

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
JORDARTSGEOLOGISKA KARTBLAD SKALA 1:50 000

Serie Ae · Nr 48

CURT FREDÉN

BESKRIVNING TILL JORDARTSKARTAN

VÄNERSBORG SO

DESCRIPTION TO THE QUATERNARY MAP
VÄNERSBORG SO



UPPSALA 1984

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

Närmare upplysningar erhålls genom

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

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

JORDARTSGEOLOGISKA KARTBLAD SKALA 1:50 000
Serie Ae · Nr 48

CURT FREDÉN

**BESKRIVNING TILL JORDARTSKARTAN
VÄNERSBORG SO**

DESCRIPTION TO THE QUATERNARY MAP
VÄNERSBORG SO

UPPSALA 1984

ISBN 91-7158-335-1
ISSN 0586-1535

Textkartorna är från sekretessynpunkt godkända för spridning.
Lantmäteriverket 1984-12-12.

Fotosats: ÖRD & FORM AB
Tryck: Offsetcenter ab, Uppsala 1984

INNEHÅLL

ALLMÄN DEL. Metodik och jordartsindelning	5
Inledning	5
Kartunderlag	5
Karteringsmetodik	6
Generalisering	6
Måktighetsuppgifter	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	 21
Inledning	21
Berggrund	21
Kvartära bildningar	24
Räfflor	24
Jättegrytor	27
Morän	28
Utbredning, mäktighet och ytformer	28
Moränens sammansättning	32
Isälvsavlagringar	37
Glaciala finkorniga sediment	48
Skredärr och raviner	57
Skred	54
Raviner	59
Postglaciala minerogena sediment	61
Svallsediment och andra grovkorniga havssediment	61
Finkorniga havssediment	63
Älv- och svämsediment	64
Postglaciala organiska avlagringar	65
Källor	66
Kol 14-analyser	66
Sammanfattning av den senkvartära utvecklingen	71

Sammanställningar och tabeller	75
Mäktighetsuppgifter	75
Analysmetoder	75
Kornstorleksanalyser, tabell 1	78
Förteckning över dateringar med kol 14, tabell 2	84
Summary	86
Litteratur	90

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 markvittring 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 konturorignal 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 tättbebyggda 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 tätt liggande små berghällar kan de minsta hållarna uteslutas, så att plats lämnas för markering av mellanliggande jordarter. En grupp av två eller flera tätt 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 bildnings-sätt 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 gytjelera 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 vittringsjordar. 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
	Mellarsand	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 osorterad 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 isälvs sediment. 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).

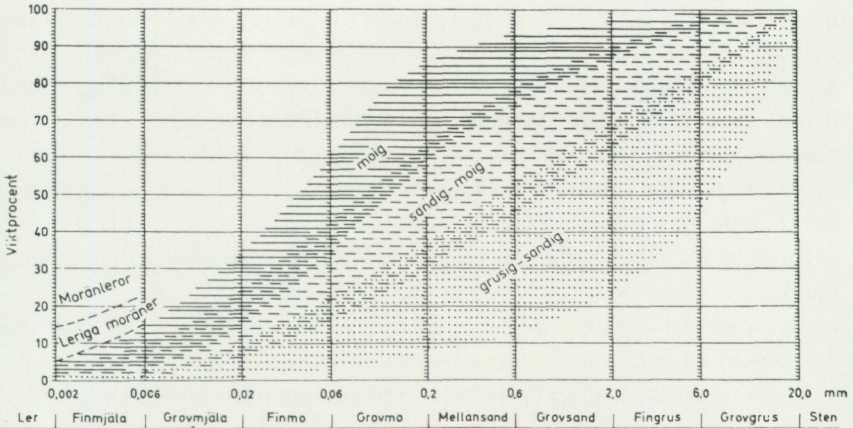


Fig. 1. Diagram över grundmassans sammansättning i olika moräntyper. Respektive moräntypers kornfördelningskurvor faller inom de markerade zonerna.

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).

Anges en morän som t.ex. grusig-sandig innebär detta att den domineras av 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 glänsare, 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 å 40 block större än 0.5 m per 100 m². Detta motsvarar normalt en täck-

ningsgrad 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 m^2 . Inom en större, sammanhängande blockrik moränya 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 (mo 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, isälvssand och isälvsgrövmo 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 punktrad, 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.

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

Isälvsgrövmo domineras av grövmofraktionerna. Lerskikt saknas. I detta avseende skiljer sig isälvsgrövmo från varvig mo med lerskikt. (Se "Glaciala finkorniga sediment".)

Beteckningarna isälvsgrus, isälvssand och isälvsgrövmo 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 smältvatten 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, mjåla 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, mjåla 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, mjåla och lera. Skiktningen betingas av i huvudsak årstidsbundna variatio-

ner 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 kornstorlek avtar också i riktning ut från isälvsavlagringarna. Ofta utgörs varven i sin helhet av lera. Varvigheten kan då framträda genom färgväxling mellan ljusare 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 *grovm*o (svallgrovm) 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 grovm

o. *Svallsand* och *grovm*o 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

postglaciala leror. Gyttjelera innehåller 2–6 viktprocent organiskt material, främst gyttjesubstans. Vid torkning spricker gyttjelera sönder i små korn och kallas ofta grynlara. 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 strömshastighet, 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 upp-

delning 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. starrmossor) 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. högmossor). 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 tovmäktigheten 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 sjösänkning.

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 Vänersborg SO utgörs av det topografiska kartbladet 8 B Vänersborg SO, som trycktes år 1968. Vissa ändringar och kompletteringar av underlaget har skett. De viktigaste kompletteringarna är den nya sträckningen av väg 45 genom Trollhättan mot Vänersborg samt de sydöstra stadsdelarna av Trollhättan. 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 1975–79 med biträde av Per Adrielsson, Mats Engdahl, Per Axel Isaksson och Åsa Lindh samt extrageologerna Britt-Marie Ek, Joachim Falck, Lars Magnus Fält, Stig Hård, Bo Jansson, Fredrik Klingberg, Kjell Lindbratt, Peter Lindgren, Claes Nilsson, Jan Rogbeck och Mats Westerdahl.

Den nya jordartskartan täcks helt av kartbladet Ab 11 Vänersborg (Lindström 1887) i skala 1:200 000 och till viss del av kartbladet Aa 40 Vänersborg (Sidenbladh 1870). Båda kartorna ingår i SGU:s äldre serier av kombinerade jord- och berggrundskartor.

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

Berggrund

Nedanstående översikt har lämnats av Lennart Samuelsson, som svarar för berggrundskarтерingen inom området. För närmare upplysningar om berggrunden hänvisas till beskrivningen till berggrundskartan Vänersborg SO.

Större delen av kartbladets berggrund har bildats under den prekambrika tiden för 1700–850 miljoner år sedan. Det är endast den ådriga ytbergartsgnejsen samt en del basiska bergarter som kan vara äldre (fig. 2). Under den långa bildningsperioden genomgick berggrunden upprepade uppvärmningar och deformationer. Härvid blev ursprungligen massformiga bergar-



Aldst Oldest

Ådrig ytbergartsgnejs
Veined paragneisses

Röda, gnejsiga ögongraniter
Red augengranites, foliated

Diabas
Dolerite

Mörka basiska bergarter
(amfiboliter)
Amphibolites

Pegmatiska områden
Areas rich in pegmatite

Större rörelsezon i berggrunden
Major fracture zone

Ådrig gnejsgranit
Veined orthogneisses

Yngst Youngest

Fig. 2. Översiktlig berggrundskarta. Förenklad efter manuskriptet till bladet Vänersborg SO.
Simplified map of solid rocks.

ter, som graniter och granodioriter, förskiffrade och ådriga. De betecknas i fig. 2 som ådrig gnejsgranit och gnejsig ögongranit. Särskilt stark är förskiffringen i anslutning till den stora deformationszon, vars södra del följer Göta älvs dalgång och som i norr delar upp sig på flera nord-sydliga zoner.



Fig. 3. Del av "slättbergen" – det prekambrika peneplanet – vid Stenkullen, söder om Halvorstorp (3j). Foto förf. 1978.

Plain bedrock surface of augengranite belonging to the so-called Precambrian peneplain. Photo at Stenkullen, south of Halvorstorp (3j).

Berggrunden öster om Göta älvs dalgång är som regel rikare på kvarts- och fältspatrika ådror än berggrunden i väster.

Berggrunden är genomdragen av talrika krosszoner och förkastningar. Några av de tidigast anlagda deformationszonerna utgörs av den tidigare nämnda Göta älvs zonen samt en östligare parallell zon som i sin norra del sammanfaller med Slumpån. Till denna kategori hör sannolikt även de nordväst-sydöstliga zonerna väster om Öresjö (3g). Dessa gamla deformationszoner innehåller en mycket finkornig, krossad och rekristalliserad bergart som benämns mylonit. Något yngre sprickbildningar i berggrunden representeras av diabasgångarna sydväst om Öresjö och väster om Vandedsvattnet (0j).

I området omkring Trollhättan finns sprickor i berggrunden vilka är fyllda av samma underkambriska sandsten, som utgör bottenlagret i Halle- och Hunneberg. Dessa sprickor har sannolikt öppnats när sandsten låg okonsoliderad ovanpå den då jämna urbergsytan för ca 570 miljoner år sedan. De förkastningsrörelser, som i sprickdalen vid Lilleskog sänkt urbergsplattan med Hunneberg ca 10 m i förhållande till Hallebergsplattan, visar att förkastningar ägt rum även efter det att bergens diabastäcke bildades för ca 275 miljoner år sedan. Fynd av sandstensgångar har också gjorts på Bredfjället (2f) vid kartområdets västra kant.

Sprickorna och förkastningsrörelserna visar att urbergsytan var tämligen jämn vid den kambriska tidens början. Denna prekambrika peneplanyta, se fig. 3, finns bevarad nordöst om linjen Vanderydsvattnet (0j)–Väne Ryr (4g). Sydväst därom finns den bevarad i höjdernas jämna överytor t. ex. i Bredfjällets högplatå. Sedan den underkambriska sanden avsatts har rörelser i gamla och nybildade sprickzoner vertikalförskjutit (förkastat) urbergsblocken. I sprickzonerna har erosiva processer format djupa dalgångar. Inlandsisarnas erosionsförmåga kan förmodas ha varit särskilt stark i nord-sydliga till nordöst-sydvästliga sprickzoner. På detta sätt har landskapet blivit särskilt kuperat i anslutning till Göta älvs dalgång samt väster och sydväst om Öresjö (3g). I de senare områdena sammanfaller rikedomerna på sprickzoner med utbredningen av grovkornig pegmatit.

Kvartära bildningar

Räfflor

Räfflor och räffelsystem förekommer sparsamt i relation till den areal av blottat berg som finns inom kartområdet. Oavsett bergart är berggrundsytan vanligen så vittrad att räfflor utplånats eller svårigen kan fastställas. Flacka rundhällar i nordöstra delen av kartbladsområdet har en glacial-skulptur som bildats av en isrörelse från nordöst till nordnordöst.

Nästan alla räffelobservationer är redovisade på fig. 4. En gallring har skett där räfflor med samma riktning förekommer i närheten av varandra. Räffelokalerna på fig. 4. redovisas även på jordartskartan. Vanligen är räfflorna medelgrova till mycket grova, fig. 5.

Morfologin har haft en avsevärd inverkan på isrörelserna. I den kuperade terrängen i kartområdets sydvästra del har räfflorna ofta en riktning som är parallell med en intilliggande dalsida.



Fig. 4. Räfflor på kartbladet Vänern SO, jfr fig. 8.

Glacial striae on map sheet "Vänern SO", cf. Fig. 8.

Hällar med korsande räfflor är sällsynta. På flertalet lokaler, som redovisats med mer än en räffelriktning, ligger de olika räfflorna på samma häll men det inbördes åldersförhållandet kan inte fastläggas. I flera fall kan räffelriktningar inom 20–30° tillskrivas vridningar inom samma isrörelse.

På några lokaler har åldersförhållandet mellan olika räffelriktningar kunnat fastläggas.

300 m V om Klingsmossen (1h)	N70°Ö äldst,	N50°Ö yngst
450 m VSV om Nolegårdet (4f)	N70°Ö "	N55°Ö "
600 m SV om St. Almås (4h)	N60°Ö "	N50°Ö "



Fig. 5. Korsande räfflor på framgrävd håll 700 m ÖNÖ om Ässet (4i). Foto förf. 1979.
Crossing striae on outcrop 700 m ENE of Ässet (4i).

Samtliga dessa observationer är gjorda på blottlagda hälltytor i grustäcker. Invid stranden av sjön Stora Galten 600 m NV om Lindjärn (2f) ligger räfflor från N80°Ö i läläge om yngre räfflor från S45°Ö. På blottlagda hälltytor i grustäcker öster om Ässet (4i), se fig. 5, är åldersförhållandena oklara mellan räfflor som härrör från isrörelser från rakt öster till N60°Ö.

En högervridning har konstaterats på en flack hälltyta invid en åkerkant ca 750 m nordöst om Vågsjöns nordspets (0i). I läläge om grova räfflor med riktning från N55°Ö ligger äldre räfflor med riktning från N25°Ö.

Jättegyrter

Sådana ursvarvningar i berg, som går under namnet jättegyrter, har främst bildats genom att nedstörtande smältvatten vid eller under landisen roterat stenar, s. k. löpare, vilka ibland anträffats på botten av grytorna. I de flesta fall är jättegyrtorna cirkelrunda. Jättegyrter har även utsvarvats mellan berg- och iskant. I dessa fall återfinns "halva" jättegyrter på nästan vertikala bergväggar eller enbart diffusa märken som dock ej säkert kan skiljas från andra erosionsformer, vilka utskulperats av landisen i berget.

Inom kartområdet finns många jättegyrter. Ing. Olof Boman i Trollhättan har efter idogt letande under många år antecknat 250 jättegyrter och jättegrytliknande fenomen. Flera av dessa är idag bortsprängda eller igenfyllda. De flesta jättegyrtorna ligger på bergslutningar mot markanta sprickdalar, som utgjort dräneringsvägar för landisens smältvatten.

På några lokaler förekommer flera jättegyrter invid varandra. 1250 m sydväst om Gärdhems kyrka (2j) finns 5 små gryrter inom en radie av 15 m. Den bredaste av dem är 0.5 m i diameter och den djupaste är ca 1 m. Vid Edsäter (3i) ca 250 m söder om trevägskorset, ligger 4 öppna och 2 igenfyllda jättegyrter. De senare har en diameter av 3–4 m. De öppna gryrtornas bredd varierar mellan 1.0 och 1.7 m samt deras djup mellan 0.5 och 1.5 m.

Längs Göta älvs naturliga fallområde i Trollhättan finns många både stora och små jättegyrter. De små jättegyrtorna i flodfåran mellan Strömbron och Oskarsbron torde vara postglaciala dvs. de har utbildats av älven.

Hela och halva jättegyrter med diametrar större än 1 m och med djup mellan 2 och 4 m finns på flera ställen. De största kända jättegyrtorna ligger vid Bråten (2j) i Visslaåns dal och 500 m NNÖ om Stubbered (2i) på östra sidan av Göta älv. Den förstnämnda är 4.3 m djup och 1.5 m bred. Jättegrytan NNÖ om Stubbered har en största diameter av ca 3.0 m. Grytans totala djup är ca 4.0 m varav den nedre halvan ligger helt i berg. Den största bland de halva eller knappt halva jättegyrtorna ligger 330 m söder om Svenäcker (3i). Jättegrytan, som kallas Prästgrottan, har haft en bredd av ca 3 m och ett djup mellan 3 och 4 m. Andra stora gryrter finns vid Poxen (3i) och sydväst om Intagan (2h).

På de branta sluttningarna vid Tösslanda (0g) finns på två ställen flera jättegyrter. Tecknen för dessa har fallit bort på jordartskartan. Ca 800 m norr om Tösslanda, 100 m NNV om H i Höjen (1g) finns en drygt 1 m bred och nära 4 m djup jättegryta, vars understa tredjedel helt ligger i berg. Ca 400 m nordöst om n i Höjen (50 m nordöst om täktsymbolen), ligger ett 10-



Fig. 6. På bergsluttningen norr om Tösslanda finns ett 10-tal jättegrytor inom ett begränsat område, 400 m nordöst om bokstaven n i Höjen (1g). Lokalen är inte markerad på jordartskartan. Foto förf. 1983.

On the bedrock slope 400 m northeast of n in Höjen (1g) there are more than 10 potholes in a limited area. The locality is not marked on the map.

tal jättegrytor inom en yta av 100 m², se fig. 6. Jättegrytorna har olika former, såväl hela, halva som dubbla förekommer. De varierar i diameter mellan 0.4 och 1.2 m samt i djup mellan 0.4 och 2 m.

Morän

Utbredning, mäktighet och ytformer

Ett karaktäristiskt drag för jordartsförhållandena i sydvästra Sverige är bl. a. den ringa förekomsten av morän. Inom det jordartsgeologiska kart-



Fig. 7. Grundgrävning för Trollhättans kommunalhus. Berget täcks av morän och glacial grovlera (proverna 15 och 68 i tabell 1). Mellan moränen och leran ligger 10–20 cm grusig sand (streckat). Det mörka skiktet ovanpå leran är ett tunt torvtäcke. Det översta lagret utgörs av fyllning. Foto förf. 1979.

Till may be found below glacial silty clay in small crevasses (samples 15 and 68 in Table 1). A 10–20 cm thick layer of gravelly sand (broken line) underlies the clay. The top layers consist of a thin peat deposit (dark) and of artificial fill. Photo 800 m southwest of Trollhättan railway station.

bladet Vänersborg SO är frånvaron av morän mycket påtaglig. Endast drygt en procent av arealen upptas av morän. Även under de vidsträckta lerorna har moränen vanligen ringa mäktighet, se fig. 7, eller saknas helt, vilket framgått av borrhningar och brunnsgrävningar.

Tunt moräntäcke på berg förekommer i kartområdets södra del. 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 jordtäckte som ger fäste för avverkningsbar skog. Tunt moräntäckte på berg redovisas på kartan med en svart fylld triangel. Varje triangel representerar i princip en yta av minst 4 hektar, där tunt moräntäckte dominerar över kalt berg eller över ytor med tjockare morän.

De största moränavlagringarna ligger i kartområdets sydvästra del och vid Nygård (4j) i den nordöstra. Huvuddelen av övriga moränförekomster ligger i stråk med nordvästlig – sydöstlig riktning, se fig. 8. På flera av moränavlagringarna har jorddjupsbestämningar till berg gjorts med en hammarseismograf. Mäktigheterna varierar mellan 5 och 30 m, se fig. 9 och 10.

De stora moränavlagringarna vid Hjärtum (1g) och öster om Tösslanda (0g) är ryggformade stötsidesmoräner, dvs. de ligger an mot berg i distal delen. Denna moränform är vanligt förekommande i Västsverige (Fredén 1983). Även södra delen av kartområdets största moränavlagring väster om Löddestorp (0g) kan räknas till denna moränform medan norra delen av avlagringen är berggrundsbetingad. Mindre ryggformade stötsidesmoräner finns väster om St. Gunnarsvattnet (0f) och sydöst om sjön St. Galten (2f).

Moränavlagringen vid Nygård (4j) ligger invid Hunnebergs branta nordvästsida, som gränsar mot kartområdet. Avlagringen, som delvis täcks av glacial finlera och svallmo, har två markanta krön. Det bäst utbildade ligger öster om Koppegården. Denna del av avlagringen har formen av en drumlin med riktningen nord-syd. Den högsta punkten ligger i söder. Den andra moränryggen, som ligger vid Nygård, har en markant sluttning mot nordväst. Det är möjligt att moränen har en ryggform under täckande sediment i sydöst i större utsträckning än kartan visar. På moränryggen finns några flacka små ryggar i riktningen nordväst-sydöst. Endast den mest markanta av dessa har redovisats på kartan.

Större delen av övriga moränförekomster påträffas i nordvästliga-sydöstliga stråk, se fig. 8. I dessa ingår även isälvsediment. En del av dessa moränavlagringar har ryggform. Gemensamt för dem är att de avsatts framför isfronten när denna legat stilla temporärt (1–10 år) under isavsmältningen. Avlagringarna i dessa stråk kallas randbildningar.

Två större israndstråk som markerar stillestånd av isfronten under 50–200 år, berör kartområdets sydvästligaste och nordöstra del. Dessa randstråk kallas Berghemsmoränen resp. Trollhättemoränen, se fig. 28. Av dessa är den förstnämnda en markant randbildning som sträcker sig från södra Västergötland genom Bohuslän upp till Kosteröarna. Trollhättemo-

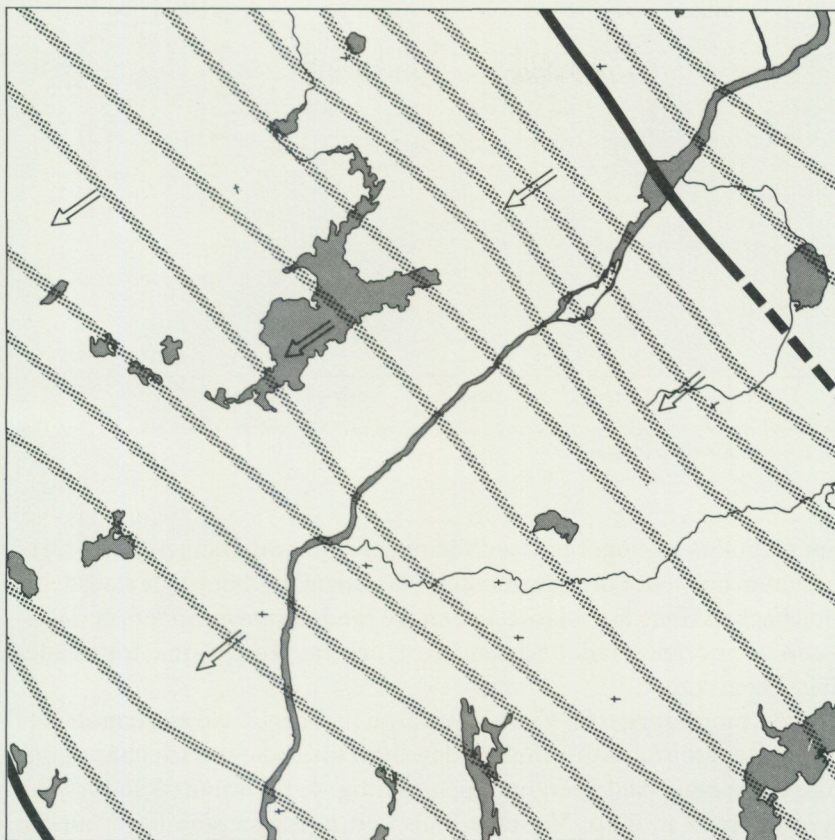


Fig. 8. Randmoränstråk på bladet Vänersborg SO. Den sammanhängande Berghemsmoränen (nedre vänstra hörnet) och Trollhättemoränen (övre högra hörnet) har markerats med svart. Flertalet av stråken kan följas på angränsande kartor i norr och söder (Fredén 1974 och 1979). Pilarna markerar huvudisrörelseriktningen.

Main terminal moraine zones (dark) and tentative moraine zones on map sheet "Vänersborg SO". The zones continue in the mapped areas to the north and south, cf. Fig. 28. Open arrows denote main ice-flow direction.

ränen däremot kan följas i mer eller mindre sammanhängande bildningar från norra Bohuslän till Trollhättetrakten, se bl. a. jordartskartan Vänersborg NO (Fredén 1974). Fortsättningen av stråket mot sydöst är osäker då större sammanhängande bildningar saknas. På jordartskartan sträcker sig Trollhättemoränens bildningar från Halebacken (4i) invid norra kartkanten, till moränryggarna söder om Hullsjön (3j).

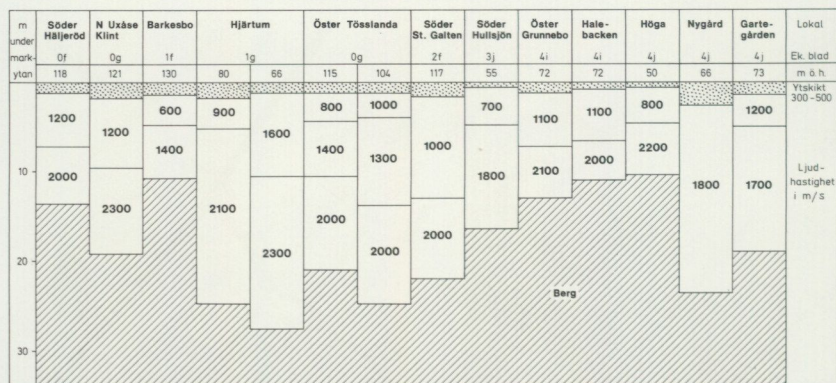


Fig. 9. Hammarseismiska jorddjupsbestämningar i moränavlagringar.

Hammerseismic determinations (m/s) in till accumulations. The altitude in m above sea level (m ö. h.) is given for each locality.

Spektakulära exempel på randbildningar finns vid Dannebacken (3j) i Trollhättan och söder om Härs mossen (4h). Inom den bebyggda stadsdelen Dannebacken finns huvuddragen kvar av randmoränen. Söder om Härs mossen är moränområdet nästan orört och moränryggarna framträder tydligt i landskapet.

En kort moränrygg i öst-väst vid Äsperöd (0g) ligger vinkelrätt mot Göta älv och visar att ismassans rörelse i den stora sprickdalen varit annorlunda än uppe i de omgivande bergområdena, jfr fig. 4. En brunn på södra sidan av ryggen är 14 m djup. Vatten erhålls i ett gruslager som ligger mellan bergytan och moränen.

Moränens sammansättning

Den inom kartområdet dominerande moräntypen har en sandig-moig sammansättning, se proverna 5-14 i tabell 1. Vanligen är den hårt packad - "betonghård pinnmo" - och mycket svårgrävd t. o. m. för moderna schaktmaskiner. Förr användes dynamit vid brunnsgrävning. I ryggformade randbildningar är moränen jämförelsevis lucker. I några fall har den grövre moräntypen, grusig-sandig morän, påträffats, se proverna 1-4 i tabell 1. De påträffade ytorna har varit så få och små att de ej särskiljts med eget tecken på kartan. En 2 m hög skärningsvägg i en flack rygg 300 m söder om St. Källegren (4g) visar en homogen grusig-sandig morän med måttlig block- och stenhalt, se fig. 11.

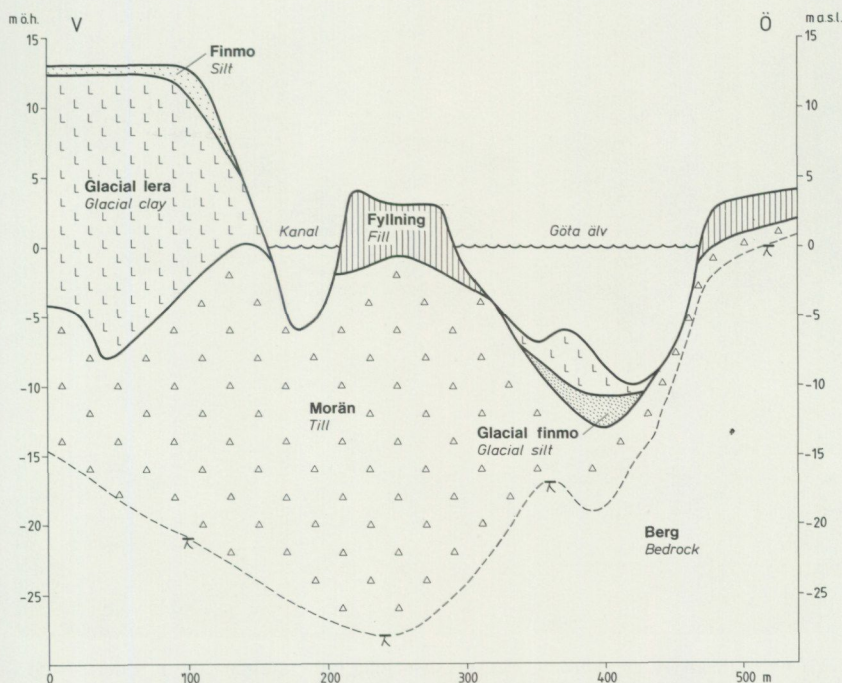


Fig. 10. Schematisk profil vid Lilla Edet (0g). Profilen är baserad på borrhprotokoll och seismiska undersökningar för den nya bron. I moränen fanns stora block. Uppgifterna har erhållits av Åke Knuts, Statens vägverk i Borlänge.

Section across Göta älv river at Lilla Edet (0g). The profile is based on corings and seismic determinations for construction of a new bridge. Large boulders were found in the till.

Den finkorniga moräntypen, moig morän, har ej observerats i ytligt läge utan endast under annan jordart. Vid Nygård (4j) se prov 16 i tabell 1, fanns en lins av moig morän i den hårt packade sandiga-moiga moränen. I en liten bergficka i det centrala Trollhättan påträffades moig morän under glacial finlera, se fig. 7. Det är inte omöjligt att moräntypen kan uppträda på liknande sätt på flera ställen.

Lerig moig morän har inom kartområdet påträffats på en lokal, se prov 17 i tabell 1, i Berghemsmoränens randstråk.

I randstråken har en del moränavlagringar inslag av sediment och de olika lagren är kraftigt störda. Samma förhållande gäller även läsidesmoräner, se fig. 12. Moränens huvudsakliga sammansättning är sandig-moig. De randbildningar som till övervägande del bedömts bestå av sediment (grön



Fig. 11. Övre delen av en skärning i en grusig-sandig bottenmorän 300 m söder om St. Källegren (4g). Moränen är hårt packad och har presstrukturer, som tydligast framträder till vänster om knivskaftet. Jordprov 3 (tabell 1) togs vid kniven. Foto förf. 1978.

The upper part of a cut in a basal gravelly till, 300 m south of St. Källegren (4g). Fissile structures are seen to the left of the knife. Sample 3 (Table 1) was collected near the knife.

färg på jordartskartan) beskrivs i kapitlet Isälvsavlagringar. I vissa fall har gränsdragning mellan morän och isälvs sediment varit vanskelig. Söder om Barkesbo (1f) ligger en kulle som innehåller sand. Volymen av sanden bedömdes dock vara så osäker att bildningen ej kunnat redovisas på jordartskartan med grön färg. Även inom de som morän redovisade områdena väster och öster om Arsjön (0f) förekommer partier med isälvs sand och isälvs grovmo.

Större delen av de moränytor, som ligger under HK, se fig. 26, har ett svallat ytskikt, fig. 13. På de stora moränavlagringarna förekommer svallsedimenten sand och grus. Dessa har vanligen en mäktighet av ca 0.5 m. För att moränfrekvensen skall framgå på jordartskartan har endast sand och grus markerats där dessa har mer än 6 à 7 dm mäktighet. Om man strikt



Fig. 12. Skärning i en läsidesmorän 900 m VSV om Vågsjön (0i). I denna avlagringsform ingår linser av hårt packad morän och störda skikt av sandig mo och grusig sand. Moränprov 7 (tabell 1) togs ovanför spaden. Foto förf. 1978.

Cut in a lee-side moraine 900 m WSW of Vågsjön (0i). In the picture are seen lenses of basal sandy till (sample 7 in the table) and disturbed layers of sand and silt.

följer karteringsreglerna på sid. 5 är således moränfärgen på kartan över-representerad, jfr kapitlet om Postglaciala minerogena sediment.

Kartområdets morän är normalblockig till blockfattig i ytan. Många av blocken är kantavrundade. Halten av block och sten i moränen är vanligen måttlig.

Utanför kartområdets nordöstra del ligger Halle- och Hunneberg. Dessa båda västgötska platåberg är uppbyggda av sandsten (underst), skiffrar och diabas. Kalksten finns i liten utsträckning under diabasen på Hunneberg. Kalkhaltsbestämningar har gjorts på moränproverna 9, 12–14 (se tabell 1),



Fig. 13. Svallad moränyta på västra sluttningen av Göta älv dalen. Vy mot öster. I förgrunden skymtar Dalängens gård (1g). Blocken har blottlagts i extra stor utsträckning genom betande får. Foto förf. 1978.

Till with wave-washed surface layer on the western slope of the Göta älv river valley at Dalängen (1g). View towards the east. The boulders have been further exposed by grazing sheep.

som tagits i kartområdets östligaste del. Inget av proverna befanns innehålla CaCO_3 . Såväl sandsten som diabas förekommer i sten och blockfraktionen i moränen, mest påtagligt i Nygårdsområdet (4j), där de även påträffas som ytliga block. Inslaget av skiffer är relativt stort i den ytliga moränen i Nygårdsområdet. Spridningen av skiffer med partikelstorlek större än sand synes vara mycket begränsad, vilket till största delen beror på skiffrarnas ringa motståndskraft mot erosion.

Isälvsavlagringar

Samtliga isälvsavlagringar inom kartområdet har bildats invid landisens kant när denna temporärt legat mer eller mindre stilla under isavsmältningsskedet. Åsar av mellansvensk typ saknas helt.

Kartområdets största isälvsavlagringar ligger i den sydvästra delen. De består nästan helt av mo, sand och grus. Några av dem utgör HK-deltan, dvs. de är uppbyggda till en nivå som anger ett värde för högsta kustlinjen (HK). Avlagringarna och uppkomsten av dem har tidigare beskrivits av Björnsjö (1949) och Hillefors (1969). Området väster om Lilla Edet (0g) är den smalaste delen av bergterrängen mellan Bohuskusten och Göta älvs dalgång. Detta smala parti är genomdraget av flera sprickdalar vilka till viss del upptas av isälvs sediment. Uppkomsten av de mäktiga avlagringarna har också gynnats av att Göta älvs dalgång ändrar riktning vid Lilla Edet från nordöst-sydväst till nord-syd. Isavsmältningen har varit komplicerad i detta morfologiskt säregna område. Tillgång på skärningar underlättar vanligen den jordartsgeologiska bedömningen av berörda och intilliggande avlagringar. I några fall har informationen varit så omfattande och detaljerad att svårigheter förelegat att på jordartskartan kunna återge de faktiska förhållandena.

Övriga isälvsavlagringar är förhållandevis små. Gemensamt för flertalet av dem är att de har en komplex lagerföljd, dvs. utöver isälvs sediment förekommer morän och lera. Ofta är lagerföljden störd, se fig. 15 och 19.

Vissa områden med sand och grus, som på jordartskartan betecknats med orange färg, kan vara isälvs sediment. Detta förhållande diskuteras närmare i kapitlet Postglaciala sediment, avsnittet svallsediment.

Vid Stubberöd (0f) ligger en isälvsavlagring, som i geovetenskaplig litteratur kallas för Huverödsdeltat efter byn Huveröd på kartbladet Vänersborg SV. Deltats högst belägna delar har nått knappt 125 m ö. h. enligt avvägningar som gjorts på den ursprungliga ytan (Björnsjö 1949, s. 166). Avlagringen kan indelas i två områden, som åtskiljs av ett torvmarksbäcken i NNV-SSÖ. Torven är någon meter mäktig. Den östra delen av Huverödsdeltat ligger inom kartområdet. Den har exploaterats till mer än hälften, främst genom den norra täktens utvidgning mot söder.

Den underst blottade delen av lagerföljden utgörs av sand och grus i skikt med varierande tjocklek och med olika lagerställningar. Ovanpå dessa följer skiktad sand och mo. Under torvmarken är sandlagren ställvis rostfärgade. I norra delen av den torvmarksfyllda svackan är det moiga inslaget

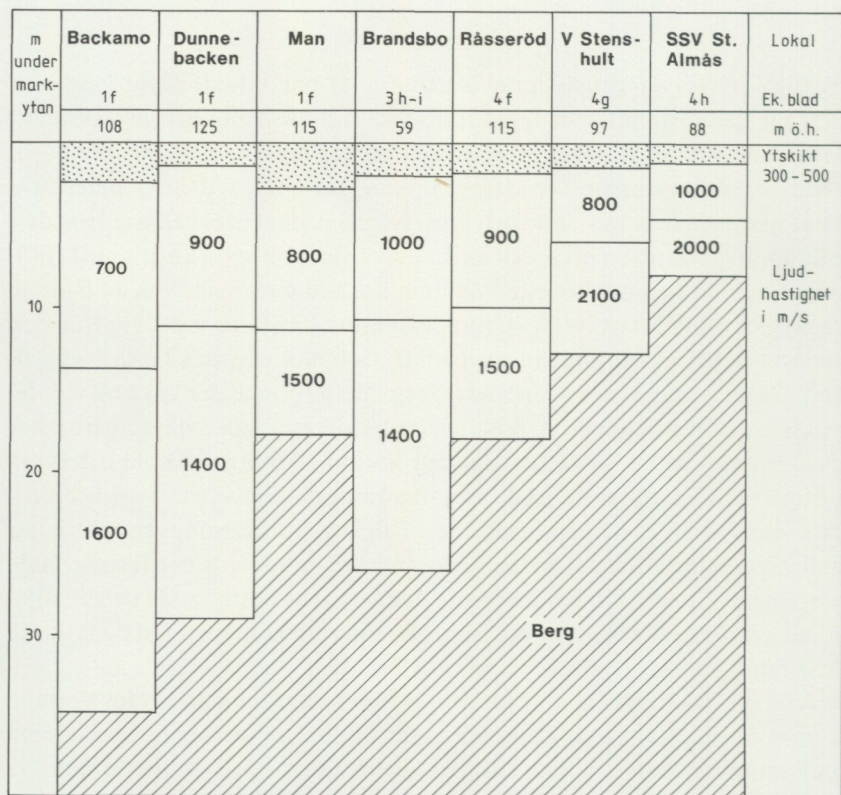


Fig. 14. Hammarseismiska jorddjupsbestämningar i några isälvsavlagringar.

Hammerseismic determinations (m/s) in some glaciofluvial deposits. The level of the localities is given in m above sea level (m ö. h.).

markant, där förekommer även varvig lera och moränbäddar, se fig. 15.

Öster om Arsjön (0f) ligger två ryggformade bildningar på moränsluttningen. Den södra är mest markant och har ett krön i riktning nordväst-sydöst medan den norra är utsträckt i väst-öst. Inga skärningar finns i dem. Provgrovar visar att den översta metern består av sand och grusig sand. Svackan mellan de båda ryggformerna består i ytan av sand och mo som underlagras av morän.

Vid Rishageröd (0f) finns en flack ryggformad isälvsavlagring i NNv-SSÖ. Den består huvudsakligen av sand och grus med en mäktighet av mer än 6 m. Den norra delen av bildningen överlagras av glacial finlera.

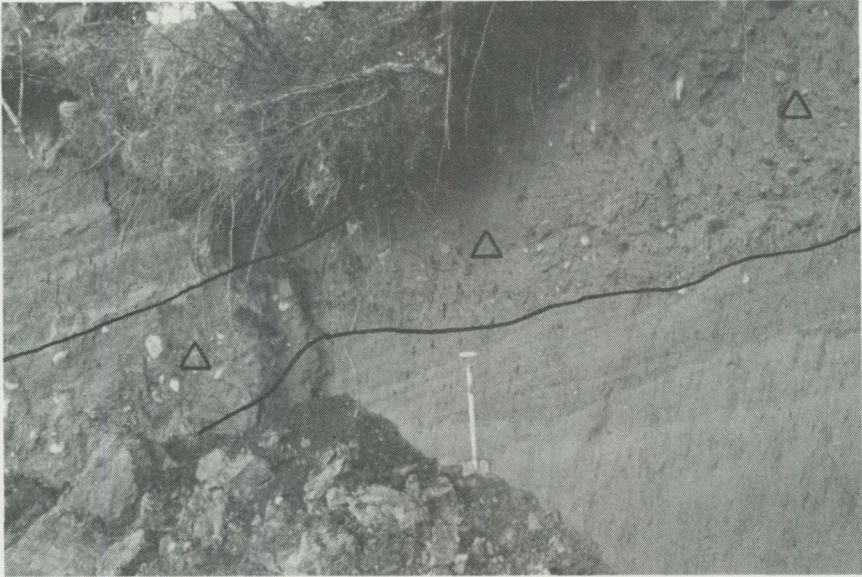


Fig. 15. Skärning i Huverödsdeltat, ca 300 m NNV om Stubberöd (0f). Underst till höger syns skiktad mo i delvis störda lager. Dessa överlagras av en sandig-moig morän (trianglar). Denna i sin tur överlagras av varvig lera. Överst ligger ett tunt torvtäcke. Foto förf. 1979.

Cut in the glaciofluvial deposit at Stubberöd (0f). The lower part of the sequence consists of disturbed sand layers overlain by a lens of sandy till (triangles), which is covered by varved clay. On top there is a thin layer of peat.

Skärningarna i isälvsavlagringen vid Hasteröd (0f) visar att denna är en typisk randbildning. Den västra delen har huvudsakligen bestått av grusig sand med väl rundade stenar i regelbundna lager medan den nordöstligaste delen haft en komplex uppbyggnad med omväxlande lager av morän, sand och grus. En hel del block har funnits. De lägst liggande i lagerföljden har varit kantavrundade medan de ytliga blocken varit påfallande kantiga, dvs. de senare har inte utsatts för någon nämnvärd erosion av is eller vatten. Huvuddelen av isälvsavlagringen ligger på den norra sidan av den öst-västliga dalgången. Isälvs sediment förekommer på den södra sidan. Utbredning och omfattning av dessa är osäkra. De högst belägna delarna av avlagringen ligger på den norra sidan och når där ca 125 m ö. h.

I Lilla Edet (0g) finns två isälvsavlagringar som ingår i ett randstråk tvärs över Göta älvs dalgång. Under schaktningsarbeten för badhuset (1 km norr om Fuxerna k:a) påträffades grus- och sandlager samt skikt av småsten



Fig. 16. Skärning genom Bäckaskogsryggen (1f), som ingår i den mäktiga isälvsavlagringen vid Backamo. Vy mot öster (Måröd). Ryggen är uppbyggd av grus och sand i omväxlande skikt. På markytan har enstaka block funnits. Foto förf. 1983.

Cut in the ridge-shaped deposit at Bäckaskog (1f) belonging to the glaciofluvial delta deposit at Backamo. The ridge consists of sand and gravel. View towards Måröd – eastwards.

under täckande finkorniga sediment. Längs den branta bergsidan 800 m öster om Fuxerna k:a ligger en isälvsavlagring vars sediment utnyttjades vid byggandet av järnvägen till Alvhem (Forsaeus 1978, s. 46, 97). Inom tätbebyggelsen kan ytterligare isälvs sediment finnas under yngre sediment.

Backamodeltat (1f) är regionens största grusavlagring. Den östra – proximala – delen ligger inom kartområdet. Den består av tre ryggar och deltats östra brant. Sedan kartläggningen avslutats har en avsevärd del av ryggen vid Bäckaskog exploaterats. En stor täkt har tidigare funnits i deltats sluttning 300 m väster om Bäckaskog.

Ryggen vid Bäckaskog begränsas i söder, öster och delvis i norr av

torvmarker. Dessa markerar lägen av stora dödisblock under isavsmältningen. Ryggen har haft en moränliknande yta (Björnsjö 1949, s. 147). Jordarter och lagringsförhållanden framgår av fig. 16.

De övriga ryggarna ligger inom militärt övningsområde vid Grinnerödssjön. Ingen av dem har utsatts för omdanande ingrepp. Den norra är den mest markanta. På udden i Grinnerödssjön och längs slutningen är frekvensen av kantiga block påfallande. En seismisk jorddjupsbestämning på krönet 120 m från uddens spets indikerar ingen ljudhastighet för morän, se fig. 14. Blocken ligger i ett moräntäcke med högst 2 m mäktighet, dvs. inom ytskiktet för den seismiska jorddjupsbestämningen. Den mest proximala delen – längst ut på udden – består troligen av en betydligt mäktigare morän. Även på den södra ryggen förekommer en del block. Dessa är dock kantavrundade och sådana är ej ovanliga i isälvsavlagringar.

Jordmäktigheten 35 m på den norra ryggen, se fig. 14, antyder att även de låglänta delarna på båda sidor om ryggen kan bestå av isälvs sediment under de yngre jordarter, som markerats på jordartskartan.

Isälvsavlagringen vid Dunnebacken (1f) är ett delta vars plåtå ligger ca 125 m ö. h. I den nordöstra delen finns en flack rygg i riktning nordväst-sydöst. Omfattande täktverksamhet har förekommit, ca hälften av tillgänglig volym återstår. Slutningen mot Kläppe mosse har haft en moränliknande yta enligt Björnsjö (1949, s. 157). Större delen av avlagringen synes ha och ha haft en typisk lagerföljd för deltan, se fig. 17.

Vid Måröd (1f) ligger en ryggformad isälvsavlagring i NNÖ-SSV. Formen är berggrundsbetingad. Avlagringens sydvästra del, som är helt utbruten, har utgjorts huvudsakligen av horisontellt skiktad sand. Norr om gården skall en 200 m lång moränvall ha legat (Björnsjö 1949, s. 158). Den har varit bågformig med huvudsaklig utsträckning i nordöst-sydväst. Vid karteringstillfället hade täktverksamheten nått så långt att några spår av morän ej fanns. Ändpunkterna av den förmodade sträckningen utgörs av blottad håll.

Kartområdets största isälvsavlagring ligger vid Man (1f). Utefter en markant bergbrant i nordöst ligger en 2 km lång, 200–500 m bred avlagring, som har en genomsnittlig mäktighet mellan 10 och 20 m. Den högst belägna delen ligger inom det breda partiet i sydöst. Plåtåytan ligger något lägre än Dunnebackenavlagringen. Omfattande täktverksamhet har ägt rum i den sydvästra delen. En mindre täkt ligger i avlagringens smalaste del.

Längs den västra dalsidan ligger två mindre isälvsavlagringar, som skiljs från den stora av en svacka med kärr, sand och grus. Ställvis har glacial



Fig. 17. Skärning nord-syd i östra delen av den stora isälvsavlagringen vid Dunnebacken (1f). Bilden är tagen vid bokstaven c i Dunnebacken, se jordartskartan. Horisontella lager av stenigt grus – deltats ytbädd – överlagrar snedställda skikt av sand och grus – mellanbädden. Foto förf. 1983.

Cut in the eastern part of the glaciofluvial delta at Dunnebacken (1f). The cross section runs north to south. The coarse gravelly layers on top represent the topset bed and cover the foreset bed, which consists of sand and gravel.

finlera observerats. Nämnda jordarter kan underlagras av isälvssediment. Täkter saknas i dessa båda isälvsavlagringar av vilka den norra är den mäktigaste. Ytjorden hos denna består av mo. Det är möjligt att denna avlagring är en östlig utlöpare av Dunnebackendeltat.

Manavlagringens nordligaste del är något kuperad med sin högsta del i söder. Ytan består av sand och mo. En seismisk jorddjupsbestämning, som gjordes knappt 100 m från bergbranten i öster, visar en mäktighet av 18 m, se fig. 14. Vid en brunnsborrning drygt 100 m söder om denna punkt noterades 7 m sand och mo på block och sten.

Avlagringens norra del avskiljes från den södra av ett lägre liggande parti, genom vilket en bäck rinner från sydöst mot nordväst i en fåra som

utpreparerats av ett betydligt större vattenflöde. På båda sidor om bäcken finns täkter. Den norra domineras av sand medan skärningsväggarna söder om bäcken och norr om väg 167 visar lagerföljder som är typiska för en randbildnings proximala del. Lagerföljden utgörs av delvis störda, hårt packade 0.5–1.0 m mäktiga skikt av grus, sand och mo, med varierande dominans. Även kantiga till kantavrundade block förekommer.

Liknande lagerföljd föreligger i skärningsväggarna i huvudavlagringens sydöstra täkt. Även denna del av avlagringen skiljs från bergsidan av en svacka, vilken till viss del upptas av ett kärr.

Huvuddelen av isälvsavlagringen vid Man är ett delta. Flacka ryggar och kullar har förekommit på den plana ytan i den norra och södra delen. Nordväst om gården Man, som ligger på en liten kulle, finns två små torrdalar i avlagringen. De är 2–3 m djupa, 20–30 m breda och mynnar i det smala kärrområdet, som begränsar avlagringen mot väster.

Inom avlagringens centrala del utgörs ytjordarten av ett stenigt grus, som är deltats ytbädd. Den västra – distala – delen består av sand och mo. Nästan hela sydvästra delen är utbruten. Lagerföljden i denna del har växlande mäktighet och sammansättning. En nästan nord-sydlig vägg i den sydöstra delen visade följande lagerföljd:

- 0–1 m Sandigt grus
- 1–3 m Snedställda lager av sandig mo
- 3–4 m Horisontella skikt av sand och mo
- 4–7 m Grusig sand i oregelbundna och störda lager
- 7–8 m Horisontellt skiktad sand
- 8– m Sandigt grus

I avlagringens centrala del har drygt 5 m mäktiga bäddar av sand och mo på stenigt grus funnits. Dessa bäddar hade ett sådant läge att de motsvarade skiktet 3–4 m i ovan beskrivna lagerföljd. Den västra delen av avlagringen domineras av mo. I dessa distala sediment förekommer lerskikt, se fig. 18.

Sydväst om Hjärtum k:a (1g) har 10–20 m mäktiga isälvs sediment funnits. Större delen av förekomsterna är exploaterade. De har avsatts i den södra och sydöstra delen av den korta dal, som ligger i samma riktning som norra delen av Göta älvdalen, och de ligger an mot berg och morän. Isälvs sedimenten har huvudsakligen bestått av sand. Närmast underliggande berg har grus förekommit ställvis. Avlagringen i sin helhet har beskrivits av Hillefors (1969, s. 169). I skärningen ca 600 m VSV om Hjärtum k:a överlagrades isälvs sedimenten av 4–5 m glacial lera och 1–2 m svallsand. I



Fig. 18. Sättningar i Mandeltats moiga distalsediment. De mörka skikten utgörs av lera. Ett prov taget i höjd med spadens handtag visade sig ha en lerhalt av 78%, vilket är det högsta kända värdet för en lerjord inom kartområdet (prov 24 i tabell 1). Foto förf. 1979.

Faults in silty distal sediments of the glaciofluvial delta at Man (1f). The thin dark bands are layers with the highest known clay content, 78%, within the map area (sample 24 in Table 1).

leran fanns molluskskal, som har åldersbestämts, se kap. Kol 14-dateringar.

Öster om St. Valeklintsvattnet (1g) ligger två isälvsavlagringar på en brant dalslutning mot norr. Båda utgörs av isälvsgrus med några m mäktighet. De högst belägna delarna når en nivå av 120–125 m ö. h.

Vid Sjökullen (1j) finns relativt plana sandfält med några meter höga branter i söder och nordöst. Avlagringen ligger i anslutning till en markant moränrygg i nordväst–sydöst. I den sydvästra delen finns gamla igenvuxna

3–4 m djupa täkter. Avlagringens yta består av drygt en halv meter svallsand. I den centrala delen finns två brunnar, 3–4 m djupa, ”som aldrig sinar”. Invid vägen i den nordöstra delen av avlagringen finns en liten täkt med minst 3 m sand. Inom avlagringen har ingen lera observerats. Enligt muntliga uppgifter skall lerblandad sand ha funnits ställvis inom den överskatta halvmetern.

Nordväst och sydöst om Buvattnet (2f) finns isälvs sand i några områden med liten areal. Mäktigheten av sedimenten kan dock vara betydande, 10–20 m, genom läget i smala dalgångar med branta bergsidor.

Mellan Göta älv och väg 45 (2h) finns flera flacka isälvsavlagringar med växlande mäktighet. De ligger i anslutning till berg och omges av glacial lera och svallsand. I flertalet av dem finns små täkter. Sand och mo dominerar i resterande delar.

I Velandaoområdet (2i–j) och västerut förekommer flera sand- och moavlagringar utsträckta i olika riktningar. Den största av dem ligger vid Velandas samhälle. Den är 1 km lång och är utsträckt i nordöst–sydväst, praktiskt taget vinkelrätt mot randbildningsstråken. Avlagringen är flack med 1–5 m mäktighet. Flera täkter har avslutats med framgrävd håll. En skärning i norra delen av avlagringen visade följande lagerföljd:

0.0–0.8 m Svallgrus och svallsand

0.8–4.0 m Horisontella skikt med grovmo och finmo

Kantavrundade och enstaka kantiga urbergsblock finns liksom centimeterlånga bitar av alunskiffer.

Även i isälvs sedimenten vid Gärdhem k:a (2j) förekommer alunskiffer. Avståndet till Hunneberg, där alunskiffer finns i fast klyft, är knappt 8 km.

Areellt små isälvsavlagringar kan ha betydande mäktigheter när de ligger invid branta bergsidor. I en av de fyra avlagringarna vid Brandsbo (3h) har 26 m jorddjup uppmätts, se fig. 14. Ytan av dessa består av 0.5–1.0 m svallsand. Få och igenvuxna skärningar visar att denna underlagras av grusig sand.

Vid Hultet (3h) finns flacka randbildningar som huvudsakligen består av sand och mo. Ställvis förekommer morän och kantiga block. Det är möjligt att ytterligare isälvs sediment kan finnas under svallsanden i norr. Berggrundsytan i området är relativt flack och jordmäktigheterna torde inte överstiga 10 m.

Isälvsavlagringen vid Håjum (3j) är till största delen utbruten sedan länge. Kvar är en liten bebyggd kulle öster om järnvägen. Resterande delar

upptas bl. a. av en kyrkogård. Avlagringen har dominerats av sand.

På båda sidor om den smala dalgången vid Råsseröd (4f) finns isälvs sediment med varierande mäktighet och sammansättning. De västra förekomsterna ligger i bergterräng, de är små och nästan helt utbrutna. Sand har dominerat, inslag av block och morän har förekommit. Huvudavlagringen är en ca 200 m bred terrass öster om dalen. Terrassen är utsträckt i nordväst-sydöst. Troligen fortsätter isälvs sedimenten, dolda av yngre sediment, 100 m i sydöstlig riktning. Terrassen ligger knappt 10 m högre än dalens övriga jordarter. Djupet till grundvattenytan är drygt 5 m. En jorddjupsbestämning, se fig. 14, visade 19 m till berg öster om gården Råsseröd. En omfattande täktverksamhet har förekommit norr om gården. Avlagringen domineras av sand. Enstaka block har förekommit och förekommer på och i avlagringen.

Ca 500 m nordöst om Glimmingen (4f) ligger en isälvsavlagring, som huvudsakligen består av sand och grus. På kartan har den gröna färgen fått en alltför stor omfattning. Endast den nordöstra delen av markerat område skall ha beteckningen för isälvs sediment. Resterande område skall ha orange färg, dvs. beteckning för svallsediment. Det rätta förhållandet med 1 m svallmo på 13 m glacial lera framgår av den markerade borrhöjden.

Söder om Salekärr (4f-g) ligger en sandavlagring på en flack bergsslutning. Större delen är utbruten. En rygg i VNV-ÖSÖ i dess östra del har en mäktighet av 9 m. Den översta tredjedelen består av sand och grus.

800 m väster om Stenshult (4g) ligger en liten rygg i nord-syd mellan två hällområden. Den översta metern består av sand och grus. Den centrala delen av ryggen ligger högre än anslutande berg. Jordmäktigheten har bestämts seismiskt till 12 m i södra delen, se fig. 14. Enligt de erhållna ljudhastigheterna består den övre delen av lagerföljden - 6 m - av grus och sand.

Nästan hela södra delen av den stora isälvsavlagringen vid Fagerhult (4g) är utbruten och den stora täkten iordningställdes 1974-75. Kvarvarande högsta del av avlagringen når drygt 125 m ö. h. Mäktigheten har växlat, stora och små hällområden har blottats vid exploateringen. I den centrala delen har mäktigheten varit större än 10 m. Täktbotten, som är torr, ligger ca 15 m lägre än Blåduvens torvmark i väster. Sandiga sediment har dominerat. Inom den norra delen av Fagerhults avlagringen förekommer hällar i stor utsträckning och mäktigheten av sedimenten är mindre. Denna del av avlagringen består av omväxlande sand- och gruslager. Överst ligger ca 0.5 m grusig svallsand.



Fig. 19. I den sydöstra delen av isälvsavlagringen vid Grunnebo (4i) förekommer morän (trianglar) på isälvssand, som ligger i delvis störda lager. Längs avlagringens norra och södra kanter täcks morän och isälvssediment av glacial lera (L) och svallsand (S). Vy mot sydväst. Foto förf. 1978.

Cut in the southeast part of the glaciofluvial deposit at Grunnebo (4i) where the deposit forms part of the Trollhättan terminal moraine. Usually the glaciofluvial sand layers are disturbed. The unit is covered by sandy till (triangles), glacial clay (L) and wave-washed sand (S). View towards the southwest.

I trakten av St. Almås (4h) ligger flera flacka isälvsavlagringar, som delvis täckts av glacial finlera. Flera av dem är utbrutna. Mäktigheten är vanligen 3–5 m. I den västra väggen av täkten 500 m sydväst om St. Almås iaktogs 1975 följande lagerföljd:

0 –0.5 m	Svallgrus
0.5–2.0 m	Glacial finlera, tydligt varvig i den understa delen
2.0–3.0 m	Horisontellt skiktad sand med järn och manganutfällningar
3.0–4.0 m	Sandigt grus
4.0–5.0 m	Grovt isälvssediment som fortsätter 2 à 3 m nedåt

Två flacka ryggar 1 km sydväst respektive 2.5 km SSV om St. Almås innehåller sand och grus i ytan. Den sistnämnda avlagringen har även block i ytan. En seismisk jorddjupsbestämning redovisas på fig. 14.

I Grunneboområdet (4i) ligger en flack isälvsavlagring i öst-väst. Den är 1500 m lång och 200–500 m bred. Lagerföljden är komplex i den östra delen av avlagringen, se fig. 19, som där ingår som en del av Trollhättemoränens randbildningar. Konturdragning mellan jordarter som domineras av morän respektive isälvs sediment är svår i detta område. Djupet till grundvattenyta eller håll är 4–5 m.

Liknande lagerföljd har funnits i isälvsavlagringen vid Kullen (4i-j).

Öster och väster om Hultsjön (4i) finns isälvsgrus och isälvs sand med inslag av morän. Längs bergbranterna söder om Hultsjön finns isälvs sand, som i dalgångens mitt täcks av svallsand och glacial lera med flera meters mäktighet.

Kartområdets enda åsliknande bildning ligger vid Ladugårdsbyn (4j). Avlagringen är utsträckt i isrörelseriktningen och har haft ett krön som legat drygt 5 m över omgivande jordbruksmark. Den morfologiska formen är oregelbunden. På åsbildningens sidor finns glacial finlera, som underlagras av 1–2 m finmo och grovmo. Större delen av isälvs sedimenten har dominerats av sand. Grusskikt och rundade stenar har förekommit. Flera täkter har funnits i avlagringen.

Inom industriområdet Malöga (4j) kan svallgrus på isälvs sand fortfarande ses i små tillfälliga skärningar. Isälvsavlagringen höjer sig någon meter över omgivande terräng.

Glaciala finkorniga sediment

Inom kartområdet förekommer glacial mjåla – finmo, 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.

På basis av resultaten från de omfattande undersökningarna i slutet av 1950-talet och senare (se avsnittet skred och raviner) samt av erfarenheter från jordartskarteringen kan en översiktlig beskrivning göras av lerlagerföljderna i Göta älvdalen mellan Trollhättan och Lilla Edet.

Huvuddelen av kartområdets kohesionsjordarter (lera-finmo) är glaciala och de har betydande mäktigheter i de stora dalgångarna. Norr om Lilla Edet är nära 60 m kohesionsjord känd i Göta älvdalen. Än större mäktighe-

ter förekommer i de breda partierna av dalen söder om Utby (2g). Kohe-sionsjorden kan underlagras av någon eller några meter friktionsjord utom i de områden, som berörs av randstråk. Där kan mer än hälften av hela jordlagerföljden utgöras av friktionsjord, se fig. 10. Nordväst om Köpingen (2h) underlagras leran av friktionsjord, främst sand, som har en mäktighet av minst 10 m. Friktionslagret ligger ca 15 m under älvens vattenyta och det avtar i mäktighet mot såväl norr som söder.

I Slumpåns dal finns liknande förhållanden, dock är mäktigheterna där något mindre.

I smala dalar kan mäktigheten vara 20–30 m. Så är fallet vid Kortered (4i) som ligger i huvudförkastningszonen mellan Vassända, Vänern, (4j) och Göta älvdalen, och inom de flacka områdena öster och söder om Trollhät-tan. Leran har där fyllt upp och utjämnat morfologiska ojämnheter i berggrundsreliefen.

Inom kartområdets övriga lerområden är mäktigheten vanligen mellan 5 och 15 m.

Den glaciala finmon-mjålan underlagrar de glaciala lerorna. Vanligen utgörs jordarten av omväxlande lager av finmo och lerig mjåla. Den över-lagras av glacial grovlera. Gränsen mellan dessa jordarter är diffus och helt avhängig av lerhalten. Jordarten förekommer invid deltan, dvs. på nivåer nära högsta kustlinjen, se fig. 26. Så är fallet öster om Stubberöd (0f) där mäktigheten är nära 5 m. Finmo finns på moränsluttningarna kring Risha-geröd (0f). Mäktigheten är dock ej så stor att jordarten kunnat återges på jordartskartan.

Den glaciala grovleran är den basala delen av lerlagerföljden. Jordarten förekommer relativt ytligt på nivåer nära högsta kustlinjen och där den totala lerlagerföljden är mindre än några meter, se fig. 15. Inom kartområ-det har grovleran ej sådan utbredning att den återgivits på jordartskartan. Grovleran har hög halt av finmo och mjåla, se proven 66–69 i tabell 1. Ställvis kan markanta inslag av grovmo finnas (se prov 69 i nämnda tabell) samt sand- och molager. I dessa kan artesiskt vatten förekomma, dvs. grundvattensövertryck som motsvarar en fri vattenyta högre än älvens men oftast lägre än lerslättens. Artesiskt vatten påverkar lerornas porvatten-tryck och därmed deras skjuvhållfasthet. Artesiskt vatten förekommer såväl i Göta älv som i Slumpåns dalgång. Mäktiga sandlager är kända högre upp i lagerserien vid Slumpåns mynning i Göta älv och norr om Fors k:a (1h) i Slumpåns dal. Utbredning och omfattning av dessa sandlager är inte kända.

I övre delen av lerlagerföljden kan enstaka 2–10 cm tjocka skikt av sand och grovmo påträffas på 2–6 m djup. I några av dessa finns skal och skalfragment av mollusker, se kapitlet Kol 14-dateringar. Förekomsten av sand- och molager i leran indikerar tillfälligt förändrade hydrografiska förhållanden på sedimentationsplatsen.

Den glaciala finleran är den helt dominerande lertypen inom kartområdet. Lerhalten varierar vanligen mellan 40 och 60%, se proverna 18–52 i tabell 1. Ställvis förekommer lägre lerhalter. Dessa har i tabell 1 samlats till en grupp mellanlera, proverna 53–65. Mellanleran har inte återgivits med särskild symbol på jordartskartan utan ingår där i finleran. Några av de redovisade kornstorleksanalyserna härrör från prover (t. ex. 53 och 58) som insamlats någon meter ovanför den glaciala grovleran i lerlagerföljden. Liknande lagerföljdsförhållanden torde föreligga även vid övriga provtagningsplatser. Mellanlerans halt av finmo är vanligen större än finlerans och mindre än grovlerans.

Den glaciala finleran är gråblå till färgen utom i torrskorpan, som vanligen har mörka nyanser av grått och brunt. I skärningar, t. ex. i bakkanten av skredärr, kan vanligen svagt ljus- och mörkfärgade skikt framträda när den blottade leran torkat.

Leran har en torrskorpa på 1–2 m. Den är tjockast på höga strandbrinkar. Under torrskorpan är leran halvfast (till lös) med en lägsta hållfasthet på 3–8 m djup. Därunder ökar lerans fasthet med djupet.

Karakteristiskt för lerorna i Västsverige är en flerstädes hög sensitivitet, som är förhållandet mellan lerans odränerade hållfasthet i omrört och omrört skick. Vid sensitiviteter högre än 50 benämns leran kvicklera. Inom större delen av Göta älvs dalgång förekommer kvicklera, ställvis med relativt stor mäktighet, se Viberg 1982, s. 124–125. Vid Vesten (2h) befanns de övre 20–30 m av lagerföljden bestå av en kvicklera med värden upp till ca 600. Kvikklereförekomster är även kända i Slumpåns dalgång och i lerlagren norr och öster om Trollhättan, främst i områden där lermäktigheten är större än 15 m.

Vid de omfattande undersökningarna på 1950-talet (se avsnittet om skred) bestämdes salhalten i lerorna i Göta älvs dalgång. Som mått på utlakningsgraden användes kloridhalten. Större delen av de övre 20–30 m av lerorna norr om Lilla Edet befanns vara utlakade. Orsaken till detta förhållande är landhöjningen och den därmed sammanhängande grundvatensänkningen. Enligt den mest vedertagna uppfattningen påverkas marina lersers hållfasthet av att porvattnet utlakats på sina salter av det söta grund-

vattnet. Så länge salterna finns kvar ger de åt lerorna en viss stabilitet, som reduceras genom utlakningen.

I finleran finns vanligen mörka skikt av järnsulfid. Skiktens storlek varierar mellan några millimeter och flera centimeter. Även diffus och oregelbunden mörkfärgning kan förekomma i leran – sulfidflammighet. Svavelhalter på ca en procent är vanliga i de mörka skikten. För att sulfidbildning skall uppstå fordras reducerande sedimentationsmiljö, dvs. syrefritt mer eller mindre stagnant vatten. Sulfidhalten tyder på en riklig förekomst av mikroorganismer.

Kalkhaltsbestämningar har gjorts på några lerprov, se tabell 1. Resultaten var 0 för alla utom ett av de 14 analyserade proven. Det enda prov (prov 21 i tabell 1), som gav utslag hade tagits i undre delen av ett skalförande skikt.

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 stor utsträckning av skredärr och raviner, fig. 20. Drygt 250 miljoner kubikmeter jord beräknas genom jordskred och raviner ha eroderats sedan kartområdet höjts ur havet. Omfattningen av dessa erosionföreteelser är så stor i Göta älvs och Slumpåns dalgångar att de redovisas på en specialkarta, se bilaga. Denna är grundad på flygbildstolkning och fältkontroll. Skalan är densamma som för jordartskartan, 1:50 000.

Specialkartans markeringar för områden med skredärr och raviner är översiktlig. Avsikten med kartan är att ge en bild av frekvens och omfattning. En detaljerad redovisning av de olika erosionsärren kräver en större kartskala, jfr fig. 21. I de på kartbilagan markerade skredärrerna och ravinområdena kan flera erosionsärr förekomma. Specialkartan är således inte en fullständig återgivning av alla skredärr och raviner. Nämnas bör även att morfologiska ojämnheter i landskapet på flera ställen utjämnats genom utfyllnader för odling, vägar och bebyggelse.

Göta älvdalens lerområden har undersökts vid olika tillfällen och för olika ändamål. En inventering i skala 1:20 000 av skredärr och ravinområden längs Göta älv mellan Trollhättan och Lilla Edet gjordes för knappt 60 år sedan av Gustaf Frödin (1919) på uppdrag av Kungl. Vattenfallsstyrelsen, dock först sedan ombyggnadsarbeten och omfattande upprensningar

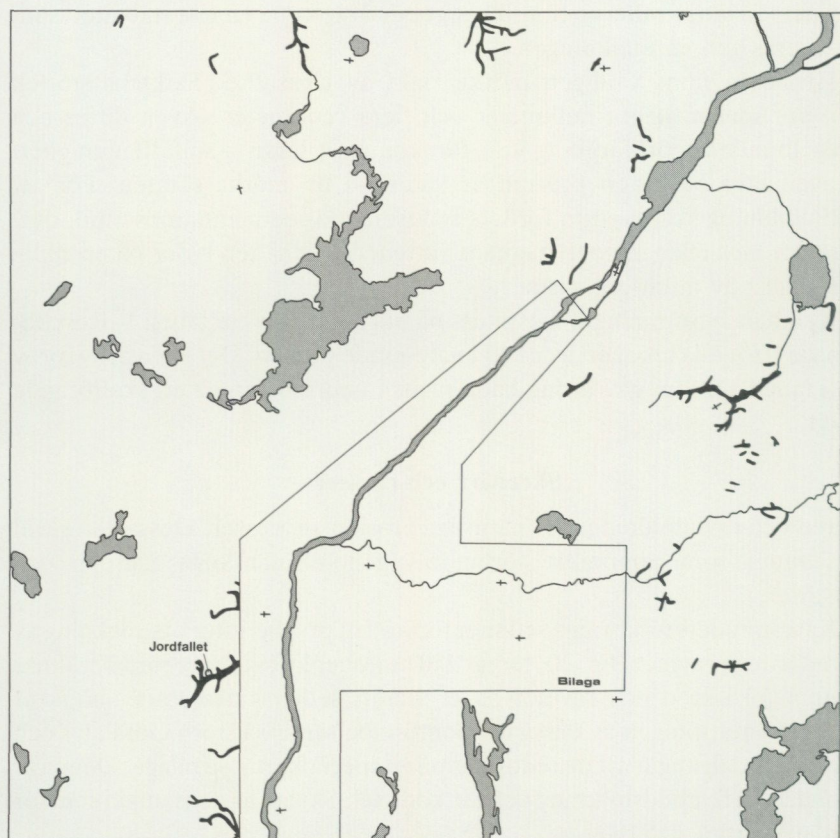


Fig. 20. Förekomst av skred och raviner. Det inramade området redovisas på separat karta i skala 1:50 000. Jordfallet – Jordfallsslätten (1g) – är det enda kända skredet utanför specialkartans område.

Landslides and gullies within the map area. The framed area is shown in a detailed map on a scale of 1:50 000. Jordfallet (1g) is the only known landslide outside the area of the detailed map.

på sträckan Trollhättan–Lilla Edet hade avslutats. Ombyggnaden innebar bl. a. anläggandet av en damm vid Lilla Edet varvid vattenytan höjdes ca 2 m. För att kunna utnyttja kraftverken i älven på ett ändamålsenligt sätt fastställdes år 1937 regleringsbestämmelser (Kungl. Vattenfallsstyrelsen), som bl. a. innefattade tillstånd för kort- och långvariga förändringar av Göta älvs vattenföring och vattenstånd.

Efter skredet i Surte år 1950 gjordes omfattande geotekniska och geolo-

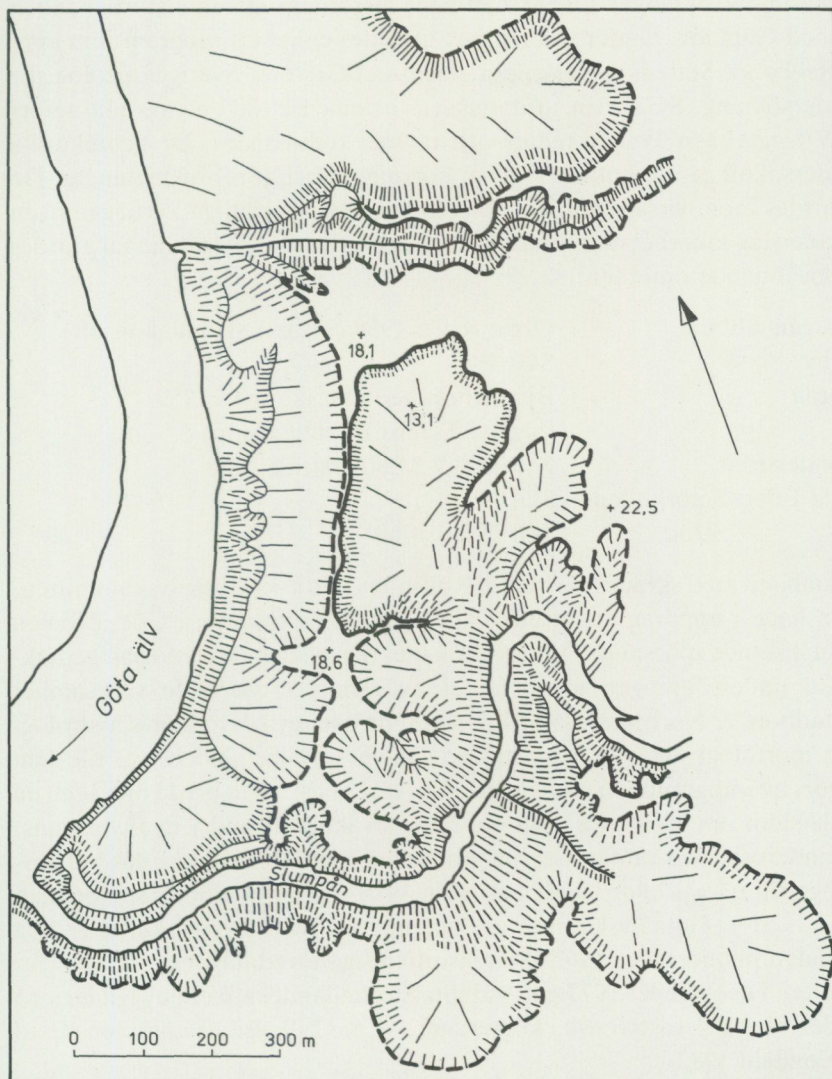


Fig. 21. Detaljkarta från Frödins skredinventering (Frödin 1919, Fig. 31a). Originalskalan är 1:10 000. Kartan visar ett område med raviner och olika typer av skredårr. Observera de smala bårderna av kvarstående rester av den ursprungliga markytan. Genom området går idag väg 45. I kartans övre del syns skredårr vid Köpingen. Söder därom Torpa flaskskred med nivå-siffran 13,1. I det skålförmade skredårr norr om Slumpåns utlopp låg Torpa (Korpås) tegelbruk, som vid sekelskiftet hade en produktion av 5–6 millioner "murstenar".

Detailed map from the investigation by Frödin (1919, Fig. 31a). The original scale is 1:10 000, cf. the enclosed map 1:50 000. Gullies and different types of landslide scars are shown. Note the narrow stripes of original soil surface. A brickyard used to operate in the bowl-shaped scar north of the outlet at Slumpån river.

giska undersökningar för att kartlägga lerjordens stabilitetsförhållanden utmed Göta älv. Undersökningarna utfördes enligt ett program som upprättades av Statens geotekniska institut, SGI, och Sveriges geologiska undersökning, SGU. En jordartskarta i skala 1:20 000 utgavs (Järnefors 1959) på vilken även skredärr och raviner redovisades. De geotekniska undersökningarna omfattade bl. a. borrhningar och jordprovtagningar. De utfördes inom vissa områden, som enligt den översiktliga kartläggningen visat en låg säkerhet mot skred. Geotekniska detaljundersökningar gjordes inom följande områden:

Intagan-Utby	Orrje & Co 1958 (ingår i Skandiakonsult)
Utby	SGI 1958
Torpa	Bjurströms geotekniska byrå 1959 (ingår i Tyréns företagsgrupp)
Bondeström	Kjessler & Mannerstråle 1958
Lilla Edet, Smörkullen	SGI 1958
Ström	SGI 1958, 1960

I samband med skredet i Göta 1957 tillsattes den s. k. Götaälvskommittén, som hade i uppdrag att utreda "vissa genom rasriskerna i Götaälvdalen 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 morfologi ingår erosionskartor i skala 1:4 000. Underlaget till dem utgörs av fotogrammetriska kartor, som täcker ca 300 m breda områden på båda sidor om älven. På kartorna finns nivåkurvor med 1 m ekvidistans. Stranderosionens omfattning på sträckan Trollhättan-Lilla Edet befanns uppgå till nära 10 har under perioden 1916-1961 (Sundborg & Norrman 1963, s. 69). Götaälvskommitténs betänkande över skredriskerna i Göta älv dalen publicerades 1962 (Statens offentliga utredningar).

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

Skred

Inom skredterminologin förekommer många begrepp och definitioner.

Frödin (1919) delade in erosionsskreden i släntskred och skålskred. Den sistnämnda typen, som har morfologiskt markanta skålformade insänkningar, indelades i ytskred och djupskred. Viberg (1982, s. 58) skiljer på

skred med fritt utvecklade planform och med styrd planform. Den förstnämnda typen lämnar vanligen symmetriska skredärr (cirkulära, elliptiska eller päronformade). Den styrda planformen gränsar mot fast mark och skredärrarna är ofta stora och oregelbundna.

Vanliga termer är rotationsskred (cirkulär-cylindrisk glidyta), translationskred (plan glidyta) och sammansatta skred, i vilka båda typerna ingår (Cato och Engdahl 1982). I flakskred glider stora sammanhängande marktytor iväg. I ett kvicklerskred har leran under torrskorpan övergått till ett flytande tillstånd och rinner ut till närliggande vattendrag. Där detta sker genom en trång öppning – en hals – får skredärrret formen av en flaska och skredet kallas för flaskskred. Torrskorpan är sönderbruten i små partier. Inom kartbladsområdet förekommer skredärr av alla typer och även övergångsformer, se bilaga.

Skred har inträffat även under vattenytan. Med hjälp av studier av mikroorganismers förekomst i lerprover har man konstaterat luckor i lagerserierna, främst i den övre delen av lagerföljden. På några platser har en störd skiktning observerats såväl i den understa delen som högre upp i lagerserien. Detta uppträder i synnerhet på platser där lerlagren beroende på underlaget har en stor lutning.

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, se vidare Viberg 1982, s. 45–55. Varje förändring av ett idealt tillstånd – jämvikt – innebär att labila förhållanden skapas. Till naturliga förändringar räknas landhöjning och klimat, onaturliga förändringar är mänskliga ingrepp. Exempel på det sistnämnda är höjningen av älvens vattenyta mellan Lilla Edet och Trollhättan år 1916. Det tidigare strandplanet sattes under vattenytan och vågerosionen började utbilda ett nytt på lerslänterna. Genom Vänerregleringen 1937 ökade frekvensen av vattenståndsvariationer och vattenföring avsevärt på älvsträckan. Dessa åtgärder synes ha bidragit till en ökad intensitet av släntskred. För att motverka erosionseffekten av fartygsgenererade vågor började man på 1960-talet anlägga strandskoningar av skrotsten. Denna erosionshinder åtgärd har medfört att vegetationen har funnit fäste på flertalet skredslänter och utbildat skyddande torrskorpor.

I den norra delen av älvsträckan, Vesten-Intagan, ligger lerslätten ca 20 m över älvens vattenyta. Slänlutningen är tämligen brant. Nedströms avtar strandbrinkens höjd successivt och den är ca 5 m vid Lilla Edet. Älven har ett vattendjup, som varierar mellan 8 och 20 m.

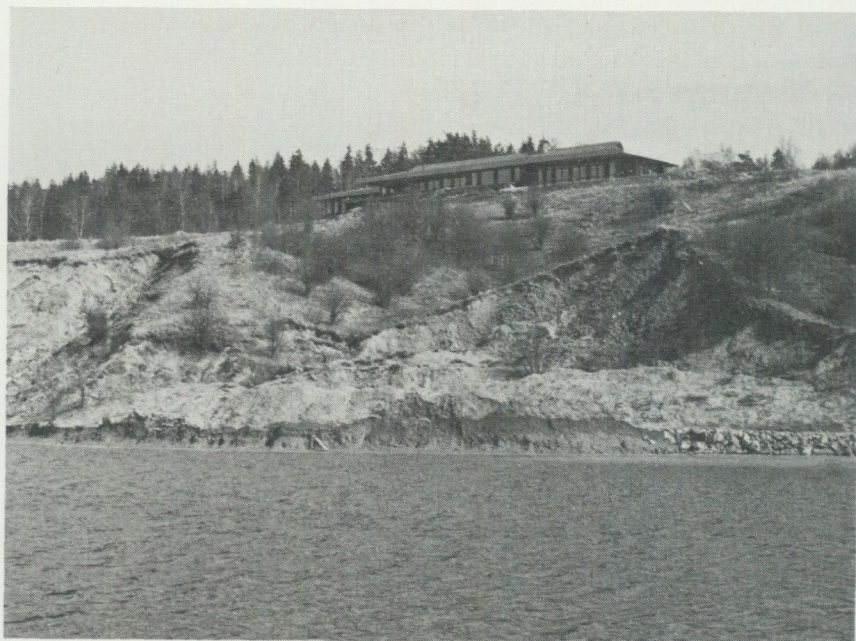


Fig. 22. Släntskred i de branta lerslutningarna norr om Kalvhålan (2h). Skredmassorna har runnit ut över strandskoningen av skrotsten. Foto förf. 1980.

Slide scars north of Kalvhålan (2h). Note the constructed shore of broken rocks.

Släntskred sker fortfarande men i betydligt mindre omfattning än tidigare, trots att fartygen och därmed vågeffekterna blivit större. Vanligen berörs endast själva slänten av utglidning. De senaste större släntskreden har inträffat på höga och branta lerslänter vid Kalvhålan (2h), se fig. 22, och på båda sidor om älven vid Assarebo (2h). Skreden har nått några tiotal meter in i det bakomvarande området.

Inom kartområdet finns 9 skredärr med en areal större än 10 har, 9 skredärr med en areal mellan 5 och 10 har samt minst 61 skredärr mellan 1 och 5 har. De till ytan största skredärren är:

Göta älv från norr till söder, se bilaga:

Intagan	27 har
Norr om Vesten	5 har
Vesten	34 har
Köpingen	22 har

Torp	28 har
Fråstad	73 har
Väster om Fråstad	6 har
Öster om Hjærtum	6 har
Söder om Bondeström	7 har
Fuxerna	6 har
Söder om Fuxerna	6 har

Slumpån från väster mot öster, se bilaga:

Torpa	6 har
Åsbräcka	6 har
Ängarna	15 har
Solberga	19 har
Sydöst om Solberga	13 har
Fors	30 har

I skredärrens botten ligger nuvarande markyta mellan 5 och 10 m lägre än omgivande lerslätt. Det är således flera 10-tals miljoner m³ lerjord som glidit ut i vattendragen och transporterats vidare av dessa mot kusten.

Flertalet av skredärren härrör från skålformade släntskred med relativt liten bakåtgripande effekt. I de stora skredärren har skredens glidytor legat djupt och avsevärda markförskjutningar har skett. Merparten av de stora skredärrens ålder är okänd. Forna tiders "jordfall" på utmarker rönte föga om ens någon uppmärksamhet. Ända sedan älvdalens lerområden höjts ur havet har de varit utsatta för erosionsprocesser. Skred har således inte varit ovanliga företeelser för befolkningen i dessa dalgångar.

Den största kända skredkatastrofen inträffade på eftermiddagen den 7 oktober 1648 vid gården Intagan (2h). Skredet och dess följdverkningar blev noggrant beskrivna och omständigheterna är förhållandevis väl kända (se Järnefors, 1957). De utglidande lermassorna dämde älven, vars vattenyta uppströms höjdes ca 10 m. Detta orsakade en översvämning som kostade minst 85 människor livet. Dessutom förstördes många hus och båtar. När vattenmassorna bröt igenom de dämmande jordmassorna uppstod en flodväg med stora skadeverkningar nedströms. Skredområdet areal uppgår till omkring 27 har. De utglidna massorna från den dåvarande norska sidan av älven till den svenska orsakade tvistigheter om ägoförhållanden.

"Någon tid före 1690 skedde ett märkligt jordfall vid L. Edet" (Lindblad 1897, s. 141). Det ena av de båda stora skredärren ligger invid Fuxerna k:a,



Fig. 23. Ett vågformigt landskap av skredskällor (torrskorpepartier). Vy mot norr av Solbergaskredet i Slumpåns dalgång. Senare har ravinbildning skett i skredmassorna. Foto förf. 1982.

View towards the north of landslide area at Solberga (1h). Large slided dry crust areas form a wavy landscape.

som uppfördes 1769. På samma plats hade tidigare flera träkyrkor funnits. Den ur identifieringssynpunkt knapphändiga uppgiften tyder på att skredet inte inträffat invid kyrkan.

På ägorna till Torpa (1h) skedde någon gång mellan 1686 och 1697 "ett häftigt jordfall, hvarigenom en större äng sjönk betydligt under sitt förra läge" (Lindblad 1897, s. 89). Händelsen är sannolikt det i geovetenskapliga kretsar bekanta Torpa flaskskred.

Under natten mellan 21 och 22 december 1759 inträffade en jordbävning, som upptecknats i olika sockenbeskrivningar från älvdalen. Jordbävningen utlöste skred längs älven. Det största skedde på ägorna till gården Bondeström (Holmberg 1867, s. 58). Troligen avses det stora skredärret söder om Bondeström (0g). Det är möjligt att även det jämförelsevis mindre skredärret öster om Bondeström härstammar från samma tillfälle.

Det norra av de båda skredärren närmast Utby (2g) skall enligt muntliga

uppgifter ha inträffat i början av 1800-talet (Frödin 1919, s. 33). I lantmäterihandlingar uppges skredet ha inträffat den 21 december 1806. Lera inom ett knappt 9 tunnland (4,5 har) stort område gled ned i Kvillebäcken och orsakade en översvämning av 3 tunnland mark.

Älvsträckan inom kartområdet har varit förskonad från skred större än 1 har under snart två århundraden. Ett av de större släntskreden skedde 1958 vid Vesten (Sundborg & Norrman 1963, s. 40).

Skredärens ålder i Slumpåns dalgång är inte kända. Norr om Fors k:a (1h) kan en markant slänt följas i en drygt kilometerlång sträcka med östvästlig riktning. Området är inte detaljundersökt. Slänten ger ett intryck av att vara bakkanten av ett skredärr och att skredets omfattning mot såväl öster som väster varit större än släntlängden i dag anger. Begränsningen mot norr är oklar. Skredet kan ha utlösts nära dåtida havsstrand, större delen av markförskjutningen kan ha skett under vattenytan.

Småskred och sättningar med sprickor i jorden sker längs slänterna av Slumpån och dess biflöden.

Raviner

Ravinbildning är en långsammare erosionsprocess än skred. Jämfört med skred är denna erosionsform föga uppmärksam i geologisk litteratur trots att markförstörelsen är vida större.

Inom kartområdet förekommer raviner längs huvudvattendragen, se fig. 20, speciellt i Slumpåns dalgång, se kartbilaga. Enbart inom de områden som täcks av bilagan omfattar ravinområdena en areal av drygt 500 har. Med ett antaget medeldjup i ravinerna av 10 m kan en volymberäkning göras och vid jämförelse med borttransporterade jordmassor från skredprocesser blir förhållandet raviner/skred 2:1. Proportionen ökar när samtliga ravinområden inom kartbladet inkluderas, i synnerhet som endast ett skredärr tillkommer utanför det område, som täcks av bilagan.

För att raviner skall bildas erfordras vattenmättade flytbenägna jordarter. Den utlösande faktorn är erosion i ytan av rinnande vatten eller grundvattenläckage i en sluttning. Ravinbildning är speciellt intensiv under snösmältningsperioden. Bäckar och rännilar på mark med ringa tjäle eller under tjällossning kan vid kraftiga regn och hastig snösmältning bli mycket erosivt verksamma under en kort tid. Ravinbildningen kan påskyndas genom underminering av grundvatten. Erosionen fortsätter nedåt och bakåt till dess erosionsbasen (nivån för fastbotten eller öppen vattenyta)



Fig. 24. På sluttningarna av ravinerna kan släntskred utlösas som – beroende på den smala V-formade dalen – kan utlösa följskred när skredmassorna träffar den motsatta sidan. Vy mot söder i ravinen 1700 m VNV om Rommele kyrka (Ii). Foto förf. 1979.

Landslides in the gully 1700 m WNW of Rommele church (Ii). View towards the south.

eller annan icke flytbenägen jordart nåts. Erosionen upphör när vattentillgången begränsas. Som ett mått på erosionshastighet kan nämnas en ravinbildning i Värmland (Fredén & Furuholm 1978). Under kortare tid än tre dygn bildades en 20 m djup och 100 m lång ravin i moiga sediment. Drygt 20 000 m³ flöt i väg till ett närliggande vattendrag.

Ravinområden återfinns främst i områden med ytjordarter av grovlera och silt. Den underliggande glaciala leran har ofta hög halt av finmo och innehåller vattenförande skikt av silt-sand.

Ravinerna utgör markanta morfologiska särdrag i de flacka lerslätterna. Ravinerna är vanligen 10–20 m djupa och är V-formade med branta sidor. Karaktäristiskt för dem är vidare att de grenar ut sig och att de har skarpa

knyckar. Ravinerna börjar vanligen i små svackor och de kan bli flera kilometer långa. Senare jordflytning på de branta sluttningarna medför att ravinbotten breddas, se fig. 24. Ravinen övergår successivt till att bli en bred svacka i terrängen. Huvudravinen söder om Hullsjön (3j) är ett bra exempel på detta förhållande. Kartområdets största sammanhängande ravinsystem upptas av Lillåns dräneringsområde (1h-i) i Slumpåns dalgång.

Ravinbildningen syens ha pågått ända sedan landet höjdes ur havet. Till skillnad från de stora skreden är ingen ravin exakt åldersbestämd. Hullsjösänkan har fungerat som en uppsamlingsbassäng för de utströmmande jordmassorna. Jordarterna i Hullsjön och omgivande breda dalgångar ger således uppgifter om perioder med jordflytning. Lagerföljden i Hullsjöområdet består av omväxlande lager av leryttjor och detritusgyttjor. En lagerföljd har pollenanalyserats och kol 14-daterats av Digerfeldt & Welinder (1978). Enligt resultaten från den undersökningen bildades relativt mäktiga leryttje- och gyttjelereskikt vid människans ankomst till området för ca 5000 år sedan och vid en extensiv uppodling av slättlandet för ca 3500 år sedan. Hullsjön isolerades från Vänern och havet för ca 9000 år sedan. De äldsta limniska sedimenten, dvs. de som ligger ovanpå den glaciala lera och under de kulturinfluerade skikten, utgörs av leryttjor och siltskikt.

Postglaciala minerogena sediment

Svallsediment och andra grovkorniga havssediment

Utbredningen av svallsediment inom kartområdet är förhållandevis stor. 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 såväl svallsediment som glacial lera utan att detta framgår av kartbilden, se fig. 19.

Mäktigheten av svallsediment är vanligen 0.5–1.0 m. Relativt stora mäktigheter förekommer ställvis. På sluttningen av den markanta Hulstsjödalen vid Nybergskulla (4i) har en bäck skurit igenom terrasser med 5–6 m sand och mo, som ligger på glacial lera. Längs Risån (norr om Källesjö, 4g) finns ca 3 m mo på glacial lera. Den översta delen av denna lagerföljd har avsatts av Risån. (I begreppet svallsediment innefattas även äldre svämsediment, se s. 16.) På de vidsträckta svallsedimentfälten väster om Velandå (2i), söder om Raknebo (4g) och väster om St. Almås (4h) är mäktigheten av



Fig. 25. Stenigt svallgrus på den östra sidan av den mäktiga moränavlagringen nordöst om Hareberget (0g). Foto förf. 1979.

Coarse-grained wave-washed gravel northeast of Hareberget (0g).

svallsedimenten ställvis drygt 3 m. Det är möjligt att fler förekomster av isälvssand finns i dessa områden utöver de, som markerats på jordartskartan.

Kornstorleken i några prover av svallgrovmå framgår av tabell 1, prov 71–74. Prov 73 har tagits utmed en bergslutning i det flacka området vid Gundlebo (4h), proverna 71 och 72 i den centrala delen av den markanta sprickdalen väster om Trollhättan. Prov 74 har tagits av lerig mo under svallsand. En viss lerhalt är inte ovanlig i den undre delen av svallsedimenten om dessa utgörs av grovmå och finmå.

I några fall har sand och grus med osäker genes markerats som svallsediment på jordartskartan. Sand- och grusförekomsterna vid Tösslanda kan ha en kärna av isälvsediment. Svallsanden har en större utbredning mot norr än vad kartan anger. Av reproduktionstekniska orsaker – smal bård av morän och svallsand mellan väg 45 och blottat berg – har endast en jordart kunnat återges, i detta fallet har förekomsten av morän markerats.

Två av kartområdets svallgrusförekomster har ett stort inslag av sten. Båda ligger på de stora ryggformade stötsidesmoränerna norr om Uxås (0g) och väster om Tösslanda (0g). Mäktigheten är 1–2 m och inslaget av kantavrundade stenar är stort. I Uxåsförekomsten ingår även små block, se fig. 25. Avlagringarnas högsta delar ligger omkring 120 m ö. h. dvs. ca 10 m lägre än deltaytorna vid Man och Backamo (1f). Båda lokalerna har varit exponerade för vågerosion från norr och nordöst. Närheten till landisen och kalvande isberg har dock medfört att strandprocesser endast i begränsad omfattning kunnat omdana jordarten. Andra moränsluttningar på samma nivåer saknar liknande sediment. Jordarten kan ha avsatts av smältvatten från landisen. Väster om det markerade svallgrusområdet vid Uxås finns ställvis förekomster av sand, som inte återgetts på kartan. Ett jordprov med fraktionerna grus–mo redovisas i tabell 1 (prov 70). I samma område har även två moränprover tagits, proverna 5 och 6 i tabell 1.

Sand och grus på nivåer omkring 120 m ö. h. finns även norr och öster om Arsjön (0f) i ett område, som är helt skyddat för vågerosion. Mäktigheten till underliggande håll och morän är ställvis någon meter.

Finkorniga havssediment

Inom kartbladsområdet har utskilts tre typer av postglaciala finkorniga sediment: finlera, grovlera och finmo–mjäla.

Vid erosion av glacial lera i samband med svallning och omlagring bildas s. k. postglacial lera. Vanligen är den en finlera. Vid större inblandning av mjäla, mo och sand blir lerhalten lägre och den postglaciala leran är då utbildad som grovlera. De postglaciala finkorniga sedimenten har avsatts på lågt liggande områden och därvid till viss del utjämnat svackor i terrängen.

Den postglaciala finleran i Göta älvs dalgång finns på nivåer under ca 25 m ö. h. Mäktigheten är 1–2 m. Den skiljer sig ej nämnvärt från den glaciala vad beträffar färg och kornstorleksfördelning, se tabell 1, prov 80 och jämför med proverna 18–21, som tagits i samma område. Den postglaciala

lerans förekomst styrks av skalfynd av en värmekrävande molluskfauna. Skalen har hittats på "Foxerna bys ägor" invid Göta älv (Hägg 1952, s. 135). Vid Göta, ca 2 km söder om kartområdet, har samma fauna påträffats på några meters djup i leran. Gränsen mellan postglacial och glacial finlera kan endast fastställas genom analys av lerans mikroorganismer. Därför kan den postglaciala finlerans utbredning ej säkert fastställas vid kartläggningen och det är möjligt att den på kartan fått en alltför stor utsträckning mot norr.

Postglacial mellanlera förekommer fläckvis inom kartområdet. På kartan ingår denna i den postglaciala finleran. Vanligen har mellanleran en mäktighet av högst 0.5 m och påträffas i smala zoner längs vattendrag. Utbredning och mäktighet är således sådan att den oftast ej uppfyller de karteringsbara kraven. Kornstorleksanalysen redovisas i tabell 1, proverna 81-90.

Den postglaciala grovleran har stor utbredning i Slumpåns dal. Flera meters mäktighet är känd där. Jordarten är betydelsefull ur ravinbildnings-synpunkt. Jordarten förekommer i övrigt längs vattendrag. Finmohalten är hög, se proverna, 91-98 i tabell 1. Lerhalten växlar och fläckvis förekommer mellanlera och lerig finmo, vilka på kartan sammanförts med grovleran. Mäktigheten är vanligen 0.5-1.0 m. Jordarten återfinns i smala bårder invid bergsluttningar och i de centrala delarna av dalgångarna. I förstnämnda fallet har den bildats som ett strandsediment och i det sistnämnda har partiklarna avsatts på grunt vatten, nedsvallade från omgivande strand.

Även finmon-mjälän har en relativt stor utbredning längs vattendrag. Mäktigheten är vanligen någon meter men kan ställvis vara flera meter, främst i Slumpåns dalgång. Bildningsbetingelserna är i stort sett desamma som för grovleran. På de flacka fälten sydväst om Hullsjön (3j) ligger finmon i flacka halvmeterhöga ryggar.

Älv- och svämsediment

Svämsediment, som bildas vid översvämningar, återfinns längs vattendrag i flacka områden. Strömhastigheten är där låg och nivåkillnaden mellan normalvattenytan och omgivande stränder är liten. Sedimenten består av lera och/eller finmo med skiftande halt av organiskt innehåll, se proverna 100-103 i tabell 1. Mäktigheten är vanligen 1-3 m inom de vidsträckt områdena med svämsediment.

En del områden har tjänat som uppsamlingsbäcken för skred- och ravinmassor, t. ex. norr om Upphärad (0i) och söder om Hullsjön (3j).

Två skruv- och sondborrningar har gjorts i områden med svämsediment. Den ena gjordes 700 m nordväst om Hullsjöns utlopp invid norra lersluttningen.

0 -0.8 m	Brun- och gråfärgad lera med växtrester
0.8-0.9 m	Mörk lergyttja utan makrofossil
0.9-1.0 m	Grå moig mellanlera
1.0-1.3 m	Mörkbrun lergyttja
1.3-1.7 m	Grå moig grovlera
1.7-1.8 m	Mörk gyttja
1.8-2.1 m	Grovdetritusgyttja
2.1-3.4 m	Grå lergyttja med ökande lerhalt nedåt
3.4-5.4 m	Grå finlera
5.4-9.0 m	Lös lera (sond)
	Berg

Liknande lagerföljd finns i områdena söder om Hullsjön och nordöst om Upphärad k:a (0i).

Svämsedimentförekomsten vid Ängebacken (4f-g) ligger söder om Båveån, som utanför kartområdet böjer från ett nord-sydligt lopp till ett öst-västligt. Lagerföljden i den markerade borrpunkten är följande:

0 -0.7 m	Lerig mo med enstaka växtrester
0.7-1.1 m	Mellansand
1.1-1.3 m	Brunfärgad grovlera
1.3-2.5 m	Halvfast grå finlera
2.5->20.0 m	Lös lera (sond) med litet nedrivningsmotstånd vid 3.5 och 5.0 m

Postglaciala organogena avlagringar

De postglaciala organogena avlagringarna utgörs av torvmarker, som på kartan indelas i mossar och kärr. Övergångsformer finns, t. ex. kärr med mossepartier i form av öar eller mindre tätt uppträdande tuvor. Sådana torvmarker har i allmänhet kartlagts som kärr. Inom de större mosseområdena förekommer kärrpartier invid dräneringsstråken. Vanligen återges inte dessa kärrpartier då bredden av dem är för liten för kartskalen. I

bergområdena finns flera stråk av kärr som ej är tillräckligt stora för att markeras på kartan. I en del dalar med morän täcks denna av tunn kärrtorv i större utsträckning än vad som kunnat återges på kartan.

Flertalet av de stora mossarna är kala eller nästan kala högmossar med en måttlig (3–5 m) och delvis oregelbunden välvning. De mindre högmossarna är ofta be vuxna med gles tallskog medan de större, t. ex. Blåduven (4g) är trädlösa. Kraftiga utdikningar har medfört att bl. a gran vandrat in på mossemarker. Stora områden har genom utdikning kunnat användas som odlings- och betesmarker. Så är fallet med torvmarken öster och norr om Upphärad (0i).

Mossetorven är vanligen 2–5 m mäktig och underlagras av 0.5–1.5 m kärrtorv. Av uppgifter, som finns i SGU:s torvarkiv om de större torvmarkerna inom kartområdet, framgår att förhållandet mellan låg- (strötorv) och höghumifierad torv (bränntorv) är ungefär 1:1. Hela kartområdet ingår i den torvmarksinventering, som utfördes av SGU på 1920-talet. Utdrag ur denna har publicerats i SGU serie D och de blad som täcker jordartskartan är D41 och 42, tryckta 1932 respektive 1922.

De flesta torvmarkerna utgörs av fornsjölagerföljder, dvs. de olika torvjordarterna underlagras av gyttjor. I områden som är belägna under högsta kustlinjen (HK), underlagras torvlagerföljden 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.

På jordartskartan har ett område med gyttja markerats. Det är den östra delen av det igenväxande Askagbäckenet (3g), som består av vassvegetation på gyttjor.

Källor

Inga källor har markerats på jordartskartan. Flera små källflöden (<1 l/sek) förekommer inom kartområdet. Den enda betydande källan ligger i den sydöstra delen av den mäktiga Man-avlagringen. Källan har exploaterats och försörjer flera gårdar. Torvmarken nordväst om Hasteröd damm (0f) har till viss del uppstått genom flöden från denna källa.

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 absoluta åldersbestämningar återges i tabell 2. Fyndplatsernas lägen framgår av fig. 26.

Huvuddelen av dateringarna har gjorts på molluskskal. Dessa förekommer i skikt i lera och svallsand på ett flertal platser inom kartområdet, se fig. 26. De daterade fynden ger en viss uppfattning om de senkvartära förhållandena under skedet 11 500–10 000 år före nutid.

Nedan ges en beskrivning av de daterade fynden, fyndlokalernas belägenhet samt kommentarer till de erhållna åldersdateringarna.

Äldre än 11 000 år. Den hittills högsta åldern har erhållits på ett prov med skalsand, som insamlats 500 m ÖSÖ om Funneshult (3f), lokal 1. Provtagningsplatsen ligger mellan en bruksväg och en liten bäck, som avvattnar ett intilliggande kärr. Sanden är ca 1 m mäktig och underlagras av glacial finlera. I den undre delen (0.7–1.0 m) förekommer rikligt med små skalfragment. Enstaka skal och större skalfragment finns av *Mytilus edulis* (dominerar), *Hiatella arctica uddevallensis*, *Mya truncata* och *Natica clausa*. Fyndplatsen ligger ca 90 m ö. h. i en smal dal, som är exponerad mot väster. Rikedomen av små skalfragment i sanden tyder på att molluskskalen utsatts för kraftig svallning, dvs. sanden har avsatts under strandnära förhållanden.

Dateringen av proverna från lokalerna 2–6 har i stort sett gett samma ålder. Lokal 2 är belägen 700 m VSV om Hjärtum k:a (1g). I en 4–5 m mäktig glacial lera på isälvsediment har molluskskal funnits av bl. a. *Hiatella arctica*, *Leda minuta*, *Mya truncata* och *Mytilus edulis* (Hillefors 1969, s. 169).

När en bro anlades år 1933 över Rishagerödvattens (0f) utlopp (lokal 3), som ligger på en nivå av 97.3 m ö. h., påträffades en kota av en grönlandsval på 2 m djup i glacial lera. Kotan förvaras på Hjärtums hembygds museum. En bit av kotan sågades ut, den innersta delen togs för kol 14-analys, varefter den utsågade biten åter sattes på plats. Kotans exteriör har således utsatts för ringa åverkan i samband med framtagandet av material för kol 14-dateringen.

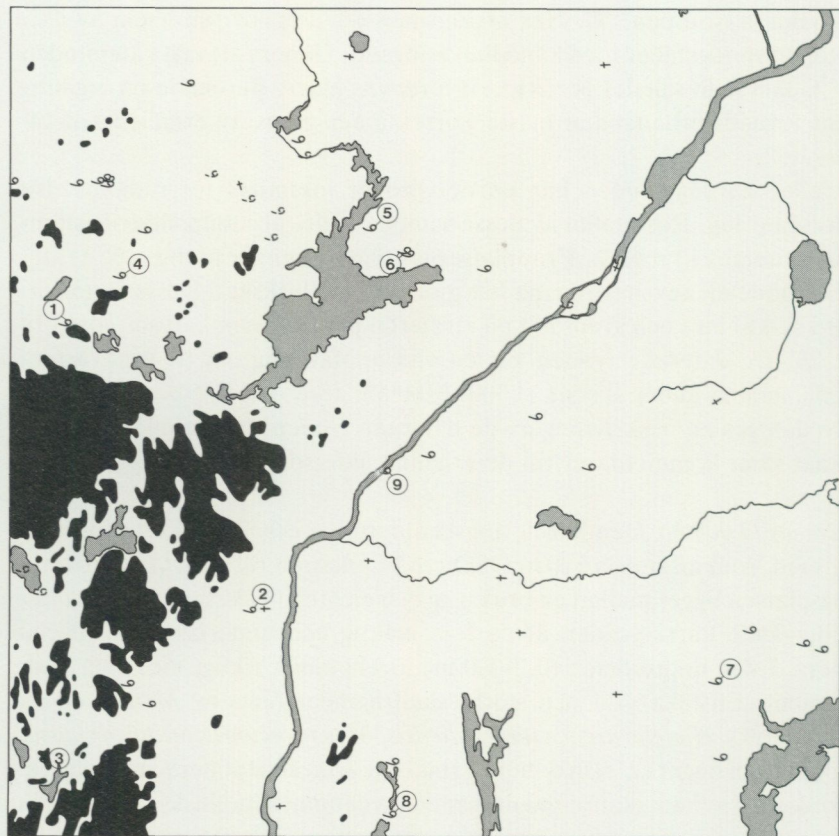


Fig. 26. Karta över områden som ligger ovanför högsta kustlinjen (mörka ytor) och över fyndplatser för skalförande sediment. Litteraturuppgift om skalförande sediment har markerats med streckad symbol. Inringat nummer innebär att prov från lokalen har kol 14-daterats, se kapitlet Kol 14-dateringar och tabell 2.

Dark grey areas are situated above the highest shoreline. Mapped localities of shell-bearing sediments are marked by a special symbol. A broken symbol denotes that the occurrence is known from literature. Numbers refer to radiocarbon-dated samples (Table 2).

Sommaren 1981 påträffade Åke Olsson, Stenungssund, två skelettdelar av storsäl ca 1800 m ÖNÖ om Vassbosjöns nordände (3f) i en smal öst-västlig dalgång (lokal 4). Fynden gjordes i uppgrävd lera invid den bäck som dränerar dalen. Ca ett år tidigare hade bäckfåran rensats och fördjupats varvid ett drygt 20 cm mäktigt skalskikt påträffades i leran på 2 m djup. Sälbenen kan ha legat i detta skalskikt. Molluskskalen domineras av *Mya*

truncata. Andra identifierade arter: *Astarte borealis*, *Chlamys islandica*, *Hiatella arctica*, *Hiatella arctica uddevallensis*, *Mytilus edulis* samt balaniderna *Balanus crenatus* och *Balanus hammeri*, den senare med 4–5 cm höga sidoplatlor. Markytans nivå på fyndplatsen är ca 90 m ö. h. Omgivande bergområden når i söder 110 m ö. h. och i norr 125 m ö. h.

Kartområdets högst belägna lokal med molluskskal ligger 200 m sydöst om Smedstakan (3h), lokal 5, se fig. 27. Lokalen är känd sedan länge (Sidenbladh 1870, s. 88) och ligger på en nivå av ca 105 m ö. h. Vid karteringstillfället antecknades följande lagerföljd:

0– 60 cm	Grusig sand (bortgrävd)
60– 90 cm	Skalförande sand
90–120 cm	Sand, som underlagras av glacial finlera

Swallsanden ligger i en liten dal, som är exponerad mot sydöst. I öster ligger en ca 10 m hög bergslutning, se fig. 27. Faunan domineras av *Mya truncata*. Fragment av *Mytilus* och *Balanus* (troligen *crenatus*) var vanliga. Enstaka skal av *Hiatella arctica* förekom. Hägg (1952, s. 144) uppger att även *Buccinum undatum* hittats.

På ungefär samma nivå eller något lägre ligger lokal 6 (400 m NNÖ om Garnviken, 3h). I ett nygrävt dike observerades ett 10 m långt och ca 5 cm tjockt skalförande skikt i lera på 0.5 m djup. Diket var utsträckt i nord-syd invid ett flackt bergområde. På andra sidan om detta – 100 m i nordvästlig riktning – finns skalfragment i övre delen av en glacial finlera, som täcks av 20–30 cm grovmo. Faunan i dessa lokaler är densamma som den vid Smedstakan.

11 000–10 500 år. I den smalaste delen av en öst-västlig dal påträffades två skalförande skikt på olika nivåer i glacial finlera i slänten av en fördjupad bäckfåra, 450 m ÖNÖ om Kullen (0g), lokal 7. Bäckens rinner mot öster till Vanderydsvattnet. Fyndlokalen ligger ca 70 m ö. h. och omges i norr och söder av 10–15 m högre liggande bergområden. Leran täcks i västra delen av sand och i östra av kärrtorv. Lerans mäktighet ökar mot öster.

De båda skalförande skikten låg på en meters djup i leran, var skilda från varandra och hade olika faunor. Den mäktigaste delen av dem var ca 20 cm. Det västra skiktet var ca 7 m långt med svag stupning och avtagande mäktighet mot öster. Tjocka skal av *Hiatella arctica uddevallensis* dominerade. Ca 10 m öster om detta skalförande skikt låg det andra, som dominerades av stora (30–36 mm) och tjocka skal av *Astarte borealis*. Detta östra

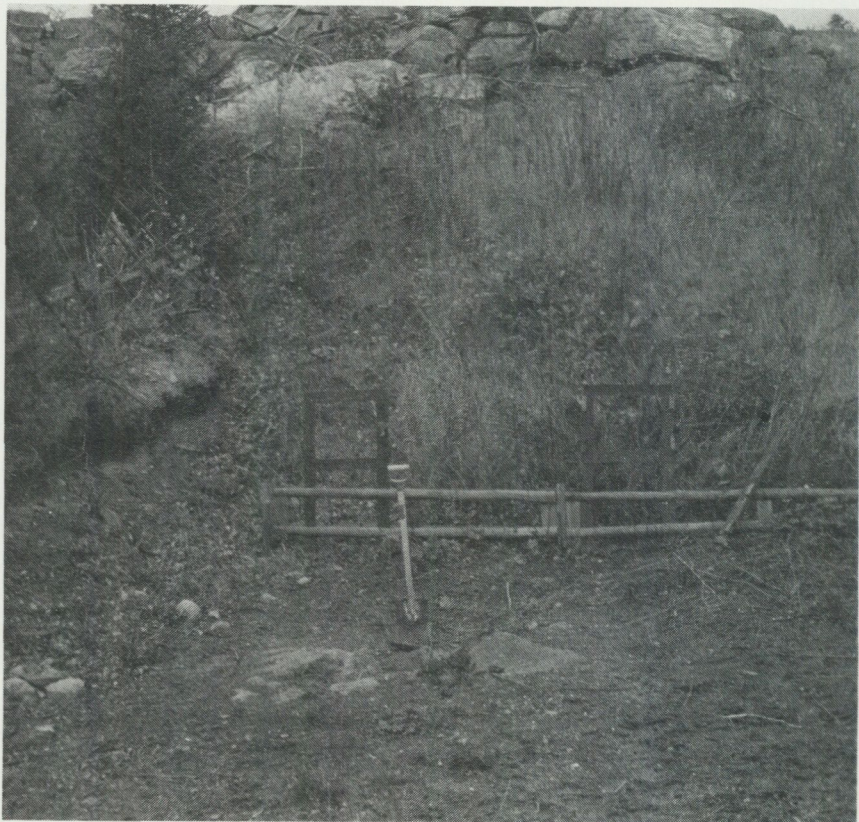


Fig. 27. Skalförande sand 200 m sydöst om Smedstakan (3h), se beskrivning av lokal 5 i kapitlet om kol 14-dateringar. Foto mot öster, förf. 1979.

A 20–30 cm thick layer of shell bearing sand 200 m southeast of Smedstakan (3h), locality 5 in Table 2. Light-coloured heaps of mostly small shell fragments are seen by the spade. The ground surface lies about 105 m above sea level. View towards the east.

skikt låg ca 20 cm högre upp i leran än det västra. Utöver *Astarte borealis* förekom *Astarte elliptica*, *Mya truncata*, *Mytilus edulis*, 7 cm höga sidoplat-
tor av *Balanus hammeri* samt fragment av *Balanus crenatus*.

Skal av *Astarte*-musslor är mycket vanligt förekommande i skalförande skikt i området vid Vanderydsvattnet (0j).

Vid rensning och fördjupning av utloppet från Borydssjön (0h), lokal 8, blottades ett ca 10 cm tjockt och 5 m långt skalförande skikt i lera på knappt 2 m djup. Fyndplatsen ligger ca 100 m nedströms utloppet. Borydssjöns vat-

tenyta ligger 56.3 m ö. h. Skal av *Astarte elliptica* dominerade. I övrigt förekom *Hiatella arctica*, *Hiatella arctica uddevallensis*, *Macoma calcarea*, *Mya truncata* och några enstaka sidoplattor av *Balanus hammeri*. Skal av samma faunasammansättning har även hittats 1500 m norrut i samma dal.

10 500–10 000 år. *Astarte*-skalen från lokal 7, se ovan, är 300–500 år yngre än *Hiatella*-skalen. Uppenbarligen har de hydrografiska faktorerna varit gynnsamma för kolonisation av olika faunor vid skilda tidpunkter eller under en längre tidsrymd. Framhållas bör att dateringen inte ger någon uppgift om när skalen deponerades i leran.

I december 1977 inträffade ett släntskred 350 m NNÖ om Kalvhålan (2h) på östra slänten vid Göta älv, lokal 9. I skredets bakkant blottades ett 2–5 cm tjockt skalförande skikt i lera på ca 2 m djup under markytan (ca 20 m ö. h.). Förutom skal och skalfragment innehöll det skalförande skiktet partiklar av grus och småsten. Skal av *Astarte elliptica* dominerade. I övrigt förekom skal av *Astarte borealis*, *Hiatella arctica uddevallensis* (unga exemplar), *Macoma calcarea*, *Mytilus edulis*, *Buccinum* sp., 3–4 cm höga sidoplattor av *Balanus hammeri* samt 1–2 cm höga *Balanus crenatus*.

Sammanfattning av den senkvartära utvecklingen

De äldsta kända jordlagren inom kartområdet är från den senaste nedisningens slutskede. Det är dock möjligt att ännu äldre avlagringar kan ingå i de ställvis mäktiga morän- och lerlagerföljderna.

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, som bildat en eller flera ryggar inom en begränsad zon framför isfronten. De mest markanta randbildningarna har namngivits efter någon ort som ligger i stråket, se fig. 28. Dateringen av dessa är viktig för att fastställa isavsmältningsförloppet i Västsverige.

Under de ca 30 år som kol 14-metoden använts, har absoluta tidsbestämningar av organiskt material gjorts i sådan utsträckning att den traditionella uppfattningen av isavsmältningsförloppet i Västsverige måste revideras. Inom kartområdet ligger den södra delen av den relativt sammanhängande Trollhättemoränen. Kartområdets sydvästra hörn berörs av den stora Berghemsmoränen. Enligt ett revisionsförslag av Berglund (1979) bildades

Berghemsmoränen under ett 100-tal år för ca 12 400 år sedan, vilket innebär en förflyttning ca 500 år bakåt i tiden i jämförelse med den tidigare uppfattningen. Trollhättemoränen anses av Berglund ha bildats 200 år senare. Kol 14-dateringar av sjösediment på Hunneberg motsäger inte denna uppfattning (Björck & Digerfeldt 1982a). Kartområdet blev således isfritt för drygt 12 000 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 varit mäktigast i Skandinavien centrala delar var nedpressningen störst där. Landhöjningen är således större i norr än i söder. När kartområdet frilades från ismassan beräknades landhöjningen i början ha varit drygt 10 mm/år, se fig. 29. Nuvarande landhöjningshastighet i området är drygt 2 mm/år.

Under isavsmältningsskedet intogs stora delar av den nedpressade jordskorpan av havet. De idag högst belägna märkena efter forna strandnivåer antas ha bildats invid den vikande iskanten. Den högsta nivån kallas högsta kustlinjen (HK). Större delen av kartområdet ligger under högsta kustlinjen, se fig. 26. Några bestämningar av HK har inte gjorts i samband med kartläggningen. På Hunneberg, nordöst om Hullsjön (3j), har Digerfeldt (1979) fastställt nivån för HK till knappt 135 m ö. h. genom undersökningar av olika kiselalgers förekomst i flera småsjöars bottensediment. De högsta delarna av isälvsavlagringarna i kartområdets sydvästra del når ca 125 m ö. h. (Björnsjö 1949). Skillnaden mellan kartområdets sydvästra och nordöstra del är således 7–8 m. En generaliserad strandförskjutningskurva för kartområdet återges på fig. 29.

De hydrografiska förhållandena i det dåtida havet var gynnsamma för ett rikt djurliv, som ändrade karaktär alltefter de ekologiska förutsättningarna. Fynd av makrofossil bidrar i hög grad till kännedom om den senkvarära utvecklingen. Artbestämningar och kol 14-dateringar av molluskskal och av subfossila skelettdelar från marina ryggradsdjur ger inte enbart en bild av faunautvecklingen utan också – beroende på fyndets läge i lagerföljden och fyndlokalens nivå i förhållande till högsta kustlinjen – en god indikation på fördelning av is, land och vatten vid olika tidpunkter. Faunahistoriska notiser ges i kapitlet Kol 14-dateringar. Några kilometer norr om kartområdets nordvästra del ligger de välkända skalbankarna vid Uddevalla (se Fredén, 1974).

Vänern isolerades från havet för ca 9 000 år sedan. Fram till dess hade

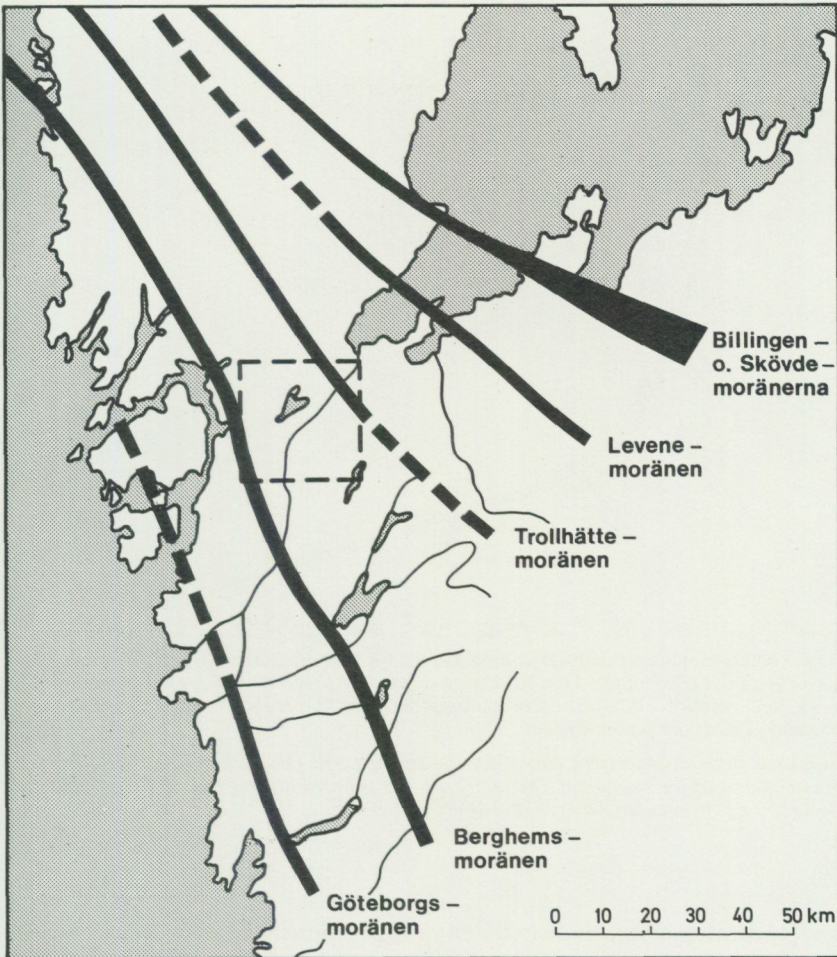


Fig. 28. De viktigaste stråken med randbildningar i Västsverige. Kartbladet Vänern SO är inramat.

The main zones of terminal moraine deposits in western Sweden. The square represents map sheet "Vänern SO".

Vänern haft förbindelse med havet genom Uddevallasundet, som utgjordes av dalgången mellan Vänern och Uddevalla – nordligaste delen av kartområdet – och Göta älvdalen. Isoleringen är inte tidsbestämd med Kol 14-metoden utan med relativa dateringsmetoder. Pollen- och diatoméanalys av en lagerserie i Hullsjön visar att denna avsnördes ungefär vid den

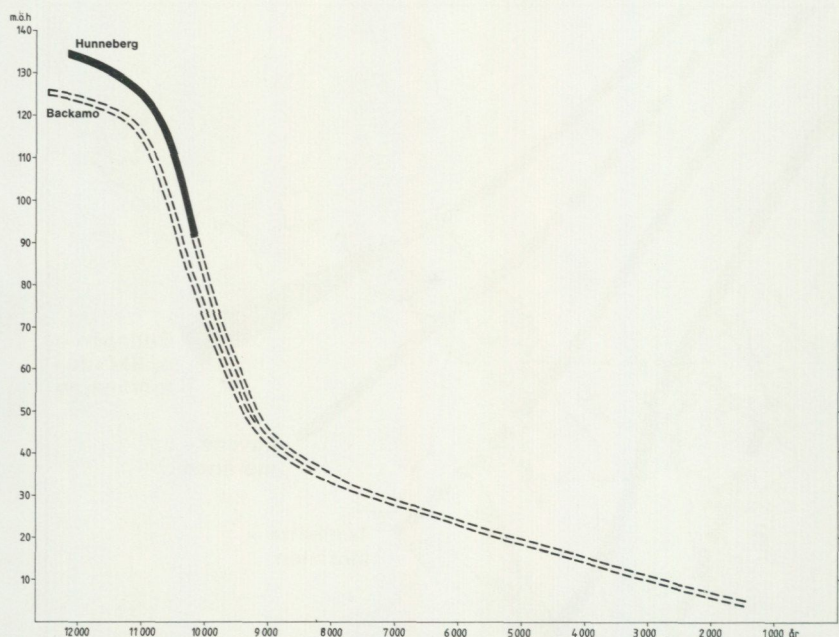


Fig. 29. Generaliserade strandförskjutningskurvor för kartområdets nordöstra (Hunneberg) och sydvästra del (Backamo). Den heldragna delen är fastlagd med bl. a. kol 14-dateringar (Björck & Digerfeldt 1982b). De streckade partierna är konstruerade för att ge läsaren en uppfattning i stort om landhöjningen.

Generalized shore-displacement curves for the northeastern (Hunneberg) and southwestern (Backamo) part of the map area. The unbroken line is based on analyses of diatoms and on radiocarbon determinations (Björck and Digerfeldt 1982b).

tidpunkt då alen invandrade och denna vegetationshistoriska händelse har på andra platser i Västsverige kol 14-daterats till knappt 9 000 år.

Den övre delen av lagerföljden i Hullsjön har analyserats och beskrivits av Digerfeldt & Welinder (1978). Av undersökningen framgår att boskapskötsel och jordbruk förekommit redan för 5 000 år sedan och att erosion orsakad av ökad markanvändning börjat för ca 3 000 år sedan.

Från den tidpunkt då ett landområde torrläggts börjar det utsättas för erosion. Främst i Slumpåns och Göta älvs dalgångar finns stora skred- och ravinområden. De en gång flacka ytorna är påtagligt ärriga efter dessa naturliga processer, som kommer att fortsätta – delvis påskyndade av mänsklig påverkan.

Sammanställningar och tabeller

Mäktighetsuppgifter

Jordartskartans uppgifter om jordlagrens mäktighet har i tätbebyggda områden och längs de stora kommunikationslederna erhållits genom insamling av data från tidigare utförda grundundersökningar. Detta arbete har underlättats genom stort tillmötesgående från de geologiska/geotekniska avdelningarna vid Allmänna ingenjörbyrån i Göteborg, K-konsult i Vänersborg och VIAK AB i Göteborg. Arkiverade uppgifter om grundundersökningar har lätt kunnat lokaliseras och i de fall närmare uppgifter saknats har dessa med hjälp av registren kunnat sökas på annat håll (Trollhättans kommun, Saab-Scania, Volvo flygmotor). Några uppgifter har hämtats från SGU:s brunnsarkiv. En del skruv- och sondborringar – 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 större sedimentområden. 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 sondborringar och punktvisa seismiska jorddjupsbestämningar.

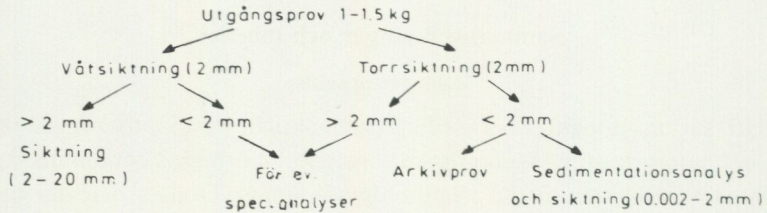
Analysmetoder

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 (ekvivalentdiameter).

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 natriumdihionit 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 1000°C i syrgas och gravimetrisk analys av utvecklad 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.

Tabeller

TABELL 1. Kornstorleksanalyser

Prov nr	Analys nr	Lokal	Jordart	Djup under markytan i m
1	17770	800 m ÖNÖ Fuxerna k:a (0g)	Grusig-sandig morän	0.5
2	18958	2300 m VNV Hjärtum k:a (1g)	"	1.2
3	17767	300 m S St. Källetegen (4g)	"	0.7
4	18949	"	"	1.9
5	18940	250 m N fixpunkt, Hareberget (0g)	Sandig-moig morän	0.9
6	18939	750 m ÖNÖ Hareberget (0g)	"	1.0
7	17762	900 m VSV Vågsjön (0i)	"	2.0
8	17764	300 m SV Hjärtum k:a (1g)	"	1.5
9	14821	250 m S Sjökullesjön (1j)	"	0.5
10	16806	550 m Ö Älvabo (2h)	"	2.0
11	16118	450 m N Stenröset (2i)	"	0.5
12	14841	1100 m SÖ Trollhättan stn (3i)	"	1.2
13	14839	Östra Stallbacka (3j)	"	0.5
14	14822	600 m VSV L. Brinketorp (4j)	"	0.6
15	18944	800 m SSV Trollhättan stn (3i)	Moig morän	3.0
16	16113	200 m S Nygård (4j)	"	2.0
17	18946	400 m Ö Stubberöd	Lerig, moig morän	1.0
18	16807	1200 m NV Fuxerna k:a (0g)	Glacial finlera	0.5
19	17039	1000 m SÖ "	"	0.7
20	17769	1050 m NÖ "	"	1.2
21	17768	170 m ÖNÖ "	"	1.6
22	18965	300 m V Bonde-Ström (0g)	"	0.7
23	18942	600 m NÖ Brona (0h)	"	2.5
24	18959	Man(1g)	"	2.2
25	18964	300 m VSV Torpa (1h)	"	0.5
26	16123	600 m S Solberga (1h)	"	0.5
27	14999	500 m SÖ Åsbräcka k:a (1h)	"	0.7
28	15148	600 m V Artorp (1i)	"	0.6
29	18967	700 m SV Intagan (2h)	"	0.5
30	18966	Ödsmål (2h)	"	0.5
31	17766	350 m NNÖ Kalvhålan (2h)	"	1.2
32	16811	Masthugget (2h)	"	0.5
33	16809	200 m S Holm (2i)	"	0.5
34	16117	500 m V Raddetorp (2i)	"	0.5
35	15914	500 m NÖ Torp (2i)	"	0.5
36	14838	Enered (2j)	"	0.5
37	14824	200 m Ö Bol (2j)	"	0.6
38	14820	500 m NÖ Baggegården (2j)	"	0.5
39	18945	Funneshult (3f)	"	1.0
40	18955	500 m S Ivarsbo (3g)	"	0.5
41	15911	700 m V Skogsäter (3i)	"	0.5
42	16110	300 m V Rumskullen (3j)	"	0.5
43	16111	5000 m SÖ Härstad (3j)	"	1.0
44	16115	600 m NÖ Ön (3j)	"	0.5
45	16101	900 m NV Väne-Ryr k:a (4h)	"	0.5

Viktprocent										Anmärkningar
Grov-grus	Fin-grus	Grov-sand	Mel-lan-sand	Grov-mo	Fin-mo	Grov-mjåla	Fin-mjåla	Ler	CaCO ₃ %	
22	14	14	16	13	13	4	2	2	-	
12	15	21	25	16	4	3	2	2	-	
18	17	12	27	20	5	-	-	-	-	
17	18	19	23	17	4	2	-	-	-	
3	4	9	20	29	21	9	4	1	-	
5	6	9	24	33	17	3	2	1	-	
13	11	8	22	29	13	2	1	1	-	Läsidesmorån, se fig. 12
4	6	10	15	18	26	15	3	3	-	
14	13	16	26	23	6	1	-	1	0	
5	10	19	29	23	10	2	1	1	-	
11	9	16	23	25	11	4	-	1	-	
13	9	12	25	26	9	3	1	2	0	Halltorpsgatan 8
13	16	17	22	20	8	3	-	2	0	
8	9	12	22	29	14	4	1	1	0	1 m morån
4	5	6	10	12	30	22	8	3	-	Se fig. 7
2	2	4	19	37	23	7	3	3	-	
1	1	4	15	24	23	14	8	10	-	
-	-	-	1	2	11	19	17	50	-	
-	-	-	-	1	5	14	19	61	-	
-	-	-	-	-	10	19	19	52	0	0.9% org. mat.
-	-	-	1	8	23	14	8	46	3.6	1.2% org. mat.
-	-	-	1	5	12	7	11	64	-	
-	-	-	-	4	28	13	9	46	-	
-	-	-	-	1	13	2	6	78	-	Se fig. 18
-	-	-	-	1	17	18	16	48	-	
-	-	1	1	2	17	11	12	56	-	
-	-	-	-	4	24	16	12	44	0	0.2% org. mat.
-	-	-	-	4	28	11	10	47	-	
-	-	-	-	3	19	12	16	50	-	
-	-	-	1	2	17	14	13	53	-	
-	-	-	1	5	14	12	10	58	-	
-	-	-	1	2	12	12	15	58	-	
-	-	-	-	1	13	15	19	52	-	
-	-	-	3	7	20	16	12	42	-	
-	-	-	1	3	16	14	10	56	0	
-	-	-	3	5	20	12	14	46	0	
-	-	1	3	4	18	18	14	42	0	
-	-	-	-	1	24	17	11	47	0	
-	-	-	1	11	22	12	9	45	-	
-	-	1	1	3	21	11	16	47	-	
-	-	-	-	8	23	12	8	49	-	
-	-	1	3	3	20	18	11	44	0	
-	-	-	-	1	13	16	11	59	0	
-	-	1	4	11	17	11	8	48	-	
-	-	-	-	1	17	18	12	52	-	

Prov nr	Analys nr	Lokal	Jordart	Djup under markytan i m
46	16108	300 m SV Brättehaga (4i)	"	0.5
47	14818	Malöga (4j)	"	0.6
48	14817	1000 m Ö Hol (4j)	"	0.6
49	14816	Gäddebäck (4j)	"	1.1
50	16114	1000 m ÖSÖ Gäddebäck (4j)	"	0.5
51	14823	Restad (4j)	"	1.2
52	18938	500 m SV Tegen (4j)	"	2.0
53	18969	200 m NÖ Rishageröd (0f)	Glacial mellanlera	0.5
54	18968	400 m VSV Hasteröd (0f)	"	0.5
55	18973	200 m ÖSÖ L. Boda (0j)	"	0.5
56	18974	100 m N St. Ekeskogen (0j)	"	0.8
57	18962	300 m SÖ Fråstad (1g)	"	0.5
58	17765	2200 m SV Hjærtum k:a (1g)	"	2.2
59	16121	800 m Ö Fors k:a (1h)	"	0.5
60	14837	500 m S Slätterna (1j)	"	0.5
61	16119	1000 m NÖ Stubbered (2i)	"	0.5
62	18954	Garnviken (3h)	"	0.8
63	16116	500 m ÖSÖ Nolgården (3j)	"	0.5
64	18950	1200 m NÖ Stenshult (4f)	"	0.9
65	16100	300 m V St. Skuleboda (4h)	"	0.5
66	18972	300 m V Stubberöd (0f)	Glacial grovlera	1.2
67	18947	Råane (3f)	"	1.0
68	18943	800 m SSV Trollhättan stn (3i)	"	2.0
69	18951	700 m ÖNÖ St. Ugglehult (4f)	"	0.7
70	18941	350 m NNO fixpunkt, Hareberget (0g)	Sandigt grus	0.6
71	15912	250 m S Kvarnkasen (3i)	Grovmo	0.5
72	16104	Hälltorp (3i)	"	0.5
73	16098	Gundlebo (4h)	"	0.5
74	18952	Ekeberg (4g)	Lerig mo	0.7
75	18963	1000 m Ö Torpa (2h)	Finmo	0.5
76	16120	250 m SSÖ Käppen (2i)	"	0.5
77	16808	600 m VSV Fuxerna k:a (0g)	Lerig finmo	0.6
78	15913	2000 m N Fåstorp (2i)	"	0.6
79	14819	1100 m ÖNÖ Gärdhem k:a (2j)	"	0.6
80	18976	600 m SÖ Fuxerna k:a (0g)	Postglacial finlera	0.5
81	18960	500 m SSÖ Skansen (0g)	Postglacial mellanlera	0.5
82	18975	Dammkärr (0j)	"	0.5
83	18956	300 m SÖ Tomten (2g)	"	0.5
84	16810	50 m N Fridhem (2h)	"	0.5
85	18953	200 m SV Metholmen (3h)	"	0.5
86	16102	Långås (4g)	"	0.5
87	18948	1000 m ÖNÖ Stenshult (4g)	"	0.7
88	16099	Gundlebo (4h)	"	0.5
89	16106	1000 m N Anered (4i)	"	0.5
90	16107	600 m NNV Korterød (4i)	"	0.5

Viktprocent										Anmärkingar
Grov-grus	Fin-grus	Grov-sand	Mel-lan-sand	Grov-mo	Fin-mo	Grov-mjåla	Fin-mjåla	Ler	CaCO ₃ %	
-	-	-	1	3	20	19	13	44	-	
-	-	-	1	1	14	18	12	54	0	
-	-	1	2	2	13	16	14	52	0	
-	-	-	1	1	19	13	15	51	0	
-	-	-	1	1	15	16	13	54	-	
-	-	-	3	3	20	16	14	44	0	
-	-	-	-	1	25	6	25	43	-	Under torv
-	-	-	1	6	28	18	14	33	-	Invid isålvsvagring
-	-	-	3	8	25	10	16	38	-	
-	-	-	1	3	32	14	11	39	-	
-	-	1	3	6	32	18	12	28	-	
-	-	-	-	3	16	31	18	32	-	
-	-	-	-	14	27	13	8	37	-	
-	-	2	3	15	27	12	8	33	-	
-	-	-	1	1	28	26	7	37	0	
-	-	-	-	1	12	30	19	38	-	
-	-	1	2	5	23	16	15	38	-	
-	-	2	3	8	23	19	12	33	-	
-	-	-	1	1	20	18	21	39	-	
-	-	1	2	3	19	19	16	40	-	
-	-	-	-	5	32	25	13	25	-	
-	-	-	1	7	41	18	14	19	-	
-	-	-	-	4	34	26	12	24	-	Se fig. 7
-	-	1	4	28	22	8	12	25	-	
21	22	30	10	8	6	2	-	-	-	
-	-	-	3	52	35	7	-	3	-	
-	-	2	7	50	32	4	2	3	-	
-	-	1	6	58	30	2	1	2	-	
-	-	8	8	30	25	8	10	11	-	
-	-	1	2	28	49	14	2	4	-	
-	-	-	2	26	45	17	5	5	-	
-	-	-	1	22	49	11	5	12	-	
-	-	-	2	22	46	15	6	9	-	
-	-	1	1	9	63	17	1	8	0	
-	-	-	1	1	10	17	17	54	-	
-	-	-	1	2	23	26	18	30	-	
-	2	4	5	10	28	15	11	25	-	
-	-	-	2	3	31	23	14	27	-	
-	-	2	5	9	23	17	17	27	-	
-	1	2	4	8	25	15	16	29	-	
-	-	1	1	17	32	12	9	28	-	
-	1	1	5	10	23	16	14	30	-	
-	-	3	2	3	25	22	17	28	-	
-	-	1	1	28	27	10	8	25	-	
-	-	-	3	22	26	14	8	27	-	

Prov nr	Analys nr	Lokal	Jordart	Djup under markytan i m
91	18961	700 m SÖ Bliksered (1g)	Postglacial grovlera	0.5
92	18957	1000 m S Hjärtum k:a (1g)	"	0.5
93	16122	600 m ÖNÖ Rommele k:a (1i)	"	0.5
94	16805	600 m Ö Älvabo (2h)	"	0.5
95	14840	200 m NÖ Björvadet (2j)	"	1.0
96	16103	Gräsviken (3h)	"	0.5
97	16105	Hälltorp (3i)	"	0.5
98	16109	400 m SSÖ Karlsberg (4i)	"	0.5
99	17761	700 m S Vågsjön (0i)	Gyttjelera	0.5
100	17763	200 m SV Upphärad k:a (0i)	Svämsed. lera-finmo	1.5
101	15147	400 m SÖ Ödeby (1i)	"	2.0
102	14825	500 m SÖ Hälltorp (1j)	"	0.6
103	16112	500 m NÖ Näset (4j)	"	0.5

Viktprocent										
Grov-grus	Fin-grus	Grov-sand	Mel-lan-sand	Grov-mo	Fin-mo	Grov-mjåla	Fin-mjåla	Ler	CaCO ₃ %	Anmärkingar
-	-	1	3	21	34	14	9	18	-	
-	-	1	2	3	37	26	11	20	-	
-	-	1	1	3	37	30	12	17	-	
-	-	3	10	24	26	16	6	15	-	
-	-	-	1	28	44	9	2	16	-	
-	-	-	-	28	30	9	9	24	-	
-	-	3	3	10	31	19	12	22	-	
-	-	3	4	8	28	18	16	23	-	
-	-	-	-	1	32	25	11	31	-	3.2% org. mat.
-	-	-	1	9	21	14	8	47	-	
-	-	-	-	3	48	20	9	22	-	
-	-	-	-	7	50	18	8	17	-	1.5% org. mat.
-	-	1	3	6	43	22	9	16	-	3.1% org. mat.

TABELL 2. Kol 14-analyser utförda av laboratoriet för isotopgeologi, Stockholm (St), och av Lunds universitet (Lu).

Fyndplats	ek. blad	lati- tud N	longi- tud Ö	Daterat fynd	Frak- tion
1. 600 m ÖSÖ Funneshult	3f	58°05'	12°00'	Mollusker	1
					2
					3
					4
					5
2. 700 m VSV Hjærtums k:a	1g	58°11'	12°07'	<i>Mya truncata</i>	1
					2
3. 50 m N Rishagerödvatten	0f	58°08'	12°00'	<i>Balaena mysticetus</i> Grönlandsval	1
					2
4. 1800 m ÖNÖ Vassbosjöns nordände	3f	58°16'	12°00'	<i>Mya truncata</i>	1
					2
5. 200 m SÖ Smedstakan	3h	58°17'	12°09'	Mollusker	1
					2
					3
					1
6. 400 m NNÖ Garnviken	3h	58°16'	12°11'	Mollusker	2
					3
7. 450 m ÖNÖ Kullen	0j	58°10'	12°20'	<i>Hiatella</i> -skal	1
					2
				<i>Astarte</i> -skal	3
					1
					2
8. 100 m S Borydsjön	0h	58°08'	12°11'	Mollusker	3
					1
					2
					3
					4
9. 350 m NNÖ Kalvhålan	2h	58°13'	12°10'	Mollusker	1
					2
					1

Lab. nr	Halverings-tid 5568±30 år	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ ±0.5	Korrigeringar	Reser-voar effekt	Kol 14-år före 1950	Anmärkningar
St 7237	11 270±135	-1.7	11 650±135	-400	11 250±135	Medelvärde
St 7238	11 320±185	-1.2	11 710±185	"	11 390±185	11 390±185
St 7239	11 445±135	-0.9	11 840±135	"	11 440±135	
St 7240	11 515±140	-0.2	11 925±140	"	11 525±140	
St 7241	11 750±330	-16.3	11 890±330	"	11 490±330	
Lu 199		+0.2	11 540±100	"	11 140±103	Håkansson 1975
Lu 200		+0.8	11 590±110	"	11 190±113	
St 4887	11 440±155	-14.6	11 600±155	"	11 200±155	Fredén 1975
St 8107	10 910±350	+0.6	11 330±350	"	10 930±350	Appr. medelvärde
St 8108	11 410±340					11 180±345
St 7266	10 960±125	+0.0	11 375±125	"	10 975±125	Medelvärde
St 7267	11 095±180	+0.1	11 510±180	"	11 110±180	11 105±145
St 7268	11 210±130	+0.1	11 625±130	"	11 225±130	
St 7316	10 715±125	-0.4	11 125±125	"	10 725±125	Medelvärde
St 7317	11 405±130	-0.7	11 805±130	"	11 405±130	11 065±125
St 5369	10 620±150					
St 5370	10 810±140	-0.9	11 210±140	"	10 810±140	
St 5371	10 605±160					
St 5372	10 345±115					
St 5374	10 310±110	+0.3	10 725±110	"	10 325±110	
St 7121	10 675±125	+0.6	11 100±125	"	10 700±125	Medelvärde
St 7122	10 535±120	+0.7	10 960±120	"	10 560±120	10 730±140
St 7123	10 835±105	+0.7	11 260±105	"	10 860±105	
St 7124	10 785±210	+1.0	11 215±210	"	10 815±210	
St 6820	10 155±170	+1.0	10 585±170	"	10 185±170	Medelvärde
St 6821	9 955±120	+5.2	10 455±120	"	10 055±120	10 120±145

SUMMARY

Codes (2h, 3j) 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 "Vänernborg SO" (Samuelsson, manuscript).

Glacial striae. Most localities where glacial striae were observed when mapping this area are shown in Fig. 4. A few observations of two or more directions indicate an oldest ice movement from the eastnortheast. 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. A relatively large number of potholes are known, most of them solitary. In some places many potholes occur within a limited area, see Fig. 6. The biggest potholes are semicylindrical in the upper part, but at the bottom they are always cut cylindrically into the bedrock. They have a depth of 3–4 m and a diameter of 1–3 m and are found southwest of Intagan (2h), NNE of Stubbhult (2i), Bråten (2j), Poxen (3i) and south of Svenäcker (3i).

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.

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. This type is found in the southwestern part of the map area. The drumlinshaped ridges at Nygård (4j) are not influenced by the bedrock.

Till is also found in northwest–southeast orientated zones of ice-marginal deposits (Fig. 8).

Hammer seismic determinations have been carried out on some accumulations (Fig. 9).

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 accidental sections. A gravelly till occurs in some places (samples 1–4 and Fig. 11). 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 in the surface.

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

Accumulations in ice marginal zones may have a complex stratigraphy (Fig. 12). Layers of glaciofluvial sediments are not uncommon. On the other hand, till layers occur in glaciofluvial deposits (Figs 15 and 19).

Most of the large till surfaces lie below the highest shoreline (Fig. 26). The till surface is therefore more or less wave-washed. In some places beach deposits about 50 cm deep cover thick till deposits. In order to emphasize the presence of till, such beach deposits are not always reproduced on the map; according to mapping rules the blue areas are exaggerated on the map.

Glaciofluvial deposits. The main part of the map area is poor in glaciofluvial sediments. Today almost all accessible volumes are concentrated in the south-western part. They consist of large deltas deposited in terminal moraine zones. These deltas are 20 to 30 m thick (Fig. 14). They consist mainly of sand. Silt occurs in the distal parts and gravel in the proximal ones. Even layers of till have been observed. Stratigraphic information can be obtained from Figs 15–18.

Most of the other glaciofluvial sediments are also deposited in terminal moraine zones, cf. Fig. 19.

The distribution of grain size and the stratigraphy of these glaciofluvial accumulations show great variations. Most of the deposits are 5–10 m thick and have been severely exploited.

Some deposits marked as beach gravel and sand on levels close to the highest shoreline may have a glaciofluvial origin.

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

Clay sequences of about 60 m are known from the valley of Göta älv northwest of Åsbräcka church (1h).

The bottom part of the sequence consists of varved or laminated clay with layers of sand and silt (samples 66–69 in Table 1). This type of clay has not been found superficially but fairly close to the surface at high levels (Fig. 15), i.e. close to the highest shoreline. Pure glacial silt is found at the glaciofluvial deltas in the south-western part of the map area.

The sequence is covered by a fairly homogenous blue-coloured clay with varying silt content (samples 18–65 in Table 1). Layers of sand and silt, mostly a few centimeters thick, are found locally. In places the sand layers contain artesian water.

Stripes of sulphides occur in the clay. The darkest layers have a sulphur content of about 1%. The chlorine content decreases with depth. Usually the top, the uppermost 10–30 m, lacks Cl-ions as a result of leaching, mainly caused by the fresh ground water. The glacial clay is not calcareous. Of 14 samples investigated for CaCO₃ content only one gave a positive result (sample 21 in Table 1). That sample had been collected in a layer of shells and shell-fragments. Individual shells and even skeletal parts of marine vertebrates occur in the clay.

The glacial clays of the map area are in patches 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 river valleys of Göta älv and Slumpån within the map area are strongly marked by erosion scars of landslides and gullies. The extent of the phenomena is shown in fig. 20 and in an enclosed detail map.

Slides larger than 5 har (about 12.5 acres) covers an area of more than 300 har (750 acres). During the last 70 years an increased frequency of water-level fluctuations has influenced the rate of bank erosion of Göta älv between Lilla Edet and Trollhättan. An erosion of about 10 har (25 acres) along the high banks has been calculated for this period. Since 1960 the banks are protected from wave action by constructed shores of broken rocks. The intensity of landslides along Göta älv has thus decreased.

In the course of time a number of devastating landslides have occurred. In 1648 at least 85 persons were killed at Intagan (2h). Within the map area no landslide larger than 2.5 acres has occurred during the last two centuries.

The areal extent of gullies is several times higher than that of landslides. The total volume eroded by landslides and gullies is roughly calculated to more than 200 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. To a minor extent pure sand and silt are found along river courses. This latter type of sediments are redeposited wave-washed sediments from a time when the most erosive part of the river development took place. Beach gravel at levels close to the highest shoreline may have a primarily glaciofluvial origin. Some of the occurrences have rather a sheltered exposition for extensive littoral processes. Thicknesses of the coarse-grained sediments are mostly 0.5–1.0 m; they seldom exceed 5 m. Some beach deposits of sand are shell-bearing.

Postglacial fine-grained sediments. This group of sediments comprises three types: heavy clay, silty clay and gytta clay.

The heavy clay occurs exclusively in the south part of the Göta älv valley. 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 south of Fuxerna (0g). Most probably the marked areas on the map have been extended too far northwards due to, among other things, difficulties in mapping landslide areas. The clay content varies, see samples 80–90.

The postglacial silty clay is and has been important for the formation of gullies caused by erosion of surficial water runoff. Relatively large areas in the valley of Slumpån consist of silty clay with a varying content of silt and clay. The thickness is mostly 1–3 m. Minor areal occurrences are found along watercourses. The distribution of grain size both horizontally and vertically, see samples 74–79 and 91–98 in Table 1.

Most of the fine-grained postglacial sediments have been deposited in shallow water or in a littoral position.

The gytta clay (sample 99 in Table 1) has a very limited superficial extension. In the glacial heavy clay sequence there are layers with an organic content of about 2 per cent.

Fluvial deposits. Relatively vast areas of fluvial deposits are found in the basins of Hullsjön (3j) and north of Upphärad (1i). The basin of Ängebacken (4g) belongs to Båveån river, which runs north of the map area. The sediment consists of alternating layers of silty clay, clay gyttja and detritus gyttja. The total thickness is 1–3 m. The thickness may be greater south of lake Hullsjön. The minerogenic particles mostly come from slides and gullies in the drainage areas. The clay content varies (samples 100–103 in Table 1).

Organic deposits. Peat deposits cover a relatively large part of the map area. The mires are divided into two types: bogs, mostly developed as raised bogs, and fens. The thickness of the peat is about 5 m. Some of the raised bogs have been exploited, some peat deposits are used for pasture. Most of the peat deposits are underlain by lake sediments.

Superficial gyttja has been recorded at Sandviken (3g) where the Askag lake basin is filling up with reeds.

Radiocarbon determinations. During mapping, some samples of shells were collected for radiocarbon determinations (Fig. 26). The analyses are listed on Table 2 in chronological order. Shells on localities 1 and 5 have been sampled in littoral sand. Other dated shells have been collected in shell-bearing layers in clay. At locality 7 the two shell-bearing layers with different faunas were separated by about 20 cm of heavy clay.

The Late-Quaternary evolution. Figs 28–29 give the basis for understanding the Late-Quaternary evolution in the area. The age of the Berghem and Trollhättan terminal moraines is not fixed. According to a proposal by Berglund (1979) the Berghem terminal moraine was formed 12 400 years ago and the Trollhättan terminal moraine is supposed to be about 200 years younger. Thus the whole map area was deglaciated 12 000 years ago. Radiocarbon determinations of lake sediments on Hunneberg hill (northeast of lake Hullsjön, outside the map area) support Berglund's opinion (Björck & Digerfeldt 1982a).

The hydrographical conditions were favourable for a marine fauna rich in species. The well-known shellbanks at Uddevalla (Fredén 1974) are situated some kilometres north of the northwestern part of the map area. Even the microfauna was in places abundant enough to convert the clay into gyttja clay. This implies fairly calm sedimentation conditions.

Lake Vänern was isolated from the sea about 9 000 years ago. The isolation level corresponds roughly to the level of the flatlands around lake Hullsjön (3j) i.e. 45 m above sea level. According to a pollen-analytical investigation of the sediments in lake Hullsjön (Digerfeldt & Welinder 1978), the first traces of human beings appeared about 5 000 years ago and extensive cultivation started 3 000 years ago. The latter event is also recorded by an increase of clay particles in the organic lake sediments.

When areas with fine-grained sediments became land the erosion of the surface started. Especially the river valleys of Göta älv and Slumpån are extensively marked by scars of landslides and gullies.

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

LITTERATUR

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

- BJÖRCK, S. & DIGERFELDT, G., 1982a: New ¹⁴C dates from Hunneberg supporting the revised deglaciation chronology of the Middle Swedish end moraine zone. – GFF 103, 395–404.
- BJÖRCK, S. & DIGERFELDT, G., 1982b: Late Weichselian shore displacement at Hunneberg, southern Sweden, indicating complex uplift. – GFF 104, 132–155.
- BRÖRSJÖ, N., 1949: Israndstudier i södra Bohuslän. – SGU C 504.
- CATO, I. & ENGD AHL, 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.
- DIGERFELDT, G., 1979: The highest shore-line on Hunneberg, southern Sweden. – GFF 101, 49–64.
- DIGERFELDT, G. & WELINDER, S., 1978: Settlement development and human impact in the Hullsjön area, Västergötland, W Sweden. – University of Lund. Dept. of Quat. Geol. 15. 30 s. Lund.
- FORSÆUS, S., 1978: Lödöse–Lilla Edets järnväg. – Svenska järnvägsklubbens skriftserie 23. Eksjö.
- FREDÉN, C., 1974: Beskrivning till jordartskartan Vänersborg NO. – SGU Ae 17.
- FREDÉN, C., 1975: Subfossil finds of arctic whales and seals in Sweden. – SGU C 710.
- FREDÉN, C., 1979: Jordartskartan Göteborg NO. – SGU Ae 40.
- FREDÉN, C., 1983: Beskrivning till jordartskartan Kungsbacka NO. – SGU Ae 34.
- FREDÉN, C. & FURUHOLM, L., 1978: The Säterberget gully at Brattforsheden, Värmland, Sweden. – GFF 100, 231–235.
- FRÖDIN, G., 1919: Jordskreden och markförskjutningarna i Göta älvs dalgång. – Medd., Kungl. Vattenfallsstyrelsen, 19. Uppsala.
- HILLEFORS, Å., 1969: Västsveriges glaciala historia och morfologi. – Medd. Lund Univ. Geogr. Inst. Avh. 60.
- HOLMBERG, A. E., 1867: Bohusläns historia och beskrivning. III. – Örebro.
- HÅKANSSON, S., 1975: Radiocarbon dating of shell samples from western Sweden. – Appendix till Å. Hillefors: Contribution to the knowledge of the chronology of the deglaciation of western Sweden. – Sv. geogr. årsbok 51, 78–81.
- HÄGG, R., 1952: Kvartära skalförekomster i Värmland, Dalsland, Västergötland och Halland. – GFF 74, 131–168.
- JÄRNEFORS, B., 1957: Skredet vid Intagan år 1648. – SGU C 539.
- JÄRNEFORS, B., 1959: Jordartskartan över Göta älvdalen. – SGU Ba 20.
- KUNGL. VATTENFALLSSTYRELSEN, 1937: Västerbygdens vattendomstols dom den 19 juni 1937 i mål angående Vänerns reglering. – Tekn. medd., Kungl. Vattenfallsstyrelsen, B 21. Stockholm.
- LINDBLAD, C. S., 1897: Lödöse stad samt Ale och Flundre härad. – Göteborg.
- LINDSTRÖM, A., 1887: Beskrifning till kartbladet Venersborg. – SGU Ab 11.
- SIDENBLADH, E., 1870: Några ord till upplysning om bladet "Wenersborg". – SGU Aa 40.
- STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR, 1962: Rasriskerna i Götaälvdalen. – Stat. offentl. utredn. 1962:48. Stockholm.
- SUNDBORG, Å. & NORRMAN, J., 1963: Göta älv. Hydrologi och morfologi med särskild hänsyn till erosionsprocesserna. – SGU Ca 43.
- VIBERG, L., 1982: Kartering och klassificering av lerområdets stabilitetsförutsättningar. – Stat. Geotekn. Inst. Rapp. 15. Linköping.

