

CURT FREDÉN

BESKRIVNING TILL JORDARTSKARTAN

GÖTEBORG NO

DESCRIPTION TO THE QUATERNARY MAP
GÖTEBORG NO



UPPSALA 1986

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

JORDARTSGEOLOGISKA KARTBLAD SKALA 1:50 000

Serie Ae · Nr 40

CURT FREDÉN

**BESKRIVNING TILL JORDARTSKARTAN
GÖTEBORG NO**

DESCRIPTION TO THE QUATERNARY MAP
GÖTEBORG NO

UPPSALA 1986

ISBN 91-7158-389-0
ISSN 0586-1535

Textkartorna är från sekretessynpunkt godkända för spridning.
Lantmäteriverket 1986-09-15.

För information om berggrund och grundvatten hänvisas till berggrundskartor (SGU serie Af) samt hydrogeologiska kartor (SGU serierna Ag och Ah).

På beställning utför SGU även geologiska och hydrogeologiska specialundersökningar rörande grus- och sandförekomster, grundvatten, mineral, miljövård m.m.

Närmare upplysningar erhålls genom

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Box 670
751 28 UPPSALA
Telefon 018-17 90 00

Fotosats: Sätt&Grafiska
Tryck: OffsetCenter AB, Uppsala 1986

INNEHÅLL

ALLMÄN DEL. Metodik och jordartsindelning	5
Inledning	5
Kartunderlag	5
Karteringsmetodik	6
Generalisering	6
Mäktighetsuppgifter	7
Teckenförklaringen till kartorna	7
Berggrund	8
Kvartära bildningar	8
Jordarternas indelning	8
Indelning efter bildningssätt och bildningsmiljö	8
Indelning efter kornstorleksfördelning	9
Glaciala bildningar	10
Morän	10
Isälvsavlagringar	12
Glaciala finkorniga sediment	14
Postglaciala bildningar	15
Postglaciala minerogena sediment	15
Havs- och sjösediment	15
Älv- och svämsediment	17
Eoliska sediment	17
Postglaciala organogena avlagringar	17
Torv	17
Gyttja	18
Övriga kvartära bildningar	18
 SPECIELL DEL. Av Curt Fredén	
Inledning	21
Berggrund	21
Kvartära bildningar	23
Räfflor	23
Jättegytor	25
Morän	27
Utbredning, mäktighet och ytformer	27
Moränens sammansättning	31
Isälvsavlagringar	34
Glaciala finkorniga sediment	41
Skredärr och raviner	44
Skred	46
Raviner	49
Postglaciala minerogena sediment	49
Svallsediment och andra grovkorniga havssediment	49
Finkorniga havs- och sjösediment	50
Älv- och svämsediment	52
Postglaciala organogena avlagringar	52
Källor	54
Kol 14-analyser	54
Sammanfattning av den senkvartära utvecklingen	57
Sammanställning och tabeller	62
Mäktighetsuppgifter	62
Analysmetoder	62
Kornstorleksanalyser, tabell 1	64
Kol 14-analyser, tabell 2	68
Summary	70
Litteratur	74

ALLMÄN DEL

METODIK OCH JORDARTSINDELNING

Inledning

Jordartskartorna i skala 1:50 000 (SGU serie Ae) visar i princip de olika jordarternas och bergets utbredning i ytan. Berg i dagen eller nära markytan (på högst 0.3—0.5 m djup) redovisas med en enhetlig beteckning eller i vissa fall med en enkel differentiering i t.ex. urberg och yngre sedimentbergarter. Inom jordtäckta områden kartläggs jordarterna närmast under det av markvitrering eller odling förändrade ytskiktet, dvs. i regel på ca 0.5 m djup. Den jordart som markeras på kartan skall ha en mäktighet av minst 0.5 m. Kartläggningen av isälvsavlagringar utgör ett viktigt undantag från denna regel. (Se under rubriken "Isälvsavlagringar".)

KARTUNDERLAG

Underlaget till de geologiska kartbladen utgörs av "Topografisk karta över Sverige" i skala 1:50 000. Som arbetskartor i fält används ekonomiska kartor (1:10 000). Från varje enskilt ekonomiskt kartblad överförs de geologiska konturerna till en plastritning, som fotografiskt förminskas till skalan 1:50 000. Delarna sammanfogas och därmed erhålls ett konturoriginal till jordartskartan.

På de geologiska kartorna har en del av innehållet i den topografiska kartan utelämnats, varigenom de geologiska beteckningarna framträder tydligare. I samband med den geologiska kartläggningen utförs endast en begränsad revision av det topografiska underlaget, främst avseende större vägar.

Av den topografiska kartans markslagsbeteckningar har den blå linjetonen för "sank mark, tidvis vattenfylld" medtagits på jordartskartorna som en gråbrun horisontell linjeton. Denna linjeton används dels i samband med geologiska beteckningar, dels även på vitt underlag, t.ex. för grunda, igenväxande sjöar.

Den topografiska kartans markeringar för "grustag, dagbrott o. dyl." har medtagits på jordartskartorna i samma färg som höjdkurvorna och är i vissa fall reviderade.

På jordartskartorna är, liksom på de topografiska kartorna, ett urval av märkligare fasta fornlämningar markerade. Uppgifter om de olika fornlämningarnas art kan erhållas från riksantikvarieämbetet.

KARTERINGSMETODIK

Vid den geologiska kartläggningen har alla på kartan utskilda ytor granskats i terrängen. Observationer av jordarten företas där växlingar förmodas, eljest på högst 200 m avstånd mellan varje observation inom enhetliga ytor. Flygbildstolkning används i varierande utsträckning som ett hjälpmedel vid kartläggningen. Kartornas olika geologiska enheter avgränsas med linjer, "geologiska konturer", vilka utformas i detalj med ledning av observationerna, terrängformerna eller andra informationer. I vissa fall, där gränsen mellan olika jordarter är särskilt diffus, kan kontur vara utelämnad mellan jordartsbeteckningarna. Jordartsobservationerna utförs med hjälp av handborr och spade. Kompletterande upplysningar om lagerföljder och mäktigheter erhålls i befintliga skärningar (lertag, grustag etc.). Prover av jordarter insamlas dels för kontroll av kartläggningen, dels för exemplifiering av materialet i beskrivningarna till kartbladen.

Inom tätbebyggda områden grundas den geologiska kartläggningen på direkta observationer främst inom någorlunda orörda ytor, t.ex. parker och glest bebyggda delar, samt i tillfälliga skärningar eller, där så icke är möjligt, på tidigare kartor och grundundersökningar. De geologiska kartorna redovisar icke förändringar som skett genom schaktningar och utfyllningar för gator och byggnadstomter etc. utan ger en rekonstruerad bild av de ursprungliga avlagringarna. (Se även under rubriken "Fyllning".)

GENERALISERING

Den geologiska kartbilden är generaliserad ifråga om såväl indelningen i geologiska enheter som konturläggningen. En allmän regel för generaliseringen är att kartbilden i möjligaste mån skall återge ett områdes allmänna karaktär.

Av bl.a. reproduktionstekniska skäl har de enskilda ytorna på kartan en minsta diameter eller bredd av 1 mm, vilket motsvarar 50 m i naturen. Förstoring sker av företeelser, som är alltför små att återges skalenligt men väsentliga för den geologiska bilden.

Exempel på generalisering:

I områden med tät liggande små berghällar kan de minsta hållarna utelämnas, så att plats lämnas för markering av mellanliggande jordarter. En grupp av två eller flera tät liggande hållar kan sammanslås till en. I möjligaste mån undviks dock sammanslagning av hållar åtskilda av djupare sänkor. En

smal men morfologiskt tydligt framträdande jordtäckt sprickdal i ett hällområde återges således med så stor bredd, att den kan medtas på kartan.

Enstaka små hällar inom hållfattiga områden förstoras, så att den faktiska förekomsten av berg i dagen blir redovisad.

Isolerade små moränytor inom större sedimentområden kartläggs på motsvarande sätt, så att bedömningen av sedimentens mäktighetsvariationer underlättas.

Vid snabb växling mellan relativt likartade jordarter (t.ex. olika typer av lera och mo), där utbredningen av varje enskild jordart ej är tillräckligt stor för att skalenligt återges, redovisas den dominerande jordarten.

I småbruten terräng med omväxlande små hällar, moränytor, sedimentfyllda svackor och torvmarker utförs generaliseringen enligt den allmänna regeln, att kartbilden i möjligaste mån skall visa områdets allmänna karaktär i växlingen mellan både de uppträdande jordarterna och blottat berg samt t.ex. eventuell orientering av jordartsstråk och hällar.

MÄKTIGHETSUPPGIFTER

De på kartorna utsatta mäktighetsuppgifterna har i regel erhållits genom borrhningar utförda av SGU eller genom insamling av borrhuppgifter. Uppgifterna gäller endast för de markerade punkterna och avser främst att underlätta bedömningen av djupet till "fast botten" inom sedimentområden. I vissa fall redovisas även jorddjup till berg och olika jordlagers mäktighet i lagerföljden.

TECKENFÖRKLARINGEN TILL KARTORNA

Jordarterna är i teckenförklaringen (legenden) grupperade efter bildningssätt och i princip placerade så att en yngre jordart står ovanför en äldre. Inom varje grupp är, utan hänsyn till åldern, den finkornigaste jordarten placerad överst och den grovkornigaste underst.

De äldsta jordarterna, moränerna, vilar normalt direkt på berg. Övriga jordarter underlagras av en eller flera äldre jordarter eller i vissa fall av berg. Undantag förekommer ibland även i relativt enkelt uppbyggda lagerföljder. Så kan morän överlagra eller växellagra med isälvsediment, grus och sand överlagra postglacial lera och postglacial lera t.o.m. överlagra gyttjelera för att nämna några exempel. Komplicerade lagerföljder där stratigrafien helt avviker från den vanliga finns också.

Berggrund

På jordartskartorna i serie Ae redovisas berggrunden med en enhetlig beteckning eller i vissa fall med en enkel differentiering i t.ex. urberg och yngre sedimentbergarter. Berggrundskartor i skala 1:50 000 utges i en särskild serie, SGU serie Af.

Kvartära bildningar

Jordlagren i Sverige har bildats under den yngsta perioden i jordens utvecklingshistoria, kvartärtiden, och med få undantag under den sista kvartära nedisningen och den därpå följande postglaciala tiden. Kvartära bildningar är också sådana företeelser som räfflor och jättegrytor. En allmän redogörelse för de kvartära bildningarna lämnas i läroböcker i geologi, exempelvis "Sveriges geologi" (Nils H. Magnusson — G. Lundqvist — Gerhard Regnell, 4:e uppl., Stockholm 1963) eller "Berg och jord i Sverige" (Per H. Lundegårdh — Jan Lundqvist — Maurits Lindström, 5:e uppl., Uppsala 1978), till vilka hänvisas.

Jordarternas indelning

På jordartskartorna i serie Ae indelas jordarterna dels efter bildningssätt och bildningsmiljö, dels efter kornstorleksfördelning. Härigenom kan man ur kartbilden både erhålla upplysningar om sannolik lagerföljd på djupet och utläsa vissa drag i jordarternas fysikaliska egenskaper.

I följande allmänna redogörelse för jordarternas indelning på de geologiska kartorna upptas icke vissa lokalt eller enbart inom begränsade regioner uppträdande bildningar såsom rasavlagringar (talus), kemiska sediment och vittningsjordar. I förekommande fall behandlas sådana bildningar i kartbladsbeskrivningarnas speciella del.

INDELNING EFTER BILDNINGSSÄTT OCH BILDNINGSMILJÖ

Jordarterna indelas i två huvudgrupper: *glaciala* och *postglaciala*. De glaciala jordarterna har avsatts direkt av landisen eller dess smältvatten, de postglaciala genom omlagring och nybildning efter landisens avsmältning från respektive områden. Termerna glacial och postglacial, som de här används, anger alltså bildningssätt och bildningsmiljö men ej kronologiskt fixerade skeden.

Beträffande torvjordarternas indelning hänvisas till "Postglaciala organogena avlagringar".

INDELNING EFTER KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Till grund för indelningen efter kornstorleksfördelning ligger Atterbergs korngruppsskala (tabell A). Jordarterna benämns i princip efter den dominerande fraktionen. Med hänsyn till lerhalten indelas jordarterna enligt tabell B.

Förfarandet vid siktning och slamning liksom andra analysmetoder beskrivs i ett särskilt avsnitt under "Sammanställningar och tabeller" i den speciella delen.

TABELL A. Atterbergs korngruppsskala

Grovindelning	Finindelning	Kornstorlek (mm)
Block	—	>200
Sten	—	200—20
Grus	Grovgrus	20—6
	Fingrus	6—2
Sand	Grovsand	2—0.6
	Mellansand	0.6—0.2
Mo	Grovmo	0.2—0.06
	Finmo	0.06—0.02
Mjåla	Grovmjåla	0.02—0.006
	Finmjåla	0.006—0.002
Ler	—	<0.002

Finmo och mjåla sammanslås i geotekniska sammanhang oftast under benämningen silt.

TABELL B. Jordarternas indelning och benämning med hänsyn till lerhalt

Lerhalten anges i viktprocent av allt material med mindre kornstorlek än 20 mm.

Lerhalt %	Benämning
<5	Lerfria eller svagt leriga jordarter
5—15	Leriga jordarter
15—25	Grovleror
>25	Finleror

Finlerorna kan vid behov underindelas i mellanlera (lerhalt ca 25—40 %) och styv lera (lerhalt >40 %). Grovlera benämns i jordbrukssammanhang lättlera.

Nya metoder för kornstorleksanalyser synes i många fall ge något högre lerhalter för grov- och finleror. Härav föranledda modifieringar av tabellens procentvärden anges i förekommande fall i beskrivningarnas speciella del.

När lerhalten i en jordart är mindre än 15 % anges detta vanligen icke på kartorna. Undantag utgör lerig morän samt vissa större och mäktiga förekomster av leriga sediment.

I beskrivningarna kan utöver de på kartorna använda jordartsbenämningarna förekomma utförligare benämningar enligt följande regler: En sorterad jordart (dominerad av en korngrupp) benämns med ett substantiviskt huvudord och med adjektivbestämningar. Om lerhalten är mindre än 15 %, väljs huvudordet efter den kvantitativt största fraktionen, t.ex. blockjord, grus, grovsand, finmo. Om ytterligare någon fraktion ingår i sådan mängd, att den har väsentlig betydelse för jordartens karaktär, anges denna fraktion genom adjektivbestämning, t.ex. sandig mo. Är jordarten lerig (se tabell B), anges detta, t.ex. lerig mo. Om flera adjektiv används, sätts de kvantitativt större fraktionerna efter de mindre, t.ex. grusig sandig mo. För moränjordar används morän som huvudord föregånget av en eller flera adjektivbestämningar enligt ovan, t.ex. grusig sandig morän, lerig moig morän.

Glaciala bildningar

MORÄN

Landisen upptog och bearbetade dels äldre jordlager, dels material som bröts loss från berggrunden. Materialet avsattes efter hand som en sorterad jordart — *morän*. Moränen utgörs av varierande mängder block, sten, grus, sand, mo, mjåla och ler. I morän förekommer ofta skikt eller linser av sorterade jordarter. Vanligen ligger moränen direkt på berggrunden. Morän kan dock stundom vara underlagrad av sorterade jordarter, vanligast isälvsediment. Sådana lagerföljder markeras på kartorna och kommenteras i beskrivningarnas speciella del.

Fraktionerna mindre än 20 mm, dvs. grus till ler, utgör moränens grundmassa. På jordartskartorna indelas morän efter grundmassans sammansättning i *grusig-sandig*, *sandig-moig* och *moig morän* samt *moränlera* (fig. 1). Anges en morän som t.ex. grusig-sandig innebär detta att den domineras av

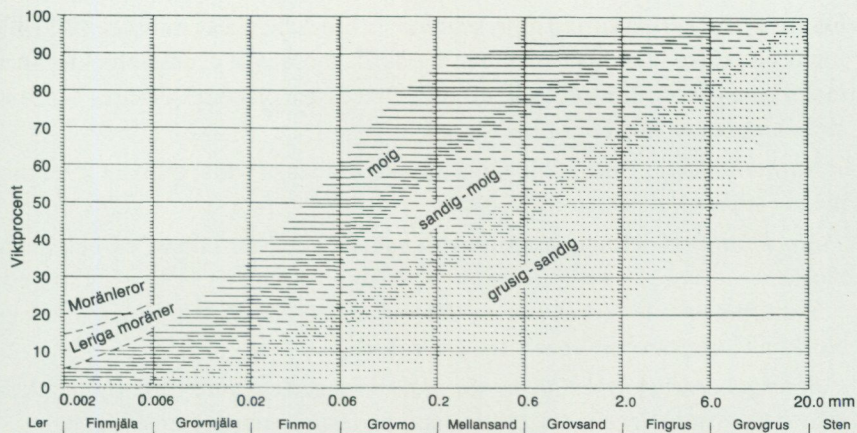


Fig. 1. Diagram över grundmassans sammansättning i olika moräntyper. Respektive moräntypers kornfördelningskurvor faller inom de markerade zonerna.

Diagram showing the grain size distribution of the matrix in different types of till (gravelly, sandy, silty to fine sandy, till with a clay content of 5—15 per cent and clay till).

grus och sand. Morän med en lerhalt av 5—15 % (räknat på allt material mindre än 20 mm) betecknas dessutom som *lerig*, t.ex. lerig sandig-moig morän. Morän med en lerhalt överstigande 15 % benämns moränlera. Denna kan i vissa fall uppdelas ytterligare. I beskrivningarnas speciella del kan en mer detaljerad indelning förekomma, enligt vilken huvudordet morän föregås av en eller flera adjektivbestämningar enligt regler under rubriken "Jordarternas indelning". Block- och stenhalten inne i moränen anges som hög, måttlig eller låg. Moränens blockhalt i markytan anges på kartorna enligt nedan:

Storblockig. Storblockiga moränlytor har hög halt av block med en diameter större än ca 1 m. På storblockiga moränlytor i normal urbergsterräng är frekvensen av sådana block mer än ca 5 per 100 m². Ett enskilt tecken på kartan representerar en storblockig yta av minst ca 1000 m². Inom en större, sammanhängande storblockig moränlyta utsätts tecknen med 1 mm genomsnittligt mellanrum. Om tecknen placeras glesare, avses att mellanliggande ytor ej är storblockiga.

Blockrik. Inom blockrika moränlytor är halten av små och medelstora block hög, vilket i normal urbergsterräng innebär en frekvens av mer än 35 à 40 block större än 0.5 m per 100 m². Detta motsvarar normalt en täckningsgrad av minst 1/3 av ytan. (I de flesta fall är dock täckningsgraden betydligt högre.)

Ett enskilt tecken på kartan representerar en blockrik yta av minst ca 1000 m². Inom en större, sammanhängande blockrik moränyta utsätts blocktecknen med 1 mm genomsnittligt mellanrum. Om tecknen placeras glesare, avses att mellanliggande ytor ej är blockrika.

Normalblockig. Normalblockiga moränytor har strödda, allmänt förekommande små och medelstora block.

Blockfattig. Blockfattiga moränytor saknar eller har endast ett och annat block.

Kulturpåverkade moränytor med bortplockade block betecknas med den blockhalt som kan bedömas vara den naturliga.

Block på annan jordart än morän. Beteckningen används t.ex. för block på isälvsavlagring eller för relativt talrika, på lerfält uppstickande block.

Enstaka stora block avser fritt liggande, mycket stora block, s.k. flyttblock.

Morän med svallat ytskikt. Inom moränområden under högsta kustlinjen (HK) har ytskiktet under landhöjningen utsatts för vågors och bränningars påverkan (svallning). Därvid har en stor del av moränens finare fraktioner (mot till ler) sköljts bort. Beteckningen används, när en klar skillnad framträder mellan ett genom svallning påverkat ytskikt och en underliggande opåverkad morän, men likväl markytans moränkaraktär i huvudsak bevarats. Svallade ytskikt är som regel högst några decimeter mäktiga. I moränområden med svallat ytskikt uppträder ofta fläckvis små svallsedimentförekomster, vilka ej redovisas på kartorna (jfr under rubrikerna "Generalisering" och "Svallsediment").

Moränrygg avser ryggformade moränavlagringar i allmänhet. Olika slag av moränryggar förekommer. De behandlas i beskrivningarnas speciella del men markeras endast i vissa fall på kartorna. Dock markeras i regel sådana små moränryggar som benämns *ändmoräner*.

På kartorna markerade *israndbildningar* utgörs av ryggformade avlagringar, som avsatts utmed isfronten. I regel består dessa av morän omväxlande med sorterat material.

ISÄLVSAVLAGRINGAR

Isälvsavlagringar utgörs av sorterade jordarter, isälvsediment, som transporterats, sorterats och avsatts av smältvatten från landisen. Isälvsedimenten kännetecknas av att materialet är sorterat efter kornstorlek i olika skikt

och lager med endast en eller ett fåtal kornstorlekar samt att partiklarna i allmänhet är avrundade ("rullstenar", "rullstensgrus"). Övergångstyper till morän förekommer. De kännetecknas av lägre sorteringsgrad och dåligt utbildad skiktning.

Smältvattnet samlades i isen till isälvar i större eller mindre tunnlar (i vissa fall sprickor eller kanaler), som ledde ut till landisens front. I istunneln eller utanför dess mynning avsattes det grövre materialet (block, sten, grus och sand). Det finkornigaste materialet, mo, mjåla och ler, avsattes på större avstånd från isälvarnas mynningar. (Se "Glaciala finkorniga sediment").

Genom iskantens successiva tillbakavikande (recession) avsattes i många fall en serie åskullar till en mer eller mindre sammanhängande, ryggformad isälvsavlagring, s.k. rullstensås. Isälvsavlagringar kan också ha avsatts som utbredda fält, deltan, lateralterrasser, sandurfält etc.

Kärnpartierna i stora isälvsavlagringar under högsta kustlinjen (HK) ligger vanligen direkt på berg, manteln och perifera delar antingen på morän eller berg. Isälvsavlagringar belägna över HK ligger ofta direkt på morän.

På jordartskartorna indelas isälvsavlagringarna efter sammansättning i isälvsgrus, isälvsand och isälvsgrövmå samt isälvsavlagring i allmänhet. Morfologiskt framträdande ryggar av isälvsmaterial benämns *isälvsavlagring med ryggform* eller *rullstensås*. Dessa ryggar har ofta en starkt växlande materialsammansättning. De erhåller som särskild överbeteckning en punkt-rad, vilken markerar krönet. Entydiga regler för isälvsavlagringarnas indelning enligt detta system kan ej uppställas. Olika faktorer, såsom isälvarnas vattenföring, isrecessionens förlopp, områdets morfologi och andra lokala förhållanden är bestämmande för avlagringsformer, inre byggnad och sedimenttyp. Dessa faktorer påverkar klassifikationen i varje enskilt fall.

Isälvsgrus är en sammanfattande beteckning för det grövsta isälvs materialet, grus jämte sten och block.

Isälvsand domineras av sandfraktionerna. Såväl grövre som finare fraktioner kan ingå i underordnade mängder.

Isälvsgrövmå domineras av grövmofractionen. Lerskikt saknas. I detta avseende skiljer sig isälvsgrövmå från varvig mo med lerskikt. (Se "'Glaciala finkorniga sediment".)

Beteckningarna isälvsgrus, isälvsand och isälvsgrövmå används i de fall, då en avlagring konstaterats bestå huvudsakligen av respektive jordart. Dessa beteckningar kan ibland även användas, då enbart en bedömning av ytlagrens sammansättning ligger till grund för klassifikationen av avlagringen.

Beteckningen *isälvsavlagring i allmänhet* används för isälvsavlagringar med växlande eller ofullständigt känd sammansättning.

Isälvsavlagringar belägna under HK har under landhöjningen i växlande grad omlagrats genom svallning. Det omlagrade materialet, svallsedimenten, förekommer både ovanpå orört isälvsmaterial och utanför de ursprungliga avlagringarna. Genom omlagringen har de ursprungliga formerna vanligen flackats ut, och bl. a. av denna orsak är sådana isälvsavlagringar svåra att avgränsa på kartorna, främst mot omgivande svallsediment. I princip utritas i sådana fall isälvsavlagringarnas konturer efter morfologiskt framträdande gränser. Isälvsavlagringar under HK har dock ofta en större utbredning än den på kartorna markerade och utbreder sig då under omgivande yngre jordlager.

Svallsediment som täcker isälvsavlagringar, avgränsade enligt ovan, markeras icke på kartorna. Svallsediment kan överlagra lera, som avsatts på isälvsavlagringar, t. ex. på åsslutningar och i åsgropar. Ett från praktisk synpunkt viktigt förhållande är därför, att lerlager täckta av svallsediment kan förekomma inom ytor markerade som isälvsavlagring.

I samband med isens avsmältning bildades lokalt isdämda sjöar, s. k. issjöar. Dessa uppkom främst i områden över högsta kustlinjen, där smältvattnet dämades mellan högre belägen terräng som smält fram ur isen och i lägre terräng kvarvarande is. I en del sådana issjöar avsattes sediment, som fördes dit av smältvattnet eller svallades ut från omgivningen. Issjösedimenten varierar i kornstorlek vanligen mellan sand och lera. De skiljer sig från egentliga isälvsavlagringar främst genom ytformer och lagringsförhållanden. Issjösand och issjögrovmå markeras på jordartskartorna med orange färg. De finkorniga issjösedimenten — finmo, mjäla och lera — betecknas på kartorna på samma sätt som andra glaciala finkorniga sediment.

GLACIALA FINKORNIGA SEDIMENT

Dessa sediment utgörs av det finkornigaste materialet från isälvarna: mo, mjäla och ler. Detta fördes bort från isälvsmyningarna med strömmar och avsattes efter hand på havs- eller sjöbotten. Dessa sediment kännetecknas i stora delar av landet av en regelbunden växellagring mellan skikt av mo, mjäla och lera. Skiktningen betingas av i huvudsak årstidsbundna variationer i isälvarnas vattenföring. De under ett år avsatta skikten bildar tillsammans ett varv. Varvtjockleken är vanligen störst i lagerföljdens undre delar och avtar uppåt liksom den genomsnittliga kornstorleken. Varvtjocklek och kornstor-

lek avtar också i riktning ut från isälvsavlagringarna. Ofta utgörs varven i sin helhet av lera. Varvigheten kan då framträda genom färgväxling mellan ljusa-re undre skikt och ett mörkare övre skikt i varje varv.

I vissa områden av landet kan varvighet saknas eller vara otydligt utbildad. Den glaciala leran särskiljs då från övriga lertyper om möjligt på andra grunder, t.ex. avvikande färg.

I isälvsavlagringarnas närhet kan glaciala finkorniga sediment underlagras av isälvs sediment. På större avstånd från isälvsavlagringarna ligger de på morän eller, ibland, direkt på berg.

De glaciala finkorniga sedimenten indelas i:

Glacial finmo. Finmo dominerar, lerskikt är helt underordnade eller saknas.

Glacial mjäla. Mjäla dominerar, lerskikt är helt underordnade eller saknas.

Varvig mo och/eller mjäla med lerskikt. Varviga sediment, i vilka lerskikten upptar mindre än hälften av volymen.

Varvig lera med mo- och mjälaskikt. Varviga sediment, i vilka lerskikten upptar mer än hälften av volymen.

Varvig lera utgörs helt av lera.

Varvig lera med mo- och mjälaskikt samt *varvig lera* sammanfattas ofta på kartorna under beteckningen *glacial lera*.

För icke varviga glaciala finkorniga sediment med en lerhalt $> 15\%$ används benämningarna *glacial grovlera* och *glacial finlera* (se tabell B). På kartorna erhåller dessa lertyper samma beteckningar som *varvig mo* och *mjäla med lerskikt* respektive *varvig lera*.

Postglaciala bildningar

Postglaciala minerogena sediment

De postglaciala minerogena sedimenten indelas i tre huvudgrupper: havs- och sjösediment, älv- och svämsediment samt eoliska sediment (vindavlagringar).

HAVS- OCH SJÖSEDIMENT

De grovkorniga havs- och sjösedimenten utgörs huvudsakligen av svallsediment.

Vid landhöjningen utsattes tidigare avsatta jordlager för vågornas påverkan (svallning) med en mer eller mindre genomgripande omlagring som följd. Det utsvallade materialet avlagrades vid och närmast utanför stränderna som *svallgrus*, *svallsand* och *grovmo* (svallgrovmo) i princip med utåt från stranden avtagande kornstorlek.

Svallsedimentens mäktighet är starkt växlande beroende på läge i terrängen och tillgång på material. Vid kartläggningen är det ofta svårt att utskilja och avgränsa svallgrus från morän med svallat ytskikt enär alla övergångsformer kan förekomma mellan dessa jordarter. (Se "Morän med svallat ytskikt".)

Svallsedimenten är ofta underlagrade av lera men kan också vara täckta av yngre leror. Sådana lagerföljder kartläggs enligt de i inledningen nämnda allmänna reglerna för kartläggning av jordarter.

Klapper utgörs av block och sten, som frisköljts ur jordlager samt avrundats och anhopats.

Svallgrus är en sammanfattande beteckning för grövre svallsediment med mycket växlande sammansättning. I dessa ingår förutom grus, oftast sand och sten samt ibland även block och grovmo.

Svallsand och *grovmo* domineras av sand- respektive grovmofraktionerna och är i motsats till svallgrus vanligen väl sorterade.

Skaljord består huvudsakligen av skal och skalrester av mollusker m.m. Materialet har av vågor och strandströmmar ibland anhopats till avlagringar av betydande storlek.

Inlagringar av skal i andra jordarter kan markeras med en särskild överbeteckning, i förekommande fall differentierad för havs- och insjömollusker.

Svallsedimenten betecknas på kartorna med orange färg. Denna kan i vissa fall även inrymma issjösediment (se "Isälvsavlagringar") samt en del äldre älv- och svämsediment.

De finkornigaste omlagringsprodukterna av äldre jordarter (jordlager) har avsatts på botten av fjärdar, vikar och sjöar som postglaciala havs- och sjösediment.

Finmo och *mjåla* utgör ofta distala svallsediment, avsatta långt ut från stranden.

Postglaciala leror indelas efter lerhalten i postglacial grovlera respektive finlera (se tabell B) samt gyttjelera. De saknar i allmänhet tydlig skiktning. Postglaciala leror underlagras i regel av glacial lera.

Gyttjelera avsätts i grunda bäcken och vikar som det yngsta ledet av post-

glaciala leror. Gyttjelera innehåller 2—6 viktprocent organiskt material, främst gyttjesubstans. Vid torkning spricker gyttjelera sönder i små korn och kallas ofta grynlera. På grund av ursprunglig hög halt av järnsulfider har ytliga delar av gyttjeleran ofta en starkt sur reaktion.

Lergyttja innehåller 6—30 viktprocent organiskt material. För denna jordart, som endast undantagsvis går i dagen, används på kartorna samma beteckning som för gyttjelera.

ÄLV- OCH SVÄMSSEDIMENT

Älv- och svämsediment har bildats utmed vattendrag. Älvsediment är ofta väl sorterade samt fattiga på organiskt material. Svämsediment är vanligen ofullständigt sorterade och i växlande grad uppblandade med organiskt material, främst växtrester.

På kartorna redovisas med särskild beteckning de i nutiden bildade (recenta och subrecenta) älv- och svämsedimenten. Äldre älv- och svämsediment ingår däremot i övriga postglaciala och glaciala sediment.

Grus är en sammanfattande benämning på de grövsta sedimenten bestående av grus med växlande halt av sten, ibland även block. Sådant grus har avsatts i stridare delar av vattendragen som bankar och revlar (*älvgrus*).

Sand — *grovmo* och *finmo* — *lera* har avsatts vid lägre strömhastighet, dels som älvsediment, dels som svämsediment.

EOLISKA SEDIMENT (VINDAVLAGRINGAR)

Eoliska sediment utgörs i huvudsak av mellansand, grovmo och finmo. På kartorna markeras flygsand, dyner och flygmo med särskilda överbeteckningar på underliggande jordart.

Flygsand är en mycket väl sorterad jordart bestående av mellansand och grovmo i varierande mängder. Flygsanden bildar ofta kullar eller ryggar (*dyner*).

Flygmo utgörs huvudsakligen av grovmo med viss halt av finmo och förekommer vanligast som tunna ytlager.

Postglaciala organogena avlagringar

TORV

Torvavlagringar bildas dels vid igenväxning av öppet vatten, dels vid försumpning av förut torr mark. Torvmarkerna indelas på jordartskartorna i kärr, mossar och blandmyrar. Inom vissa regioner kan en ytterligare uppdel-

ning av kärren företas, nämligen i rikkärr och fattigkärr. Utdikade och odlade torvmarker betecknas efter sin ursprungliga beskaffenhet med ledning av torvslag och läge i terrängen. Efter förmultningsgraden kan torvslagen benämnas höghumifierade eller låghumifierade.

Kärr kännetecknas av olika slag av gräs och halvgräs (starr), vass, fräken och fuktighetsälskande örter. I bottenskiktet överväger s.k. brunmossor. Kärr kan även vara bevuxna med viden, al, björk och gran. Kärren uppbyggs av olika kärrtorvslag, t.ex. starrtorv, lövkärrtorv eller kärrdy. Kärren har ofta bildats genom igenväxning av sjöar. Kärrtorven underlagras då av gyttja och lera. Fattigkärr (s.k. starrmossar) kännetecknas av starrarter och andra halvgräs i ett bottenskikt av icke tubbildande vitmossor. Denna vegetation bildar starr-vitmosstorv.

Mossar kännetecknas framför allt av ett slutet täcke av vitmossor med tubbildande arter och en i övrigt ganska artfattig flora sammansatt av olika ris, såsom ljung, skvattram, odon, kråkris m.fl. samt tudun. Mossarna kan vara bevuxna med tall. Mossarnas yta är plan eller välvd (s.k. högmossar). Mossarnas vegetation ger upphov till mossetorv av olika typer. t.ex. vitmosstorv. Mossarna har oftast utvecklats från kärr. Mossetorven ligger i dessa fall på kärrtorv.

Blandmyrar kännetecknas av omväxlande kärr-, fattigkärr- och mossepartier. I blandmyrarna ingår olika kärr- och mossetorvslag.

Dessutom markeras på kartorna utbredda förekomster av *tunt ytlager av torv*, dvs. där torvmäktigheten är generellt mindre än 0.5 m.

GYTTJA

Gyttja avsätts i öppet vatten och utgörs av mer eller mindre finfördelade rester (detritus) av högre växter, alger, plankton och andra organismer. Ren gyttja har grön, ibland brun färgton. Gyttja är ej plastisk och konsistensen är vanligen lös. Där gyttja bildar ytlager har den i regel kommit i dagen vid sjösänkningar.

Med högre halt av minerogena partiklar, främst ler men även mo och mjåla, uppkommer en serie övergångsformer till lera, vilka betecknas som lergyttja och gyttjelera. (Se "Postglaciala minerogena sediment".)

Övriga kvartära bildningar

Räfflor. Moränmaterialet i landisens bottenzon slipade och repade berghälarna. Reporna, räfflorna, visar landisens rörelseriktning. De markeras på

kartorna med en pil (spetsen på observationsplatsen). I områden med talrika räffellokaler redovisas endast ett begränsat urval. Räffelriktningar anges i allmänhet avrundade till helt 5-tal grader.

Jättegrytor är ursvarvningar i berg. Dessa har bildats genom att block eller stenar satts i rotation av strömmande vatten.

Källor. På kartorna markeras orörda eller exploaterade källor med bräddavlopp och mera betydande avrinning.

Fyllning. Beteckningen innebär att den ursprungliga markytan täcks av främmande material (schaktmassor, byggnadsavfall, gråberg och sligavfall vid gruvor etc.). Beteckningen kan kombineras med geologiska beteckningar enligt följande regler. Där underlaget är känt läggs beteckningen för fyllning över den geologiska beteckningen. Enbart beteckningen för fyllning används där underlaget är okänt. Strandfyllning markeras på samma sätt. Fyllning markeras vanligen icke inom tätbebyggda områden (jfr s. 6). Det topografiska underlagets tecken för sluten bebyggelse får i sådana fall symbolisera att ytlagren flerstädes utgörs av påfört material. Strandfyllning, vars utbredning är känd, betecknas dock även inom sådana områden.

SPECIELL DEL

AV
CURT FREDÉN

Inledning

Underlaget till jordartskartan Göteborg NO utgörs av det topografiska kartbladet 7B Göteborg NO, som trycktes år 1969. Några smärre väg- och järnvägsändringar har gjorts. En del namn och i sammanhanget ovidkommande eller inaktuella uppgifter har borttagits. Den administrativa indelningen har inte reviderats, varför kartans kommungränser är från tiden före den senaste kommunreformen.

Rekognoseringen för jordartskartan utfördes under åren 1973—1977 med biträde av Anders Backström, Mats Engdahl, Per-Axel Isaksson, Fredrik Klingberg, Åsa Lindh och Bertil Sundkvist, som ensam svarar för ca 1/3 av arealen, samt extrageologerna Ingemar Cato, Ingemar Carlsson, Lennart Nilsson, Jan Rogbeck, Rodney Stevens och Per Ånelius.

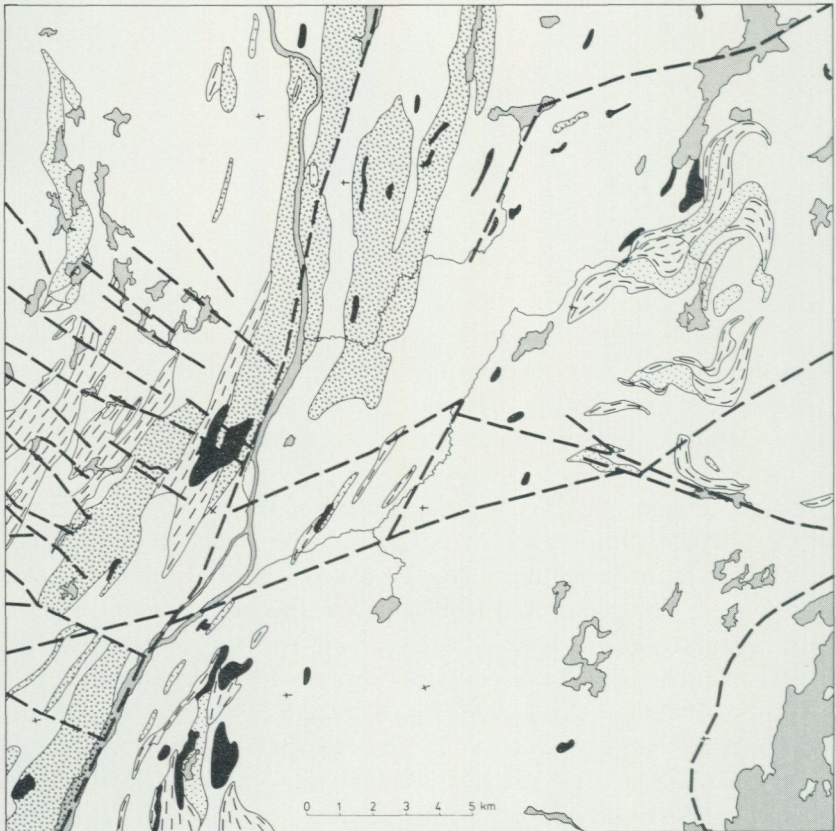
Den nya jordartskartan täcks i västra delen av kartbladen Ac 3 Uddevalla (Lindström 1902) och Ac 4 Göteborg (Blomberg 1902) i skala 1:100 000 samt i östra delen av kartbladen Ab 11 Venersborg (Lindström 1887) och Ab 7 Borås (Lindström 1883) i skala 1:200 000. Kartorna ingår i SGU:s äldre serier av kombinerade jord- och bergartskartor.

Lokalangivelser i texten kompletteras med siffra och bokstav inom parentes betecknande det ekonomiska kartblad, på vilken lokalen ifråga är belägen. Bladindelningen återfinns i jordartskartans yttre ram.

Berggrund

Nedanstående översikt har lämnats av L. Samuelsson. Närmare upplysningar om berggrunden ges i beskrivningen till berggrundskartan Göteborg NO (Samuelsson 1982).

Berggrunden domineras av gråa granodioriter med en del granitiska partier. Dessa ursprungligen massformiga djupbergarter är mestadels starkt förskiffrade och i växlande grad försedda med pegmatitiska ådror. De omsluter partier av gråa ytbergartsgnejser som ofta förekommer tillsammans med



Aldst Oldest

Ädrig ytbergartsgnejs
Veined paragneisses

Mörka basiska bergarter
(amfiboliter)
Amphibolites

Ädrig gnejsgranit
Veined orthogneisses

Röda, gnejsiga ögongraniter
Red augengranites, foliated

Fint medelkornig granit, något gnejsig
Finely medium-grained granite, slightly foliated

Pegmatitrika områden
Areas rich in pegmatite

Större rörelsezon
Major fracture zone

Yngst Youngest

Fig. 2. Översiktlig berggrundskarta. Förenklad efter Samuelsson (1982).

Simplified map of solid rocks.

mörka kiselsyrafattiga bergarter (= amfibolit och metabasit). De senare har högre andel järn, magnesium och kalcium än övriga bergarter inom kartområdet.

Ett karakteristiskt drag i berggrunden är de röda gnejsiga ögongraniter som ligger i ett stråk längs Göta älvdalen. Dessa graniter består av tre olika typer,

som i fält är snarlika varandra. En av dessa utsänder gammastrålning, som lokalt kan uppgå till 40 mikroröntgen/tim. Detta värde är mer än dubbelt så högt som strålningen i omgivande bergarter.

I kartområdets nordvästra del och söder om Vanderydsvattnet (9j) förekommer en relativt homogen grå, medelkornig granit, som vanligen är något förskiffrad.

De yngsta delarna av urberget utgörs av grovkorniga pegmatiter, vilka på många ställen brutits för utvinning av kvarts och fältspat.

På några ställen inom kartbladsområdet har sandsten påträffats i smala sprickor (Samuelsson 1975, 1982). Dessa förekomster, som härstammar från den kambriska tidens början för ca 570 miljoner år sedan, visar att den nuvarande bergytan i allt väsentligt är densamma som vid den kambriska tidens början.

Göta älvs dalgång har anlagts mycket tidigt som en förskiffrings- och mylonitiseringszon, sannolikt för ca 1500 miljoner år sedan. Den har därefter varit en aktiv förkastningslinje under flera faser, bl.a. i anslutning till Bohuspegmatiternas kristallisation för ca 850—900 miljoner år sedan (Skiöld 1976). Sannolikt har förkastningsrörelser ägt rum i älvszonen även under paleozoisk tid (Samuelsson 1975).

Kvartära bildningar

Räfflor

Räfflor och räffelsystem är vanliga inom kartområdets stora dalgångar medan de i övriga delar är glest förekommande. Berggrundsytan är vanligen så vitt rad att räfflor utplånats eller svårligen kan fastställas.

Nästan alla räffelobservationer är redovisade på fig. 3. En gallring har skett där räfflor med samma riktning förekommer i närheten av varandra, t.ex. på strandhällar vid Mjörn (5j).

Hällar med korsande räfflor är fåtaliga. På flertalet lokaler, som redovisats med mer än en räffelriktning, ligger de olika räfflorna på samma håll men det inbördes förhållandet kan inte fastläggas. I flera fall kan räffelriktningar inom ett intervall av 20—30° tillskrivas vridningar inom samma isrörelse.

Morfologin har haft en avsevärd inverkan på isrörelserna. Vanligen finns räfflor med en riktning som är parallell med en intilliggande dalsida. Räfflor, som har en från dalgången avvikande riktning, är oftast avsatta av en äldre isrörelse. Ett tydligt exempel på detta finns på en håll sydväst om vägbanken



Fig. 3. Räfflor på kartbladet Göteborg NO.
Glacial striae on map sheet "Göteborg NO".

över nordspetsen av Holmevatnet (8j). Lokalen visar fem olika räffelriktningar från N60°Ö (äldst) till N10°Ö (yngst).

Utöver räfflor förekommer några andra glacialmorfologiska formelement. Inom hela kartområdet är rundhällar vanliga. Flertalet av dem är formade av en nordöstlig isrörelse. Som nämnts ovan är räfflorna vanligen bortvittrade. På läsidor kan räfflor i öst—väst påträffas.

Parabelriss, skärformiga brott och musselbrott förekommer på öarna i Mjörn, speciellt på Klockesten (5j), se fig. 4.



Fig. 4. Musselbrott (a), parabelriss (b) och skärformigt brott (c) är spår efter landisen på en hållyta på Klockesten (5j). Kompassen ligger i isrörelseriktningen, från höger till vänster. Foto förf. 1973.

Mussel-gouge (a), chatter marks (b) and crescentic gouge (c) on a rock surface on the island of Klockesten (5j). Ice direction is shown by the compass string, from right to left.

Plastiska former, främst tråg och undulerande rännor, har iakttagits på öarna i Mjörn (5j) och längs östra stranden av Vanderydsvattnet (9j), se fig. 5.

Jättegrytor

Sådana ursvarvningar i berg, som går under namnet jättegrytor, har främst bildats genom att nedstörtande smältvatten vid isfronten eller under landisen roterat grus och stenar, s. k. löpare, vilka ibland anträffats på botten av grytor-



Fig. 5. Ett av plastisk is och smältvatten utskulpterat tråg. Tumstocken är 1 m lång. Ca 150 m SSV om Vassbo (9j) vid stranden av Vanderydsvattnet. Foto förf. 1974.

A plastically sculptured gouge 150 m SSW of Vassbo (9j) on the shore of lake Vanderydsvattnet.

na. I de flesta fall är jättegrytorna cirkelrunda. Jättegrytor har även utsvavats mellan berg- och iskant. I dessa fall återfinns "halva" jättegrytor på nästan vertikala bergväggar eller enbart diffusa märken som dock ej säkert kan skiljas från andra av landisen utskulpterade erosionsformer.

Flera lokaler med jättegrytor har påträffats inom kartområdet. Vanligen har grytorna en cylindrisk form och rundad botten. Ett exempel finns 1100 m söder om Västerlanda kyrka (9g). Grytans diameter är 70 cm och djupet är 150 cm. Tre jättegrytor 250 m sydväst om Viken (9j), en på den västra och två på den östra sidan om vägen, är 50–100 cm i diameter och 75–200 cm djupa. Två små jättegrytor, 30–70 cm i diameter och 20–70 cm djupa, ligger på sydöstra sidan av en häll 550 m SSV om Ale-Skövde kyrka (8h).



Fig. 6. Tunt moräntäcke på berg nordväst om Ramsjödalen (5i). Spaden är 70 cm lång. Foto förf. 1972.

Thin till cover on bedrock northwest of Ramsjödalen (5i). The spade is 70 cm long.

Några av jättegrytorna är ej hela utan endast delvis utsvarvade i nästan vertikala bergväggar. Dessa grytor är vanligen mer än 1 m i diameter och mer än 2 m djupa. I några fall är de ej urgrävda. Exempel på halva jättegrytor finns 600 m sydväst om Stampa (5g), 250 m ÖNÖ om St. Peder kyrka (7g) och 800 m söder om St. Mjösundet (9j).

Morän

Utbredning, mäktighet och ytformer

Ett för Västsveriges natur karaktäristiskt drag är den ringa förekomsten av morän. Inom kartbladet Göteborg NO är detta påtagligt. Knappt en procent av arealen upptas av morän. Bristen på morän i regionen har bl. a. behandlats av

Rudberg (1967) och Hillefors (1969, s. 114—116). Den troliga orsaken torde vara att erosionen var mycket måttlig i slutskedet av nedisningen.

Inom stora delar av den sydöstra delen av kartområdet, såväl under som över högsta kustlinjen, fig. 23, förekommer ett tunt moräntäcke med ca en halv meters mäktighet, fig. 6. Hällblottningarna är vanligen få i dessa områden. Enligt de generella reglerna (se s. 5) skall bergområden, som täcks av jordlager med en mäktighet av mindre än en halv meter, kartläggas som kalt berg. Detta förfarande är emellertid olämpligt där det finns större ytor med sådant jordtäcke som ger fäste för avverkningsbar skog. Tunt moräntäcke på berg redovisas på kartan med en svart fylld triangel. Varje triangel representerar i princip en yta av minst 4 hektar, där tunt moräntäcke dominerar över kalt berg eller över ytor med tjockare morän.

Hammarseismiska jorddjupsbestämningar till berg har gjorts i några moränområden, fig. 7. Mäktigheten är vanligen mindre än 15 m. Större mäktigheter förekommer i markanta jordryggar. Den största kända mäktigheten — mer än 40 m — har registrerats vid Dössebacka (5f). Geologisk tolkning av de seismiska ljudhastigheterna är svåra att göra om man ej har borrhugggifter eller andra upplysningar från mätområdet till stöd för bedömningen. Låga hastigheter, 300—700 m/s under ytskiktet, kan tolkas som sediment (sand och grus), skikt med ljudhastigheter mellan 1800 och 2400 m/s som morän. Den hammarseismiska utrustningen har i första hand använts för jorddjupsbestämning. Det är inte ovanligt att moränavlagringar kan ha komplexa sammansättningar, se t.ex. beskrivningen av Dössebackaavlagringen nedan. Vid seismiska mätningar kan ett skikt med en låg ljudhastighet, t.ex. grus, ej registreras om det överlagras av en jordart med högre hastighet, t.ex. morän.

Kartområdets största moränavlagringar är ryggformade s.k. stötsidesmoräner, vilka ligger an mot berg i distaldelen och är utsträckta i isrörelseriktningen nordöst—sydväst. Denna moränform är vanligt förekommande i Västsverige (Fredén 1983, 1984). De längsta ryggformade stötsidesmoränerna ligger vid Dössebacka (5f) och Skogstorp (6i). Även moränavlagringen vid Högstorp (6g) skall räknas hit. Den södra slutningen döljs av lera. Kortare men mer markanta ryggformade stötsidesmoräner återfinns sydväst om Romelanda kyrka (5f) och sydväst om Älghultsjön (9j).

Mindre ryggformer, 1—5 m höga, ligger i stråk orienterade nordväst—sydöst. Dessa mer eller mindre sammanhängande moränområden bildar tillsammans med isälvsediment s.k. randbildningar, dvs. de markerar stillestånd av isfronten under landisens avsmältning. Den mest markanta randbildningen inom kartområdet kallas Berghemsmoränen. Avlagringar i detta

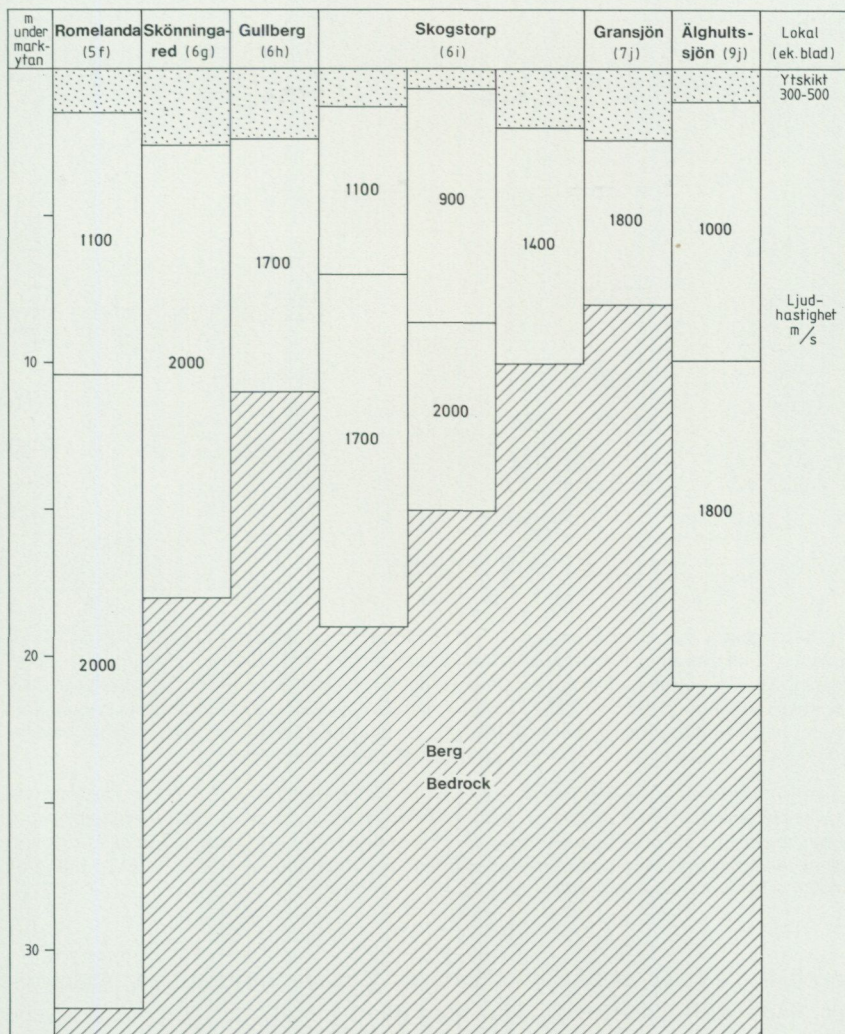


Fig. 7. Hammarseismiska jorddjupsbestämningar i moränavlagringar vid 6 lokaler.

Hammarseismic determinations (m/s) in till accumulations at six localities.

randstråk kan tydligt ses på kartan från nordvästra hörnet till Sundasjön (5i) i kartans sydkant. I denna randzon har isfronten legat mer eller mindre stilla under 50—200 år. Inom kartområdet finns enstaka avlagringar som avsatts i israndstråk parallella med Berghemsmoränen. Dessa markerar ett kortare

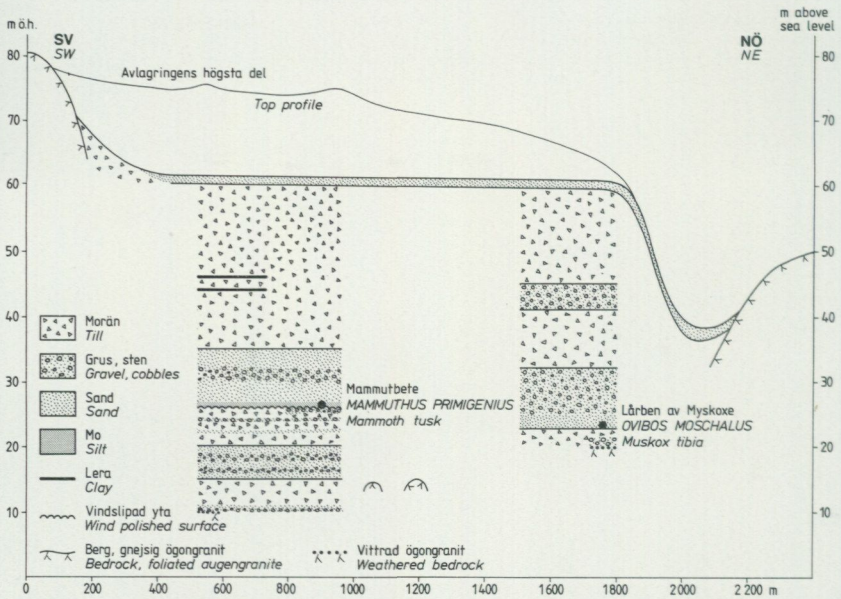


Fig. 8. En generaliserad profil av lagerföljden i östra delen av Dössebackaavlagringen (5f). De tre moränbäddarna antas representera tre olika nedisningar. Kol 14-dateringar har gjorts på organiskt material i lerskikten och av mammutbeten (Hillefors 1969, 1974). Resultaten är dock inte invändningsfria (Hillefors 1974). På avlagringens högsta del finns korta flacka ryggar, som ligger vinkelrätt mot avlagringens utsträckning. De har tolkats som ändmoräner. Efter Munthe (1905), Alin & Sandegren (1947), Hillefors (1969) och Mörner (1972).

A schematic profile of the exposed stratigraphy of the Dössebacka (5f) deposit. The three till beds are assumed to represent three glaciations. Radiocarbon determinations of organic matter in the clay layers and of the mammoth tusk are considered to be uncertain. Short and fairly low ridges on the top have been interpreted as endmoraines. After Munthe (1905), Alin & Sandegren (1947), Hillefors (1969) and Mörner (1972).

uppehåll, 1–10 år, av iskanten. Korta och låga moränryggar, s.k. ändmoräner, finns vid Högstorp (6g), 2 km nordöst om Östad säteri (6j) och Präsebo (9i).

Speciella ytformer, som uppstått vid dödisavsmältning, finns inom några små områden på Risveden vid Valsjön (7j), St. Lersjön (7j) och Gransjön (7j). De nämnda områdena ligger alla ovanför HK (fig. 23). Dödismorän har bildats där isen spruckit upp och isblocken blivit kvarliggande relativt länge. Ytformerna visar ett oregelbundet mönster av kullar, ryggar och gropar. De senare representerar isblockens läge. Ryggarna och kullarna har bildats dels av morän som från den smältande isen fallit ned i sprickorna mellan is-



Fig. 9. Vy över södra taget i Dössebackaavlagringen (5f). Två moränbäddar är synliga på bilden och är markerade med trianglar, jfr fig. 8. Foto förf. 1979.

View of the south end of the Dössebacka (5f) deposit. Two till beds (triangles) are visible in the picture, cf. Fig. 8.

blocken, dels av morän som isblocken genom sin tyngd pressat upp i sprickorna. I kullarna och ryggarna kan också grus och sand finnas. Så är fallet t.ex. i dödisområdet norr om Valsjön (7j). Risvedenområdet är vattendelare mellan Göta älvs och Mjörns dräneringssystem.

Moränens sammansättning

Den inom kartområdet dominerande moräntypen har en sandig-moig sammansättning, se proverna 6—14 i tabell 1. Vanligen är den hårt packad och svårgrävd t.o.m. för moderna schaktmaskiner.

I några fall har den grövre moräntypen, grusig-sandig morän, påträffats, se proverna 1—5 i tabell 1. De påträffade ytorna har varit så få och små att de ej särskilt med eget tecken på kartan.

Den finkorniga moräntypen, moig morän, har observerats på tre ställen, proverna 15—17 i tabell 1. Nordöst om Grandalssjön (8j) täcks den moiga



Fig. 10. Dössebackaavlagringens översta morän. Till sammansättningen är denna sandig—moig. Halten av sten och block är relativt låg. Skikt av sand och mo förekommer. Vy mot nordöst. Foto förf. 1975.

The top till at Dössebacka (5f) is sandy and has a fairly low content of cobbles and boulders. Layers of sand and silt occur. View towards the northeast.

moränen av en meter isälvsgrus. En skärningsvägg 800 m ÖSÖ om Strömängen (9j) visade att moränen innehöll talrika sliror med mo, prov 17 i tabell 1.

Inom kartområdet har ingen differentiering gjorts av morän i svallat respektive osvallat ytskikt. Generellt sett har alla moränytter som ligger under högsta kustlinjen (fig. 23) varit utsatta för svallningsprocesser med en mer eller mindre genomgripande förändring av ytskiktet som följd. Senare markprocesser, främst vittring, har dock i olika hög grad påverkat markskiktet på sådant sätt, att ett ursprungligen svallat ytskikt förlorat de karakteristiska dra-



Fig. 11. Skärning i den sydöstra slutningen av den ryggformade stötsidesmoränen sydväst om Älgultssjön (9j). Block- och stenhalten är snarlik Dössebackamorärens, se fig. 10. I den övre delen av skärningsväggen syns ett grusskikt, ca 1 m under ytan. Moränens kornstorlekssammansättning framgår av prov 13 i tabell 1. Foto förf. 1974.

Cut in the southwest slope of the ridgeshaped stoss-side moraine southwest of lake Älgultssjön (9j). A layer of gravel in the sandy till (sample 13 in Table 1) is visible one metre below the surface.

gen. De finkorniga minerogena partiklarna har vittrat och sönderdelats och därmed ersatt de kornfraktioner som tidigare förts bort av vågorna.

Endast ett fåtal skärningar i morän finns. Den största ligger vid Dössebacka (5f). Alltsedan sekelskiftet har skärningsväggarna i det stora jordlagret tilldragit sig geologernas intresse för den komplexa lagerföljden och för fynden av skelettdelar av mammut och myskoxe, se fig. 8. Historik och lagerföljdsbeskrivningar har utförligt behandlats av Alin & Sandegren (1957), Hillefors (1969, 1974) och Mörner (1972). På större delen av avlagringen finns svallsediment, som i norra delen utgörs av 0.5–1.5 m mäktig sand, och i

södra delen av ett 2—3 m mäktigt gruslager. Svallsedimenten underlagras av en 15—20 m mäktig och relativt homogen sandig-moig morän, fig. 8 och 9. Under denna morän förekommer omväxlande lager av morän och isälvs-sediment, se fig. 8. De vid kartläggningen horisontellt exponerade jordarterna har markerats på jordartskartan. De båda framgrävda hållarna är vindslipade.

Detaljstudier av lagerföljden i Dössebackaavlagringen har givit intressant information om nedisningsförloppen i Västsverige.

Övriga ryggformade stötsidesmoräner kan också ha en komplex lagerföljd. Nordöstra slutningen av avlagringen vid Älghultssjön (9j) består av en sandig-moig morän (prov 13, tabell 1), fig. 11, som har stora likheter med Dössebackaavlagringens översta morän.

Den ryggformade stötsidesavlagringen vid Skogstorp (6h) kan innehålla grus och sand. De på kartan markerade svallsedimenten kan överlagra isälvs-sediment.

I randmoräner växlar moränens kornstorlekssammansättning, mo-, sand- och grusskikt finns i växlande utsträckning och mäktighet. Moränen är vanligen lucker, såväl kantiga som kantavrundade stenar och block ingår, fig. 12. Ofta är lagren störda. Exempel på denna moräntyp har iakttagits norr om Sundasjön (5i), nordväst om Backarna (8g) och norr om Västersjön (9f).

Liknande jordartsförhållanden förekommer i moränavlagringar invid bergsidor, främst på läsidan av ett berg i förhållande till isrörelseriktningen. Öster om Valsjön (7j) t.ex. överlagras grus och sand av ett par meter sandig-moig morän. En liknande lagerföljd vid St. Äggdalsjön (7f) har beskrivits av Hillefors (1969, s. 124, fig. 91).

Huvuddelen av moränytor är normalblockiga till blockfattiga. Små områden med blockrika moränytor finns 1200 m söder om Östad säteri (6j) och öster om Sköllunga (9f).

På de bergområden som ligger inom de ekonomiska kartbladen 9f och 9i—j förekommer på de kala hållmarkerna enstaka stora block, större än 100 m³.

Isälvsavlagringar

Flertalet av kartområdets isälvsavlagringar ligger i israndstråk, dvs. de har avsatts invid landisens kant när denna temporärt legat mer eller mindre stilla under avsmältningsskedet. I isälvsavlagringarna kan morän och lera finnas i linser och skikt. Det mest markanta randstråket, Berghemsmoränen, tvärs kartområdet från Sundasjön (5i) i söder till Sköllunga (9f) i norr, fig. 24.



Fig. 12. Moränryggen vid Backarna (8f—g), består till stor del av isälvsgrus med rundade block och stenar. Avlagringen ingår i Berghemsmoränen och ligger på den proximala delen av Hålt-deltats nordvästra del. Foto förf. 1978.

Cut in the Berghem terminal moraine at Backarna (8f—g). The ridge consists of redeposited stratified drift. Note the roundness of the boulders.

En flack rygg vid Sannum (5g) är kartområdets enda åsliknande avlagring.

De stora förekomsterna av sand och grus finns i isälvsdeltan. Dessa har byggts upp till dåvarande havsytta och deltats yta anger ett minimivärde för högsta kustlinjen (HK). Vanligen består deltats ytbädd av 1—3 m mäktiga horisontella lager med grus och sten. Ytlagret underlagras av en mittbädd med snedställda skikt som huvudsakligen består av sand och mo. I de perifera — distala — delarna av isälvsavlagringarna förekommer mo.

Mer eller mindre mäktiga skikt av grus, sand och mo finns i moränavlagringar. Vid Dössebacka (5f) exploateras sand och grus som täcks av ca 20 m morän, fig. 9.



Fig. 13. Stora delar av Kollandafältet (5h—i) domineras i de ytliga delarna av block, sten och grus. Skärning 600 m väster om Sverkesjön. Foto förf. 1972.

Large parts of the Kollanda (5h—i) glaciofluvial deposit have a topset bed of very coarse-grained material. Cut 600 m west of lake Sverkesjön.

Huvuddelen av de stora grus- och sandavlagringarna har beskrivits i en utredning om Göteborgsregionens grusförsörjning (Knutsson 1969).

Ytterligare områden med isälvsediment, som ej markerats på den geologiska kartan, kan förekomma. Några små arealer med sand och grus, vars bildningssätt inte med säkerhet kunnat fastläggas, har markerats som svallsediment på jordartskartan. Detta förfaringsätt gäller bl.a. avlagringarna 700 m öster om Kilanda kyrka (5h), omkring Kattleberg (6g) och 500 m väster om Sålånda (6h).

Isälvsedimenten vid Kollanda (5i) ligger i Berghemsmoränens randstråk. Kollandafältet sträcker sig från Kollanda mosse i norr till Järbomosse—Sverkesjön i söder. Området har tidigare beskrivits av Hillefors (1969, s.



Fig. 14. Brytning av sediment under grundvattenytan i Kollandafältets västra (distala) del. Släp-skopan rymmer 6 m³. Foto förf. 1981.

Quarrying of sediments below groundwater at the Kollanda deposit. View from the distal part in the west. The dredge ladle holds 6 cubic metres.

178—183). De högst belägna delarna av avlagringen ligger 105—110 m ö.h. Den norra och östra delen är svagt kuperad med torv i sänkorna. Partikelsammansättningen varierar. I den norra och östra delen överlagras snedställda sandlager av 0.5—1.0 m grus och sten, fig. 13. Rundade block samt linser av morän och lera förekommer. Den södra delen är relativt plan och består huvudsakligen av grus på sand. Sedimentens mäktighet är i allmänhet 5—10 m. Större delen av avlagringen är utbruten. I den västra delen har brytningen delvis skett under grundvattenytan (fig. 14).

På ömse sidor om Kollandafältet och på ungefär samma nivåer finns mindre isälvsavlagringar. Sand dominerar ytjordarten vid Järbo (5h), i Bräckeområdet (5h) och söder om Kåretorp (5i) medan betydligt grövre fraktioner karakteriserar ytjordarten 700 m öster om Kilanda kyrka (5h), öster om Kollanda mosse (5i) och vid Kåretorp (5i).

Isälvsavlagringarna vid och söder om Kåretorp (5i) åtskils från Kollandafältet av ett torvmossekomplex och av Sverkesjön. Om isälvsedimenten är sammanhängande under torven vet man ej. Några borrhningar har inte utförts där.

Kartområdets största isälvsavlagring är en deltabildning som ligger vid Östad (5j). Avlagringen och dess olika formelement har beskrivits av Hillefors (1969, s. 198—208, plansch 1). Avlagringens högsta del ligger i norr på en nivå av knappt 110 m ö.h. Större delen av deltat, som är ca 3 km långt och 1 km brett, ligger 100—105 m ö.h.

I nordvästra delen finns flera dödisgropar. I flertalet av dem förekommer kärr- och mossetorv. I några utgörs botten av grovmo och finmo. Skalls mosse är den största dödisgropen. Torvmåktigheten är drygt 6 m i mossens centrala del (Hillefors 1969, s. 200), som ligger 91 m ö.h. enligt den ekonomiska kartan.

I nordvästra och sydvästra delen förekommer hällområden och block i ytan. De senare indikerar vanligen att isälvsedimenten där är tunna. Block i ytan finns också väster om Skalls mosse.

Medelmåktigheten av isälvsedimenten torde vara mellan 20 och 30 m. I södra delen har 43 m registrerats vid en jorddjupsbestämning med hammar-seismik.

Få täkter förekommer i avlagringen, som således utgör en stor grus- och sandtillgång. Skärningsväggar i ett tag söder om Skalls mosse visar relativt horisontella lager av sand och grus. De grövsta fraktionerna observerades i den östra skärningsväggen. I taget norr om Gränsen i avlagringens nordligaste del förekommer välrundade stenar och block i södra skärningsväggen. På sluttningarna av Östadsavlagringen förekommer svallsand och glacial lera. I den sydvästra sluttningen har raviner utbildats.

Östadsdeltat ligger i den sydligaste delen av ett stråk med isälvsavlagringar längs Mjörns västsida. Andra avlagringar i detta stråk finns sydväst och norr om Östadsdeltat. Avlagringarna består huvudsakligen av horisontellt skiktad sand. Grövre kornfraktioner som sten och block har observerats i skärningsväggar vid Gethult (5i) i söder och Ledet (5j) i norr. Vid Österäng (6j) förekommer sand och grus i en terrass som tillhör Jutåsdeltat, vilket ligger på det angränsande kartbladet Borås NV. Jutåsdeltats yta ligger 110 m ö.h. (Hillefors 1969, s. 209), vilket i stort motsvarar den översta terrassytan norr om Österäng.

Återstående delar av isälvsavlagringen väster om Lysegården (6f) består huvudsakligen av sand. Den nordligaste delen utgörs av terrasser som har en grusig yta. Sedimenten når där drygt 110 m ö.h.

Mellan Livelycke (7g) och Grunneröd (8g) ligger en drygt 3 km lång isälvsavlagring på östra sidan av Svartedalens höjdområde. Isälvsavlagringen är terrassformad. Den högst belägna delen når knappt 120 m ö.h. Sand domine-



Fig. 15. Delar av Håltfältet (8g) utgörs av en sandur, som består av grus, rundade stenar och småblock. Vy över taget 700 m VSV om S. Hålt. Foto förf. 1977.

Sandur sediments 700 m WSW of S. Hålt (8g).

rar i avlagringen. Längs bergkanten i öster förekommer grus och sten och i den västra sluttningen mo.

I dalgången ÖNÖ om Skepplanda kyrka (6h) ligger flera isälvsavlagringar. Det är möjligt att även den på kartan markerade moränavlagringen öster om Ryksdamm (7i) innehåller isälvs sediment. De största isälvsavlagringarna ligger vid Drängedalen och vid Grandalssjön (7j). Sand och grus dominerar. Väster om Drängedalen förekommer mo och på båda sidor om Grandalssjön utgör rundade stenar ett markant inslag. Vid Grandalen ligger sedimenten drygt 110 m ö.h. och har en relativt skarp gräns till morän. Isälvsavlagringens yta präglas där av strömrännor som tyder på att avlagringen bildats ovanför HK. Väster om Grandalssjön ligger isälvs sedimenten i terrasser och plataer som når ca 110 m ö.h. Den östra delen av avlagringen vid Drängedalen utgörs av ett litet delta vars högsta plan också ligger ca 110 m ö.h.

Större delen av Håltfältet (8g) har beskrivits av Björsjö (1949, s. 190—193). Isälvs sedimenten utgörs av grus och rundade stenar, fig. 15, som överlagrar grusig sand. I norra delen förekommer block och morän, fig. 12.

Avlagringen är relativt flack och dess yta ligger omkring 125 m ö.h. På ytan finns en del rännor och gropar som visar att sedimenten avsatts ovanför en vattenyta. Delar av avlagringen är således en sandur. I de stora rännorna finns torv med varierande mäktighet.

Läge och form av två små områden med isälvsavlagringar i Risveden är geovetenskapligt intressanta. Båda är avsatta ovanför högsta kustlinjen. Vid Värhuvud (8j) förekommer stenigt grus på nivåer omkring 125 m ö.h. Mäktigheten av isälvsedimenten är inte känd. En jorddjuksbestämning med hammarseismik på den södra avlagringen visade en jordmäktighet av 20 m. Avlagringen ligger i ett relativt brett parti av en smal sprickdal. Under sedimentationen av isälvsgruset har de trånga passagerna förorsakat temporära vattenståndshöjningar i dalgången. Vid Stockedalen (8j) finns ett litet kame-landskap som består av sand och grus i ryggar och kullar. Området ligger mellan 150 och 170 m ö.h. Isälvsedimenten har avsatts av smältvatten som runnit i sprickor i isen och mellan isblock. Området dräneras mot öster till Hundsjön på kartbladet Borås NV.

Isälvsavlagringen vid Tåsteröd (9f) utgörs av en deltaplatå, som når drygt 120 m ö.h., och en flack sluttning mot väster med diffusa strandhak. När avlagringen beskrevs av Björsjö (1949, s. 183—186) för knappt 40 år sedan fanns bara ett mindre tag. Sedan dess har täktverksamheten varit omfattande och idag återstår mindre än hälften av isälvsedimenten. Dessa utgörs av snedställda sand- och grusskikt, fig. 16, som täcks av horisontella lager med en något grövre partikelsammansättning. Ytbäddens mäktighet är ca 1 m medan mellanbädden är mer än 10 m mäktig. På västslutningen finns 1—2 m svallsand och svallgrus.

snedställda sand- och grusskikt, fig. 16, som täcks av horisontella lager med en något grövre partikelsammansättning. Ytbäddens mäktighet är ca 1 m medan mellanbädden är mer än 10 m mäktig. På västslutningen finns 1—2 m svallsand och svallgrus.

Isälvsavlagringarna vid Sköllunga (9f) består av två parallella bildningar som till stor del åtskils av en dal med svallmo. Denna kan överlagra lera och isälvsediment, dvs. de båda stora isälvsavlagringarna kan vara sammanhängande. Området har beskrivits av Björsjö (1949, s. 173—182). Stora volymer sand och grus har brutits. Den sydvästra delen är dock bevarad tack vare förekomsten av fornminnen. I övriga delar återstår mindre än 20 procent av den ursprungliga volymen. Avlagringarna har utgjorts av sand och grus som hopats i en deltaplatå väster om Kvarndammen (9f) och en hög kulle, belägen 700 m väster om Kvarndammen. På västslutningen förekommer



Fig. 16. Snedställda sandlager i Tåsterödsdeltats (9f) mellanbädd. Vy mot öster av den södra delen. Foto förf. 1977.

Stratigraphy of the Tåsteröd delta (9f). View of the south part, looking east.

strandhak. Avgränsningen mellan beteckningarna för jordarter huvudsakligen bestående av svallsediment och av isälvsediment har varit svår att göra.

En stor sand- och grusreserv ligger vid Livered (9j). Avlagringen utgörs av en deltaplatå, som når knappt 120 m ö.h. och har en långsträckt sluttning mot sydväst. Få och små skärningar i sydvästra delen visar att sand och mo finns under ett lager av sand och grus. Huvuddelen av platån kan bestå av sand och grus. Mäktigheten varierar. Hällar finns i avlagringens yta. Hammarseismiska bestämningar har visat jorddjup på 20—30 m.

Glaciala finkorniga sediment

Inom kartområdet förekommer glacial grovlera, mellanlera och finlera. Av dessa har grovleran så ringa utbredning i ytan att den ej kunnat återges på kartan. Mellanleran redovisas som finlera enligt karteringsreglerna på s. 9.

Av kartområdets jordarter är det den glaciala finleran, som har den största utbredningen. I Göta älvdalen täcks den av yngre leror i områden som ligger lägre än 20 m ö.h.

Isälvarnas finkorniga partiklar spreds solfjäderformigt i havet utanför tunnelmyningarna. I sött vatten höll sig lerpartiklarna länge svävande och sedimentationen skedde långsamt. Beroende på årstidsväxlingar i vattenföringen kunde en regelbunden sedimentation äga rum, leran blev varvig, se s. 14. I salthaltigt vatten däremot attraherades de negativt laddade lerpartiklarna av havsvattnets katjoner. Laddningsjämvikten stördes hos lerpartiklarna, vilket resulterade i att dessa flockades samman till större aggregat och snabbt sjönk till botten. Någon varvighet utbildades ej. Under deglaciationen av Västsverige utgjorde Göta älvdalen med omgivningarna ett sund. Genom detta passerade en stor del av landisens smältvatten till havet från avsmältningen i Vänerbäckenet. Beroende på bl.a. bottenpografien och närheten till isfronten skiftade salthalten i såväl vertikal som horisontell led.

Lersedimentationen var således avhängig av landisens avsmältning och av havets utbredning. Lera kan förekomma ända upp till nivåer 110—120 m ö.h. (högsta kustlinjen), dock med liten mäktighet som en följd av ringa vattendjup. De största lermäktigheterna påträffas där det varit stora vattendjup. I Göta älvdalen är 60—80 m kohesionsjord vanligt förekommande. Än större mäktigheter kan förekomma lokalt, t.ex. vid Älvängen (6g). Söder om Lödöse (7g) kan jorddjupet uppgå till ca 100 m enligt muntliga uppgifter. Större delen av dessa mäktiga lerlagerföljder utgörs av glacial lera. Ställvis underlagras den av friktionsjord, som kan vara ca 10 m mäktig i de delar som berörs av randstråk. Så är fallet i Lödöse. En borrhål vid väg 45 visar 33 m kohesionsjord på 9 m friktionsjord.

I kartområdets övriga stora dalgångar är lermäktigheten vanligen större än 20 m, troligen dock ej överstigande 40 m.

En karakteristisk glacial lerlagerföljd består av en undre del med grovlera, vanligen varvig, som överlagras av en finlera med ökande lerhalt uppåt.

Även järnsulfidhalten ökar uppåt i lagerserien. Sulfiden uppträder i mörkfärgade, 5—10 cm tjocka, band och i relativt distinkta, 1—3 cm tjocka, skikt. I leran förekommer också en sulfidflammighet. Sulfidhalten tyder på riklig förekomst av mikroorganismer under lersedimentationen. Skal och skalfragment av marina mollusker är relativt vanliga. Även 5—10 cm tjocka skikt av skal blandade med sand och gruspartiklar förekommer liksom skikt av enbart sand eller grus.

Karakteristiskt för glacial mellanlera är hög halt av finmo och mjåla.

Mellanlera i ytan har påträffats invid isälvsavlagringar, proverna 21, 23, 24 och 26 i tabell 1, och i smala dalgångar, som ligger relativt högt, proverna 22 och 28 i tabell 1. Det senare provet är troligen taget i övre delen av en glacial grovlera som utgör lerlagerföljdens äldsta del. Den höga halten av grovmo tyder på avsättning nära iskanten.

Den översta delen av en glacial lerlagerföljd har vanligen den högsta lerhalten.

Den glaciala finleran har lerhalter mellan 40 och 60%, se proverna 29—46 i tabell 1. Än högre lerhalter visar prov 39, som tagits öster om Lödöse (7g), och prov 46, som tagits i ett lerskikt i en liten isälvsavlagring.

Torrskorpan är vanligen 1—2 m. Till färgen är den brun till mörkgrå. Under torrskorpan är leran gråblå och lös till halvfast. Fastheten ökar i allmänhet med djupet.

Karakteristiskt för lerorna i Västsverige är en flerstädes hög sensitivitet, som är förhållandet mellan lerans odränerade skjuvhållfasthet i omrört och omrört skick. Vid sensitiviteter högre än 50 benämns leran kvicklera. Längs Göta älv uppströms Lödöse förekommer kvicklera flerstädes. Nordväst om Göta har värdet 300 uppmätts (SOU 1962, s. 106). Än högre värde, drygt 400, har registrerats vid platsen för Guntorpsskredet invid Gårdaån (Fellenius 1954), se avsnittet om skred. Liknande förhållanden kan förekomma i Grönås dalgång (6g—7h).

Enligt den mest vedertagna uppfattningen påverkas marina lersers hållfasthet av förekommande salthalt. Så länge salterna finns kvar ger de åt lerorna en viss stabilitet. Denna reduceras genom att porvattnet utlakas på sina salter.

Efter skreden vid Surte 1950 och Göta 1957 utfördes omfattande geologiska och geotekniska undersökningar längs Göta älv (se avsnittet om skredärr och raviner); bl. a. bestämdes salthalten i lerorna. Som mått på utlakningsgraden användes kloridhalten. Ett genomgående drag är att utlakningen är störst i den del av lerlagerföljden, som ligger ovanför grundvattenytan. Inom kartområdet är leran således mest utlakad i områden med stort djup till grundvattenytan, t. ex. i områden med vattendrag som skurit sig djupt ned i sedimenten.

Lerlagren lutar i allmänhet mot den del av dalen där berggrunden ligger djupast. Sand- och grusskikt i och under lerlagerföljden har samma lutning. Dessa förhållanden utgör förutsättningar för artesiskt vatten. Grundvattenstryckmätningar inom områden vid Göta och Lödöse har visat trycknivåer på någon till några meter över marknivån.

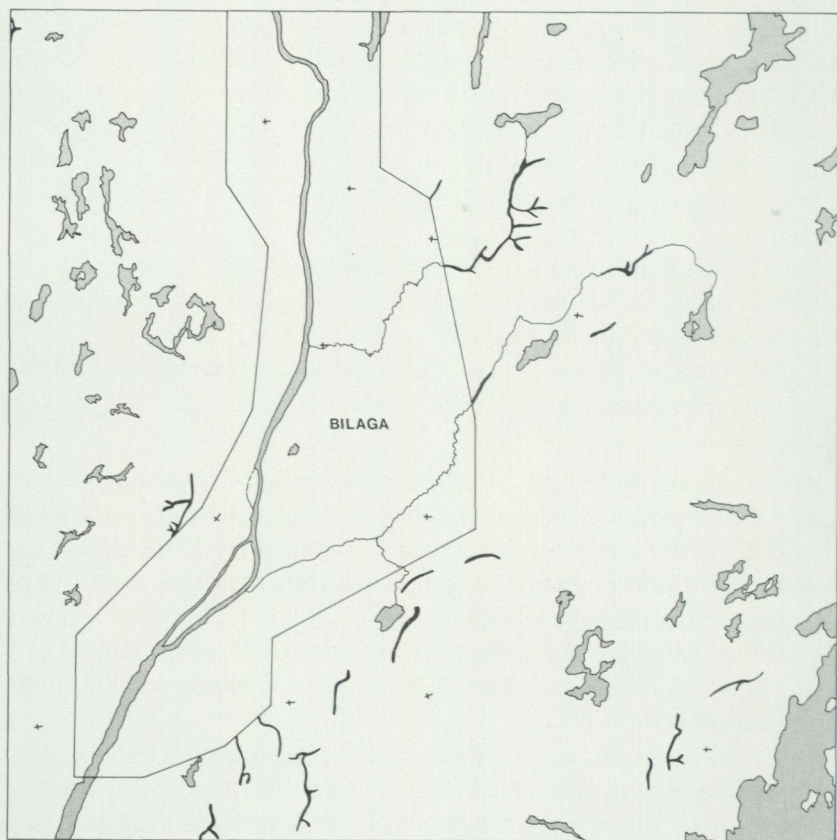


Fig. 17. Förekomst av skredärr och raviner. Det inramade området redovisas på separat karta i skala 1:50 000.

Landslides and gullies within the map area. The framed area is shown in a detailed map on a scale of 1:50 000.

Skredärr och raviner

Skred och ravinbildningar är naturliga erosionsprocesser. Dessa kan såväl påskyndas som temporärt förhindras genom mänskliga ingrepp och åtgärder.

Kartområdets finkorniga sedimentområden präglas i viss utsträckning av skredärr och raviner, fig. 17. Omfattningen av dessa erosionsföreteelser är sådan att de redovisas på en specialkarta, se bilaga. Denna är grundad på flygbildstolkning och fältkontroll. Skalan är densamma som för jordartskartan 1:50 000. Ca 20 miljoner kubikmeter jord beräknas ha eroderats genom jordskred och raviner sedan kartområdet höjts ur havet.



Fig. 18. För uppkomsten av initialskred i älvslänter är strand- och djuperosion av avgörande betydelse. Under 1960-talet gjordes strandskoningar med skrotsten längs Göta älv för att förhindra vågerosion. Vegetationen har senare funnit fäste och torrskorpepartier har utbildats på slänterna. Vy mot väster, 200 m nordöst om Näset (9g). Foto förf. 1984.

Constructed shores of broken rocks have saved the Göta river banks from wave erosion and formed dry crests. View westwards 200 m northeast of Näset (9g).

Specialkartans markeringar för områden med skredärr och raviner är översiktlig. I de markerade skredärren och ravinerna kan flera erosionsärr förekomma. Avsikten med kartan är att ge en bild av frekvens och omfattning. Specialkartan ger således inte en fullständig redovisning av alla skredärr och raviner. Nämnas bör även att erosionsärr har utjämnats genom utfyllnader för odling, vägar och bebyggelse.

Göta älvdalens lerområden har undersökts vid olika tillfällen och för olika ändamål. Efter skredet i Surte år 1950 påbörjades omfattande geotekniska och geologiska undersökningar för att kartlägga lerjordens stabilitetsförhållanden utmed Göta älv. Undersökningarna utfördes enligt ett program som upprättades av Statens geotekniska institut, SGI, och Sveriges geologiska un-

dersökning, SGU. En jordartskarta i skala 1:20 000 (Järnefors 1959) utgavs och även skredärr och raviner längs älven redovisades på denna karta.

De geotekniska undersökningarna omfattade bl.a. borrhningar och jordprovtagningar. Detaljundersökningar på båda sidor om Göta älv gjordes inom följande områden:

1 km sydväst om St. Peder kyrka, Lödöse (7g).

1 km västsydväst om Båstorp (7g).

500 m sydöst om Solberg (6f).

I samband med skredet i Göta år 1957 tillsattes den s.k. Göta älvskommittén, som hade i uppdrag att utreda "vissa genom rasriskerna i Göta älvdalen aktualiserade spörsmål". Vidare utökades den pågående geologisk/geotekniska undersökningen med studier av älvens eroderande verksamhet (Sundborg & Norrman 1962). I denna redovisning av Göta älvs hydrologi och bottenmorfologi ingår bl.a. en erosionskarta, skala 1:4000, över en 3 km lång sträcka vid Göta (9g). På kartan finns nivåkurvor med 1 m ekvidistans. Göta-älvskommitténs betänkande över skredriskerna i Göta älvdalen publicerades 1962 (Statens offentliga utredningar).

Efter Tuveskredet år 1977 har stabilitetsförhållandena på bebyggd lerjord undersökts i 11 västsvenska kommuner, bl.a. i Ale, Kungälv och Lilla Edets kommuner (Cato & Engdahl 1982).

Skred

Orsakerna till att lerskred utlöses kan vara många. Viktiga förutsättningar är bl.a. lutande lermark, i synnerhet där denna gränsar till vattendrag, låg skjuvhållfasthet och närvaro av kvicklera. Varje förändring av ett idealt tillstånd — jämvikt — innebär att labila förhållanden skapas. Till naturliga förändringar räknas landhöjning och klimat, onaturliga förändringar är mänskliga ingrepp.

För att motverka erosionseffekten av fartygsgenererade vågor i Göta älv började man på 1960-talet anlägga strandskoningar av skrotsten. Denna erosionshindrande åtgärd har medfört att vegetationen har funnit fäste på flertalet skredslänter och utbildad skyddande torrskorpor, fig. 18. Släntskred sker fortfarande men i betydligt mindre omfattning än tidigare, trots att fartygen och därmed vågeffekterna blivit större.

I den nordligaste delen av älvsträckan inom kartområdet ligger lerslänten drypt 5—10 m över älvens vattenyta. Kvicklera förekommer flerstädes. Ned-



Fig. 19. Vy över södra delen av Götaskredet 1957. SGU:s arkiv.

View of the southern part of the Göta landslide in 1957.

ströms är strandbrinken 1—3 m hög. Leran är i stort sett normalkonsoliderad och har normal sensitivitet. Älven har ett vattendjup som i stort varierar mellan 8 och 15 m.

Huvuddelen av alla skred har skett i glacial lera. Detta är förhållandet även i de fall då den täckts av yngre sediment.

Inom kartbladet har två områden berörts av skred med en areal större än 5 har, nämligen vid Göta (9g) och längs Gårdaån, öster om Lödöse (7g), se bilaga. Det högsta belägna skredärret ligger vid Källerrås (7g), ca 60 m ö.h.

Det äldsta dokumenterade skredet är drygt 250 år gammalt. I mars år 1733 gled ett ca 300 har stort område ned i älven norr om Ballabo (SOU 1962, s. 21).

”Vid pass år 1750 nedföll af gårdarne Ödegårdets och Skörsbos i Vesterlanda ägor en odelsjord af 10 tunnlands vidd, och bortfördes genast af elfven, utan att likväl någon vidare olycka inträffade” (Holmberg 1867, s. 58). Det avsedda skredet är troligen det ärr, som ligger 7 km ÖSÖ om Västerlanda kyrka (9g). Ytterligare ett skred skall ha inträffat på samma plats ca 100 år senare.



Fig. 20. Släntskred inträffar även längs bäckar. Vy från V. Röd (9g) mot sydöst. Foto förf. 1977-04-20.

Slide along the rivulet at V. Röd (9g). View towards the southeast.

Flertalet av skredärrens ålder i Gårdaåns (7h) nedre lopp är okända. Det senaste inträffade den 13 april 1953 invid järnvägen (Fellenius 1954). Tågtrafiken kunde återupptas först den 10 juni. Ca 20 år tidigare hade två skred inträffat i närheten av samma plats. De geologiska undersökningarna av skredområdet visade bl.a. att tunna moskikt förekom på några meters djup i lerlagerföljden. Liknande jordartsförhållanden framkom även i undersökningarna av skreden vid Surte år 1950 och Tuve år 1977 (Fredén 1981).

Götaskredet skedde den 7 juni 1957 (Odenstad 1958). Det omfattade ett ca 15 har stort område. Tre personer omkom. Stora materiella skador uppstod på fabriksområdet, se fig. 19. Uppströms Göta älv blev 50 fartyg instängda. Först sedan 1 miljon m³ muddringsmassor bortförts kunde farleden öppnas igen i normal omfattning fem månader senare.

Raviner

Ravinbildning är en långsammare erosionsprocess än skred (se Fredén 1984, s. 59—61). Inom kartområdet förekommer raviner främst längs huvudvattendragen, se bilaga. Inom de områden, som täcks av specialkartan, omfattar ravinområdena en areal av ca 350 har, vilket är ca 8 gånger större än motsvarande areal för skredärren.

Ravinerna utgör markanta morfologiska särdrag i lerområdena. Karakteristiskt för ravinerna är att de är V-formade med branta sidor, att de grenar ut sig och har skarpa knyckar. Inom kartområdet är de vanligen 5—10 m djupa. De längsta sammanhängande ravinsystemen finns utmed Gårdaån (7h—8h) och Grönå (6g—7h).

Ravinbildningen har pågått ända sedan landet höjdes ur havet. Till skillnad från de stora skredärren är ingen ravin exakt åldersbestämmd.

Postglaciala minerogena sediment

Svallsediment och andra grovkorniga havssediment

Utbredningen av svallsediment inom kartområdet är förhållandevis liten. De största mäktigheterna finns i anslutning till isälvsavlagringar. I enlighet med principerna för kartläggning av isälvsavlagringar, se s. 14, markeras inte svallsediment på isälvsediment. De sistnämnda kan således vara täckta av svallsediment utan att detta framgår av kartbilden.

Mäktigheten av svallsedimenten är vanligen 0.5—1.0 m. Intill isälvsavlagringarna kan mäktigheten vara några meter.

Huvuddelen av svallsedimenten underlagras av glacial lera. På den stora ryggen vid Dössebacka (5f) ligger 1—3 m av svallsand och svallgrus på morän. På båda sidor om ryggen finns strandterrasser utbildade på olika nivåer.

I svallsanden förekommer ställvis skal och skalfragment av mollusker. I den smala dalgången 500 m väster om Bodasjön (9i) har skalförande sand haft sådan omfattning att exploatering skett. Merparten av förekomsten har borttagits.

På kartan har skaljord markerats för en skalbank, som ligger 300 m NNV om Hålan (9h) i en smal nord—sydlig dal sydväst om sjön Gravlången. Skalbanken har ursprungligen haft en volym av ungefär 2000 m³ skal och skalfragment, småsten, grus och sand. Vid karteringstillfället (1974) återstod ca hälften. Skal av musslan *Hiatella arctica uddevallensis* och sidoplattor av havstulpanen *Balanus hammeri* (5—9 cm höga) dominerade. Andra identifie-

rade musslor var *Astarte borealis*, *Astarte elliptica*, *Macoma calcarea* och *Mya truncata*. Även sido- och bottenplattor av den lilla havstulpanen *Balanus crenatus* förekom. På ytan av skalbanken fanns små skalfragment av blåmusslan, *Mytilus edulis*. Flera prov togs för kol 14-analys, se detta kapitel.

Faunasammansättningen återspeglar marina förhållanden liknande dem som idag råder i Norska havet.

Finkorniga havs- och sjösediment

Inom kartområdet har utskilts fyra typer av postglaciala finkorniga sediment: finlera, grovlera, mjäla—finmo och gyttjelera. En femte typ, mellanlera, ingår i finleran.

Vid erosion av glacial lera i samband med svallning och omlagring bildas s.k. postglacial lera. Vanligen är den en finlera, men vid större inblandning av mo och sand utsvallad från isälvsavlagringar eller morän utbildas den som grovlera (se s. 9).

Den postglaciala lerans mäktighet och utbredning är ställvis svår att avgöra. Till utseendet skiljer den sig inte nämnvärt från den glaciala. Lerhalten är också ungefär densamma i de båda lertyperna, se tabell 1. Den postglaciala leran har grå färg och är vanligen otydligt skiktad, fig. 21. Den bildar flacka partier i dalgångar och kustområden. Fynd av fossil i leran ger ofta anvisning om lertypens utbredning. Skal av musslor och snäckor, som för sin levnad kräver ett tempererat vatten, förekommer på några meters djup i Göta älv och Grönås dalgångar (jfr kapitlet om Kol 14-dateringar). En metod att särskilja lerorna är att i mikroskop analysera innehållet av foraminiferer. Till arten bestämbara skal av denna encelliga djurgrupp finns vanligen i såväl de glaciala som postglaciala lerorna, då dessa avlagrats i salthaltigt vatten. Frekvensen är ofta låg och avtar ju längre in i dalarna man kommer. Metoden är något tidskrävande och dessutom inte tillämplig på proverna tagna i lerans torrskorpa. Praktiskt taget alla i sammanhanget aktuella foraminiferer har kalkskal, vilka urlakats ned till 1 å 2 m djup.

I kartans postglaciala finlera ingår en mellanlera, som vanligen har en hög halt av finmo, se proverna 57—63 i tabell 1. Finmon och förekommande grovmo finns främst i tunna skikt i leran. Lerhalten i finleran är i stort densamma som för den glaciala finleran. Inslaget av organiskt material i den postglaciala finleran och mellanleran varierar mellan en och två procent, se proverna 57—70 i tabell 1.

Den postglaciala finleran finns främst inom områden som ligger lägre än 20 m ö.h. Förekomsterna vid Mjörn ligger på en nivå av 65 m ö.h. De styvaste



Fig. 21. Skiktad postglacial finlera i Grönås dalgång, vid ca 2 m djup i lertaget 1600 m VSV om Skepplanda kyrka (7h). Den svagt framträdande färgskiftningen i leran syns bäst i ett halvtorr tillstånd. Jfr prov 73 i tabell 1. Foto förf. 1975.

Laminated postglacial fine clay in the river Grönå valley, 1600 m WSW of Skepplanda church (7h), cf. sample 73 in Table 1.

lerorna finns vanligen i de centrala delarna av utbredningsområdena, se proverna 64—70 i tabell 1.

Den postglaciala grovleran återfinns främst invid sluttningar och längs vattendrag. Ställvis är förekomsterna för smala för att kunna återges på kartan. Proverna 55 och 56 i tabell 1 har tagits i områden med grovlera som generaliserats bort på kartan.

Den postglaciala finmon och mjälan har vanligen ett inslag av ler, proverna 47—52 i tabell 1. I områden med växlande lerhalt har små förekomster av grovlera fått ingå i beteckningen finmo—mjäla, se t.ex. prov 49. Finmon och

mjålan förekommer främst i Göta älvs dalgång. Måktigheten är vanligen någon till några meter. Det största sammanhängande området ligger söder om Göta (9g), där dalgången vidgar sig och älvsånarna är låga.

Gyttjeleran har en förhållandevis stor utbredning inom kartområdet. Ett stort område ligger vid Alvhem (7g). Halten av organiskt material varierar i såväl horisontell som vertikal led, se proverna 74—75 och 76—77 i tabell 1, jämför även med den organiska halten i proverna 61—63 av mellanlera. Inslaget av ler och finmo varierar kraftigt, se proverna 71—78.

Älv- och svåmsediment

Svåmsediment, som bildas vid översvåmningar, återfinns längs vattendrag i flacka områden. Nivåskillnaden mellan normalvattenytan och omgivande stränder är liten. Sedimenten består av sand och lera i skikt med skiftande halt av organiskt innehåll, se proverna 79 och 80 i tabell 1. Måktigheten är vanligen någon meter. Äldre svåmsediment med ringa eller ingen halt av organiskt material har kartlagts som postglaciala minerogena sediment, se Allmänna delen s. 17.

I älvfåran nordväst om Göta (9g) kvarligger en del av den i skredet 1957 utglidna östra älvstranden. På den östra sidan av "skredmasseön" fanns 1977 en drygt 3 m hög vägg med följande lagerföljd:

- 0—0.6 m Finmo med växtrester
- 0.6—1.0 m 2—5 cm tjocka skikt av mo och mjåla
- 1.0—1.1 m Låghumifierade växtdelar
- 1.1—1.3 m 1—2 cm tjocka skikt av mo, mjåla och lera
- 1.3—3.3 m Grågrön lera — gyttjelera med tunna skikt av organiskt material.

Ca 3.0 m under ytan fanns en lins med vedrester av björk. Kol 14-analys av dessa gav en ålder av 3345+90 år före nutid (St 6238).

Postglaciala organogena avlagringar

De postglaciala organogena avlagringarna utgörs av torvmarker som på kartan indelas i mossar och kärr. Övergångsformer finns, t.ex. kärr med mer eller mindre tätt upptrådande små mossepartier. Sådana torvmarker har i allmänhet kartlagts som kärr. Inom de större mosseområdena förekommer kärrpartier invid dräneringsstråken. I bergområdena finns flera stråk med smala och långsträckta kärr som ej är tillräckligt stora för att markeras på kar-

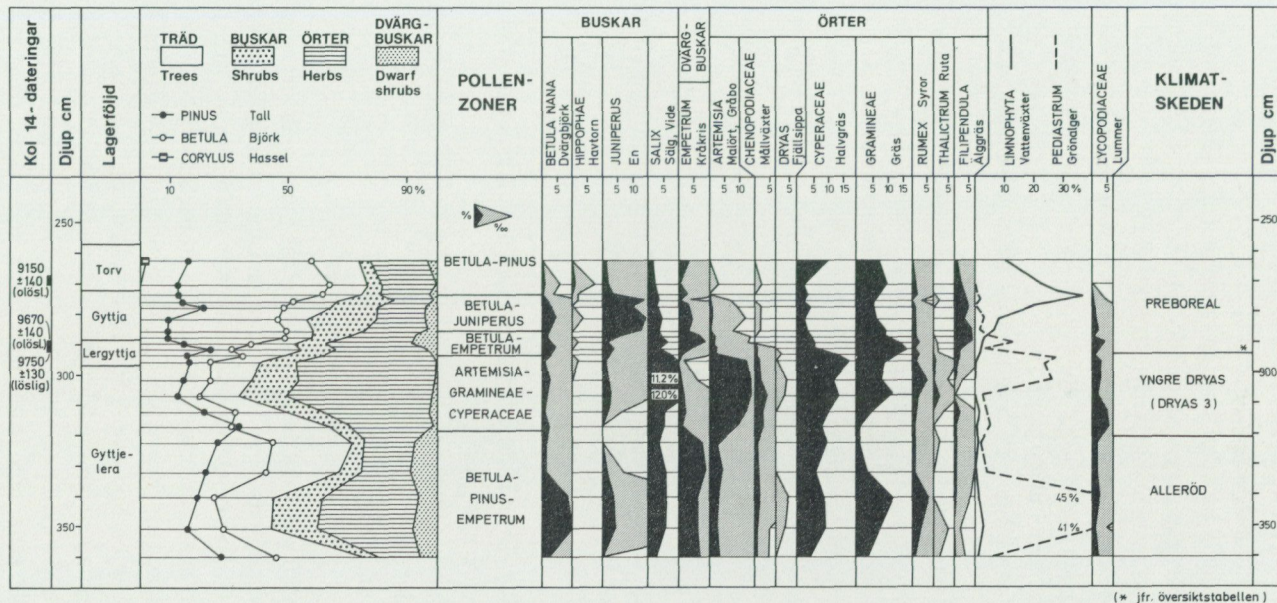


Fig. 22. Pollendiagram från Vägen (7f). Borrningen gjordes i en igenväxt vik av St. Äggdalsjön ca 500 m NNÖ om Vägen. Sjöns vattenyta ligger 112.4 m ö.h. Gyttjeleran underlagras av drygt 2 m lera. Mellan 400 och 600 pollen räknades per analys. Efter Robertsson 1982.

Pollen diagram from Vägen (7f). The core had been taken 500 m NNE of Vägen in a peat deposit, developed in a former tributary creek of lake St. Äggdalsjön (112.4 m above sea level). Basic sum of pollen is 400–600 per sample. After Robertsson 1982.

tan. I en del dalar med morän täcks denna av tunn kärrtorv i större utsträckning än vad som kunnat återges på kartan.

Hela kartområdet ingår i den torvmarksinventering, som utfördes av SGU på 1920-talet. Utdrag ur denna har publicerats i SGU serie D och det blad som täcker jordartskartan är D 33 (Borås), tryckt 1923.

Flertalet av de stora mossarna är kala eller nästan kala högmossar med en måttlig (2—5 m) och delvis oregelbunden välvning. Små högmossar är vanligen bevuxna med gles tallskog.

Mossetorven är vanligen 2—5 m mäktig och underlagras av 0.5—1.5 m kärrtorv.

De flesta torvmarkerna har bildats efter igenväxning av sjöar, dvs. gyttejor underlagrar torven, fig. 22. I områden, som är belägna under högsta kustlinjen (HK), underlagras torv- och gyttjelagren av sand och lera. I områden ovanför HK förekommer ingen lera utan underlaget utgörs av morän eller berg. Ett sandlager med någon decimeters mäktighet kan förekomma närmast under torven och gyttjan.

Källor

På kartbladet har källor markerats söder om Gurentorp (5g) och vid Järbo (5h). Båda har en kapacitet av knappt 1 l/s.

Grundvattenläckage har gett upphov till ravinbildning i sand och mo, t.ex. norr och sydväst om Östad kyrka (5j), norr om Källseröd (7g) och i Skölungaområdet (9f). Grundvattenläckagen i dag är små och någon markering med källsymbol har inte gjorts.

Artesiskt vatten förekommer i dalgångar med mäktiga leror som innehåller sand- och grusskikt.

Kol 14-analyser

Kol 14-metoden är en absolut dateringsmetod med vars hjälp organiskt material kan åldersbestämmas. Alla levande organismer innehåller den radioaktiva isotopen ^{14}C . När organismen dör upphör tillförseln av ^{14}C . Isotopen sönderfaller med känd halveringstid. Genom att mäta återstoden av ^{14}C kan man således beräkna ett föremåls ålder. Beroende på organismens levnadsförhållanden måste korrektioner göras av erhållen kol 14-ålder.

Under kartläggningen har en del prover insamlats för radiometrisk åldersdatering. Resultaten av dessa samt av andra åldersbestämningar återges i tabell 2. Fyndplatsernas läge framgår av fig. 23.

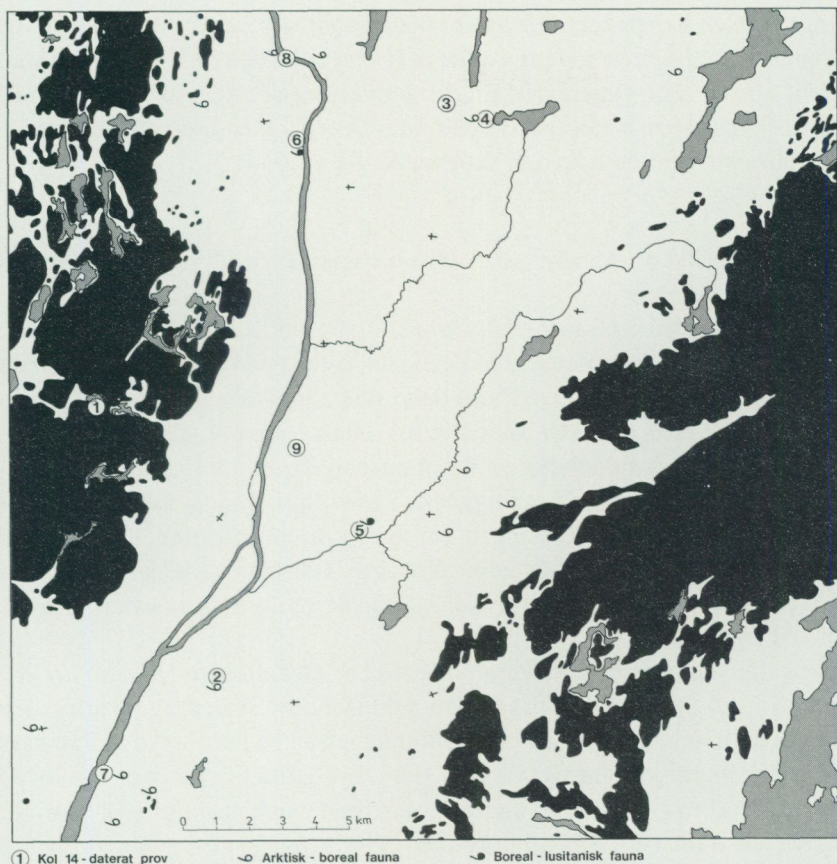


Fig. 23. Karta över områden som ligger ovanför högsta kustlinjen (mörka ytor) och över fyndplatser för marina mollusker. Kol 14-daterade prov beskrivs i kapitlet Kol 14-analyser och redovisas i tabell 2.

Dark areas are situated above the highest shoreline. Numbers refer to radiocarbon-dated samples (Table 2). Mapped localities of marine mollusc shells are marked by special symbols.

Nedan ges en beskrivning av de daterade fynden, fyndlokalernas belägenhet samt en kommentar till de erhållna åldersdateringarna. Än äldre dateringar har redovisats i beskrivningen av Dössebacka-avlagringen i moränkapitlet.

Äldre än 12 000 år. Vid borrhningar 500 m nordöst om Vägen (lokal 1) med syfte att undersöka gränsen mellan de geologiska kronozonerna Yngre Dryas

(yngsta delen av epoken Pleistocen) och Preboreal (äldsta delen av epoken Holocen), analyserades även en äldre del av lagerföljden (A.-M. Robertsson, opubl., jfr fig. 22). Dateringen gav den hittills högsta åldern av sediment med organisk halt efter landisens avsmältning. Borrpunkten ligger söder om St. Äggdalssjön (7f) i en liten dal, tidigare en vik av sjön.

12 000—10 500 år. Sandmusslan *Mya truncata* är den hittills äldsta kända mollusken i området.

De daterade skalen från Alebäck (lokal 2) låg i ett 5 cm tjockt skalförande skikt i lera i nordöstra delen av en smal dal öster om Valåsberget (fixpunkt 99.4). Marknivån är ca 60 m ö.h. I detta skikt, som låg ca 1 m under markytan, fanns även skal av *Astarte borealis*, *Astarte elliptica*, *Hiatella arctica*, *Mytilus edulis* och sidoplattor av havstulpanen *Balanus crenatus*.

Kartområdets enda skalbank ligger ca 75 m ö.h. i en smal dal 350 m NNV om Hålan (lokal 3). Dateringar har gjorts av flera arter. Flertalet av åldersbestämningarna visade åldrar omkring 10 000 år, se nedan. Skalen av *Mya truncata* var dock ca 500 år äldre. De hade tagits inom en kvadratmeter, 10—20 cm under ytan.

Ungefär samma ålder fick insamlade skal av stenmusslan *Hiatella arctica* från lokal 4, som ligger 800 m sydöst om skalbanken. Skalen låg i skalförande sand ca 65 m ö.h. på den västra bergslutningen av en nord—sydlig dal, vars norra del upptas av sjön Gravlången (9h). Fyndlagret är en liten rest av en större förekomst vars ursprungliga utbredning och mäktighet är okänd. Skalen har främst använts till hönsfoder.

10 500—9 000 år. Flera arter i skalbanken NNV om Hålan (lokal 3) hade samma ålder. Samtliga skal insamlades inom en yta av en kvadratmeter på 10—20 cm djup. Dateringarna visar att en arktisk—boreal fauna existerade i området för ca 10 000 år sedan till följd av utströmmande smältvatten från landisens avsmältning i Vänerbäckenet. Ur faunaekologisk synpunkt är dateringen av havstulpanen *Balanus hammeri* märklig. Arten lever idag på ett djup av mer än 40 m. För ca 10 300 år sedan, som är dateringens maximumvärde, var vattendjupet på platsen högst 10 m.

Dateringarna av arterna i Hålanskalbanken är de yngsta av en fauna med en arktisk—boreal sammansättning.

Dateringarna från Vägen (lokal 1) redovisas i fig. 22.

9 000—8 000 år. I skärningar i postglacial lera har skal av några arter plockats för kol 14-datering. På västra sidan om den uppstickande hällen i Grönås dal, 1600 m VSV om Skepplanda kyrka (lokal 5), förekommer flera skalskikt i leran på ca 2 m djup. Faunasammansättningen varierar i dem. Skal av islandsmusslan *Arctica (Cyprina) islandica* och av tagghjärtmusslan *Acanthocardia echinata (Cardium echinatum)* visade sig ha ungefär samma ålder.

Ett par hundra år yngre var skalen av islandsmusslan, som samlades in på drygt 1 m djup i postglacial lera i älvbrinken vid Ivarslund (lokal 6).

Yngre än 8 000 år. Lersedimentationen i Göta älv dalen har varierat vid olika tidpunkter beroende främst på djupförhållanden och närheten till strand.

Vid en dikesgrävning invid järnvägen drygt 1 km SSV om Nol station (lokal 7) påträffades år 1953 ett nästan helt skelett av en kronhjort på några decimeters djup i gyttjeleran (Fredén 1975, s. 60). Subfossila skelettdelar av kronhjort har även påträffats vid gården Slittorp (7h) på 1.4 m djup i lera (Nybelin 1955). Läget av skelettdelarna i leran antyder att de är betydligt äldre än de i Nol.

Det stratigrafiska läget av den daterade vedbiten av björk har beskrivits i kapitlet Älv- och svämsediment.

Göta älvdalens brådaste del vid Alvhem (7g) har varit en lugnvattenbassäng med omfattande organisk sedimentation i sen tid. Påsse (se Skarin 1979, s. 22—26) har undersökt prover från en 10 m mäktig lagerföljd i Hajs sjö, och funnit att tillväxten av organiska sediment (leryttja och detritusgyttjor) under de senaste 1 000 åren varit ca 6 mm/år. Det underst belägna kol 14-daterade provet (St 5826) togs på en nivå av drygt 7 m under sjöytan, det översta (St 5823) drygt 4 m under sjöytan.

Sammanfattning av den senkvartära utvecklingen

De äldsta kända jordlagren inom kartområdet finns blottade i den stora skärningen vid Dössebacka (5f). De härstammar från olika faser under den senaste nedisningsperioden. Lagerföljden visar att landisen har ryckt fram och dragit sig tillbaka tre gånger under de senaste 100 000 åren. Skärningen i Dössebackaavlagringen har således stort nationellt och internationellt geologiskt intresse. Framtida sofistikerade dateringsmetoder kommer att ge bättre information än kol 14-metoden, vars mätområde är för snävt för så gamla bildningar. Det är möjligt att likåldriga avlagringar kan finnas i de ställvis mäktiga morän- och lerlagerföljderna.

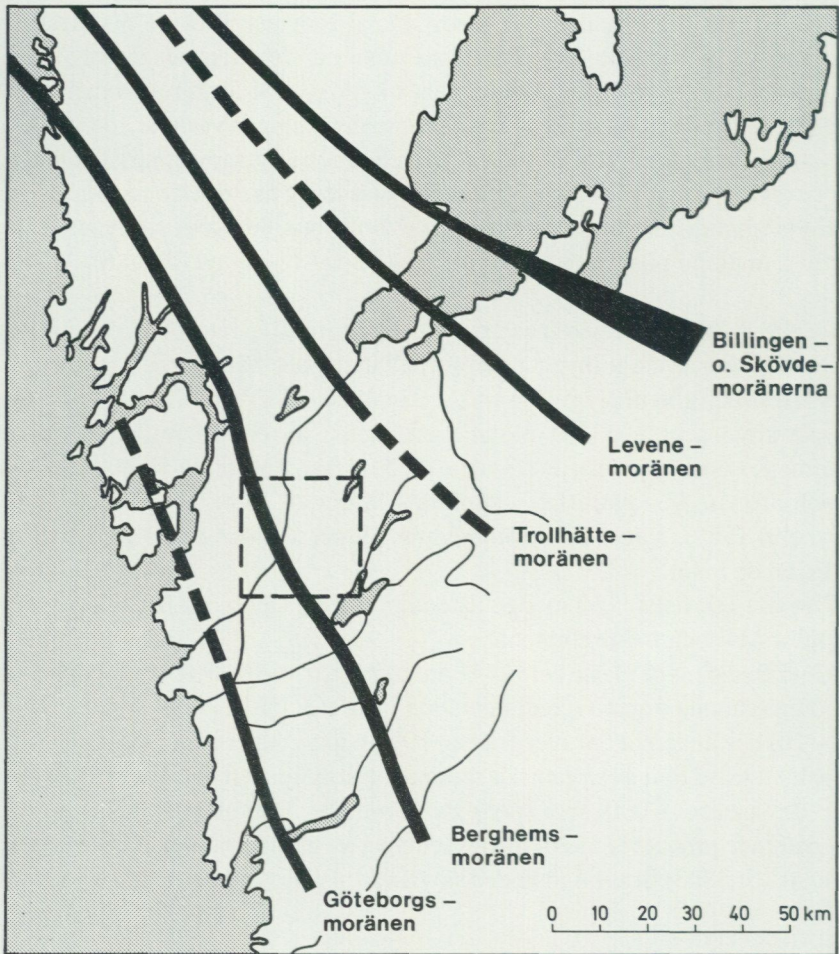


Fig. 24. De viktigaste stråken med randbildningar i Västsverige. Kartbladet Göteborg NO är inringat.

The main zones of terminal moraine deposits in western Sweden. The square represents map sheet "Göteborg NO".

Inom kartområdet och angränsande trakter finns s.k. randbildningar, som avlagrats vid isfronten under långvariga (50—200 år), relativa stillestånd. Dessa har orsakats av att ismassans rörelse framåt motsvarats av lika stor frontal avsmältning. Randbildningarna utgörs av morän, sand och grus, vilka bildat ryggar eller deltan inom en begränsad zon framför isfronten. De

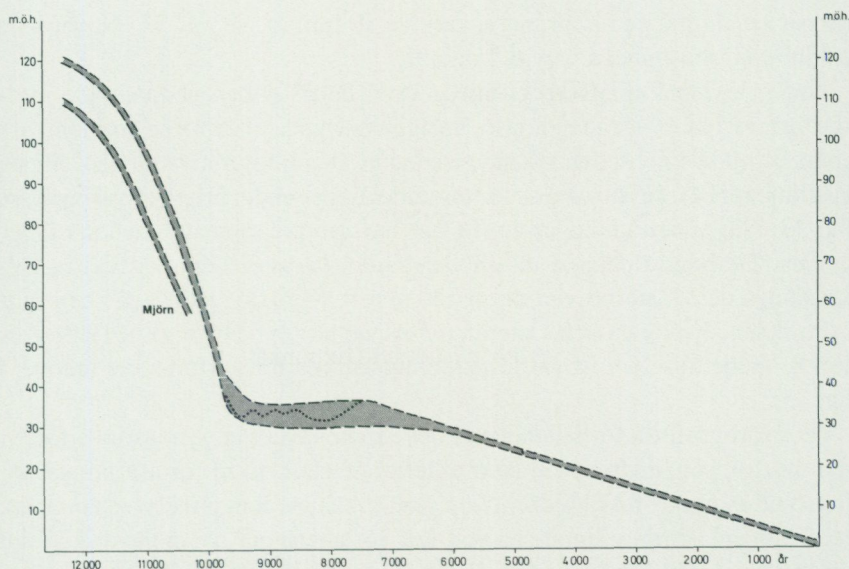


Fig. 25. Generaliserade strandförskjutningskurvor för kartområdets nordvästra och sydvästra del (Mjörn). Avsikten är att ge läsaren en uppfattning i stort om landhöjningen. Efter Fredén 1984, Munthe m.fl. 1923, Persson 1973 och Wigforss m.fl. 1983.

Generalized shore-displacement curves for the northwestern and southwestern part (Mjörn). After Fredén 1984, Munthe et al. 1923, Persson 1973 and Wigforss et al. 1983.

mest markanta randbildningarna har namngivits efter någon ort, som ligger i stråket, se fig. 24.

Absoluta tidsbestämningar av organiskt material som gjorts med kol 14-metoden sedan 1950-talet medför att den traditionella uppfattningen av isavsmältningsförloppet i Västsverige måste revideras. Kartområdet korsas av Berghemsmoränen, fig. 24. Enligt ett revisionsförslag av Berglund (1979) bildades Berghemsmoränen under ett 100-tal år för ca 12 400 år sedan, vilket innebär en förskjutning ca 500 år bakåt i tiden i jämförelse med den tidigare uppfattningen. Hela kartområdet kan anses ha varit isfritt för 12 200 år sedan.

Under nedisningen var jordskorpan belastad av en 2000–3000 m mäktig is. Belastningen medförde en nedpressning av jordskorpan. Då istäcket minskade i mäktighet under isavsmältningen strävade jordskorpan efter att återta sitt ursprungliga läge — landet höjde sig. Eftersom istäcket var mäktigast i Skandinaviens centrala delar var nedpressningen störst där. Landhöjningen är således större i norr än i söder. När kartområdet frilades från ismassan be-

räknas landhöjningen i början ha varit ca 10 mm/år, se fig. 25. Nuvarande landhöjningshastighet är drygt 2 mm/år.

Under isavsmältningsskedet intogs stora delar av den nedpressade jord-skorpan av havet. De idag högsta belägna märkena efter forna strandnivåer antas ha bildats invid den vikande iskanten. Den högsta nivån kallas högsta kustlinjen (HK). En stor del av kartområdet ligger under högsta kustlinjen, se fig. 23. Några bestämningar av HK har inte gjorts i samband med kartläggningen. De högsta delarna av isälvsdeltana i kartområdets nordvästra del, Sköllunga och Tåsteröd, når drygt 120 m ö.h. (Björnsjö 1949) och i den sydöstra delen, Kollanda och Österäng (Jutåsdeltat), ca 110 m ö.h. (Hillefors 1969). Generaliserade strandförskjutningskurvor för kartområdet återges i fig. 25.

De hydrografiska förhållandena i det dåtida havet var gynnsamma för ett rikt djurliv, som ändrade karaktär alltefter de ekologiska förutsättningarna. Jordfynd av makrofossil bidrar i hög grad till kännedom om den senkvartära utvecklingen. Artbestämningar och kol 14-dateringar av molluskskal och subfossila skelettdelar från marina ryggradsdjur ger inte enbart en bild av faunautvecklingen utan också — beroende på fyndets läge i lagerföljden och fyndlokalens nivå i meter över havet — en god indikation på sedimentens tillväxt samt fördelning av is, land och vatten vid olika tidpunkter. Djurlivet ändrar karaktär allteftersom den arktiska marina miljön ersätts av en boreal till boreal—lusitanisk. Den arktiska—boreala molluskfaunan försvinner från kartområdet för ca 10 000 år sedan. Senare invandrar en fauna som i stort är densamma som finns vid Västkusten idag. Skal av hjärtmussla (*Cerastoderma edule*), tagghjärtmussla (*Acanthocardia echinata*) och Islandsmussla (*Arctica islandica*) är vanligt förekommande i den postglaciala leran. Molluskskal, som insamlats för nära 100 år sedan i lertagen till det forna tegelbruket vid Hanström (9g), har beskrivits av Hägg (1952, s. 135, 142).

När landisarna smälte undan höjdes havsytan genom de väldiga vattenmängder som tillfördes. Havsyntans höjning kunde i början dock inte uppväga landhöjningen och resultatet blev därför att landet steg ur havet. Så småningom kom landhöjningen att avta så mycket att det stigande havet började vinna terräng på landets bekostnad. För ca 9 000 år sedan inträffade detta längs Västkusten, varvid låglänta delar åter dränktes. Den stigning av havsytan (transgression) som berör Västkusten kallas vanligen Tapestransgressionen efter musslan *Tapes decussatus*, vars skal förekommer i avlagringar från denna tid. Ett annat namn är Postglaciala transgressionen. Denna har berört Göta älvs dalgång. Huvuddelen av den postglaciala leran bildades

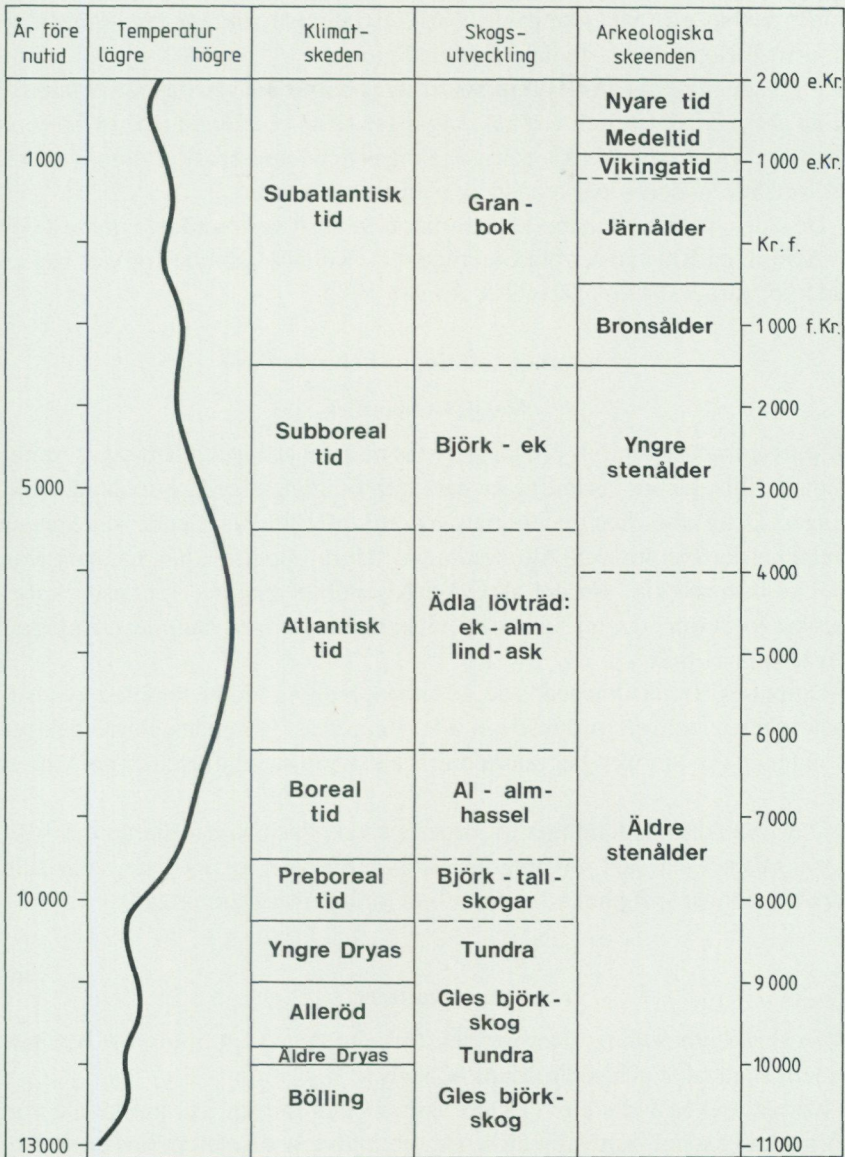


Fig. 26. Göteborgsregionens utveckling under de senaste 13 000 åren. Modifierad efter Lundqvist (1970) och Fries (1965).

The evolution of the region of Göteborg during the last 13 000 years. Modified after Lundqvist (1970) and Fries (1965). The left column shows longterm temperature fluctuations (lower-higher). Further information in English is given in the Late Quaternary evolution section of the Summary.

under denna ca 2 000 år långa tid. Några detaljundersökningar av transgressionens förlopp i Göta älvdalen har inte gjorts.

Från den tidpunkt då ett område torrläggs börjar det utsättas för erosion. I Göta älv, Gårdaåns och Grönås dalgångar finns områden med raviner och skredärr. De en gång flacka ytorna är ärriga efter denna erosion, som kommer att fortsätta — delvis påskyndad av mänsklig påverkan.

De äldsta spåren av människa har hittats utanför kartområdet i norra delen av Mjörn, ca 500 m öster om Österäng (6f). Kol 14-daterade kolbitar gav en ålder av nära 9 000 år (Särlvik & Åhman 1976).

Sammanställningar och tabeller

Mäktighetsuppgifter

Jordartskartans uppgifter om jordlagrens mäktighet har i tätbebyggda områden erhållits genom insamling av data från tidigare utförda grundundersökningar. Detta arbete har underlättats genom stort tillmötesgående från Statens Geotekniska Institut och Ale kommun. Några uppgifter har hämtats från SGU:s brunnarkiv. En del skruv- och sondborrningar — främst i kohesionära jordarter — samt seismiska undersökningar med hammarseismograf har utförts av SGU.

Djupuppgifterna är avsedda att ge en viss ledning vid bedömning av jordmäktigheten inom ett jordtäckt område. Värdena gäller endast för respektive punkter. Även inom ett begränsat område kan jordmäktigheten variera avsevärt.

Den förenklade indelningen av jordarterna i kohesionära jordarter och friktionsjordarter har skett av praktiska skäl då flertalet av uppgifterna är från sondborrningar och punktvisa seismiska jorddjupsbestämningar.

Analysmetoder

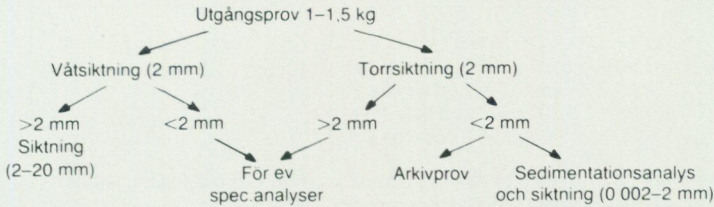
Kornstorleksfördelning. Kornstorleksfördelningen i ett jordprov bestäms genom siktanalys och sedimentationsanalys.

Kornstorleken vid siktning motsvaras av den minsta fria maskvidd som kornet kan passera och vid sedimentationsanalys av diametern hos en sfär av samma densitet som kornet och som faller med samma hastighet som kornet (ekivalentdiameter).

Stenhalten i en jordart bestäms i fält genom siktning och vägning av materialet <20 cm. Vanligen anges stenhalten i viktprocent men en omräkning till

volymprocent kan göras. Blockhalten bedöms endast okulärt (se s. 11).

Vid bestämning av kornstorleksfördelningen i material mellan 20 mm och 0.06 mm torkas provet först vid 90 °C. Därefter delas provet och siktas enligt nedanstående schema. Siktningen utförs i Pascals skakapparat.



Före sedimentationsanalysen dispergeras provet i ultraljud under omrörning i 15 min. Vid behov förbehandlas provet med 30 %-ig väteperoxid eller med natriumhypobromit för att avlägsna organiskt material. Cementerande järnföreningar löses med natriumdithionit eller med surt ammoniumoxalat (Tamms lösning). Analysen utförs enligt hydrometermetoden eller pipettmetoden. Som dispergeringsvätska används natriumpyrofosfat. Vid beräkning av fallhastigheten generaliseras korndensiteten till 2.65.

Organiskt material. Klassifikationen av gyttja, lergyttja och gyttjelera grundar sig på halten organiskt material. Halten organiskt kol bestäms på material <2 mm genom oxidation vid 1 000 °C i syrgas och gravimetrisk analys av utvecklade CO₂. Den erhållna kolhalten reduceras för karbonatkol, vilket bestäms separat (se nedan). Den organiska halten beräknas genom att mängden organiskt kol i provet multipliceras med faktorn 1.72.

Kalkhalt. CaCO₃-halten bestäms på material <0.06 mm genom behandling med 10 %-ig saltsyra och mätning av den utvecklade mängden CO₂. Noggrannheten i analysmetoden är ±0.5 %.

pH. Bestämning av pH-värdet utförs på material <2 mm. Provet torkas vid 90 °C och uppslmmas i destillerat vatten (viktförhållande jord: vatten = 1: 2.5), varefter mätning sker med pH-meter.

Basmineralindex. Basmineralindex (Bx) är den viktprocent av mellansandfraktionen som har en densitet >2.68. Bx är ett uttryck för halten tunga mineral, främst hornblände, pyroxen, olivin, granat, kalcit, kalkrik plagioklas och magnetit. Vid bestämning av Bx i ett prov utgår man från 10 g av mellansandfraktionen. Magnetiten avskiljs med magnet och återstoden separeras i tung vätska. Särskild separation av glimmer utförs ej.

TABELL 1. Kornstorleksanalyser

Prov nr	Analys nr	Lokal	Jordart	Djup under markytan i m
1	13539	1250 m ÖSÖ Östad k:a (5j)	Grusig-sandig morän	0.5
2	14836	500 m SÖ Gullberg (6h)	"	0.5
3	17012	200 m Ö Äggdalsjön (7f)	"	0.5
4	16799	200 m N Torrskog (8g)	"	1.5
5	14112	400 m NÖ Prässebo stn (9i)	"	0.7
6	14833	1000 m NÖ Skepplanda k:a (6h)	Sandig-moig morän	1.0
7	14103	300 m NÖ Skogstorp (6i)	"	0.5
8	14105	300 m S Tomten (8j)	"	0.5
9	16620	300 m S Signehög (7g)	"	1.0
10	16800	375 m SÖ St Peder k:a (7g)	"	1.5
11	14827	500 m SÖ Bodatorpet (7j)	"	0.8
12	14104	N Jutasjön (7j)	"	1.5
13	14108	800 m NNV Stavsjön (8j)	"	1.0
14	17016	100 m Ö Kvarndammen (9f)	"	0.5
15	13540	400 m Ö St. Fålsjön (6j)	Moig morän	0.5
16	17760	500 m NÖ Grandalssjön (7j)	"	1.2
17	14106	800 m ÖSÖ Strömängen (9j)	"	0.5
18	14998	600 m NNÖ Glömsten (7i)	Isälvsmo	0.5
19	16797	400 m V Assleröd (8g)	Glacial grovlera	1.0
20	17005	500 m S Brandsbo (5f)	Glacial mellanlera	1.5
21	17038	300 m V Rättaregården (5j)	"	0.5
22	17014	300 m SÖ Grandalen (6f)	"	0.5
23	17018	Ö Hålt (7g)	"	0.5
24	16796	400 m SÖ Livelycke (7g)	"	0.7
25	16795	500 m Ö Braseröd (7g)	"	0.5
26	17017	500 m N St. Komperöd (9f)	"	0.5
27	14107	200 m NÖ Lersik (9j)	"	0.5
28	14110	Vikemaden (9j)	"	1.0
29	17013	200 m V Romelanda k:a (5f)	Glacial finlera	0.5
30	16624	300 m S Knartarna (5f)	"	0.5
31	17006	200 m V Grunne (5g)	"	0.5
32	17037	350 m N Rågtvet (5h)	"	0.5
33	16801	300 m V Krokstorp (6h)	"	1.0
34	14835	600 m V Fors (6h)	"	2.5
35	14834	450 m SSV Billingsdal (6h)	"	0.5
36	16802	500 m V Östad säteri (6j)	"	0.5
37	15215	1200 m SÖ Färdsle (7h)	"	0.5
38	15216	1200 m SÖ Färdsle (7h)	"	2.0
39	14829	300 m SSV Heden (8h)	"	1.2
40	14828	200 m N Vallby (8h)	"	0.5

Viktprocent									CaCO ₃ %	Anmärkningar
Grov- grus	Fin- grus	Grov- sand	Mel- lan- sand	Grov- mo	Fin- mo	Grov- mjäla	Fin- mjäla	Lera		
14	17	20	19	16	8	4	1	1	0	
10	15	23	31	15	2	2	1	2	—	
16	15	15	20	17	8	4	1	4	—	
13	14	16	25	19	6	3	2	2	—	
14	20	18	23	18	4	1	1	1	—	Moränrygg
8	8	10	21	33	14	2	2	2	—	
4	6	12	26	27	17	5	1	2	—	
9	9	11	20	25	19	4	2	1	—	
6	7	7	18	25	16	9	5	7	—	Lerig
11	13	11	18	24	12	4	4	3	—	
9	9	8	23	31	14	3	2	1	—	
11	11	14	20	23	16	3	1	1	—	
7	7	8	24	34	15	2	1	2	—	Moränrygg
18	11	11	20	18	11	6	2	3	—	
5	5	9	19	25	26	9	1	2	0	
10	4	6	11	20	36	7	3	3	—	Under 1 m isälvsgrus
11	6	3	7	52	16	2	1	2	—	Moiga sliror
1	2	2	7	44	28	10	2	4	—	
—	—	2	4	9	32	19	12	22	—	Under svallsand
—	—	—	—	8	26	17	14	35	—	
—	—	2	3	6	28	14	11	36	—	
—	—	1	2	7	17	18	17	39	—	
—	—	1	1	6	24	19	12	37	—	
—	—	—	—	1	27	18	14	40	—	
—	—	—	1	1	19	25	18	36	—	
—	—	1	1	5	22	17	18	36	—	
—	—	1	2	8	25	13	11	40	—	
—	—	1	1	29	28	9	7	25	—	
—	—	—	—	3	25	16	12	44	—	
—	—	1	2	3	13	15	12	54	—	
—	—	—	1	2	13	11	16	57	—	
—	—	1	2	7	22	11	10	47	—	
—	—	—	—	2	17	7	15	59	—	
—	—	—	—	3	14	10	13	60	—	
—	—	—	—	2	16	12	10	60	—	
—	—	—	—	3	19	12	17	49	—	
—	—	—	1	2	13	11	12	61	0.1	
—	—	—	2	8	22	10	9	49	1.0	
—	—	—	—	—	10	7	7	76	—	
—	—	—	—	4	22	13	11	50	—	

Prov nr	Analys nr	Lokal	Jordart	Djup under markytan i m
41	14830	750 m N Hålanda k:a (8i)	Glacial finlera	0.5
42	17010	1600 m VSV Västerlanda k:a (9g)	"	0.5
43	16792	300 m SV Västerlanda k:a (9g)	"	0.5
44	14111	750 m SSÖ Kyrkobacka (9h)	"	0.5
45	14114	100 m S St. Kalvshult (9h)	"	1.0
46	14004	Lindebacken (9i)	"	2.6
47	16798	700 m NÖ Tunge k:a (8h)	Lerig finmo	0.5
48	17015	200 m SV Vasen (9f)	"	0.5
49	16791	Sannersby (9g)	"	0.5
50	15920	400 m SSÖ Näset (9g)	"	0.5
51	14113	100 m S St. Kalvshult (9h)	"	0.5
52	14109	450 m V Lindebacken (9j)	"	0.5
53	16803	400 m NÖ Rished (5g)	Postglacial grovlera	1.0
54	16622	V Hålt (7g)	"	0.5
55	16794	500 m N Bäck (7g)	"	0.5
56	16793	300 m NÖ Groröd (8g)	"	0.5
57	16625	1 km NÖ Romelanda k:a (5f)	Postglacial mellanlera	0.8
58	16619	Signehög (7g)	"	0.5
59	15916	500 m SV Hajs sjö (7g)	"	0.5
60	17008	170 m SV Eckerna (8g)	"	0.5
61	16632	800 m Ö Torrskog (8g)	"	0.5
62	16633	800 m Ö Torrskog (8g)	"	0.8
63	16634	800 m Ö Torrskog (8g)	"	1.2
64	14826	300 m NV Huvden (5j)	Postglacial finlera	0.5
65	17011	Bergegården (6f)	"	2.0
66	16623	500 m S Valler (6f)	"	0.5
67	15915	400 m SSÖ Bruket (6g)	"	0.5
68	16621	500 m SÖ Norrmannebo (6g)	"	0.5
69	15917	850 m ÖNÖ Kullängen (7g)	"	0.5
70	16804	Ivarslund (9g)	"	0.6
71	17004	550 m VSV Södergården (5f)	Gyttjelera	0.5
72	17007	450 m SV Häljered (6f)	"	0.5
73	14842	500 m Ö Paulsgården (6h)	"	0.7
74	15918	200 m ÖSÖ Passagården (7g)	"	0.3
75	15919	200 m ÖSÖ Passagården (7g)	"	0.5
76	14832	400 m NÖ Tängevallen (7h)	"	2.5
77	16618	700 m VSV Gunntorp (8h)	"	2.0
78	17009	650 m NNÖ Ängen (9g)	"	0.5
79	14100	400 m SV Kilanda k:a (5h)	Svämmediment	0.7
80	14831	500 m SV Grolanda (6h)	"	0.5

Viktprocent									CaCO ₃ %	Anmärkningar
Grov-grus	Fin-grus	Grov-sand	Mel-lan-sand	Grov-mo	Fin-mo	Grov-mjåla	Fin-mjåla	Lera		
—	—	—	—	1	15	12	12	60	—	
—	—	—	1	1	19	15	14	50	—	
—	—	—	—	1	19	19	14	47	—	
—	—	—	1	9	23	11	8	48	—	
—	—	—	2	11	17	9	8	53	—	
—	—	—	5	18	7	2	2	66	—	0.29 % org. mat. Lerskikt i isålvssediment
—	—	—	1	22	54	7	4	12	—	
—	—	—	2	23	42	13	5	15	—	
—	—	—	1	32	38	10	3	16	—	
—	—	—	—	40	42	5	3	10	—	
1	3	11	29	20	19	10	2	5	—	
—	—	6	8	9	34	18	11	14	—	
—	—	1	2	21	34	15	10	17	—	
—	—	—	1	20	31	15	8	25	—	
—	—	1	4	9	28	27	10	21	—	
—	—	—	1	4	36	26	8	25	—	
—	—	—	1	5	24	22	15	33	—	Under grovlera
—	—	—	—	2	19	27	15	37	—	
—	—	—	1	1	15	28	17	38	0	1.80 % org.mat.
—	—	—	1	3	20	25	17	34	—	
—	—	—	—	7	33	18	10	32	—	0.86 % org.mat.
—	—	—	2	20	27	15	8	28	—	1.5 % org.mat.
—	—	—	—	4	35	18	10	33	—	1.89 % org.mat.
—	—	—	—	2	16	15	14	53	—	1.07 % org.mat.
—	—	—	1	4	14	14	16	51	—	
—	—	—	—	—	8	14	14	64	—	
—	—	—	—	1	7	14	15	63	0	1.42 % org.mat.
—	—	—	—	2	10	10	16	62	—	
—	—	—	—	1	7	8	14	70	0	1.73 % org.mat.
1	2	1	1	1	9	6	19	60	2.6	1.24 % org.mat.
—	—	—	—	—	16	28	15	41	0	Skalförändring
—	—	—	—	11	40	16	8	25	0	1.99 % org.mat.
—	—	—	—	1	11	11	19	58	—	2.07 % org.mat.
—	—	—	—	3	37	23	12	25	0	2.27 % org.mat.
—	—	—	—	7	43	17	10	23	0	2.27 % org.mat.
—	—	—	1	1	11	15	13	59	—	2.48 % org.mat.
—	—	—	—	1	11	10	10	68	0	3.7 % org.mat.
—	—	—	—	—	25	27	15	33	—	2.5 % org.mat.
6	3	9	23	26	24	4	2	3	—	
—	—	—	1	1	17	18	15	48	—	

TABELL 2. Kol 14-analyser utförda av laboratoriet för isotopgeologi, Stockholm (St), och av Kol 14-laboratoriet vid Uppsala universitet (U). Halveringstid 5568 ± 30 år.

Fyndplats	ek. blad	Latitud N	Longitud Ö	Daterat fynd
1. 500 m NÖ Vägen	7f	58° 0'	12° 2'	Gyttjelera Lergyttja Lergyttja Lergyttja Vasstorv
2. NV Alebräcke, 400 m SSÖ fixpunkt 99,4	5g	57° 56'	12° 7'	<i>Mya truncata</i> Trubbig sandmussla
3. 350 m NNV Hålan	9h	58° 6'	12° 3'	<i>Mya truncata</i> Trubbig sandmussla <i>Balanus hammeri</i> Havstulpan <i>Hiatella arctica</i> Stenmussla <i>Hiatella arctica</i> <i>uddevallensis</i>
4. 500 m NNV Brännefjäll fixpunkt 115,9	9h	58° 5'	12° 14'	<i>Hiatella arctica</i> <i>uddevallensis</i>
5. 1600 m VSV Skepplanda kyrka	6h	57° 59'	12° 13'	<i>Arctica islandica</i> Islandsmussla <i>Acanthocardia echinata</i> Tagghjärtmussla
6. Ivarslund	9g	58° 5'	12° 8'	<i>Arctica islandica</i>
7. Nol	5f	57° 55'	12° 4'	<i>Cervus elaphus</i> kronhjort
8. Göta, 600 m VNV Kasen	9g	58° 7'	12° 9'	<i>Betula</i> björk
9. Hajs sjö	7g	58° 0'	12° 9'	Lergyttja Lergyttja Lergyttja Lergyttja

Fraktion	Lab. nr	Okorri- gerad ålder	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ ± 0.5	Korrigeringar	Reser- voar- effekt	Kol 14-år före 1950	Anmärk- ningar
	St 6414	12390 \pm 400	-21.9			12390 \pm 400	
	St 6413	10040 \pm 300	-24.5			10040 \pm 300	
	U 4422		-19.7			9670 \pm 140	Medelvärde
	U 4423		-22.9			9750 \pm 130	9710 \pm 135
	U 4421		-28.5			9150 \pm 140	
1	St 5756	10975 \pm 130		11380 \pm 130	-400	10980 \pm 130	Medelvärde
2	St 5757	11050 \pm 135	-0.4	11455 \pm 135	-400	11055 \pm 135	11020 \pm 135
1	St 4907	10570 \pm 215		10975 \pm 150	-400	10575 \pm 150	Medelvärde
2	St 4908	10815 \pm 140	-1.3	11170 \pm 140	-400	10770 \pm 140	10670 \pm 145
1	St 4902	10015 \pm 160		10400 \pm 160	-400	10000 \pm 160	Medelvärde
2	St 4903	10200 \pm 230	-2.7	10550 \pm 230	-400	10150 \pm 230	10075 \pm 195
1	St 4904	9970 \pm 125		10370 \pm 125	-400	9970 \pm 125	Medelvärde
2	St 4905	9940 \pm 150		10310 \pm 150	-400	9910 \pm 150	10030 \pm 135
3	St 4906	10230 \pm 135	-0.7	10610 \pm 135	-400	10210 \pm 135	
1	St 4900	9935 \pm 150		10310 \pm 150	-400	9910 \pm 150	Medelvärde
2	St 4901	10125 \pm 150	-0.7	10520 \pm 150	-400	10120 \pm 150	10015 \pm 150
1	St 4909	10100 \pm 155		10495 \pm 155	-400	10095 \pm 155	Medelvärde
2	St 4910	10070 \pm 150	-1.3	10460 \pm 150	-400	10060 \pm 150	10480 \pm 150
1	St 6236	8665 \pm 125	± 0.0	9075 \pm 125	-400	8675 \pm 125	Medelvärde
2	St 6237	8810 \pm 95	-0.1	9220 \pm 95	-400	8820 \pm 95	8750 \pm 110
1	St 6234	8510 \pm 105	-1.2	8900 \pm 105	-400	8500 \pm 105	Medelvärde
2	St 6235	8660 \pm 190	-1.2	9050 \pm 190	-400	8650 \pm 190	8575 \pm 150
1	St 6244	8180 \pm 100	-0.8	8580 \pm 100	-400	8180 \pm 100	Medelvärde
2	St 6245	8290 \pm 105	-0.8	8690 \pm 105	-400	8290 \pm 105	8235 \pm 105
	St 4062	3735 \pm 120					
	St 6238	3390 \pm 90	27.5			3345 \pm 90	
	St 5826	970 \pm 145					
	St 5825	715 \pm 120					
	St 5824	610 \pm 125					
	St 5823	460 \pm 115					

SUMMARY

Codes (5g, 6j) after names of localities refer to the 25-square grid marked in the margin of the map.

Bedrock. The distribution of the main rocks in the area is shown in Fig. 2. More detailed information about the bedrock is found in the description of the map of solid rocks "Göteborg NO" (Samuelsson 1982).

Glacial striae. Most localities where glacial striae were observed when mapping this area are shown in Fig. 3. A few observations of two or more directions indicate an oldest ice movement from east to west. The main ice direction is from the northeast. Other ice movements recorded by striae are influenced by the large valleys and in some spots even by local obstructions during the final phase of deglaciation.

Potholes. Most of the observed potholes are solitary with a diameter of 30–100 cm and a depth of 20–200 cm. In some places 2 and 3 potholes occur within a limited area, southwest of Viken (9j) and SSW of Ale-Skövde church (8h). The biggest potholes are semicylindrical in the upper part, but at the bottom they are always cut cylindrically into the bedrock. They have a diameter of more than 100 cm and a depth of more than 200 cm and are found *inter alia* southwest of Stampa (5g), ENE of St. Peder church (7g) and south of St. Mjösundet (9j).

Till. About 1% of the map area is covered by till. It should be noted, however, that the till is often absent beneath the glacial clays as recorded in boreholes penetrating to the bedrock. In places a thin till cover is denoted by a special symbol on the map (a black triangle). This thin till cover is primarily found on the bedrock plateaus east of Göta älv valley.

The main part of the till forms large accumulations in courses running from northeast to southwest. In these courses different morphological types can be distinguished. Most of them can be described as ridge-shaped stoss-side moraines anchored to bedrock in the distal part, e.g. west of Romelanda (5f), Skogstorp (6i), southwest of Skärftultssjön (6j) and southwest of Älghultssjön (9j). The biggest cut within the map area is situated in a similar ridge-shaped stoss-side moraine at Dössebacka (5f). The exposed stratigraphy is summarized in Fig. 8.

Till is also found in northwest–southeast oriented zones of ice-marginal deposits.

Hammer seismic determinations have been carried out on some accumulations (Fig. 7).

According to the composition of the matrix, the most common type of till in the map area is sandy (as defined in Fig. 1). Samples 5–14 in Table 1 are examples from the area. They have been collected at different depths, often in accidentally exposed sections. A gravelly till occurs in some places (samples 1–4). It is found in terminal moraine zones and in the vicinity of large glaciofluvial deposits. In accordance with the mapping rules, the gravelly till has not been marked separately on the map, since it has no considerable areal distribution on the surface. A till dominated by fine sand

and silt has been observed (samples 15—17) and like the gravelly till it has not been marked separately on the map.

The till has a low to medium content of stones and boulders. The boulder frequency at the surface is mainly medium.

Patches of end moraines and ablation till are found in some places. The former are low ridges with a length of 100—300 m, e.g. at Högstorp (6g) and Prässebo (9i). The most spectacular example of ablation morphology is found in the Risveden area, especially northeast of Valsjön (6j). Small hills and ridges are separated by hollows containing peat and water. The area lies above the highest shoreline and forms a watershed between the drainage systems of Göta river and Lake Mjörn.

Glaciofluvial deposits. The main part of the map area is poor in glaciofluvial sediments. Most of the glaciofluvial accumulations consist of large deltas deposited in terminal moraine zones, especially in the Berghem terminal moraine zone, which crosses the map area, Fig. 24.

Deposits in glaciofluvial courses are also found in the valleys east of river Göta älv and along the west side of Lake Mjörn basin. An esker or eskerlike deposit is situated south of Starrkärr (5g).

The distribution of grain size, the stratigraphy and the thickness of the deposits show great variations. Stratigraphic information can be obtained from Figs. 13—16.

Glacial fine-grained sediments. Glacial clay is the most common Quaternary deposit within the map sheet.

Clay sequences of 60—80 m are known from the valley of Göta älv. Thickness of about 100 m is said to occur south of St. Peder church (7g). In areas situated below 20 m above sea level the glacial clay is covered by postglacial clay.

The thickness of the glacial clay in other valleys is usually 20—40 m.

The bottom part of the sequence consists of varved or laminated clay with layers of sand and silt (samples 19—20 in Table 1). This type of clay has not been found exposed but is found fairly close to the surface at high levels, i.e. close to the highest shoreline.

The basal sequence is covered by a fairly homogeneous blue-coloured clay with varying silt content (samples 21—46 in Table 1). Layers of gravel, sand, silt and mollusc-shells, mostly 2—10 cm thick, are found locally. In places these layers contain artesian water. The upper clay of the complete sequence has a high clay content, see samples 29—46.

Stripes of sulphides occur in the clay. The chlorine content varies. Usually the upper part lacks Cl-ions as a result of leaching, mainly caused by the fresh ground water. Patches of the glacial clays in the map area are highly sensitive to quick. They also exhibit an apparent overconsolidation effect. Together these are important geotechnical properties of the clay (see below).

Landslides and gullies. The upper part of Göta älv valley and the lower part of its tributary river valleys are marked by erosion scars of landslides and gullies. The extent of the phenomena is shown in Fig. 17 and in an enclosed detail map.

Slide areas larger than 5 har (about 12.5 acres) are recorded at Göta (9g) and the lower part of river Gårdaån, east of St. Peder church (7g). Since the 1960's the banks of river Göta älv are protected from wave action by shores constructed of broken rocks, Fig. 18. The intensity of landslides along Göta älv has thus decreased.

The areal extent of gullies (ca 400 har) is about eight times higher than that of landslides.

The total volume eroded by landslides and gullies is roughly calculated to be about 20 million cubic metres.

Postglacial coarse-grained sediments. The coarse-grained minerogenic sediments consist mainly of sediments formed by wave-washing of till and glaciofluvial deposits. Thicknesses of the sediments are mostly 0.5–1.0 m; they seldom exceed 5 m.

Some beach deposits are shell-bearing. A shell-bank with an original volume of ca 2000 cubic metres is situated 300 m NNW of Hålan (9h) in a narrow valley running north–south. The faunal composition of the mollusc shells has an arctic-boreal character. Some shell samples have been radiocarbon dated.

Postglacial fine-grained sediments. This group of sediments comprises four types: heavy clay, silty clay, silt, and gyttja clay.

The heavy clay occurs mainly in areas situated below 20 m above sea level and the clay content varies considerably (see samples 57–70 in Table 1). The occurrences along lake Mjörn (5j) have a thickness of about 0.5 m.

The transition to the glacial clay is not clear in the field. The two types are similar in the dry crust. The presence of postglacial heavy clay is proved by shells of Holocene molluscs at about 2 m depth in the upper part of Göta älv valley and the lower part of river Grönå valley. Some of the shells have been radiocarbon dated.

The postglacial silty clay and silt are mainly found in the valley of Göta älv. The thickness is mostly 1–3 m. The distribution of grain size varies both horizontally and vertically (see samples 47–56 in Table 1).

The gyttja clay (samples 71–78 in Table 1) is also mainly found in the valley of Göta älv, especially south of St. Peder church (7g), where the valley has its broadest part. In the heavy clay sequence there are layers with an organic content of about 1.5–2.0 per cent (samples 59, 61–63 and 69 in Table 1).

Fluvial deposits. Recent and subrecent fluvial sediments are found along all the water courses but in many cases in too small areas to be represented on the map. The sediment consists of alternating layers of sand, silt, silty clay, clay gyttja and detritus gyttja. The grain-size composition varies (see samples 79–80 in Table 1). The total thickness is 1–3 m.

Organic deposits. The mires are divided into two types: bogs, mostly developed as raised bogs with a convexity of 2–5 m, and fens. The thickness of the peat is up to about 5 m. Most of the deposits are underlain by lake sediments. Some stratigraphic information is presented in Fig. 22.

Radiocarbon determinations. During mapping, some samples of shells were collected for radiocarbon determinations (Fig. 23).

Samples of gyttja (localities 1 and 9) have been collected for different purposes (Robertsson 1982; Skarin 1979). An almost complete skeleton of a red deer (locality 7) was found at a depth of some decimeters at the Göta älv river side, and pieces of birch (locality 8) were found at a depth of about 3 m in sliding masses of the Göta landslide, which occurred in 1957.

The Late-Quaternary evolution. Three till beds in a section at Dössebacka (5f), Fig. 8, reflect different stadials during the Weichselian glaciation, see Hillefors (1974) and Mörner (1972). Figs. 23—26 give the basis for understanding the Late-Quaternary evolution in the area. The columns in Swedish on Fig. 26 deal with Chronozones (Börling etc.), Forest development (from bottom to top: tundra and scattered groves of birch; woods of pine and birch; alder, elm, hazel; oak, elm, lime-tree, ash-tree; birch, oak; spruce, beech) and Archaeological ages (Mesolithic, Neolithic, Bronze, Iron, Viking, Medieval and Modern age).

The age of the Berghem terminal moraine is not fixed. According to a proposal by Berglund (1979) the Berghem terminal moraine was formed 12 400 years ago. Thus the whole map area was deglaciated about 12 200 years ago.

The postglacial transgression, also called the *Tapes* transgression, started about 9 000 years ago and reached its maximum about 2 000 years later.

The first traces of human beings appeared in the lake Mjörn area almost 9 000 years ago.

The present rate of land uplift is almost 25 cm/100 years.

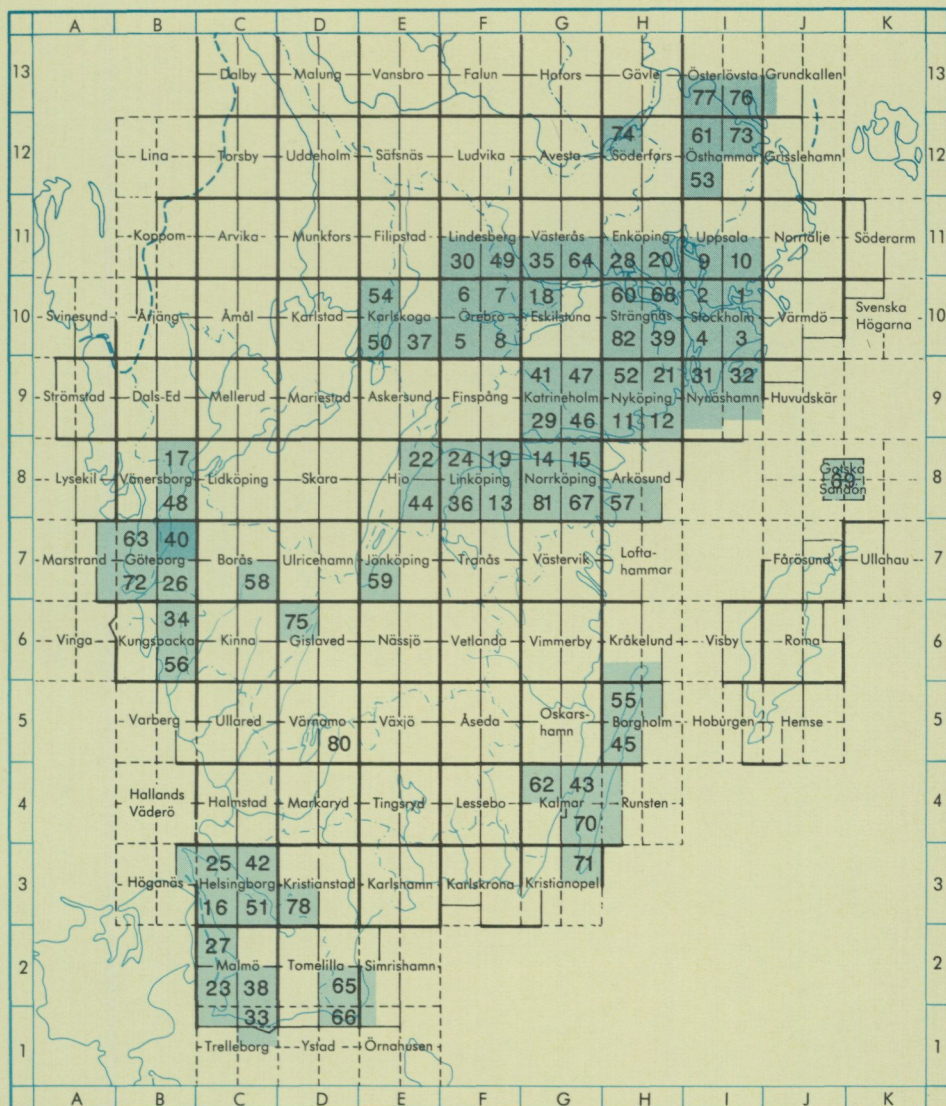
LITTERATUR

GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar
 SGU = Sveriges geologiska undersökning

- ALIN, J., & SANDEGREN, R., 1947: Dösebackaplatån. Geologisk beskrivning av fyndorten för mammut och myskoxe vid Dösebacka, Romelanda socken, Bohuslän. — SGU C 482.
- BERGLUND, B.E., 1979: The deglaciation of southern Sweden 13.500—10.000 B.P. — *Boreas* 8, 89—118.
- BJÖRSJÖ, N., 1949: Israndstudier i södra Bohuslän. — SGU C 504.
- CATO, I. & ENGDahl, M., 1982: Beskrivning till temakartor utvisande var särskild uppmärksamhet av stabilitetsförhållanden erfordras inom vissa bebyggda eller detaljplanerade områden med lerjord. — SGU Rapp. och medd. 20.
- FELLENIS, B., 1954: Redogörelse för skredet vid Guntorp på Bergslagsbanan mellan Nygård och Alvhem på linjen Kil—Göteborg den 13 april 1953. — *Statens Järnvägar, Medd. Geotekn. Avd. 4.*
- FREDÉN, C., 1975: Subfossil finds of arctic whales and seals in Sweden. — SGU C 710.
- 1981: Jordartsgeologisk jämförelse mellan Tuve- och Surteskreden. — *J.C. Fredén, m.fl. 1981: Tuveskredet 1977-11-30. Geologiska undersökningar.* — SGU Rapp. och medd. 26, 144—148.
- 1983: Beskrivning till jordartskartan Kungsbacka NO. — SGU Ae 34.
- 1984a: Beskrivning till jordartskartan Vänersborg SO. — SGU Ae 48.
- 1984b: Faunahistoriska notiser om några av Naturhistoriska museets daterade subfossila fynd. — Göteborgs Naturhistoriska Museum. Årstryck, 31—45.
- FRIES, M., 1965: The Late Quaternary Vegetation of Sweden. — *Acta Phytogeographica Suecica* 50, 269—284.
- HILLEFORS, Å., 1969: Västsveriges glaciala historia och morfologi. — *Medd. Lund Univ. Geogr. Inst. Avh.* 60.
- 1974: The stratigraphy and genesis of the Dösebacka and Ellesbo drumlins. — GFF 96, 355—374.
- HOLMBERG, A.E., 1867: Bohusläns historia och beskrivning. III. — Örebro.
- HÄGG, R., 1952: Kvartära skalförekomster i Värmland, Dalsland, Västergötland och Halland. — GFF 74, 131—148.
- JÄRNEFORS, B., 1959: Jordartskarta över Göta älvdalen. — SGU Ba 20.
- KNUTSSON, G., 1969: Stor-Göteborg. Grusförsörjning. — *Sydsvenska ing. byrån. Göteborg.*
- LINDBLAD, C.S., 1897: Lödöse stad samt Ale och Flundre härader. — Göteborg.
- LUNDQVIST, J., 1970: Jordarterna. — I P.H. Lundegårdh, J. Lundqvist & M. Lidström, 1978: Berg och jord i Sverige. 5 uppl. — Stockholm.
- MAGNUSSON, E., 1978: Beskrivning till jordartskartan Göteborg SO. — SGU Ae 26.
- MUNTHE, H., JOHANSSON, H.E. & SANDEGREN, R., 1923: Göteborgstraktens geologi. — Göteborgs jubileumspublikationer. Göteborgstraktens natur, 123—278.
- MÖRNER, N.-A., 1972: The cold/warm changes during the last ice age. — *Stockh. contr. geol.* 24:4, 51—77.
- NYBELIN, O., 1955: Zoologiska avdelningen. Berättelse för 1954. — Göteborgs Naturhistoriska Museum. Årstryck.
- ODENSTAD, S., 1958: Jordskredet i Göta den 7 juni 1957. — GFF 80, 76—86.
- PERSSON, G., 1973: Postglacial transgressions in Bohuslän, southwestern Sweden. — SGU C 684.
- ROBERTSSON, A.-M., 1982: Pollen. I E. Olausson (ed): *The Pleistocene/Holocene boundary in southwestern Sweden.* SGU C 794, 224—242.
- RUDBERG, S., 1967: Det kala bergets utbredning i Fennoskandia — en problemdiskussion. — *Medd. Göteb. Univ. Geogr. Inst.* 85.
- SAMUELSSON, L., 1975: Palaeozoic fissure fillings and tectonism of the Göteborg area, southwestern Sweden. — SGU C 711.
- 1982: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg NO. — SGU Af 136.
- SKARIN, O., 1979: Grängsgårdar i centrum. 2. — Nordiska ödegårdsprojektet, Publ. 8b. Göteborg.
- SKIÖLD, T., 1976: The interpretation of the Rb-Sr and K-Ar ages of the late Precambrian rocks in south-western Sweden. — GFF 98, 3—29.

- STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR (SOU), 1962: Rasriskerna i Göta älvdalen. — Stat. offentl. utredn. 1962:48. Stockholm.
- SUNDBORG, Å. & NORRMAN, J., 1963: Göta älv. Hydrologi och morfologi med särskild hänsyn till erosionsprocesserna. — SGU Ca 43.
- SVEDHAGE, K., 1985: Shore displacement during late Weichselian and early Holocene in the Risveden area, SW Sweden. — Geologiska institutionen, Göteborgs universitet A 51.
- SÄRLVIK, I. & ÅHMAN, E., 1976: Fornlämningar i Östads socken, Västergötland. — Riksantikvarie-ämbetet Rapp. B7—14.
- WIGFORSS, J., LEPIKSAAR, J., OLSSON, I.U. & PÄSSE, T., 1983: Bua Västergård — en 8000 år gammal kustboplats. — Göteborgs Arkeol. Mus. Arkeologi i Västsverige 1.

Utgivna kartblad i serie Ae



PRISKLASS A

Distribution

Liber Distribution
 162 89 STOCKHOLM
 Tel. 08—739 91 30

ISBN 91-7158-389-0
 ISSN 0586-1535