (koord. 6778900/1382550), analyserna 6A–6B – moränprov D20 (koord. 6746050/1392780), analyserna 7A–7B – moränprov E25 (koord. 6709150/1434560), analys 8 – moränprov G37 (koord. 6737600/1437100) och analys 9 – moränprov Sku 11 (koord. 6623200/1437550).

Tabell 3. Mikrosondanalyser av hornblendan. Vikt-%.
Table 3. Microprobe analyses of hornblendes in the till samples. Wt-%.

Analys nr	10	11	12A	12B
Oxid				
K ₂ O	0,328	0,840	1,269	1,289
Na ₂ O	1,197	1,066	1,072	1,047
CaO	12,160	11,909	12,155	11,893
MgO	13,273	10,747	8,316	7,363
MnO	0,184	0,846	0,378	0,504
FeO	12,696	18,157	19,364	20,573
TiO ₂	1,529	1,035	0,970	0,824
Al ₂ O ₃	9,619	6,682	11,529	11,088
SiO ₂	44,977	45,626	42,680	42,613
Total	95,962	96,907	97,735	97,194

Analys 10 – moränprov C15 (koord. 6778900/1382550), analys 11 – moränprov E25 (koord. 6709150/1434560) och analyserna 12A–B – moränprov Sku 11 (koord. 6623200/1437550).

Tabell 4. Mikrosondanalyser av kloriter: Vikt-%.
Table 4. Microprobe analyses of chlorites in the till samples. Wt-%.

Analys nr	I3A	I3B	I3C	I3D	I4A	I4B	I4C	I4D	I4E	I4F
Oxid										
K ₂ O	0,000	0,000	1,298	1,550	0,232	0,044	0,000	0,054	0,036	0,020
Na ₂ O	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,105	0,043	0,019	0,021	0,008
CaO	0,004	0,331	0,619	1,637	0,042	0,180	0,131	0,094	0,043	0,055
MgO	15,495	14,748	13,841	13,531	14,704	14,468	13,617	13,595	13,255	13,105
MnO	0,703	0,323	0,540	0,424	0,635	0,743	0,581	0,628	0,487	0,603
FeO	26,433	29,682	23,609	22,299	27,533	28,498	28,903	29,244	29,335	28,905
TiO ₂	0,026	0,161	0,160	0,037	0,987	0,171	0,115	0,101	0,010	0,050
Al ₂ O ₃	18,515	14,939	16,745	16,569	16,674	16,943	17,091	17,999	18,642	17,931
SiO ₂	27,375	29,709	30,677	31,183	28,653	27,399	26,549	26,839	26,158	25,581
Total	88,550	89,893	88,849	87,229	89,497	88,551	87,030	88,573	87,895	87,257

Analys nr	I5	I6A	I6B	I6C	I6D
Oxid					
K ₂ O	0,000	0,009	0,032	0,070	0,030
Na ₂ O	0,040	0,036	0,024	0,017	0,082
CaO	0,305	0,060	0,061	0,022	0,014
MgO	17,661	11,810	11,408	11,255	11,181
MnO	0,343	0,379	0,352	0,346	0,326
FeO	22,014	29,203	29,019	30,160	30,466
TiO ₂	0,000	0,186	0,099	0,134	0,158
Al ₂ O ₃	20,224	20,966	21,672	21,095	21,329
SiO ₂	26,941	23,644	23,636	24,123	24,204
Total	87,527	86,293	86,302	87,222	87,790

Analyserna I3A–I4D – moränprov D 20 (koord. 6746050/1392780), analyserna I4A–I4F – järngranit (koord. 6730050/1441350), analys I5 – moränprov Sku I I (koord. 6623200/1437550) och analyserna I6A–I6D – gneisgranit lokal Sku (koord. 6623200/1437550).

Tabell 5. Mikrosondanalyser av plagioklaser. Vikt-%.

Table 5. Microprobe analyses of plagioclases in till samples from different parts of Sweden. Wt-%.

Analys nr	17A	17B	17C	17D	17E	18A	18B	18C	18D	19A
Oxid										
K ₂ O	0,087	0,162	0,074	0,086	0,076	0,086	0,061	0,045	0,242	0,039
Na ₂ O	11,368	9,136	8,392	6,724	6,258	9,525	8,699	8,418	7,066	11,418
CaO	0,832	5,250	5,778	8,520	9,206	3,525	5,146	5,555	7,953	0,121
MgO										
MnO										
FeO	0,000	0,123	0,000	0,078	0,000	0,065	0,000	0,077	0,086	0,005
TiO ₂										
Al ₂ O ₃	19,950	24,473	24,342	26,401	27,411	21,291	23,478	23,667	25,504	19,766
SiO ₂	67,202	62,262	61,743	57,190	56,493	64,523	61,849	61,333	59,113	68,475
Total	99,439	101,406	100,329	99,000	99,444	99,015	99,234	99,095	99,964	99,824

Analys nr	19B	19C	19D	19E	20A	20B	20C	21A	21B	21C
Oxid										
K ₂ O	0,063	0,096	0,107	0,078	0,540	0,089	0,168	0,000	0,202	0,294
Na ₂ O	11,189	10,763	10,965	9,893	11,811	11,854	11,726	11,885	11,407	11,253
CaO	0,331	0,960	1,139	2,343	0,076	0,358	0,728	0,112	0,120	0,155
MgO					0,000	0,043	0,078			
MnO					0,000	0,000	0,021			
FeO	0,057	0,031	0,073	0,053	0,016	0,065	0,000	0,000	0,249	0,326
TiO ₂					0,045	0,000	0,008			
Al ₂ O ₃	19,574	19,521	20,530	21,259	20,092	19,438	20,470	19,636	19,481	19,125
SiO ₂	68,501	67,685	68,234	65,754	68,735	66,965	67,785	69,083	68,562	68,359
Total	99,717	99,056	101,049	99,382	101,316	98,813	100,984	100,715	100,021	99,513

Analyserna 17A–17E – morän, SLUs ståndortskartering prov 83-1213 (kbl. 26K ruta 0c), analyserna 18A–18D – morän, SLUs ståndortskartering, prov 86-2623 (kbl. 22] ruta 1c), analyserna 19A–19D – morän, SLUs ståndortskartering, prov 87-4763 (kbl. 19H ruta 0i), analyserna 20A–20C – morän, SLUs ståndortskartering, prov 83-261 (kbl. 15G ruta 3h) och analyserna 21A–21D – morän, prov A5 (koord. 6802700/1427480).

Tabell 5, forts.

Table 5, cont.

Analys nr	21D	22	23A	23B	24A	24B	24C	24D	24E	24F
Oxid										
K ₂ O	0,165	0,411	0,508	0,367	0,111	0,163	0,158	0,264	0,408	0,249
Na ₂ O	11,127	4,993	5,730	4,913	11,327	11,732	11,671	11,023	11,201	4,064
CaO	0,653	10,838	9,582	11,550	0,017	0,081	0,348	0,548	1,314	12,675
MgO		0,144	0,216	0,415						0,163
MnO		0,000	0,016	0,000						0,000
FeO	0,000	0,627	0,789	0,858	0,112	0,051	0,116	0,546	0,059	0,823
TiO ₂		0,119	0,092	0,117						0,099
Al ₂ O ₃	20,038	28,095	27,008	28,223	19,220	19,789	19,529	19,683	20,886	28,498
SiO ₂	67,474	55,164	54,757	53,888	68,388	67,786	67,607	65,885	67,603	50,741
Total	99,457	100,392	98,696	100,332	99,175	100,602	99,429	98,949	101,471	97,311

Analys nr	25A	25B	25C	25D	25E	26A	26B	26C	26D	26E
Oxid										
K ₂ O	0,094	0,311	0,092	0,322	0,145	1,090	0,049	0,382	0,246	0,211
Na ₂ O	11,759	11,676	9,461	7,957	7,990	10,689	11,238	8,498	8,626	8,224
CaO	0,005	0,344	4,284	5,864	6,093	0,204	0,451	5,197	6,181	5,935
MgO						0,026	0,017	0,097	0,056	0,037
MnO						0,138	0,085	0,053	0,026	0,000
FeO	0,165	0,084	0,210	0,056	0,147	0,193	0,000	0,168	0,182	0,161
TiO ₂						0,011	0,000	0,001	0,000	0,000
Al ₂ O ₃	18,977	19,902	22,914	24,060	24,339	20,122	19,468	23,115	24,364	23,775
SiO ₂	68,069	68,502	63,194	61,850	60,192	67,049	67,832	61,604	61,216	60,916
Total	99,069	100,818	100,156	100,111	98,906	99,523	99,140	99,115	100,898	99,258

Analys 22 – moränprov C15 (koord. 6778900/1382550), analyserna 23A–23B – moränprov D20 (koord. 6746050/1392780), analyserna 24A–24D – moränprov G37 (koord. 6737600/1437100), analyserna 25A–25E – moränprov E25 (koord. 6709150/143560) och analyserna 26A–26F – morän, SLUs ståndortskartering, prov 83-879 (kbl. 12H ruta 2i).

Tabell 5, forts.

Table 5, cont.

Analys nr	26F	27A	27B	27C	27D	28A	28B	28C	28D	28E
Oxid										
K ₂ O	0,172	0,068	0,070	0,070	0,081	0,085	0,043	0,079	0,077	0,117
Na ₂ O	8,392	11,318	11,367	11,223	9,242	11,437	11,678	11,094	11,466	10,113
CaO	6,349	0,403	0,450	1,002	3,613	0,105	0,374	0,716	0,877	2,132
MgO	0,040									
MnO	0,000									
FeO	0,087	0,037	0,016	0,063	0,000	0,049	0,032	0,000	0,000	0,000
TiO ₂	0,000									
Al ₂ O ₃	24,604	19,685	20,015	19,858	21,946	19,427	19,335	19,845	19,961	20,930
SiO ₂	61,202	69,339	69,147	67,256	64,728	68,137	67,377	67,871	66,531	66,348
Total	100,845	100,850	101,065	99,472	99,610	99,240	98,839	100,605	98,913	99,640

Analys nr	29A	29B	30A	30B	30C	30D	30E	31A	31B	31C
Oxid										
K ₂ O	0,014	0,035	0,122	0,108	0,323	0,108	0,118	0,097	0,131	0,059
Na ₂ O	11,602	11,698	11,234	9,715	8,666	7,603	7,283	10,677	10,364	9,120
CaO	0,079	0,150	0,697	3,638	4,720	7,083	8,20	1,913	2,128	4,571
MgO	0,057	0,025								
MnO	0,000	0,000								
FeO	0,000	0,055	0,171	0,109	0,191	0,117	0,023	0,008	0,053	0,012
TiO ₂	0,000	0,017								
Al ₂ O ₃	19,624	19,683	20,142	21,724	22,793	25,018	26,304	21,715	21,587	23,024
SiO ₂	67,820	68,015	67,830	63,416	62,446	59,990	57,180	65,224	66,482	62,944
Total	99,198	99,676	100,197	98,709	99,140	99,920	99,328	99,634	100,745	99,730

Analyserna 27A–27D – morän, SLUs ståndortskartering, prov 88-844 (kbl. 12D ruta 6b), analyserna 28A–28E – morän, SLUs ståndortskartering, prov 84-711 (kbl. 11D ruta 9h), analyserna 29A–29B – morän prov Sku 11 (koord. 6623200/1437550), analyserna 30A–30E – morän, SLUs ståndortskartering, prov 86-4443 (kbl. 111 ruta 4h) och analyserna 31A–31E – morän, prov Ar 10.

Tabell 5, forts.

Table 5, cont.

Analys nr	31D	31E	32A	32B	32C	32D	32E	33A	33B	33C
Oxid										
K ₂ O	0,094	0,103	0,022	0,163	0,039	0,055	0,210	0,120	0,155	0,309
Na ₂ O	8,392	6,552	11,571	11,157	11,087	11,048	7,325	11,245	11,322	10,481
CaO	6,244	9,681	0,129	0,326	1,171	1,440	7,091	1,302	1,630	2,022
MgO										
MnO	0,019	0,082	0,096	0,066	0,000	0,020	0,175	0,051	0,065	0,000
FeO										
TiO ₂										
Al ₂ O ₃	24,445	27,378	18,762	19,295	19,791	20,046	24,130	20,409	20,722	21,321
SiO ₂	60,778	56,899	69,734	67,688	67,320	67,752	60,270	67,921	66,341	66,014
Total	99,973	100,696	100,315	98,696	99,407	100,361	99,201	101,047	100,235	100,148

Analys nr	33D	33E	34A	34B	34C	34D	34E	35A	35B	35C
Oxid										
K ₂ O	0,234	0,248	0,080	0,131	0,117	0,268	0,102	0,058	0,033	0,061
Na ₂ O	10,340	9,807	11,566	11,481	8,829	6,926	5,519	10,967	9,695	9,355
CaO	1,973	2,758	0,149	0,427	5,449	8,015	10,943	1,133	3,852	4,578
MgO										
MnO	0,58	0,169	0,000	0,011	0,105	0,042	0,016	0,036	0,049	0,020
FeO										
TiO ₂										
Al ₂ O ₃	20,626	21,864	19,377	19,873	23,900	25,635	28,290	20,343	22,272	23,392
SiO ₂	65,23	65,103	68,162	67,243	61,779	58,188	55,429	66,474	63,708	63,877
Total	98,854	99,950	99,334	99,166	100,179	99,074	100,299	99,284	99,608	101,284

Analyserna 32A–32E – morän, SLUs ståndortskartering, prov 84-202 (kbl. 10F ruta 9a), analyserna 33A–33E – morän, SLUs ståndortskartering, prov 8G-3722 (kbl. 10C ruta 8b), analyserna 34A–34E – motän, SLUs ståndortskartering, prov 87-1291 (kbl. 9H ruta 9i) och analyserna 35A–35E – morän, SLUs ståndortskartering, prov 87-479 (kbl. 8G ruta 8a).

Tabell 5, forts.

Table 5, cont.

Analys nr	35D	35E	36A	36B	36C	36D	37A	37B	37C	37D
Oxid										
K ₂ O	0,124	0,052	0,401	0,096	0,011	0,107	0,120	0,096	0,077	0,213
Na ₂ O	8,138	6,299	11,096	11,144	11,281	11,586	11,272	11,637	11,433	9,695
CaO	5,849	9,180	0,296	0,456	0,697	0,836	0,049	0,100	0,472	3,744
MgO										
MnO										
FeO	0,104	0,044	0,021	0,000	0,018	0,089	0,083	0,091	0,039	0,138
TiO ₂										
Al ₂ O ₃	23,926	26,340	19,976	19,555	20,054	19,835	19,483	19,760	19,830	22,573
SiO ₂	61,175	57,361	67,622	68,480	67,951	67,664	69,306	67,779	67,832	63,983
Total	99,316	99,276	99,412	99,731	100,012	100,118	100,312	99,464	99,685	100,346

Analys nr	37E	38A	38B	38C	38D	38E	39A	39B	39C	39D
Oxid										
K ₂ O	0,159	0,058	0,052	0,078	0,042	0,045	0,087	0,099	0,064	0,178
Na ₂ O	8,917	11,353	11,901	11,117	11,111	11,206	11,545	11,688	9,915	9,527
CaO	4,520	0,081	0,281	0,321	0,414	0,778	0,507	0,548	2,799	3,080
MgO										
MnO										
FeO	0,134	0,000	0,026	0,081	0,039	0,065	0,047	0,107	0,193	0,146
TiO ₂										
Al ₂ O ₃	22,843	19,281	19,596	19,003	18,743	19,466	19,949	19,784	21,726	21,805
SiO ₂	63,314	68,266	69,326	69,621	68,146	67,661	68,798	68,393	64,573	63,833
Total	99,886	99,039	101,181	100,222	98,494	99,221	100,933	100,619	99,269	98,569

Analyserna 36A–36D – morän, SLUs ståndortskartering, prov 87-3053 (kbl. 6F ruta 7h), analyserna 37A–37E – morän, SLUs ståndortskartering, prov 86-1915 (kbl. 4E ruta 5a), analyserna 38A–38E – morän, SLUs ståndortskartering, prov 86-1304 (kbl. 4G ruta 5a) och analyserna 39A–39D – morän, SLUs ståndortskartering, prov 83-3710 (kbl. 3D ruta 8b).

Tabell 6. Mikrosondanalyser av pyroxener. Vikt-%.
Table 6. Microprobe analyses of pyroxenes in the till samples. Wt-%.

Analys nr	40	41	42A	42B	43A	43B	43C	44	45
Oxid									
K ₂ O	0,005	0,011	0,011	0,000	0,000	0,015	0,014	0,008	0,000
Na ₂ O	0,430	0,356	0,423	0,295	0,230	0,299	0,295	0,433	0,367
CaO	21,521	19,159	20,321	17,313	21,541	18,405	16,245	21,096	20,106
MgO	15,151	14,760	12,075	15,766	16,605	13,193	11,679	12,799	17,384
MnO	0,261	0,338	0,270	0,374	0,131	0,372	0,300	0,245	0,144
FeO	8,991	12,024	12,338	13,016	5,809	15,076	17,105	11,914	7,095
TiO ₂	1,378	1,048	2,135	0,806	0,636	0,960	2,562	1,144	0,458
Al ₂ O ₃	2,200	1,884	3,945	2,075	3,549	1,430	4,203	2,086	1,992
SiO ₂	50,631	50,111	47,683	50,916	51,127	49,604	46,718	49,717	53,246
Total	100,568	99,690	99,201	100,560	100,627	99,353	99,121	99,442	100,792

Analys 40 – morän, prov B 10 (koord. 6803700/1410000), analys 41 – morän, prov A5 (koord. 6802700/1427480), analyserna 42A–42B – morän, prov C15 (koord.6778900/1382550), analyserna 43A–43C – morän, prov D20 (koord. 6746050/1392780), analys 44 – morän, prov G37 (koord. 6737600/1437100) och analys 45 – morän, prov E25 (koord. 6709150/1434560).

Tabell 7. Mikrosondanalyser av titaniter. Vikt-%.
Table 7. Microprobe analyses of titanites (sphenes) in the till samples. Wt-%.

Analys nr	46	47
Oxid		
K ₂ O	0,012	0,058
Na ₂ O	0,054	0,000
CaO	29,429	28,459
MgO	0,220	1,313
MnO	0,399	0,054
FeO	0,669	2,965
TiO ₂	33,749	33,952
Al ₂ O ₃	3,858	3,064
SiO ₂	30,296	29,718
Total	98,684	99,583

Analys 46 – morän, prov C15 (koord. 6778900/1382550) och analys 47 – morän, prov D20 (koord. 6746050/1392780).

Tabell 1. Kemisk sammansättning (antagen eller bestämd genom mikrosondanalys) för olika mineral som använts för beräkning av mineralinnehåll. Halter i viktprocent.

Table 1. Chemical composition (supposed composition or determined by microprobe analyses) of minerals (wt-%) applied in the calculations of mineral content of the till samples (cf. Appendix 2).

Mineral	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂
Kvarts	100											
Albit	68,7	19,4					11,8					
Anortit	43,2	36,6				20,2						
K-fältspat	64,8	18,3						16,9				
Amfibol	43	13	17		10	11	2	1				2
Amfibol _{Sku}	42,6	11,3	22,2		7,8	12,0	1,1	1,3				2
Muskovit	45,2	38,4						11,8				4
Muskovit _{Ar}	47,9	34,1	1,73		1,0	0,7	1,0	8,8	0,4			4,5
Biotit	36	19	19,9		10		0,2	8,8				4
Biotit _{Ar}	35,6	19,5	21,4		9,3		0,3	8,6				4
Biotit _{Rev}	34,8	15,1	32,6		4,5			9,0				4
Biotit _{Sku}	34,4	18,6	24,4		7,0			9,4				
Flogopit	43,1	12,2			28,9			11,3				4
Illit	52,0	25,0	7,2		3,0			7				6
Klorit	25	19	30		13							15
Klorit _{Ar}	28,6	19,8	27,0		15,0							15
Klorit _{Sku}	36,9	18,1	20,1		10,8							15
Vermikulit I	34	16	28		8							15
Vermikulit II	34	16	8		19							15
Vermikulit III	32	10	20		18							15
Epidot	38	25	12			23						2
Apatit						55				42		0,6
Titanit	31					28			41			
Kaolinit	46,5	39,5										14
Talk	62,5	0,5	0,5		30							7
Chamosit	20,8	17,6	50,9		4,15							15
Sericit	47,7	37,0			0,04			10				6

Tabell 1. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Dalarna. Profil A över porfyr.

Table 1. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile A from Dalarna county.

Prov: Djup (dm):	A1 1,5–2,5	A2 2,5–3,5	A3 3,5–4,5	A4 4,5–5,5	A5 7,5–8,5
SiO ₂ %	88,8	55,8	76,7	79,6	80,7
Al ₂ O ₃ %	4,11	13,4	9,89	9,11	8,7
CaO %	0,167	0,652	0,927	0,947	1,17
Fe ₂ O ₃ %	1,15	4,49	2,59	2,32	2,21
K ₂ O %	1,89	2,11	2,98	3,19	3,24
MgO %	0,0727	0,379	0,485	0,491	0,40
MnO %	0,0275	0,0304	0,0356	0,0374	0,040
Na ₂ O %	0,668	1,16	1,65	1,77	1,780
P ₂ O ₅ %	0,0196	0,168	0,0867	0,0689	0,079
TiO ₂ %	0,884	0,679	0,583	0,529	0,546
Summa %	97,8	78,8	95,9	98,1	98,8
LOI %	1,8	20	3,7	1,6	0,7
Ba ppm	217	297	413	443	481
Be ppm	<1,16	<1,16	<1,15	1,22	1,2
Co ppm	<5,82	<5,82	6,33	7,09	<5,89
Cr ppm	25,6	39,0	24,5	44,6	17,7
Cu ppm	14,3	15,4	14,5	16,2	11,2
La ppm	<11,6	18,3	16,3	16,2	18,4
Mo ppm	<5,82	<5,82	<5,73	<5,98	<5,89
Nb ppm	18,7	9,50	9,12	9,80	10,3
Ni ppm	5,96	18,1	12,7	18,6	8,10
Pb ppm	<11,6	23,9	11,6	26,6	26,1
Sc ppm	<2,33	5,06	4,47	3,98	4,44
Sn ppm	11,4	9,59	9,07	10,3	<5,89
Sr ppm	28,9	64,4	92,8	104	131
V ppm	21,9	64,8	41,3	35,6	34,9
W ppm	<11,6	14,9	<11,5	<12,0	<11,8
Y ppm	10,0	11,5	12,1	12,1	13,5
Yb ppm	1,87	1,98	1,81	2,03	2,03
Zn ppm	24,6	50,7	42,1	47,7	48,7
Zr ppm	326	188	211	232	280

Tabell 1, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Dalarna. Profil B över Bredvads-porfyryr.

Table 1, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile B from Dalarna county.

Prov: Djup (dm):	B6 0,5–1,5	B7 1,5–2,5	B8 2,5–3,5	B9 3,5–4,5	B10 8,5–9,5
SiO ₂ %	82,7	69,8	73,1	73,4	74,5
Al ₂ O ₃ %	8,04	12,6	12,6	12,3	12,1
CaO %	0,301	0,618	0,711	0,732	0,760
Fe ₂ O ₃ %	1,06	3,75	2,87	2,83	2,79
K ₂ O %	3,79	3,62	4,03	4,12	4,24
MgO %	0,118	0,382	0,486	0,502	0,519
MnO %	0,0276	0,0996	0,0505	0,0499	0,0589
Na ₂ O %	1,64	2,14	2,32	2,33	2,38
P ₂ O ₅ %	0,0395	0,0845	0,0972	0,0783	0,0883
TiO ₂ %	0,702	0,600	0,623	0,644	0,640
Summa %	98,4	93,6	96,9	96,9	98,1
LOI %	1,4	6,1	2,8	2,2	1,8
Ba ppm	367	409	534	574	554
Be ppm	<1,21	2,00	2,59	2,49	2,19
Co ppm	<6,07	8,02	6,92	<6,16	5,60
Cr ppm	14,8	128,0	28,4	23,0	30,5
Cu ppm	28,3	20,0	18,6	28,5	18,3
La ppm	<12,1	13,8	23,4	26,9	28,4
Mo ppm	<6,07	<5,37	<5,91	<6,16	<5,24
Nb ppm	14,9	11,20	9,86	13,5	13,3
Ni ppm	7,71	44,0	15,3	13,2	15,8
Pb ppm	<12,1	24,8	11,9	37,2	33,8
Sc ppm	<2,43	3,87	4,64	5,12	5,16
Sn ppm	10,3	10,5	6,02	9,55	10,3
Sr ppm	55,8	84,2	98,5	101	102
V ppm	22,8	41,8	36,6	39,1	38,1
W ppm	<12,1	13,9	<11,8	<12,3	12,1
Y ppm	7,29	11,3	15,8	16,4	15,9
Yb ppm	1,28	2,08	2,39	2,64	2,48
Zn ppm	41,8	111	100	103	86,2
Zr ppm	292	235	289	307	300

Tabell 1, forts, Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Dalarna. Profil C över Dala-sandsten.

Table 1, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile C from Dalarna county.

Prov: Djup (dm):	C11 0,5–1,5	C12 1,5–2,5	C13 2,5–3,5	C14 3,5–4,5	C15 (10–12)
SiO ₂ %	95,3	84,1	89,0	89,8	91,0
Al ₂ O ₃ %	2,63	7,30	5,29	5,01	4,33
CaO %	0,0547	0,293	0,377	0,402	0,542
Fe ₂ O ₃ %	0,721	1,75	1,27	1,25	1,14
K ₂ O %	1,62	2,04	2,17	2,18	2,14
MgO %	0,0587	0,230	0,259	0,281	0,340
MnO %	0,0100	0,0173	0,0188	0,0208	0,0199
Na ₂ O %	0,239	0,501	0,573	0,565	0,568
P ₂ O ₅ %	0,0299	0,318	0,128	0,0991	0,0797
TiO ₂ %	0,246	0,310	0,284	0,295	0,253
Summa %	100,9	96,8	99,4	99,9	100,4
LOI %	0,5	3,6	1,3	0,9	0,4
Ba ppm	324	453	479	490	453
Be ppm	<1,05	<1,09	<1,12	<1,07	<1,15
Co ppm	<5,26	<5,47	<5,57	<5,35	<5,76
Cr ppm	11,5	21,0	107	40,9	83,4
Cu ppm	12,3	12,5	16,4	12,6	18,2
La ppm	<10,5	12,5	<11,1	11,7	14,3
Mo ppm	<5,26	<5,47	<5,57	<5,35	<5,76
Nb ppm	5,57	<5,47	5,87	6,62	<5,76
Ni ppm	8,91	9,96	32,5	11,6	25,1
Pb ppm	<10,5	<10,9	17,3	<10,7	12,2
Sc ppm	<2,10	2,83	2,75	2,50	2,33
Sn ppm	6,58	6,02	6,04	14,9	14,9
Sr ppm	26,6	44,9	50,6	53,6	53,3
V ppm	9,39	26,2	21,6	22,6	23,5
W ppm	<10,5	<10,9	16,4	18,1	19,9
Y ppm	5,60	11,9	10,7	11,8	13,0
Yb ppm	<1,05	1,72	1,72	1,88	2,07
Zn ppm	16,1	38,8	31,1	18,0	38,1
Zr ppm	265	259	288	281	205

Tabell 1, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Dalarna. Profil D över Öje-basalt.

Table 1, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile D from Dalarna county.

Prov: Djup (dm):	D16 0,5–1,0	D17 1,0–2,0	D18 2,0–3,0	D19 4,5–5,5	D20 8,5–9,5
SiO ₂ %	89,9	81,7	85,0	83,9	84,8
Al ₂ O ₃ %	3,37	5,94	5,89	6,39	6,02
CaO %	0,271	0,691	0,866	1,14	1,29
Fe ₂ O ₃ %	1,22	3,48	2,78	2,86	2,82
K ₂ O %	1,53	1,68	1,78	1,88	1,85
MgO %	0,148	0,506	0,607	0,801	0,814
MnO %	0,0399	0,0410	0,0343	0,0373	0,046
Na ₂ O %	0,544	0,706	0,813	0,894	0,909
P ₂ O ₅ %	0,0680	0,105	0,0980	0,108	0,109
TiO ₂ %	0,523	0,638	0,614	0,563	0,553
Summa %	97,6	95,4	98,5	98,5	99,2
LOI %	2,8	4,6	2,0	1,7	1,2
Ba ppm	367	428	459	478	479
Be ppm	<1,21	<1,18	<1,12	<1,13	<1,22
Co ppm	<6,06	7,14	7,83	7,60	8,90
Cr ppm	23,9	48,6	47,9	34,7	39,2
Cu ppm	19,4	23,8	21,2	26,9	24,8
La ppm	<12,1	<11,8	13,7	11,6	<12,2
Mo ppm	<6,06	<5,89	<5,59	<5,66	<6,08
Nb ppm	<6,06	6,35	7,06	<5,66	<6,08
Ni ppm	12,1	18,0	18,8	17,4	20,5
Pb ppm	<12,1	15,8	17,2	<11,3	<12,2
Sc ppm	<2,42	4,07	4,93	5,57	5,50
Sn ppm	9,97	20,7	9,53	10,4	9,04
Sr ppm	50,3	69,9	80,5	87,5	89,5
V ppm	29,9	49,3	45,7	47,7	47,4
W ppm	<12,1	19,9	14,9	<11,3	<12,2
Y ppm	6,43	10,3	14,2	12,4	12,6
Yb ppm	<1,21	1,66	1,98	1,76	1,68
Zn ppm	20,8	49	40,1	33,5	31,9
Zr ppm	238	216	291	193	192

Tabell 1, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Dalarna. Profil E över Järna-granit.

Table 1, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile E from Dalarna county.

Prov: Djup (dm):	E21 0,5–1,5	E22 1,5–2,5	E23 2,5–3,5	E24 4,0–5,0	E25 9,0–10,0
SiO ₂ %	80,4	70,5	76,7	78,5	77,6
Al ₂ O ₃ %	8,94	13,4	11,5	11,1	11,2
CaO %	0,738	0,944	1,04	0,965	1,2
Fe ₂ O ₃ %	1,26	2,64	2,04	1,88	1,86
K ₂ O %	3,62	3,56	3,81	3,90	4,04
MgO %	0,124	0,312	0,370	0,380	0,407
MnO %	0,0176	0,0389	0,0315	0,0307	0,0328
Na ₂ O %	2,00	2,31	2,57	2,56	2,69
P ₂ O ₅ %	0,0391	0,436	0,128	0,0990	0,109
TiO ₂ %	0,372	0,389	0,361	0,361	0,369
Summa %	97,5	94,5	98,6	99,7	99,6
LOI %	2,3	5,2	1,5	1	0,6
Ba ppm	504	519	560	570	596
Be ppm	1,84	2,46	2,83	2,37	2,22
Co ppm	<5,76	<6,08	<5,72	11,2	<5,82
Cr ppm	15,3	51,1	42,8	46,9	37,5
Cu ppm	13,0	15,7	13,5	17,5	18,6
La ppm	<11,5	22,2	16,3	20,9	30,9
Mo ppm	<5,76	<6,08	<5,72	<5,30	<5,82
Nb ppm	8,72	10,3	9,33	8,31	9,88
Ni ppm	<5,76	13,9	13,2	12,9	11,7
Pb ppm	<11,5	<12,2	<11,4	<10,6	18,1
Sc ppm	<2,30	4,04	3,29	3,55	3,40
Sn ppm	8,57	10,7	7,49	5,79	11,9
Sr ppm	123	154	162	157	173
V ppm	20,1	30,1	24,1	25,5	25,4
W ppm	<11,5	<12,2	14,0	<10,6	14,6
Y ppm	6,25	18,1	14,3	16,5	21,1
Yb ppm	1,24	2,82	2,00	2,56	2,82
Zn ppm	16,1	39,4	30,7	24,8	65,8
Zr ppm	261	186	236	234	239

Tabell 1, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Dalarna. Profil F över Siljansgranit.

Table 1, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile F from Dalarna county.

Prov: Djup (dm):	F26 0,5–1,0	F27 1,0–2,0	F28 2,0–3,0	F29 4,0–5,0	F30 6,5–7,5
SiO ₂ %	83,9	73,7	61,2	79,9	81,8
Al ₂ O ₃ %	6,74	9,16	7,11	9,20	8,84
CaO %	0,271	0,460	0,363	0,544	0,607
Fe ₂ O ₃ %	1,28	3,00	1,95	2,50	1,90
K ₂ O %	3,03	3,03	2,55	3,38	3,42
MgO %	0,164	0,390	0,315	0,439	0,407
MnO %	0,0250	0,0516	0,0263	0,0372	0,0356
Na ₂ O %	1,19	1,37	1,20	1,66	1,76
P ₂ O ₅ %	0,0480	0,0736	0,0526	0,0784	0,0791
TiO ₂ %	0,468	0,476	0,353	0,498	0,439
Summa %	97,1	91,7	75,2	98,3	99,3
LOI %	3,9	7,9	24,9	2,0	1,1
Ba ppm	401	425	358	465	458
Be ppm	<1,06	1,40	<1,21	1,68	1,49
Co ppm	<5,31	<6,00	<6,07	<5,85	<5,91
Cr ppm	14,5	30,5	19,0	17,6	25,1
Cu ppm	28,0	13,3	13,2	18,1	21,7
La ppm	<10,6	14,5	15,6	20,1	20,6
Mo ppm	<5,31	<6,00	<6,07	<5,85	<5,91
Nb ppm	10,2	8,96	7,78	10,0	10,7
Ni ppm	7,64	12,2	11,6	12,8	17,4
Pb ppm	<10,6	29,7	<12,1	28,5	12,4
Sc ppm	<2,31	3,31	2,72	3,58	3,30
Sn ppm	13,7	8,61	8,97	19,6	12,0
Sr ppm	63,4	79,2	65,8	92,0	96,8
V ppm	20,4	32,5	24,6	32,0	28,4
W ppm	<10,6	14,3	<12,1	<11,7	12,8
Y ppm	9,19	11,7	12,4	16,8	14,2
Yb ppm	1,68	1,75	2,01	2,40	2,17
Zn ppm	53,7	124	68,8	139	88,7
Zr ppm	256	199	200	253	238

Tabell 1, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Dalarna. Profil G över Siljansgranit.

Table 1, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile G from Dalarna county.

Prov: Djup (dm):	G31 0,6–1,0	G32 1,0–2,5	G33 2,5–4,5	G34 4,5–6,5	G35 6,5–8,5	G36 8,5–10,5	G37 10,5–11,5
SiO ₂ %	84,1	79,2	77,6	78,1	78,0	78,3	78,5
Al ₂ O ₃ %	7,16	8,81	10,8	10,9	11,2	11,0	10,6
CaO %	0,208	0,286	0,579	0,550	0,552	0,617	0,557
Fe ₂ O ₃ %	1,20	2,11	2,26	2,24	2,23	2,29	2,92
K ₂ O %	2,95	3,15	3,93	4,01	4,12	4,16	3,95
MgO %	0,119	0,176	0,396	0,390	0,389	0,455	0,389
MnO %	0,0185	0,0222	0,0334	0,0325	0,0356	0,0406	0,0585
Na ₂ O %	1,71	1,79	2,38	2,47	2,59	2,63	2,48
P ₂ O ₅ %	0,0292	0,0385	0,0295	0,0296	0,0396	0,0396	0,0396
TiO ₂ %	0,458	0,449	0,373	0,387	0,393	0,397	0,481
Summa %	97,9	96,1	98,4	99,2	99,5	100,0	100,0
LOI %	2,6	3,7	1,7	1,4	1,1	0,9	0,9
Ba ppm	267	296	342	358	366	338	321
Be ppm	1,62	1,89	2,33	2,70	3,02	3,49	3,39
Co ppm	<6,02	<6,01	<5,28	<5,72	<5,69	5,79	5,43
Cr ppm	19,5	21,9	17,2	21,2	<11,4	<11,5	18,9
Cu ppm	15,8	16,2	23,9	22,7	18,6	25,9	18,8
La ppm	<12,0	12,2	18,0	18,1	19,1	19,7	23,9
Mo ppm	<6,02	<6,01	<5,28	<5,72	<5,69	<5,73	<5,31
Nb ppm	12,4	15,6	13,4	16,6	11,3	13,7	19,1
Ni ppm	9,77	10,9	7,53	10,9	11,2	10,8	10,8
Pb ppm	<12,0	34,0	31,8	<11,4	22,9	47,4	45,6
Sc ppm	<2,41	<2,40	3,30	3,00	3,13	3,78	3,57
Sn ppm	6,32	16,1	11,6	5,97	8,95	18,4	13,1
Sr ppm	44,0	55,0	92,4	96,7	97,3	93,6	88,0
V ppm	17,6	27,0	28,6	33,1	32,2	34,2	43,4
W ppm	<12,0	12,0	<10,6	<11,4	<11,4	<11,5	13,0
Y ppm	12,0	14,2	16,8	20,0	23,7	18,7	21,6
Yb ppm	1,86	2,67	2,68	3,08	3,70	3,32	3,90
Zn ppm	77,3	140	164	121	153	222	121
Zr ppm	359	280	159	179	162	138	162

Tabell 2. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Arlanda.

Table 2. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Ar from Arlanda, Uppland.

Prov : Djup (dm):	Ar 2 1,5–2,0	Ar 3 2,0–3,0	Ar 4 3,0–4,0	Ar 5 4,0–5,0	Ar 6 5,0–6,0
SiO ₂ %	70,1	71,4	71,1	72,2	74,8
Al ₂ O ₃ %	11,09	12,02	12,09	12,08	12,03
CaO %	1,24	1,23	1,39	1,14	1,27
Fe ₂ O ₃ %	3,82	3,67	3,93	4,08	3,62
K ₂ O %	2,59	2,63	2,72	2,55	2,58
MgO %	0,912	1,02	1,36	1,39	1,29
MnO %	0,0394	0,04	0,0462	0,0388	0,0353
Na ₂ O %	2,16	2,22	2,34	2,16	2,18
P ₂ O ₅ %	0,0657	0,0667	0,308	0,107	0,0981
TiO ₂ %	0,428	0,408	0,415	0,41	0,383
Summa %	93,3	94,8	96,5	96,9	98,56
LOI %	6,01	4,07	3,08	3	1,09
Ba ppm	534	523	523	481	489
Be ppm	1,43	1,62	2,1	2,45	2,71
Co ppm	8,05	9,03	8,44	12,07	8,53
Cr ppm	111	80,5	112	166	103
Cu ppm	15,06	18,01	30,3	25,4	30,2
La ppm	16,09	19,03	18,09	23,04	29,4
Mo ppm	<6,22	<5,81	<6,20	<6,09	<6,04
Nb ppm	8,24	<5,81	<6,20	8,25	8,04
Ni ppm	21,01	20,06	31,3	64	41,7
Pb ppm	<12,4	<11,6	<12,4	19,06	<12,1
Sc ppm	7,79	8,16	8,9	9,03	8,78
Sn ppm	<6,22	<5,81	<6,20	11	8,61
Sr ppm	152	151	152	137	135
V ppm	54,5	52,8	57,6	62,8	59
W ppm	<12,4	<11,6	<12,4	13,07	<12,1
Y ppm	13,08	14,08	16,03	19,07	19,01
Yb ppm	2,02	2,31	2,16	2,67	2,49
Zn ppm	66,4	75,2	115	59,9	63,1
Zr ppm	211	186	168	167	173

Tabell 2, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Arlanda.

Table 2, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Ar from Arlanda, Uppland.

Prov : Djup (dm):	Ar 7 6,0–7,0	Ar 8 7,0–8,0	Ar 9 8,0–9,0	Ar 10 9,0–10,0
SiO ₂ %	75,5	75,6	74,9	76,4
Al ₂ O ₃ %	12,01	12,02	11,06	11
CaO %	1,17	1,13	1,46	1,36
Fe ₂ O ₃ %	3,76	3,59	3,31	3
K ₂ O %	2,64	2,71	2,53	2,45
MgO %	1,25	1,27	1,01	0,866
MnO %	0,0384	0,0345	0,0395	0,0356
Na ₂ O %	2,19	2,18	2,37	2,45
P ₂ O ₅ %	0,118	0,118	0,128	0,109
TiO ₂ %	0,379	0,377	0,32	0,272
Summa %	99,1	99,2	97,6	98
LOI %	1,05	1,06	1,02	1,01
Ba ppm	494	494	506	488
Be ppm	2,69	2,54	2,53	2,77
Co ppm	10,07	9,25	9,58	8,7
Cr ppm	150	99,3	! 125	97,8
Cu ppm	37	34	34,5	30,8
La ppm	26,9	26,7	19,09	18,09
Mo ppm	<6,13	<5,94	<5,91	<5,89
Nb ppm	8,4	6,53	6,29	<5,89
Ni ppm	38,4	32,1	32,2	24,8
Pb ppm	<12,3	<11,9	<11,8	<11,8
Sc ppm	8,56	8,74	7,9	6,43
Sn ppm	7,74	<5,94	9,61	8,04
Sr ppm	133	131	157	161
V ppm	59,1	57,3	48,4	40,1
W ppm	<12,3	<11,9	12,07	<11,8
Y ppm	18,04	19,06	18,08	15,08
Yb ppm	2,17	2,45	2,4	2,08
Zn ppm	88,8	71	90,9	61,2
Zr ppm	168	179	192	147

Tabell 3. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Skultuna, profil Sku.

Table 3. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Sku from Skultuna, Västmanland county.

Prov: Djup (dm):	Sku 1 0–1,0	Sku 2 1,0–2,0	Sku 3 2,0–3,0	Sku 4 3,0–4,0	Sku 5 4,0–5,0	Sku 6 5,0–6,0
SiO ₂ %	69,6	70,4	71,1	71,3	72,2	72,6
Al ₂ O ₃ %	11	11,7	12,2	12,4	12,2	12,3
CaO %	1,62	1,61	1,72	1,76	1,73	1,71
Fe ₂ O ₃ %	4,18	4,34	4,16	3,98	4	3,78
K ₂ O %	2,47	2,59	2,69	2,77	2,83	2,87
MgO %	0,857	0,914	1,02	1,06	1,02	1,02
MnO %	0,0606	0,0624	0,0524	0,0471	0,0475	0,0467
Na ₂ O %	2,2	2,28	2,4	2,52	2,53	2,63
P ₂ O ₅ %	0,0919	0,0851	0,0953	0,0961	0,107	0,107
TiO ₂ %	0,458	0,456	0,477	0,438	0,417	0,404
Summa %	92,5	94,5	95,9	96,4	97,1	97,4
LOI %	8,1	5,5	4,7	3,9	3	2,7
Ba ppm	563	590	596	604	609	603
Be ppm	1,53	1,74	1,75	1,91	1,71	1,81
Co ppm	6,34	7,52	<5,74	7,73	6,11	6,29
Cr ppm	53,3	56	59,3	61,4	59,7	63,5
Cu ppm	20,8	28,2	17,5	23,9	22,5	20,8
La ppm	17,9	14,8	14,9	19,3	20,3	20,2
Mo ppm	<5,84	<6,21	<5,74	<5,89	<6,01	<6,05
Nb ppm	11	9,09	9,52	10,8	8,71	9,53
Ni ppm	19,4	20	15,8	16,8	18,7	17,8
Pb ppm	48,5	78,5	58,2	101	98,5	78,8
Sc ppm	5,38	5,6	6,05	6,31	6,07	6,21
Sn ppm	7,36	7,53	<5,74	<5,89	<6,01	<6,05
Sr ppm	151	154	162	170	171	171
V ppm	56,5	52	54,8	52,5	50,2	48,3
W ppm	<11,7	<12,4	<11,5	13,9	<12,0	<12,1
Y ppm	13	12,8	13,7	15,9	17,4	17,5
Yb ppm	2,13	1,85	1,92	2,2	2,35	2,32
Zn ppm	78,9	88,1	90	82,6	65,8	66,5
Zr ppm	208	210	204	205	197	189

Tabell 3, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Skultuna, profil Sku, samt av berggrunden vid provtagningslokalen, prov Sku 0.

Table 3, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Sku from Skultuna, Västmanland county.

Prov: Djup (dm):	Sku 7 6,0–7,0	Sku 8 7,0–8,0	Sku 9 8,0–9,0	Sku 10 9,0–10,0	Sku 11 10,0–11,0	Sku 0 Berg
SiO ₂ %	72,8	73,8	75,2	74,4	74,6	65
Al ₂ O ₃ %	12,3	12,3	12,2	12,2	12,3	15,4
CaO %	1,78	1,95	1,98	1,96	2,11	3,65
Fe ₂ O ₃ %	3,6	3,51	3,3	3,41	3,35	7,09
K ₂ O %	2,86	2,89	2,9	2,94	2,94	2,24
MgO %	1,1	1,02	1,01	1,05	1,04	1,78
MnO %	0,0467	0,0482	0,0475	0,0515	0,0516	0,0636
Na ₂ O %	2,61	2,72	2,73	2,72	2,79	2,88
P ₂ O ₅ %	0,117	0,138	0,139	0,139	0,139	0,229
TiO ₂ %	0,407	0,376	0,395	0,415	0,398	0,934
Summa %	97,6	98,7	99,9	99,3	99,7	99,2
LOI %	2,6	1,7	1	0,9	0,8	0,6
Ba ppm	612	613	624	632	626	839
Be ppm	1,69	1,62	1,75	1,73	1,83	1,85
Co ppm	6,27	<5,85	7,42	7,24	6,41	24,7
Cr ppm	65,8	70,1	62,3	57,7	52,5	967
Cu ppm	22,9	23,1	21	22,1	25,5	30,5
La ppm	23,4	18,8	25,1	24,8	27,8	50,8
Mo ppm	<6,08	<5,85	<5,68	<5,85	<5,82	<5,79
Nb ppm	10,1	7,84	9,88	9,2	9,2	15,7
Ni ppm	19,2	15,5	14,6	10,5	15,9	402
Pb ppm	67,3	238	24	28,7	32,8	86,1
Sc ppm	6,57	5,96	6,28	6,88	6,56	12,8
Sn ppm	<6,08	22,4	<5,68	<5,85	<5,82	<5,79
Sr ppm	172	182	179	178	184	222
V ppm	49,3	44,6	47,2	48,3	47,2	82,7
W ppm	<12,2	<11,7	16,1	<11,7	<11,6	19,2
Y ppm	18,6	17,9	18,5	19,9	21,3	29,9
Yb ppm	2,71	2,28	2,42	2,46	2,89	3,61
Zn ppm	53,5	74,9	39,3	41,6	42	119
Zr ppm	208	198	197	198	201	240

Tabell 4. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Skultuna, profil Frö.

Table 4. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Frö and profile Frör from Skultuna, Västmanland county.

Prov: Djup (dm):	Frö 2 1,0–2,0	Frö 3 2,0–3,0	Frö 4 3,0–4,0	Frö 5 4,0–5,0	Frö 6 5,0–6,0	Frö 7 6,0–7,0
SiO ₂ %	75,4	74,4	72,9	73,2	73,6	73,9
Al ₂ O ₃ %	9,22	11,4	11,8	11,8	11,9	11,9
CaO %	1,31	1,63	1,95	1,74	1,76	1,82
Fe ₂ O ₃ %	3,2	3,37	3,42	3,29	3,3	3,35
K ₂ O %	2,67	2,85	2,9	2,85	2,93	2,87
MgO %	0,596	0,884	1,05	0,941	0,945	0,93
MnO %	0,0384	0,0471	0,0471	0,0471	0,0474	0,0514
Na ₂ O %	2,17	2,73	2,87	2,89	2,93	2,93
P ₂ O ₅ %	0,0576	0,255	0,226	0,167	0,128	0,128
TiO ₂ %	0,373	0,323	0,316	0,312	0,327	0,329
Summa %	95,1	97,9	97,5	97,3	97,9	98,1
LOI %	4,1	1,9	1,8	1,9	1,3	1,2
Ba ppm	504	527	541	527	539	531
Be ppm	1,36	2,1	2,14	1,95	2,04	1,97
Co ppm	<6,10	<5,72	<5,76	<5,89	<6,14	7,12
Cr ppm	42,6	36,9	37,8	37	38,9	35
Cu ppm	27,8	21,1	20,5	30,9	25,9	37,1
La ppm	<12,2	14,9	14,8	14,8	15,3	18,8
Mo ppm	<6,10	<5,72	<5,76	<5,89	<6,14	<5,79
Nb ppm	<12,2	<11,4	<11,5	<11,8	<12,3	<11,6
Ni ppm	20,6	15,2	16	13,6	16,6	16,8
Pb ppm	0	0	0	0	0	0
Sc ppm	<2,44	4,24	4,62	4,95	4,87	4,8
Sn ppm	<12,2	<11,4	<11,5	13,3	<12,3	<11,6
Sr ppm	138	156	164	165	165	168
V ppm	31,4	35,5	35,9	36,6	35,8	37,6
W ppm	22,6	30,3	25,1	19,2	26,3	20,9
Y ppm	10,5	14,2	16,1	14,6	16,1	16,5
Yb ppm	1,61	2,02	2,23	1,97	2,18	2,25
Zn ppm	21,4	23	24,9	25,3	24	26,8
Zr ppm	210	153	149	126	142	152

Tabell 4, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Skultuna, profil Frö.

Table 4, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Frö and profile Frör from Skultuna, Västmanland county.

Prov: Djup (dm):	Frö 8 7,0–8,0	Frö 9 8,0–9,0	Frö 10 9,0–10,0	Frö 11 10,0–11,0	Frö 12 11,0–12,0	Frö 13 12,0–13,0
SiO ₂ %	73,6	73,4	73,2	74,6	74,3	74,4
Al ₂ O ₃ %	12,2	12,6	12,3	11,8	11,8	11,8
CaO %	1,86	1,96	2	1,9	1,94	1,96
Fe ₂ O ₃ %	3,47	3,57	3,84	3,33	3,32	3,47
K ₂ O %	2,95	3	2,9	2,86	2,88	2,83
MgO %	1,03	1,09	1,12	1,02	1,02	0,978
MnO %	0,0554	0,0574	0,0632	0,0534	0,0554	0,0545
Na ₂ O %	2,9	2,99	2,9	2,87	2,89	2,86
P ₂ O ₅ %	0,0989	0,099	0,109	0,0989	0,109	0,099
TiO ₂ %	0,342	0,353	0,374	0,345	0,347	0,363
Summa %	98,5	99,1	98,8	98,8	98,7	98,8
LOI %	1,1	1	1,3	1,1	1	1
Ba ppm	548	574	543	539	542	544
Be ppm	2,09	2,19	2,14	2,08	2,09	2,06
Co ppm	6,8	7,73	7,08	6,48	6,76	7,09
Cr ppm	46,5	50,8	40,9	50,1	46,9	41,8
Cu ppm	37,5	31,1	55,2	28,7	28,8	26,8
La ppm	17,9	18,2	20,9	20	20,3	19,8
Mo ppm	<6,10	<6,17	<5,86	<5,89	<5,36	<5,60
Nb ppm	<12,2	<12,3	<11,7	<11,8	<10,7	<11,2
Ni ppm	16,7	17,8	19,4	20,8	22,3	15,7
Pb ppm	0	0	0	0	0	0
Sc ppm	5,32	5,97	6,12	5,36	5,07	5,41
Sn ppm	<12,2	<12,3	<11,7	<11,8	<10,7	<11,2
Sr ppm	171	183	174	169	170	172
V ppm	39,5	44,2	44,8	40,1	40,6	40,5
W ppm	32,2	35,6	15,8	23,8	25,3	21,3
Y ppm	16,6	16,5	19,3	19,9	18,5	18,7
Yb ppm	2,18	2,15	2,58	2,47	2,42	2,39
Zn ppm	33,2	39,4	45,3	33,2	37,4	33,8
Zr ppm	154	138	168	162	179	169

Tabell 4, forts. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Skultuna, profil Frö och profil Frör.

Table 4, cont. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Frö and profile Frör from Skultuna, Västmanland county.

Prov: Djup (dm):	Frö 14 13,0–14,0	Frö 15 14,0–15,0	Frö 16 15,0–16,0	Frö 17 16,0–17,0	Frör 12,0–13,0
SiO ₂ %	74,3	74,5	75,2	74,3	71,4
Al ₂ O ₃ %	11,9	11,7	11,7	12,1	12,5
CaO %	1,97	2	1,95	1,97	2,39
Fe ₂ O ₃ %	3,58	3,49	3,27	3,35	3,96
K ₂ O %	2,85	2,77	2,82	2,9	3,01
MgO %	1,02	1,02	0,952	0,984	1,16
MnO %	0,0554	0,0564	0,0525	0,0555	0,0572
Na ₂ O %	2,9	2,87	2,88	2,96	2,85
P ₂ O ₅ %	0,109	0,109	0,0991	0,099	0,128
TiO ₂ %	0,37	0,369	0,348	0,357	0,406
Summa %	99,1	99	99,3	99,1	97,9
LOI %	1,1	1	0,9	1	1,4
Ba ppm	542	531	541	553	573
Be ppm	2,15	2,04	2,06	2,11	2,04
Co ppm	8,56	7,75	7,16	6,9	<6,12
Cr ppm	37	48,4	41,8	46,5	48,7
Cu ppm	27,8	125	23,9	25,3	24
La ppm	19,4	21,5	19,5	21,1	19,7
Mo ppm	<5,99	<5,81	<5,96	<5,85	<6,12
Nb ppm	<12,0	<11,6	<11,9	<11,7	<12,2
Ni ppm	19,3	21,8	20,7	18,4	19,9
Pb ppm	0	0	0	0	0
Sc ppm	5,52	5,43	5,11	5,54	6,19
Sn ppm	<12,0	<11,6	<11,9	<11,7	<12,2
Sr ppm	172	170	174	178	183
V ppm	42,8	41,9	39,4	40,5	44,1
W ppm	30,2	31	32,2	35,7	20,8
Y ppm	18,4	20	17,9	18,5	19
Yb ppm	2,34	2,53	2,34	2,34	2,4
Zn ppm	32,1	31,4	28,2	31,7	36,7
Zr ppm	177	186	169	158	177

Tabell 5. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Arjeplog, profil Arj.

Table 5. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Arj from Arjeplog, Lappland, Norrbotten county.

Prov: Djup (dm):	Arj 1 0,3–0,9	Arj 2 2,0–3,0	Arj 3 9,0–10,0
SiO ₂ %	76,1	68,6	69,3
Al ₂ O ₃ %	11,6	13,7	13,9
CaO %	1,1	1,91	2,04
Fe ₂ O ₃ %	1,96	5,15	4,55
K ₂ O %	3,8	3,33	3,51
MgO %	0,27	0,697	1,08
MnO %	0,0583	0,116	0,0949
Na ₂ O %	2,85	3,28	3,3
P ₂ O ₅ %	0,0395	0,274	0,217
TiO ₂ %	0,783	0,859	0,764
Summa %	98,6	97,9	98,7
LOI %	1,2	2,1	1,2
Ba ppm	1230	1130	1160
Be ppm	<1,24	<1,21	1,34
Co ppm	<6,18	<6,03	9,01
Cr ppm	19	27,1	50,1
Cu ppm	8,19	14,3	16,8
La ppm	<12,4	24,1	49,4
Mo ppm	<6,18	<6,03	<5,86
Nb ppm	7,87	12,5	8,44
Ni ppm	<6,18	9,71	18,2
Pb ppm	<12,4	<12,1	15,5
Sc ppm	2,98	9,48	9,74
Sn ppm	7,67	11,5	<5,86
Sr ppm	179	221	224
V ppm	22,4	40	42,9
W ppm	<12,4	13,3	<11,7
Y ppm	11,8	30,5	38,8
Yb ppm	2,02	4,93	4,04
Zn ppm	131	36,8	73,2
Zr ppm	496	349	325

Tabell 6. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Rätan, profil Rät.

Table 6. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Rät from Rätan, Härjedalen, Jämtland county.

Prov: Djup (dm):	Rät 1 0,4–0,9	Rät 2 5,0–6,0	Rät 3 1,1–1,2
SiO ₂ %	90,3	76,9	83,7
Al ₂ O ₃ %	4,62	11,4	8,09
CaO %	0,293	0,765	0,991
Fe ₂ O ₃ %	1,14	2,41	1,56
K ₂ O %	2,16	2,64	2,9
MgO %	0,0862	0,256	0,34
MnO %	0,0159	0,024	0,0288
Na ₂ O %	0,892	1,71	1,92
P ₂ O ₅ %	0,0297	0,202	0,0796
TiO ₂ %	0,4	0,354	0,303
Summa %	99,9	96,6	100
LOI %	0,9	3,9	0,5
Ba ppm	325	452	495
Be ppm	<1,21	1,68	1,28
Co ppm	<6,06	<6,02	<5,55
Cr ppm	<12,1	29,6	<11,1
Cu ppm	13,4	19,2	<5,55
La ppm	<12,1	16,4	12
Mo ppm	<6,06	<6,02	<5,55
Nb ppm	9,18	8,61	<5,55
Ni ppm	11,9	13	8,45
Pb ppm	23,9	<12,0	<11,1
Sc ppm	<2,42	4,2	2,75
Sn ppm	8,9	9,74	14,3
Sr ppm	55,9	113	131
V ppm	17	27,7	21
W ppm	16	17,9	12,1
Y ppm	7,27	13,6	12,4
Yb ppm	1,59	2,11	1,45
Zn ppm	93,5	17,3	21,5
Zr ppm	371	161	214

Tabell 7. Kemisk sammansättning av matrix (material <2 mm) ur morän från Småland, profil Små.

Table 7. Chemical composition of matrix (fraction <2 mm) samples from different depth levels in the till profile Små from Emmaboda, Småland, Kronoberg county.

Prov: Djup (dm):	Små 1 0,4–0,7	Små 2 1,5–2,5	Små 3 7,0–8,0
SiO ₂ %	77,1	72,7	73,7
Al ₂ O ₃ %	11,3	13,4	13,2
CaO %	0,855	1,47	1,58
Fe ₂ O ₃ %	0,838	2,36	2,31
K ₂ O %	3,72	3,61	3,66
MgO %	0,112	0,379	0,433
MnO %	0,0422	0,047	0,0474
Na ₂ O %	3,19	3,64	3,72
P ₂ O ₅ %	0,0295	0,0587	0,0791
TiO ₂ %	0,397	0,389	0,376
Summa %	98,2	98	99,1
LOI %	1,8	2,1	1,2
Ba ppm	843	881	886
Be ppm	1,48	1,74	1,85
Co ppm	<6,05	<6,17	6,31
Cr ppm	14,5	16,8	21,2
Cu ppm	10,2	12,1	20,3
La ppm	<12,1	16,8	20,7
Mo ppm	<6,05	<6,17	<6,15
Nb ppm	6,63	<6,17	<6,15
Ni ppm	7,51	11,1	14,9
Pb ppm	12,2	<12,3	<12,3
Sc ppm	<2,42	4,28	4,66
Sn ppm	7,75	6,93	9,14
Sr ppm	174	263	269
V ppm	18,1	27,1	28,2
W ppm	12,2	<12,3	22
Y ppm	7,71	12,1	14
Yb ppm	1,38	1,76	2,33
Zn ppm	122	81,1	22,9
Zr ppm	401	332	315

Tabell 1. Prov A 5. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 1. Sample A 5, profile A. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,8%	2–63 µm 42,2%	63–250 µm 33,9%	250–2000 µm 22,1%
SiO ₂ %	60,7	76,4	83,3	78,4
Al ₂ O ₃ %	16,7	6,9	7,4	10,3
CaO %	1,06	1,26	0,89	1,00
Fe ₂ O ₃ %	4,20	1,96	2,35	2,01
K ₂ O %	4,21	2,45	3,04	3,99
MgO %	1,34	0,30	0,38	0,51
MnO %	0,084	0,040	0,040	0,038
Na ₂ O %	2,270	1,500	1,510	2,070
P ₂ O ₅ %	1,310	0,091	0,059	0,079
TiO ₂ %	0,853	0,586	0,571	0,305
Summa %	92,7	91,6	99,6	98,8
LOI %	6,1	8,9	0,9	1,0

Tabell 2. Prov B 10. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 2. Sample B 10, profile B. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 2,7%	2–63 µm 30,8%	63–250 µm 24,7%	250–2000 µm 41,8%
SiO ₂ %	49,6	76,9	76,9	72,9
Al ₂ O ₃ %	22,3	10,5	10,8	12,9
CaO %	0,40	1,08	0,77	0,70
Fe ₂ O ₃ %	6,75	2,77	2,86	2,62
K ₂ O %	4,20	3,16	3,91	4,93
MgO %	1,36	0,54	0,52	0,52
MnO %	0,130	0,062	0,062	0,056
Na ₂ O %	1,480	1,890	2,060	2,710
P ₂ O ₅ %	0,213	0,098	0,088	0,079
TiO ₂ %	0,907	0,694	0,715	0,510
Summa %	87,4	97,7	98,7	97,8
LOI %	11,1	2,5	1,9	1,8

Tabell 3. Prov C 15. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 3. Sample C 15, profile C. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,4%	2–63 µm 14,7%	63–250 µm 51,4%	250–2000 µm 33,5%
SiO ₂ %	58,7	82,4	91,1	90,9
Al ₂ O ₃ %	18,9	5,7	4,0	4,0
CaO %	0,77	1,70	0,42	0,56
Fe ₂ O ₃ %	4,16	3,04	0,90	0,96
K ₂ O %	4,74	2,21	2,33	1,77
MgO %	1,36	0,81	0,25	0,40
MnO %	0,109	0,058	0,016	0,019
Na ₂ O %	0,85	0,83	0,45	0,62
P ₂ O ₅ %	0,523	0,188	0,060	0,089
TiO ₂ %	0,679	1,120	0,226	0,171
Summa %	90,8	98,0	99,8	99,4
LOI %	8,3	0,9	0,6	0,6

Tabell 4. Prov D 20. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 4. Sample D 20, profile D. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	< 2 µm 1,4%	2–63 µm 23,2%	63–250 µm 38,6%	250–2000 µm 36,5%
SiO ₂ %	59,1	87,4	87,6	80,2
Al ₂ O ₃ %	14,9	5,4	5,2	7,0
CaO %	0,93	1,05	0,90	2,24
Fe ₂ O ₃ %	5,47	2,01	2,02	4,27
K ₂ O %	2,79	1,88	2,01	1,64
MgO %	1,34	0,46	0,55	1,41
MnO %	0,071	0,035	0,032	0,062
Na ₂ O %	1,16	0,90	0,78	1,13
P ₂ O ₅ %	1,940	0,118	0,090	0,157
TiO ₂ %	0,760	0,527	0,418	0,687
Summa %	88,5	99,8	99,7	98,8
LOI %	9,5	1,3	0,4	2,0

Tabell 5. Prov E 25. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 5. Sample E 25, profile E. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,5%	2–63 µm 19,4%	63–250 µm 27,7%	250–2000 µm 51,4%
SiO ₂ %	58,0	79,5	79,8	73,7
Al ₂ O ₃ %	17,0	8,7	9,3	13,0
CaO %	0,98	1,33	0,93	1,40
Fe ₂ O ₃ %	6,42	2,58	1,93	1,84
K ₂ O %	4,30	3,27	3,63	4,44
MgO %	2,45	0,49	0,30	0,49
MnO %	0,131	0,045	0,027	0,034
Na ₂ O %	1,93	1,96	2,21	3,16
P ₂ O ₅ %	0,735	0,198	0,079	0,089
TiO ₂ %	0,919	0,557	0,386	0,249
Summa %	92,9	98,6	98,6	98,3
LOI %	7,0	1,0	0,8	1,0

Tabell 6. Prov F 30. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 6. Sample F 30, profile F. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 5,1%	2–63 µm 35,6%	63–250 µm 31,0%	250–2000 µm 28,2%
SiO ₂ %	68,2	84,4	83,3	78,2
Al ₂ O ₃ %	15,0	7,2	7,2	10,3
CaO %	0,60	0,65	0,55	0,55
Fe ₂ O ₃ %	4,04	1,64	1,59	1,89
K ₂ O %	4,68	2,77	3,01	4,05
MgO %	0,89	0,26	0,36	0,42
MnO %	0,073	0,033	0,029	0,039
Na ₂ O %	1,94	1,45	1,36	2,24
P ₂ O ₅ %	0,143	0,089	0,059	0,069
TiO ₂ %	0,760	0,489	0,372	0,318
Summa %	96,2	99,1	97,9	98,0
LOI %	4,8	1,5	1,2	1,3

Tabell 7. Prov G 37. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 7. Sample G 37, profile G. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,3%	2–63 µm 2,3%	63–250 µm 7,4%	250–2000 µm 90,0%
SiO ₂ %	35,8	65,9	75,9	77,8
Al ₂ O ₃ %	23,1	13,1	8,6	10,7
CaO %	0,24	0,43	0,70	0,59
Fe ₂ O ₃ %	14,40	6,23	6,42	2,06
K ₂ O %	2,26	2,89	2,82	4,25
MgO %	0,53	0,37	0,48	0,41
MnO %	0,283	0,282	0,122	0,038
Na ₂ O %	1,08	1,79	1,83	2,49
P ₂ O ₅ %	0,223	0,092	0,059	0,040
TiO ₂ %	0,821	0,486	1,630	0,277
Summa %	78,7	91,6	98,6	98,7
LOI %	20,3	8,1	2,0	1,0

Tabell 8. Prov Ar 8. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 8. Sample Ar 8, profile Ar. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 3,3%	2–63 µm 26,1%	63–250 µm 45,8%	250–2000 µm 24,8%
SiO ₂ %	42,6	64,4	81,3	77,2
Al ₂ O ₃ %	23,05	16,04	9,42	11,05
CaO %	0,59	1,53	1,06	0,979
Fe ₂ O ₃ %	13,02	5,5	2,17	3
K ₂ O %	4,26	3,74	1,95	2,5
MgO %	4,15	2,05	0,73	1,15
MnO %	0,0752	0,0507	0,0278	0,0287
Na ₂ O %	1,03	2,23	2,16	2,3
P ₂ O ₅ %	0,147	0,166	0,0993	0,079
TiO ₂ %	1,13	0,657	0,3	0,282
Summa %	90,7	96,7	99,2	99
LOI %	8,02	2,05	0,07	1,02

Tabell 9. Prov Ar 10. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 9. Sample Ar 10, profile Ar. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,7%	2–63 µm 14,1%	63–250 µm 52,3%	250–2000 µm 32,9%
SiO ₂ %	36,5	68,1	81,5	74,9
Al ₂ O ₃ %	20,05	13,06	9,49	12,01
CaO %	0,945	2,19	1,26	1,29
Fe ₂ O ₃ %	18	4,83	2,18	3,22
K ₂ O %	3,13	3,14	2,08	2,63
MgO %	2,96	1,43	0,616	0,989
MnO %	0,0886	0,0598	0,0338	0,0346
Na ₂ O %	1,12	2,46	2,36	2,75
P ₂ O ₅ %	0,379	0,226	0,0994	0,0692
TiO ₂ %	0,962	0,594	0,209	0,26
Summa %	84,6	96,7	99,8	98,3
LOI %	13,09	2	0,06	1,01

Tabell 10. Prov Sku 11. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 10. Sample Sku 11, profile Sku. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,5%	2–63 µm 26,6%	63–250 µm 30,0%	250–2000 µm 41,9%
SiO ₂ %	52,9	72,7	77,7	73,2
Al ₂ O ₃ %	20,3	12,4	10,8	13,4
CaO %	1,66	2,38	1,87	2,22
Fe ₂ O ₃ %	9,31	4,23	3,49	3,39
K ₂ O %	3,45	3	2,63	3,18
MgO %	2,74	1,46	0,793	1,05
MnO %	0,142	0,0691	0,0478	0,0486
Na ₂ O %	1,72	2,45	2,63	3,06
P ₂ O ₅ %	0,214	0,207	0,129	0,109
TiO ₂ %	1,23	0,636	0,313	0,306
Summa %	93,6	99,5	100,5	99,9
LOI %	6,8	1,2	0,5	0,8

Tabell 11. Prov Frö 10. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 11. Sample Frö 10, profile Frö. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,9%	2–63 µm 11,9%	63–250 µm 27,1%	250–2000 µm 60,1%
SiO ₂ %	53	70,4	74,6	73,5
Al ₂ O ₃ %	19,5	12,8	11,4	12,7
CaO %	1,37	2,15	1,89	1,93
Fe ₂ O ₃ %	7,3	4,27	3,99	3,37
K ₂ O %	3,58	3,02	2,63	3,01
MgO %	2,34	1,48	1,01	0,986
MnO %	0,13	0,0781	0,0643	0,0535
Na ₂ O %	2,09	2,63	2,72	3,15
P ₂ O ₅ %	0,245	0,166	0,0988	0,0792
TiO ₂ %	0,814	0,565	0,402	0,28
Summa %	90,3	97,6	98,8	99,1
LOI %	9,4	2,4	1,2	1

Tabell 12. Prov Frö 17. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 12. Sample Frö 17, profile Frö. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,6%	2–63 µm 23,3%	63–250 µm 33,6%	250–2000 µm 41,5%
SiO ₂ %	53,8	73,3	77,5	74,1
Al ₂ O ₃ %	19,7	11,9	10,5	12,6
CaO %	1,43	2,19	1,75	1,97
Fe ₂ O ₃ %	7,55	3,86	3,8	3,21
K ₂ O %	3,57	2,96	2,52	3,03
MgO %	2,45	1,32	0,729	1
MnO %	0,136	0,072	0,0518	0,0486
Na ₂ O %	2,01	2,63	2,77	3,16
P ₂ O ₅ %	0,185	0,158	0,0897	0,0794
TiO ₂ %	0,873	0,579	0,312	0,273
Summa %	91,8	99	100	99,5
LOI %	7,6	1,3	0,3	0,8

Tabell 13. Prov Frör 13. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 13. Sample Frör 13, profile Frör. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,7%	2–63 µm 26,9%	63–250 µm 23,3%	250–2000 µm 48,1%
SiO ₂ %	41,4	72,9	74,8	72,7
Al ₂ O ₃ %	16,7	12	11,2	13,7
CaO %	1,11	2,23	1,81	2,17
Fe ₂ O ₃ %	6,82	3,96	5,03	3,5
K ₂ O %	2,84	2,95	2,56	3,08
MgO %	1,97	1,39	0,998	1,09
MnO %	0,0797	0,0629	0,0616	0,0495
Na ₂ O %	1,59	2,55	2,68	3,24
P ₂ O ₅ %	9,47	0,236	0,119	0,0891
TiO ₂ %	0,861	0,582	0,375	0,318
Summa %	82,8	98,9	99,7	99,9
LOI %	9,4	1,8	0,6	1

Tabell 14. Prov Arj 3. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 14. Sample Arj 3, profile Arj. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 5,5%	2–63 µm 42,5%	63–250 µm 24,3%	250–2000 µm 27,7%
SiO ₂ %	48,4	70,7	71,7	69,7
Al ₂ O ₃ %	21	12,9	11,9	13,8
CaO %	0,977	2,32	2,02	1,85
Fe ₂ O ₃ %	11,3	4,5	6,08	4,58
K ₂ O %	4,73	2,85	3,05	3,92
MgO %	3,12	1,13	0,758	0,173
MnO %	0,132	0,0938	0,125	0,0984
Na ₂ O %	1,31	3,08	3,12	3,6
P ₂ O ₅ %	0,224	0,286	0,159	0,129
TiO ₂ %	0,925	0,853	0,656	0,434
Summa %	92	98,8	99,5	98,8
LOI %	6,8	1,3	0,4	0,6

Tabell 15. Prov Rät 3. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 15. Sample Rät 3, profile Rät. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,5%	2–63 µm 13,9%	63–250 µm 36,6%	250–2000 µm 49,0%
SiO ₂ %	61	81,8	85,2	82,9
Al ₂ O ₃ %	16,8	8,13	6,38	8,48
CaO %	1,19	1,54	0,909	0,897
Fe ₂ O ₃ %	4,65	2,49	3,22	2,5
K ₂ O %	4	2,63	2,42	3,1
MgO %	1,42	0,411	0,291	0,292
MnO %	0,0874	0,0437	0,038	0,0359
Na ₂ O %	2,29	1,88	1,46	2
P ₂ O ₅ %	0,688	0,149	0,0599	0,0598
TiO ₂ %	0,798	0,566	0,359	0,198
Summa %	93	99,6	100,3	100,4
LOI %	7	0,8	0,1	0,3

Tabell 16. Prov Små 3. Kemisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 16. Sample Små 3, profile Små. Chemical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,0%	2–63 µm 33,8%	63–250 µm 24,8%	250–2000 µm 40,4%
SiO ₂ %	49,4	74,8	74,9	73,8
Al ₂ O ₃ %	19,7	12,0	12,0	13,5
CaO %	0,848	1,76	1,29	1,35
Fe ₂ O ₃ %	7,44	2,85	3,60	2,41
K ₂ O %	3,12	2,98	3,44	3,92
MgO %	1,47	0,494	0,327	0,346
MnO %	0,0830	0,0580	0,0557	0,0437
Na ₂ O %	2,38	3,19	3,45	3,87
P ₂ O ₅ %	0,415	0,0984	0,0596	0,0596
TiO ₂ %	1,14	0,519	0,306	0,195
Summa %	86,0	98,7	99,4	99,5
LOI %	13,6	1,6	0,6	0,6

Tabell 1. Extrahering, pH-, CEC- och basmättnadsbestämningar av matrixmaterial från moränprofilerna A, B, C, D, E, F och G.

Table 1. Content of exchangeable ions, pH, TA, TEB, CEC, and BM (base saturation) in the matrix of samples from different depths in the profiles A, B, C, D, E, F, and G.

Lokal Prov nr	Djup dm	pH (KCl)	TA mekv/g	AL utb mekv/g	H utb mekv/g	Fe mg/g	Mn mg/g	Na mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	Na mekv/g	K mekv/g	Ca mekv/g	Mg mekv/g	TEB mekv/g	CEC mekv/g	Basm. (BM) %
Lokal A.																		
1	1,5-2,5	3,4	15,12	11,28	3,8	7,2	0,2	8,0	20	11	2,4	0,35	0,52	0,56	0,20	1,63	16,7	10
2	2,5-3,5	4,38	21,52	20,96	0,56	260	1,7	7,6	22	11	0,8	0,33	0,57	0,54	0,07	1,51	23,0	7
3	3,5-4,5	4,72	5,52	5,52	0	47	0,8	3,7	7,1	7,2	0,4	0,16	0,18	0,36	0,03	0,74	6,3	12
4	4,5-5,5	4,85	3,6	3,52	0,08	24	0,9	2,7	6,4	6	0	0,12	0,16	0,30	0,00	0,58	4,2	14
5	7,5-8,5	5,17	1,68	1,52	0,16	8,4	0,9	2,7	7,8	8	0,4	0,12	0,20	0,40	0,03	0,75	2,4	31
Lokal B.																		
6	0,5-1,5	3,92	19,04	16,96	2,1	19	3,9	7,5	18	6,8	1,2	0,33	0,46	0,34	0,10	1,23	20,3	6
7	1,5-2,5	4,77	4,16	4,16	0	94	33	8,3	12	16	0,8	0,36	0,31	0,78	0,07	1,51	5,7	27
8	2,5-3,5	4,91	2,6	2,4	0,24	47	3	7,3	15	14	0	0,32	0,37	0,68	0,00	1,37	4,0	34
9	3,5-4,5	4,89	3,2	2,72	0,48	42	3,5	6,9	17	11	0	0,30	0,44	0,56	0,00	1,29	4,5	29
10	8,5-9,5	4,67	6,16	5,92	0,24	28	3,1	5,4	31	10	0,4	0,23	0,78	0,52	0,03	1,57	7,7	20
Lokal C.																		
11	0,5-1,5	4,29	6,64	5,76	0,88	23	0,7	1,3	7,5	5,2	0,4	0,06	0,19	0,26	0,03	0,54	7,2	8
12	1,5-2,5	5,2	1,45	1,45	0	44	4,7	2,6	13	7,6	0,4	0,11	0,33	0,38	0,03	0,85	2,3	37
13	2,5-3,5	5,1	1,2	1,2	0	12	2,1	1,9	7,2	7,6	0	0,08	0,18	0,38	0,00	0,65	1,8	35
14	3,5-4,5	5,28	0,72	0,8	0	12	2,2	1,6	7	7,2	0	0,07	0,18	0,36	0,00	0,61	1,3	46
15	10,0-12,0	5,35	0,64	0,64	0	4	0,5	1,2	5,5	6,4	0,4	0,05	0,14	0,32	0,03	0,55	1,2	46
Lokal D.																		
16	0,5-1,0	3,41	19,36	13,92	5,4	86	4,6	6,2	16	55	11	0,27	0,42	2,73	0,92	4,34	23,7	18
17	1,0-2,0	4,76	4,96	4,48	0,48	110	2,5	5,1	17	16	0,8	0,22	0,43	0,82	0,07	1,54	6,5	24
18	2,0-3,0	5,03	2,08	1,84	0,24	45	1,5	3,7	7,4	15	0,4	0,16	0,19	0,74	0,03	1,12	3,2	35
19	4,5-5,5	5,2	1,2	1,2	0	25	2,9	5,9	9,7	20	0,8	0,26	0,25	0,98	0,07	1,55	2,7	56
20	8,5-9,5	4,82	2,8	3,04	0	17	1,0	3,7	9,2	16	0,4	0,16	0,24	0,80	0,03	1,23	4,0	30
Lokal E.																		
21	0,5-1,5	3,3	16,88	12,32	4,6	24	1,0	9,6	31	18	7,6	0,42	0,78	0,92	0,63	2,75	19,6	14
22	1,5-2,5	5,01	2,8	2,56	0,24	68	17	5,9	13	14	0,8	0,26	0,34	0,68	0,07	1,34	4,1	32
23	2,5-3,5	5,15	1,52	1,68	0	16	3,2	3,2	5,6	11	0,8	0,14	0,14	0,54	0,07	0,89	2,4	37
24	4,0-5,0	5,2	1,76	1,6	0,16	11	1,9	3,1	5,4	10	0,8	0,13	0,14	0,50	0,07	0,84	2,6	32
25	9,0-10,0	5,21	1,36	1,52	0	4,4	0,4	2,5	7,7	9,2	0,8	0,11	0,20	0,46	0,07	0,83	2,2	38
Lokal F.																		
26	0,5-1,0	3,57	28,4	20,96	7,4	147	8,4	10	34	16	8,8	0,45	0,86	0,80	0,72	2,84	31,2	9
27	1,0-2,0	4,51	13,52	12,64	0,88	154	22	6	47	9,6	1,2	0,26	1,21	0,48	0,10	2,05	15,6	13
28	2,0-3,0	4,63	7,68	7,6	0,08	85	4,2	5	46	9,2	0,4	0,22	1,18	0,46	0,03	1,89	9,6	20
29	4,0-5,0	4,65	7,76	7,36	0,4	74	2,8	5,1	30	8,4	0,4	0,22	0,76	0,42	0,03	1,44	9,2	16
30	6,5-7,5	4,71	6,64	6,24	0,4	49	1,0	4,3	21	12	0,4	0,19	0,54	0,60	0,03	1,35	8,0	17
Lokal G.																		
31	0,6-1,0	3,22	26,16	19,68	6,5	40	0,6	7,3	21	10	3,2	0,32	0,32	0,52	0,26	1,63	27,8	6
32	1,0-2,5	4,39	13,84	12,24	1,6	151	1,9	3,4	13	8,8	0,8	0,15	0,15	0,44	0,07	0,99	14,8	7
33	2,5-4,5	4,81	4,48	4,08	0,4	43	2,5	2,8	12	7,2	0,4	0,12	0,12	0,36	0,03	0,82	5,3	15
34	4,5-6,5	4,99	2,8	2,8	0	28	2,2	2,6	14	35	0,4	0,11	0,11	1,76	0,03	2,25	5,0	45
35	6,5-8,5	5,08	2,64	2,4	0,24	35	3,8	2,9	15	15	1,2	0,13	0,13	0,74	0,10	1,34	4,0	34
36	8,5-10,5	5,3	1,68	1,6	0,08	42	6,0	2,6	14	14	2,4	0,11	0,11	0,72	0,20	1,38	3,1	45
37	10,5-11,5	5,23	1,68	1,76	0	54	7,3	2,4	14	12	9,6	0,10	0,10	0,60	0,79	1,85	3,5	52

Tabell 2. Extrahering, pH-, CEC- och basmättnadsbestämningar av matrixmaterial i moränprofilerna Ar (över glimmerskiffer), Sku och Frö (över gnejsgranit/lurgranit).
 Table 2. Content of exchangeable ions, pH, TA, TEB, CEC, BM (base saturation) and Ca/Al ratio in the matrix of samples from different depths in the profiles Ar, Sku, Frö and Frör.

Prov nr	Djup (dm)	pH (KCl)	TA mekv/g	Al utb mekv/g	H utb mekv/g	Na mekv/g	K mekv/g	Ca mekv/g	Mg mekv/g	TEB mekv/g	CEC mekv/g	Basmätt %	Ca/Al (molkvot)
Lokal Ar													
	1,5-2,0	3,77	60	42,3	17,6	1,06	1,06	1,82	0,95	4,84	64,8	7,47	0,06
	2,0-3,0	4,14	36,4	27,5	8,88	0,89	0,74	1,14	0,63	3,39	39,8	8,53	0,06
	3,0-4,0	4,3	27,5	20,8	6,72	0,87	0,65	1,24	0,66	3,41	30,9	11,1	0,09
	4,0-5,0	4,41	21,5	16,2	5,28	0,89	0,63	1,18	0,63	3,32	24,8	13,4	0,11
	5,0-6,0	4,53	12,4	8,96	3,4	1,04	0,45	1,24	0,43	3,16	15,5	20,4	0,21
	6,0-7,0	4,7	8,48	6,16	2,32	0,89	0,62	0,82	0,43	2,75	11,2	24,5	0,2
	7,0-8,0	4,86	7,52	4,88	2,64	0,96	0,65	0,84	0,46	2,9	10,4	27,9	0,26
	8,0-9,0	5,25	5,08	3,44	1,64	0,77	0,56	0,72	0,26	2,31	7,39	31,3	0,31
	9,0-10,0	5,4	4,36	2,76	1,6	0,8	0,46	0,56	0,2	2,02	6,38	31,7	0,3
Lokal Sku													
	0,5-1,0	3,37	68,5	47	21,5	0,82	1,18	4,8	1,48	8,28	76,8	10,8	0,15
	1,0-2,0	4,38	35	27,2	7,8	0,8	0,92	3,2	0,59	5,52	40,6	13,6	0,18
	2,0-3,0	4,49	25,9	20,3	5,56	0,89	0,73	3,8	0,53	5,94	31,8	18,7	0,28
	3,0-4,0	4,64	18,1	14	4,08	0,8	0,4	3,6	0,4	5,2	23,3	22,3	0,39
	4,0-5,0	4,73	14,2	10,9	3,36	0,75	0,3	2,6	0,26	3,91	18,2	21,5	0,36
	5,0-6,0	4,81	12,4	9,52	2,84	0,71	0,29	1,9	0,23	3,13	15,5	20,2	0,3
	6,0-7,0	4,78	12,3	9,28	3,04	0,75	0,44	1,74	0,3	3,23	15,6	20,8	0,28
	7,0-8,0	4,95	7,16	5,04	2,12	0,66	0,4	1,04	0,16	2,27	9,43	24	0,31
	8,0-9,0	5,16	4,24	3,04	1,2	0,62	0,032	0,58	0,1	1,62	5,86	27,7	0,29
	9,0-10,0	5,11	4,92	3,48	1,44	0,64	0,45	0,82	0,16	2,08	7	29,7	0,35
	10,0-11,0	5,32	3,24	2,04	1,2	0,66	0,55	1,4	0,2	2,81	6,05	46,5	1,03
Lokal Frö													
	2,0-3,0	3,22	35,7	17,2	18	1,1	0,7	7,8	2,9	12,5	48,2	25,9	0,66
	3,0-4,0	4,57	10	6,16	3,84	1,04	0,55	1,5	0,26	3,36	13,4	25,2	0,37
	4,0-5,0	4,56	10,8	6,96	3,84	0,9	0,53	1,18	0,2	2,82	13,6	20,7	0,25
	5,0-6,0	4,5	9,24	6,16	3,08	0,97	0,79	1,12	0,23	3,11	12,4	25,2	0,27
	6,0-7,0	4,7	6,48	4,52	1,96	1,04	0,52	0,96	0,2	2,72	9,2	29,6	0,32
	7,0-8,0	4,91	3,48	1,52	1,96	0,92	0,4	0,94	0,1	2,36	5,84	40,4	0,93
	8,0-9,0	4,95	3,24	2,2	1,04	0,89	0,58	1,02	0,13	2,62	5,86	44,7	0,7
	9,0-10,0	5,05	2,76	1,72	1,04	0,96	0,65	1,22	0,16	2,99	5,75	52	1,06
	10,0-11,0	4,97	3,32	2,36	0,96	0,92	0,76	1,24	0,16	3,09	6,41	48,2	0,79
	11,0-12,0	4,94	3,52	2,56	0,96	0,94	0,61	0,82	0,1	2,46	5,98	41,2	0,48
	12,0-13,0	4,96	3,32	2,4	0,92	0,89	0,51	0,96	0,13	2,49	5,81	42,9	0,6
	13,0-14,0	4,91	3,88	2,76	1,12	0,92	0,49	0,86	0,16	2,44	6,32	38,6	0,47
	14,0-15,0	4,88	3,72	1,8	1,98	0,9	0,55	0,88	0,2	2,54	6,26	40,5	0,73
	15,0-16,0	4,89	3,68	2,68	1	0,94	0,55	1	0,16	2,66	6,34	41,9	0,56
	16,0-17,0	4,94	3,28	2,32	0,96	0,9	0,61	1,06	0,2	2,77	6,05	45,8	0,69
	17,0-18,0	4,97	3,12	2,08	1,04	0,83	0,48	1,34	0,23	2,89	6,01	48,1	0,97
Lokal Frör													
	12,0-13,0	4,85	4,32	3,04	1,28	0,28	0,52	0,88	0,2	2,42	6,74	35,9	0,43

Tabell 3. Extrahering, pH-, CEC- och basmättnadsbestämningar av matrixmaterial i moränprofilerna Arj, Rät och Små.
 Table 3. Content of exchangeable ions, TA, TEB, CEC, and BM (base saturation) in the matrix of samples from different depths in the profiles Arj, Rät and Små.

Lokal Arj												
Prov nr	Djup (dm) Basmätt.	Na mg/g	Na mekv/g	K mg/g	K mekv/g	Ca mg/g	Ca mekv/g	Mg mg/g	Mg mekv/g	TEB mekv/g	TA mekv/g	CEC mekv/g
14	0,3-0,9	21,8	0,95	24,8	0,64	99,2	4,95	8,0	0,66	7,19	43,2	50,39
114	2,0-3,0	3,5	0,15	18,2	0,47	48,0	2,40	0,7	0,06	3,07	7,04	10,11
214	9,0-10,0	12,7	0,55	130	3,33	160	7,98	32,8	2,70	14,57	5,76	20,33
												14,27
												30,38
												71,66
Lokal Rät												
Prov nr	Djup (dm) Basmätt.	Na mg/g	Na mekv/g	K mg/g	K mekv/g	Ca mg/g	Ca mekv/g	Mg mg/g	Mg mekv/g	TEB mekv/g	TA mekv/g	CEC mekv/g
19	0,4-0,9	2,1	0,09	7,7	0,20	53,6	2,67	0,9	0,07	3,04	22,4	25,44
119	5,0-6,0	4,2	0,18	18,5	0,47	73,0	3,64	0,2	0,02	4,32	1,58	5,90
219	11,0-12,0	1,9	0,08	7,2	0,18	79,2	3,95	0,5	0,04	4,26	1,44	5,70
												11,94
												73,20
												74,74
Lokal Små												
Prov nr	Djup (dm) Basmätt.	Na mg/g	Na mekv/g	K mg/g	K mekv/g	Ca mg/g	Ca mekv/g	Mg mg/g	Mg mekv/g	TEB mekv/g	TA mekv/g	CEC mekv/g
2	0,4-0,7	36,1	1,57	41,6	1,07	64,0	3,19	5,6	0,46	6,29	21,28	27,57
102	1,5-2,5	3,5	0,15	11,7	0,30	46,4	2,32	0,5	0,04	2,81	11,52	14,33
202	7,0-8,0	2,8	0,12	13,6	0,35	52,0	2,59	0,3	0,02	3,07	8,32	11,41
												22,82
												19,60
												27,08

Tabell 1. Prov A 5. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 1. Sample A 5, profile A. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,8%	2–63 µm 42,2%	63–250 µm 33,9%	250–2000 µm 22,1%
Kvarts		26	56	61	49
K-fältspat		18	14	18	23
Plagioklas		20	14	14	19
Amfibol		0,3	0,7	0,4	0,2
Epidot		2,7	3,1	1,5	1,9
Apatit		-	0,22	0,14	0,19
Biotit		1,2	0,4	0,3	0,3
Muskovit		13	0,6	0	0
Klorit		8	1,5	2,4	3,5
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit					
Titanit			0,4	0,6	0,3
Ti-oxider		0,85	0,4	0,3	0,2
Fe-oxider		0,88	0,9	1,3	0,6
Al-oxider		2,4	0,1	0,3	0,7

Tabell 2. Prov B 10. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 2. Sample B 10, profile B. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 2,7%	2–63 µm 30,8%	63–250 µm 24,7%	250–2000 µm 41,8%
Kvarts		20	51	48	36
K-fältspat		12	18	23	29
Plagioklas		11	17	19	25
Amfibol		0	0,6	0,2	0,08
Epidot		1,2	2,3	0,8	0,6
Apatit		0,5	0,23	0,21	0,19
Biotit		1,5	0,4	0,3	0,4
Muskovit		24	0	0	0,5
Klorit		6	2,7	2,9	2,7
Vermikulit		2	1,1	1,2	1,5
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,3	0,3	0,2
Ti-oxider		0,9	0,6	0,6	0,4
Fe-oxider		3,4	1,2	1,5	1,2
Al-oxider		7,8	2,1	1,5	1,3

Tabell 3. Prov C 15. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 3. Sample C 15, profile C. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,4%	2–63 µm 14,7%	63–250 µm 51,4%	250–2000 µm 33,5%
Kvarts		30	66	79	79
K-fältspat		10	13	13	10
Plagioklas		6	7	4	5
Amfibol		0	0,2	0,04	0,2
Epidot		2,4	2,5	0,6	1,1
Apatit		-	0,45	0,14	0,2
Biotit		3,1	0,2	0,1	0,1
Muskovit		33	0,5	1,5	0,7
Klorit		6	6	1,7	2,8
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	2,7	0,5	0,4
Ti-oxider		0,7	0	0	0
Fe-oxider		0,9	0,9	0,3	0
Al-oxider		2,7	0	0	0

Tabell 4. Prov D 20. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 4. Sample D 20, profile D. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,4%	2–63 µm 23,2%	63–250 µm 38,9%	250–2000 µm 36,5%
Kvarts		37	73	73	61
K-fältspat		11	11	12	9
Plagioklas		10	8	7	15
Amfibol		1,5	0,2	0,2	0,3
Pyroxen		0	0	0	0,3
Epidot		2,2	1,6	1,6	1,6
Apatit		-	0,28	0,21	0,37
Biotit		1,7	0,3	0,2	0,3
Muskovit		9	0	0	1
Klorit		6,4	2,8	3,5	9
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	1,3	1	1,7
Ti-oxider		0,8	0	0	0
Fe-oxider		2,3	0,8	0,6	1
Al-oxider		5,7	0,8	0,6	0
Pyroxen		0	0	0	0,3

Tabell 5. Prov E 25. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 5. Sample E 25, profile E. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,5%	2–63 µm 19,4%	63–250 µm 27,7%	250–2000 µm 51,4%
Kvarts		24	53	51	35
K-fältspat		18	19	21	25
Plagioklas		18	19	22	31
Amfibol		1,6	0,9	0,3	0,4
Epidot		1	1,6	0,5	1,2
Apatit		-	0,47	0,19	0,21
Biotit		5,2	1,1	0,2	0,3
Muskovit		9	0	0,6	1
Klorit		13	2,2	1,9	3,1
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit			0,1	0,04	0,1
Ti-oxider		0,9	0,5	0,4	0,2
Fe-oxider		0,8	1,3	1,2	0,6
Al-oxider		2,8	0	0	0,1

Tabell 6. Prov F 30. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 6. Sample F 30, profile F. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 5,1%	2–63 µm 35,6%	63–250 µm 31,0%	250–2000 µm 28,2%
Kvarts		36	64	62	48
K-fältspat		20	16	18	24
Plagioklas		17	14	13	20
Amfibol		0,1	0,14	0,05	0,09
Epidot		0,1	0,7	0,5	0,9
Apatit		0,34	0,21	0,14	0,23
Biotit		1,9	0,51	0,4	0,4
Muskovit		12	1	0	0,3
Klorit		4,4	1,5	2,4	2,9
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,3	0,3	0,3
Ti-oxider		0,8	0,4	0,25	0,2
Fe-oxider		2,1	1	0,7	0,8
Al-oxider		2,2	0,6	0,6	1,1

Tabell 7. Prov G 37. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 7. Sample G 37, profile G. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,3%	2–63 µm 2,3%	63–250 µm 7,4%	250–2000 µm 90,0%
Kvarts		20	43	52	45
K-fältspat		11	16	15	25
Plagioklas		9	16	16	23
Amfibol		0	0	0,1	0,08
Epidot		0	0,4	1,4	0,6
Apatit		0,44	0,22	0,14	0,1
Biotit		1,7	1	0,4	0,2
Muskovit		3,7	1,2	3,5	0,8
Klorit		2,6	2	3,1	2,9
Vermikulit		0	0	0	0
Gibbsit		8	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,2	0,5	0,3
Ti-oxider		0,8	0,4	1,4	0,2
Fe-oxider		13	5,3	5,2	1,1
Al-oxider		7	5,9	0,5	0,6

Tabell 8. Prov Ar 8. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 8. Sample Ar 8, profile Ar. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 3,3%	2–63 µm 26,1%	63–250 µm 45,8%	250–2000 µm 24,8%
Kvarts		12	32	59	51
K-fältspat		3	12	9	9
Plagioklas		6	19	20	21
Amfibol		2,2	5,3	2,3	2
Epidot		0	0	0	0
Apatit		-	0,4	0,24	0,19
Biotit		16	7	3,2	4,1
Muskovit		27	12	2,3	7,6
Klorit		15	5	1,2	3,3
Vermikulit		x	0	0	0
Kaolinit		2	0	0	0
Titanit		0	0,9	0,6	0,4
Ti-oxider		0,5	0,3	0,1	0,1
Fe-oxider		4,9	1,6	0,7	0,8
Al-oxider		5,4	3	1,5	1,1

Tabell 9. Prov Ar 10. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 9. Sample Ar 10, profile Ar. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,7%	2–63 µm 14,1%	63–250 µm 52,3%	250–2000 µm 32,9%
Kvarts		11	36	57	45
K-fältspat		5	12	9	10
Plagioklas		9	23	23	28
Amfibol		4,8	6,5	2,3	1,8
Epidot		0	0	0	0
Apatit		-	0,54	0,24	0,16
Biotit		9,2	3,2	1,5	2,6
Muskovit		16	7	5	9
Klorit		10	2,7	1,4	3,2
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		1	0	0	0
Titanit		0	1,4	0,5	0,6
Ti-oxider		1	0	0	0
Fe-oxider		12	2,1	1	1,4
Al-oxider		7	1,6	0,4	0,2

Tabell 10. Prov Sku 11. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 10. Sample Sku 11, profile Sku. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,5%	2–63 µm 26,6%	63–250 µm 30,0%	250–2000 µm 41,9%
Kvarts		20	41	48	37
K-fältspat		12	16	15	18
Plagioklas		15	23	25	30
Amfibol		5,6	9	5,5	5,3
Epidot		1,2	1,8	1,1	1,9
Apatit		0,5	0,49	0,31	0,26
Biotit		6,3	1,7	0,6	0,8
Muskovit		8,6	0,5	0	1
Klorit		8,7	2,7	1,8	4,2
Vermikulit		8,7	1,6	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,2	0,3	0,4
Ti-oxider		1,2	0,6	0,2	0,2
Fe-oxider		2,4	1,1	1,9	1,2
Al-oxider		6,7	1,7	1,1	1,2

Tabell 11. Prov Frö 10. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 11. Sample Frö 10, profile Frö. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,9%	2–63 µm 11,9%	63–250 µm 27,1%	250–2000 µm 60,1%
Kvarts		20	37	44	38
K-fältspat		13	17	15	17
Plagioklas		16	25	26	30
Amfibol		8,7	9,1	6,4	4,9
Epidot		0	0,6	1	1,4
Apatit		0,58	0,4	0,24	0,19
Biotit		2,9	1,3	0,8	0,5
Muskovit		12	0	0	0
Klorit		11	4,4	2,9	4,2
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,2	0,2	0,1
Ti-oxider		0,8	0,5	0,3	0,2
Fe-oxider		2,8	1,5	2	1,4
Al-oxider		6,5	2	1,3	1

Tabell 12. Prov Frö 17. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 12. Sample Frö 17, profile Frö. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,6%	2–63 µm 23,3%	63–250 µm 33,6%	250–2000 µm 41,5%
Kvarts		19	41	47	38
K-fältspat		12	16	14	17
Plagioklas		18	25	27	31
Amfibol		4,4	7,8	4,7	4,6
Epidot		0,5	1,4	1,3	1,7
Apatit		0,44	0,38	0,21	0,19
Biotit		3,2	1,1	0,4	0,5
Muskovit		13	0	0	0
Klorit		15	4,3	2,1	4,6
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,2	0,1	0,1
Ti-oxider		0,9	0,5	0,3	0,2
Fe-oxider		2,7	1,2	2,3	1,2
Al-oxider		4,9	1,1	0,6	0,7

Tabell 13. Prov Frör 13. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 13. Sample Frör 13, profile Frör. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,7%	2–63 µm 26,9%	63–250 µm 23,3%	250–2000 µm 48,1%
Kvarts		14	41	45	36
K-fältspat		12	16	14	17
Plagioklas		14	24	26	31
Amfibol		5,9	8	5,1	6,3
Epidot		0	1,1	1,2	1,4
Apatit		-	0,56	0,28	0,21
Biotit		2,8	1,7	1,8	1,1
Muskovit		5	0	0	0,2
Klorit		10	4,3	3,3	3,5
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,2	0,2	0,3
Ti-oxider		0,9	0,5	0,3	0,2
Fe-oxider		3	1,2	2,9	1,3
Al-oxider		6,4	1,4	1,1	1,7

Tabell 14. Prov Arj 3. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 14. Sample Arj 3, profile Arj. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 5,5%	2–63 µm 42,5%	63–250 µm 24,3%	250–2000 µm 27,7%
Kvarts		14	36	37	30
K-fältspat		4	9	14	18
Plagioklas		8	27	28	32
Amfibol		2,6	8,8	6,1	5,3
Epidot		0	1,5	2,2	1,7
Apatit		0,5	0,7	0,4	0,3
Biotit		12	2,3	1,2	1,1
Muskovit		34	11	7	6
Klorit		13	0,9	0,6	1,5
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0	0,3	0,4
Ti-oxider		0,5	0,7	0,5	0,2
Fe-oxider		6,1	1,5	3,9	2,5
Al-oxider		2,1	0	0	0,1

Tabell 15. Prov Rät 3. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 15. Sample Rät 3, profile Rät. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 0,50%	2-63 µm 13,90%	63-250 µm 36,60%	250-2000 µm 49,00%
Kvarts		25	58	65	57
K-fältspat		20	15	14	18
Plagioklas		19	14	17	21
Amfibol		5	2,2	1,3	1
Epidot		0	3,2	1,3	1
Apatit		0,2	0,35	0,1	0,1
Biotit		0	0	0	0
Muskovit		8	0,3	0,1	0,3
Klorit		8	1,9	1,7	1,7
Vermikulit		0	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,3	0,3	0
Ti-oxider		0,6	0,4	0,2	0,15
Fe-oxider		1,4	1,6	2,4	1,8
Al-oxider		4,7	0,7	0,1	0,3

Tabell 16. Prov Små 3. Mineralogisk sammansättning i olika kornstorleksfraktioner samt deras andel (vikt-%) av matrix.

Table 16. Sample Små 3, profile Små. Mineralogical composition of different grain size fractions and their proportions of matrix in the till (wt-%).

Mineral	Fraktion: Andel av matrix:	<2 µm 1,0%	2-63 µm 33,8%	63-250 µm 24,8%	250-2000 µm 40,4%
Kvarts		16	54	39	33
K-fältspat		15	17	20	23
Plagioklas		9	27	31	35
Amfibol		0,8	2,8	2,2	0,7
Epidot		0	4,9	2,3	2,9
Apatit		1	0,2	0,1	0,1
Muskovit		7	0,3	0,1	0,2
Klorit		3,1	2,2	1,3	2,5
Vermikulit		13	0	0	0
Kaolinit		0	0	0	0
Titanit		0	0,2	0	0,3
Ti-oxider		1,1	0,35	0,26	0,01
Fe-oxider		3	1,2	2,6	1,4
Al-oxider		7,2	5	1,2	0,9

Tabell 1. Markgeokemiska indata för PROFILE-beräkningarna i lokalerna A–F.

Table 1. Input soil chemical data for the PROFILE calculations in the profiles A–F.

Antal jordlager: 5

Nederbörd: 0,8 m/år (lokalerna E och F)
0,9 m/år (lokalerna A, B, C och D)

Avrinning: 0,4 m/år (lokalerna C, D, E och F)
0,5 m/år (lokalerna A och B)

Jordtemperatur: 2,9°C (lokalerna A, B och C)
3,4°C (lokalerna D, E och F)

Våt och torr anjondeposition:

SO₄ 0,5 kekv./ha/år
Cl 0,5 kekv./ha/år
NO₃ 0,24 kekv./ha/år

Våt och torr katjondeposition:

NH₄ 0,26 kekv./ha/år
Ca 0,04 kekv./ha/år
Mg 0,05 kekv./ha/år
K 0,01 kekv./ha/år
Na 0,5 kekv./ha/år

Upptagning (netto):

Ca 0,03 kekv./ha/år
Mg 0,02 kekv./ha/år
K 0,03 kekv./ha/år
Kväve 0,45 kekv./ha/år

Nitrifikationshastighet: Medium

Trädkronsutbyte:

Ca 0,2 kekv./ha/år
Mg 0,1 kekv./ha/år
K 0,3 kekv./ha/år
Kväve -0,2 kekv./ha/år

Barrnedfall:

Ca 0,2 kekv./ha/år
Mg 0,1 kekv./ha/år
K 0,2 kekv./ha/år
Kväve 0,2 kekv./ha/år

Mineralisering:

Ca	0 kekv./ha/år
Mg	0 kekv./ha/år
K	0 kekv./ha/år
Kväve	0 kekv./ha/år
Svavel	0 kekv./ha/år

Fukt i jord:

Jordlager 1	0,4 m ³ /m ³
Jordlager 2, 3, 4 och 5	0,2 m ³ /m ³

CO₂

Jordlager 1	5 atm
Jordlager 2	10 atm
Jordlager 3	15 atm
Jordlager 4	20 atm
Jordlager 5	20 atm

Nederbördsvatten	Inträngande	Passerande
Lager 1	100 %	70 %
Lager 2	70 %	60 %
Lager 3	60 %	50 %
Lager 4	50 %	50 %
Lager 5	50 %	50 %

Katjon- och kväueupptagning	Katjon	Kväue
Lager 1	30 % av max.	50 % av max.
Lager 2	30 % av max.	40 % av max.
Lager 3	30 % av max.	10 % av max.
Lager 4	10 % av max.	0 % av max.
Lager 5	0 % av max.	0 % av max.

Upplöst organiskt (DOC) och pK gibbsit:	DOC	pK gibbsit
Lager 1	30 mg/L	6,5
Lager 2	10 mg/L	7,6
Lager 3	3 mg/L	8,6
Lager 4	1 mg/L	9,2
Lager 5	1 mg/L	9,6

Tabell 2. Tjocklek, densitet, specifik yta och mineralogisk sammansättning (i vikt-%) för de olika markskikten.

Table 2. Mineralogical composition, thickness, density and specific surface of the different depth intervals adopted for the PROFILE calculations.

Prov	Lager tjocklek m	Densitet kg/m ³	Spec. yta m ² /m ³	Kvarts %	K-fält- spat %	Plagio- klas %	Biotit %	Klorit %	Vermi- kulit %	Musko- vit %	Epidot %	Amfi- bol %	Apatit %	Titanit %	Rutil %	Översk. Fe ₂ O ₃ %	Översk. Al ₂ O ₃ %	Översk. P ₂ O ₅ %
A	1	0,10	2,37 · 10 ⁶	77	10	6 (An 7%)	0,16	0,2	0	2,2	0,1	0,03	0,05	0,04	0,9	1,0	0,2	
	2	0,10	1,58 · 10 ⁶	39	11	10 (An 7%)	0,18	2,8	0,2	1,9	0,9	0,3	0,40	0,5	0,5	3,7	7,7	
	3	0,10	1,69 · 10 ⁶	53	16	15 (An 7%)	0,18	3,2	0,5	2,4	2,0	0,7	0,21	0,4	0,4	1,4	1,8	
	4	0,10	1,64 · 10 ⁶	54	17	16 (An 7%)	0,19	3,2	0,6	2,6	2,2	0,5	0,16	0,4	0,4	1,1	0,5	
	5	0,60	2,88 · 10 ⁶	55	18	16 (An 7%)	0,14	2,2	0	2,3	3,0	0,7	0,19	0,4	1,0	0		
B	6	0,15	2,40 · 10 ⁶	58	21	15 (An 7%)	0,22	0,5	0,2	2,7	0,15	0,04	0,09	0,04	0,7	0,8	0,1	
	7	0,10	1,75 · 10 ⁶	41	19	20 (An 9%)	0,17	2,7	0,1	4,6	0,5	0,1	0,20	0,2	0,5	3,0	2,8	
	8	0,10	2,22 · 10 ⁶	41	21	21 (An 9%)	0,26	3,3	0,5	4,9	0,7	0,2	0,23	0,2	0,5	1,8	1,7	
	9	0,10	2,52 · 10 ⁶	41	24	22 (An 9%)	0,28	3,6	0,8	0,7	0,8	0,2	0,19	0,2	0,6	1,7	2,1	
	10	0,55	2,88 · 10 ⁶	42	24	22 (An 9%)	0,35	2,7	1,3	1,0	0,9	0,2	0,21	0,2	0,6	1,4	1,7	
C	11	0,15	1,86 · 10 ⁶	87	9	2 (An 0%)	0,12	0	0,1	1,6	0,07	0	0,07	0	0,2	0,6	0	
	12	0,10	1,68 · 10 ⁶	72	11	4 (An 3%)	0,15	0,2	2,1	2,0	0,4	0,05	0,30	0	0,3	1,0	3,3	0,19
	13	0,10	1,56 · 10 ⁶	76	12	5 (An 3%)	0,13	1,9	0,2	1,9	0,5	0,06	0,30	0,4	0,1	0,7	1,0	
	14	0,10	2,04 · 10 ⁶	77	12	5 (An 3%)	0,14	2,1	0,2	1,9	0,7	0,1	0,24	0,5	0,1	0,6	0,6	
	15	0,55	1,80 · 10 ⁶	78	12	5 (An 3%)	0,16	2,4	0	0,5	1,2	0,14	0,19	0,5	0,1	0,2	0,1	
D	16	0,03	3,67 · 10 ⁶	80	8	5 (An 15%)	0,09	0,8	0,1	1,2	0,09	0,01	0,16	0	0,5	0,9	0,1	
	17	0,10	3,07 · 10 ⁶	69	10	8 (An 22%)	0,12	2,6	1,3	0,6	0,7	0,1	0,25	0,5	0,4	2,1	1,4	
	18	0,10	3,34 · 10 ⁶	70	10	9 (An 22%)	0,15	2,8	1,9	0,6	1,0	0,2	0,23	0,9	0,3	1,1	0,8	
	19	0,50	3,72 · 10 ⁶	68	11	10 (An 22%)	0,16	4,8	0,5	0,5	1,7	0,3	0,26	1,0	0,2	0,8	0,7	
	20	0,27	4,20 · 10 ⁶	69	11	10 (An 22%)	0,25	5,1	0	0,5	2,2	0,4	0,26	1,1	0,1	0,8	0,3	
E	21	0,15	1,74 · 10 ⁶	53	20	19 (An 12%)	0,13	0,4	0,1	2,5	0,8	0,34	0,09	0,08	0,3	0,9	0	
	22	0,10	1,26 · 10 ⁶	41	20	22 (An 12%)	0,11	1,7	0,5	1,0	0,8	0,35	0,30	0,17	0,3	1,8	3,9	0,31
	23	0,10	1,45 · 10 ⁶	45	22	25 (An 12%)	0,12	1,9	0,8	0,8	1,0	0,4	0,30	0,16	0,3	1,0	1,1	
	24	0,40	1,57 · 10 ⁶	46	22	25 (An 12%)	0,23	1,9	0,8	1,0	0,8	0,4	0,24	0,16	0,3	0,8	0,6	
	25	0,25	2,08 · 10 ⁶	44	23	26 (An 12%)	0,31	2,4	0	1,0	1,5	0,65	0,26	0,16	0,3	0,8	0,1	
F	26	0,05	2,02 · 10 ⁶	64	16	10 (An 5%)	0,21	0,9	0,1	3,4	0,4	0,02	0,11	0	0,5	0,9	0,2	
	27	0,10	1,83 · 10 ⁶	52	17	12 (An 5%)	0,52	2,7	0,3	1,0	0,6	0,1	0,18	0,6	0,3	2,1	2,4	
	28	0,10	2,38 · 10 ⁶	43	14	11 (An 5%)	0,48	2,1	+2	0,8	0,5	0,1	0,13	0,4	0,2	1,3	1,4	
	29	0,35	2,23 · 10 ⁶	55	19	15 (An 5%)	0,50	3,4	0	1,0	0,8	0,14	0,19	0,6	0,3	1,6	1,4	
	30	0,40	3,71 · 10 ⁶	57	19	16 (An 5%)	0,43	2,6	0	1,1	1,0	0,17	0,19	0,6	0,2	0,9	0,9	



Sveriges Geologiska Undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
www.sgu.se

Uppsala 2000
ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-644-X
Tryck: Elanders Tofters AB