

Beskrivning till jordartskartan 9D Mariestad SO

Mats Engdahl



Ae 139

Beskrivning till jordartskartan
9D Mariestad SO

Mats Engdahl

DESCRIPTION TO THE QUATERNARY MAP
9D MARIESTAD SO

Sveriges Geologiska Undersökning
2002

ISSN 0586-1535
ISBN 91-7158-674-1

Omslagsbild: Vy mot norr med Åskär (3 h) i förgrunden och Torsöbron (3 h) som förbinder Torsön i Vänern med fastlandet i bakgrunden. Åskär består av morän. Foto förf. 1995.

Cover: View to the north with Åskär in the foreground and Torsö-bridge in the background, between Torsö island, in the lake Vänern, and the mainland. Åskär consists of till.

© Sveriges Geologiska Undersökning

Layout: Agneta Ek, SGU

Tryck: Elanders Tofters, Östervåla 2002

INNEHÅLL

ALLMÄN DEL	5
Metodik och jordartsindelning	5
Inledning	5
Kartunderlag	5
Karteringsmetodik	5
Generalisering	6
Mäktighetsuppgifter	8
Teckenförklaring till kartorna	8
Berggrund	9
Kvartära bildningar	9
Jordarternas indelning	11
Indelning efter bildningssätt och bildningsmiljö	11
Indelning efter kornstorleksfördelning	12
Glaciala bildningar	13
Morän	13
Isälvsavlagringar	15
Issjösediment	16
Glaciala finkorniga sediment	17
Postglaciala bildningar	17
Havs- och sjösediment	17
Älv- och svämsediment	18
Eoliska sediment	19
Torv	19
Övriga kvartära bildningar	20
Referenser	20
 SPECIELL DEL. Av Mats Engdahl	21
Inledning	21
Berggrund	21
Kvartära bildningar	23
Räfflor	23
Jättegrytor	26
Morän	26
Utbredning och mäktighet	26
Ytformer	26
Sammansättning	28
Lagerföljdsbeskrivning med analyser	30
Isälvsavlagringar	33
Björnsätersåsen	34
Hassleåsen	35
Fredsbergaåsen	37

Glaciala finkorniga sediment	38
Postglaciala sediment	40
Grovkorniga havs- och sjösediment (svallsediment)	40
Finkorniga havs- och sjösediment	46
Svåmsediment	47
Vindavlagringar	47
Torv	48
Källor	51
Kol 14-metoden	52
Den senkvartära utvecklingen	52
Sammanställning och tabeller	56
Mäktighetsuppgifter	56
Analysmetoder	56
Kornstorleksanalyser, tabeller	59
Summary	66
Referenser	67

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. Inom jordtäckta områden kartläggs jordarterna närmast under det av vittring eller odling påverkade 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 undantag från denna regel. (Se under rubriken ”Isälvsavlagringar”, s. 15.)

Kartunderlag

Underlaget till de geologiska kartbladen utgörs av ”Gröna kartan” i skala 1:50 000. Som arbetskartor i fält används en ortofotobaserad karta, vanligen den ekonomiska kartan i skala 1:10 000 eller 1:20 000 (fig. 1). Jordartskartorna framställs med datorstödd teknik.

På de geologiska kartorna kan en del av innehållet i den topografiska kartan ha utelämnats för att de geologiska beteckningarna skall framträda tydligare. I samband med den geologiska kartläggningen utförs endast en begränsad revision av det topografiska underlaget, främst avseende större vägar. Den topografiska kartans markeringar för ”grustag, dagbrott” har tagits med på jordartskartorna och är i vissa fall reviderade.

Karteringsmetodik

Jordartskartorna är till stor del baserade på flygbildstolkning kompletterad med en relativt omfattande fältkontroll. Vid flygbildstolkningen används främst IR-färgbilder i skala 1:30 000, i vissa fall 1:60 000. Tolkningen sker i stereoinstrument med variabel förstoring. Resultatet av tolkningen överförs till arbetskartorna. Fältkontroll och revidering av den tolkade kartbilden sker därefter med hänsyn till områdets geologi. Vid fältarbetet kontrolleras de flesta av de på kartan utskilda ytorna, varvid korrigeringar och kompletteringar successivt införs på arbetskartorna. Jordartsobservationerna utförs med hjälp av stickspjut, handborr och spade. Kompletterande upplysningar om lagerföljder och mäktigheter erhålls i befintliga skärningar och genom borrhinar. Prover insamlas och analyseras dels för kontroll av jordartsbedömningarna i fält, dels för att i beskrivningarna till kartbladen kunna ges exempel på jordarternas sammansättning.

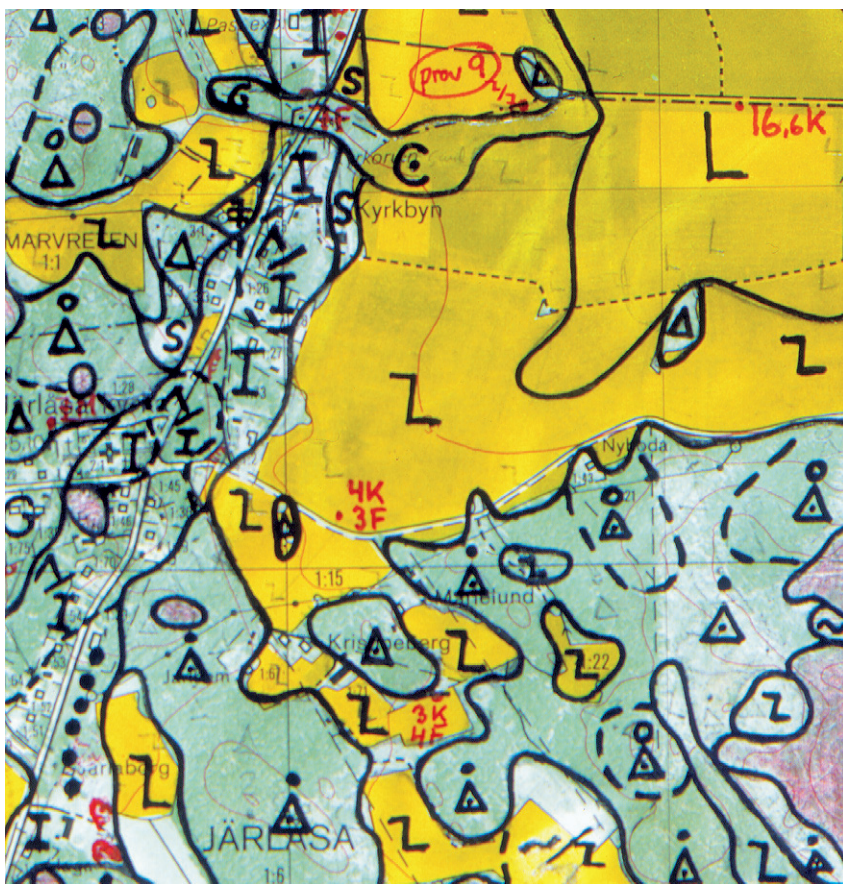


Fig. 1. Arbetskarta i skala 1:10 000.

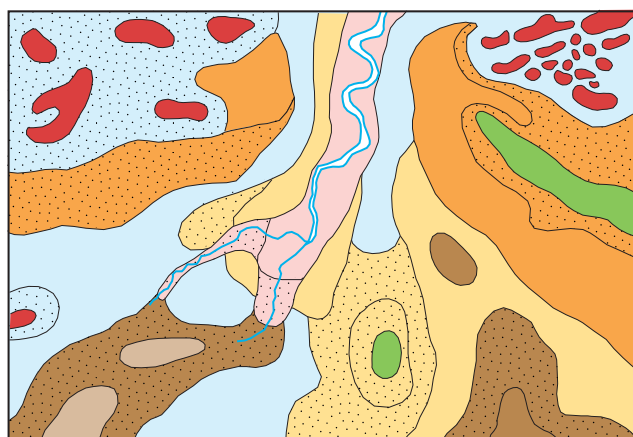
Field map (scale 1:10 000).

Inom tätt bebyggda områden grundas kartläggningen på observationer främst inom någorlunda orörda ytor, t.ex. parker och glest bebyggda delar, samt i tillfälliga skärningar. Även grundundersökningar och äldre kartor utnyttjas. De geologiska kartorna redovisar inte de förändringar som skett genom schaktningar och utfyllningar för gator och byggnadstomter etc. utan ger en rekonstruerad bild av de ursprungliga avlagringarna. (Se även under "Fyllning", s. 20.)

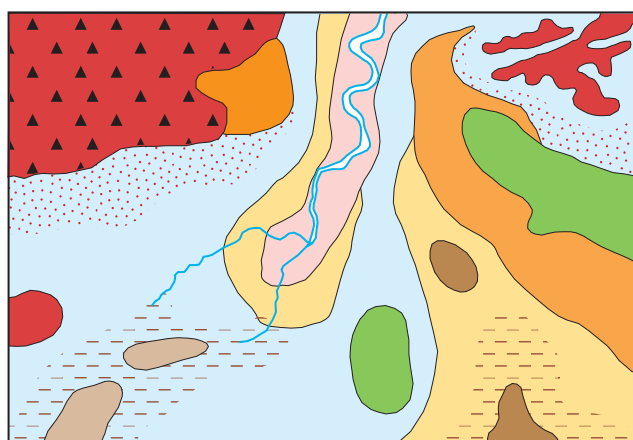
Generalisering

Den geologiska kartbilden är generaliserad (fig. 2) både vad gäller indelningen i geologiska enheter och konturläggningen. En allmän regel för generaliseringen är att kartbilden i möjligaste mån skall återge ett områdes allmänna karaktär.

Inom områden med på kartan enhetliga sediment kan små ytor med andra sediment förekomma. Små berghällar eller små ytor med svallsediment i moränområden kan ha utelämnats.



Jordartsfördelning i naturen



Jordartsfördelningen som den redovisas på kartan

-  Tunt (<0,5 m) lager av den yligt liggande jordarten
-  Mosse
-  Kärr
-  Tunt ytlager av torv
-  Svåmsediment
-  Lera
-  Svallsand
-  Isälvsavlagring
-  Morän
-  Svallat ytskikt på morän
-  Tunt jordlager på berg
-  Berg i dagen

Fig. 2. Exempel på generalisering. Vid kartläggningen tvingas man av såväl tidsskäl som karttekniska skäl till vissa generaliseringar. Mycket små ytor med avvikande jordarter eller små hällar (där berggrunden går i dagen) måste antingen förstoras eller inte redovisas alls. Hällar brukar dock förstoras i de flesta fall för att visa att berggrunden ligger ytligt inom området. Kartorna visar vanligen jordarten på ca 0,5 m djup. Är jordarten tunnare än 0,5 m redovisas den normalt inte. Undantag till detta finns. Exempelvis redovisas ett tunt ytlager av torv på annan jordart med speciell överbeteckning. Likaså redovisas ibland morän med svallat ytskikt och ett tunt eller osammanhängande jordlager, huvudsakligen morän, på berg. Svallsediment redovisas normalt inte på isälvsavlagringar.

Examples of how the map is generalized. Areas too small to show on the map are either enlarged or left out. The maps generally show the deposit at the depth of c. 0.5 m below surface. Littoral sediments on glaciofluvial deposits are usually not shown.

Av bl.a. reproduktionstekniska skäl har de enskilda ytorna på kartan en minsta diameter eller bredd av 0,8 mm, vilket motsvarar 40 m i naturen. Förstoring sker av företeelser som är alltför små för att återges skalenligt men väsentliga för den geologiska bilden.

I områden med tätt liggande små berghällar utesluts ibland de minsta hållarna, eller markeras med rött plustecken på senare fältkarterade Ae-kartor, så att mellanliggande jordarter kan markeras. En grupp av två eller flera tätt liggande hållar sammanslås i regel till en. Om möjligt undviks dock sammanslagning av hållar åtskilda av djupare sänkor. En smal men morfologiskt framträdande jordtäckt sprickdal i ett hållområde återges således med så stor bredd, att jordarten kan tas med på kartan.

Enstaka små hållar inom hållfattiga områden förstoras, eller markeras med rött plustecken, så att den faktiska förekomsten av berg i dagen blir redovisad. Små moränytor inom större områden med sorterade sediment förstoras, så att bedömningen av sedimentens mäktighetsvariationer underlättas.

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

I småbruten terräng med omväxlande små hållar, morän, sediment och torvmarker utförs generalisering 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 hållar.

Är jordarten tunnare än 0,5 m redovisas den normalt inte. Undantag till detta finns (se fig. 2). Ett tunt ytlager av torv på annan jordart redovisas med speciell överbeteckning. Likaså redovisas ibland morän med svallat ytskikt liksom ett tunt eller osammanhängande jordlager, huvudsakligen morän, på berg.

En differentiering av noggrannheten inom olika delar av kartbladen kan förekomma. Där geologin är enkel, som i trakter dominerade av berg och morän, kan en kartläggning av mer översiktlig karaktär ske i områden som bedöms ha mindre intresse för samhällsplanering etc.

Mäktighetsuppgifter

De på kartorna utsatta mäktighetsuppgifterna har erhållits genom borrhningar utförda av SGU eller genom insamling av borrhuppgifter från SGUs brunnarsarkiv, kommuner m.fl. Uppgifterna gäller endast för de markerade punkterna och avser främst att underlätta bedömningen av djupet till "fast botten" inom områden med finsediment samt jorddjup till berg och olika jordlagars mäktighet i lagerföljden.

Teckenförklaring till kartorna

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

Moränen vilar normalt direkt på berg. Övriga jordarter underlagras av en eller flera äldre

jordarter eller i vissa fall av berg. Undantag förekommer ibland i områden med relativt enkelt uppbyggda lagerföljder. Så kan morän överlagra eller växellagra med isälvssediment, grus och sand överlagra postglacial lera och postglacial lera överlagra gyttjelera. Andra komplexa lagerföljder där stratigrafin helt avviker från den vanliga finns också.

Den schematiska profilen under teckenförklaringen visar normala jordlagerföljder inom kartområdet.

BERGGRUND

På jordartskartorna i serie Ae redovisas berg i dagen eller nära markytan (på högst 0,3–0,5 m djup) 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 särskilda serier, SGU serie Af och Ai. En förenklad karta över berggrunden redovisas i marginalen till respektive jordartskarta.

KVARTÄRA BILDNINGAR

Jordlagren i Sverige har bildats under den yngsta perioden i jordens utvecklingshistoria, kvartärtiden, som började för 2–3 miljoner år sedan. Kvartärtiden kännetecknas av att stora delar av bl.a. norra Europa periodvis täckts av inlandsisar. Mellan istiderna rådde isfria perioder med klimat som var likartat med eller varmare än dagens. Den senaste istiden började för ca 115 000 år sedan och under denna och den därpå följande postglaciala tiden bildades med få undantag jordlagren i Sverige.

När inlandsisen över norra Europa var som störst, vilket inträffade för ca 20 000 år sedan, täcktes Skandinavien av is (fig. 3). För 14 000–15 000 år sedan hade isen börjat smälta över södra Sverige. Fördelningen mellan land, vatten och is förändrades hela tiden genom inlandsisens avsmältning, landhöjningen och havsyntans förändring. För ca 10 000 år sedan var södra Sverige isfritt och till stora delar täckt av havet. Ca 3 000 år senare var hela Sverige i stort sett isfritt.

Det var isen och smältvatten från isen som gav upphov till flertalet av de jordarter som nu täcker vårt land. Inlandsisen, som rörde sig som en plastisk massa över underlaget, bröt loss, krossade och förde med sig materialet från berggrunden och äldre jordlager. Smältvattnet från isen transporterade och sorterade materialet som smälte fram ur isen, allt från block till lerpartiklar.

En del av Sveriges jordarter bildades efter inlandsisens avsmältning och bildas fortfarande. Sand och lerpartiklar avsätts utmed vattendrag, lera och gyttja bildas i sjöar. Torv uppkommer genom att växter dör och förmultnar på platsen.

Grus och sand avsätts av vågorna längs stränder, och vinden förflyttar sandpartiklar och bygger upp dyner. På grund av landhöjningen efter isens avsmältning påträffas gamla strandlinjer och jordarter som ursprungligen avsatts i vatten högt över dagens havsyta. Figur 4 visar vilka delar av Sverige som en gång varit täckta av hav eller Baltiska Issjön. De högst belägna strandmärkena benämns högsta kustlinjen (HK). Figur 5 visar storleken av den nuvarande, relativa landhöjningen i Sverige.

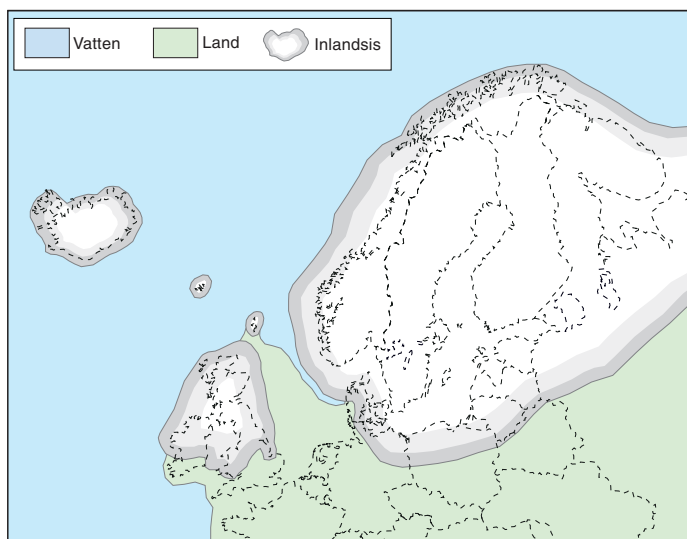


Fig. 3. Inlandsisens utbredning för ca 20 000 år sedan.
The extension of the ice sheet c. 20 000 years ago.

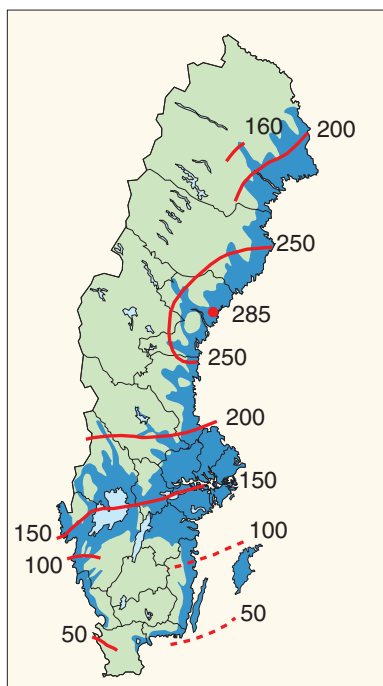


Fig. 4. Karta visande högsta kustlinjen i m ö.h. samt vilka delar av Sverige som en gång varit täckta av hav eller Baltiska Issjön.

Map showing the highest shoreline in metres a.s.l., and areas once covered by sea or the Baltic Ice Lake.

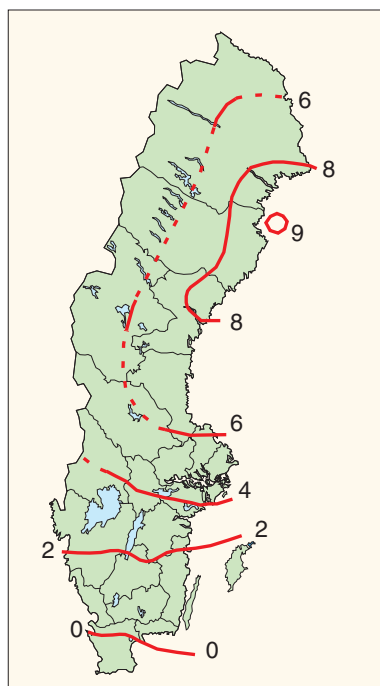


Fig. 5. Den nuvarande relativa landhöjningen i Sverige i mm/år. (Från Ekman 1996.)

The present shore elevation in Sweden in mm/year.

Kvartära bildningar är inte bara jordarter utan också sådana företeelser som isräfflor, jättegrytor och källor. En allmän redogörelse för de kvartära bildningarna lämnas i läroböcker i geologi, exempelvis “Sveriges geologi från urtid till nutid” (Lindström, Lundqvist och Lundqvist 2000) och Sveriges nationalatlas (Fredén 1998).

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 möjlig eller sannolik lagerföljd på djupet och utläsa vissa drag i jordarternas fysikaliska egenskaper.

I följande allmänna redogörelse för jordarternas indelning på de geologiska kartorna tas inte upp 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.

I kvartärgeologiska sammanhang används i dag ofta termen sediment som en sammanfattande benämning för såväl morän som sorterade jordarter. Med hänsyn till bl.a. de praktiskt och tekniskt inriktade användarna av jordartskartor begränsas benämningen sediment till sorterade jordarter i det följande samt i de speciella beskrivningar som utges till varje kartblad.

Tabell A.Atterbergs och SGFs korngruppsskala

Ler	Mjåla		Mo		Sand		Grus		Sten		Block		
	Fin- mjåla	Grov- mjåla	Finmo	Grovmo	Mellan- sand	Grov- sand	Fin- grus	Grov- grus					
Kornstorlek	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60	200	600 2000 mm	
	Fin- silt	Mellan- silt	Grov- silt	Fin- sand	Mellan- sand	Grov- sand	Fin- grus	Mellan- grus	Grov- grus	Mellan- sten	Grov- sten	Fin- block	Grov- block
Ler	Silt			Sand			Grus			Sten		Block	

Indelning efter bildningssätt och bildningsmiljö

Jordarterna indelas i två huvudgrupper: glaciala och postglaciala. De glaciala jordarterna har avsatts av inlandsisen eller dess smältvatten, de postglaciala genom omlagring eller nybildning efter inlandsisens avsmältning. Termerna glacial och postglacial, som de här används, anger således ej tidsmässigt fixerade skeden utan bildningssätt och bildningsmiljö.

Beträffande torvjordarternas indelning hänvisas till avsnittet “Torv”, s. 19.

Indelning efter kornstorleksfördelning

Huvuddelen av våra jordarter består av bergartsfragment och mineralkorn av olika storlek. Till grund för indelningen efter kornstorleksfördelning har SGU tidigare använt kornstorleksklasser och benämningar enligt 1953 års jordartsnomenklaturkommittés förslag, den övre skalan i tabell A. Från och med kartbladet Ae nr 122 används benämningar enligt förslag från Svenska Geotekniska Föreningens laboratoriekommitté (SGF 81, se Karlsson m.fl. 1982), den undre skalan i tabell A.

Jordarterna benämns i princip efter den dominerande fraktionen uttryckt i viktprocent. Med hänsyn till lerhalten indelas jordarterna enligt tabell B. Här skiljer sig SGUs indelning från den som tillämpas i SGF 81 (se nedan). Även vad gäller moränernas indelning tillämpas olika system (se nedan).

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

Enligt SGF 81 räknas lerhalten på ingående finjordshalt, dvs. på fraktionen mindre än 0,06 mm. För sorterade jordarter har de skilda indelningssätten endast marginell betydelse, för osorterade jordarter som moräner däremot blir skillnaderna i de analyserade lerhalterna väsentliga.

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

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

I beskrivningarna kan utöver de på kartorna använda jordartsbenämningarna förekomma utförligare benämningar enligt följande regler: För en sorterad jordart (dominerad av en korngrupp) med lerhalt mindre än 15 % bildar den kvantitativt största fraktionen substantiviskt huvudord, underfraktioner bildar adjektiv med den kvantitativt största fraktionen sist. Isälvsediment bestående av 50 viktprocent grus, 30 % sand och 20 % sten benämns t.ex. stenigt sandigt grus. Är jordarten lerig (5–15 % ler), anges detta, t.ex. lerig silt. Jordarter med mer än 15 % ler har alltid lera som huvudord. För moränjordar används ett specifikt indelningssätt (se nedan).

Glaciala bildningar

Morän

Inlandsisen tog upp och bearbetade dels äldre jordlager, dels material som bröts loss från berggrunden. Materialet avsattes som morän både vid botten av aktiv is och genom framsmältning ur mer eller mindre dynamiskt död is. Moränen består av block, sten, grus, sand, silt och ler i en blandning. I morän förekommer ofta skikt eller linser av sorterade jordarter. Vanligen ligger moränen direkt på berggrunden. Moränen kan ibland vara underlagrad av sorterade jordarter, vanligast isälvs sediment. Sådana lagerföljder markeras vanligen på kartorna och kommenteras i beskrivningarnas speciella del.

Fraktionerna mindre än 20 mm, dvs. mellangrus till ler, utgör moränens grundmassa. På jordartskartorna indelas morän efter grundmassans sammansättning i *grusig*, *sandig* och *sandig-siltig morän* samt *moränlera* (fig. 6). Med avseende på kornstorlekssammansättning följer moränindelningen den som tidigare tillämpades av SGU, dvs. den nya beteckningen grusig morän motsvarar den moräntyp som tidigare kallades grusig-sandig morän, sandig morän motsvarar sandig-moig morän och sandig-siltig morän motsvarar moig morän.

I en grusig morän dominerar grundmassan av grus och sand. Karaktäristiskt för denna jordart är också den höga stenhalten samt att grus, sten och block tillsammans utgör mer än 75 viktprocent av totalinnehållet i moränen. I en sandig morän dominerar grundmassan av sand, i en sandig-siltig morän av finsand och silt. Morän med en lerhalt av 5–15 % (räknat på allt material mindre än 20 mm) betecknas dessutom som lerig, t.ex. lerig sandig morän. Morän med en lerhalt överstigande 15 % benämns moränlera. Denna kan i vissa fall uppdelas ytterligare i morängrovlera (15–25 % ler) och moränfinlera (>25 % ler). En förenklad moränredovisning under enhetsbeteckningen morän kan även förekomma.

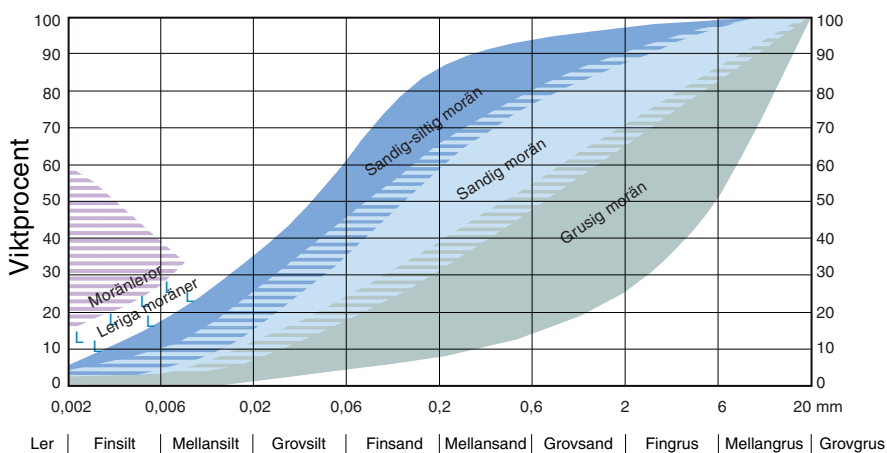


Fig. 6. Diagram över grundmassans sammansättning i olika moräntyper. Respektive moräntypers kornfördelningskurvor faller inom de markerade zonerna.

Diagram showing the grain-size composition 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).

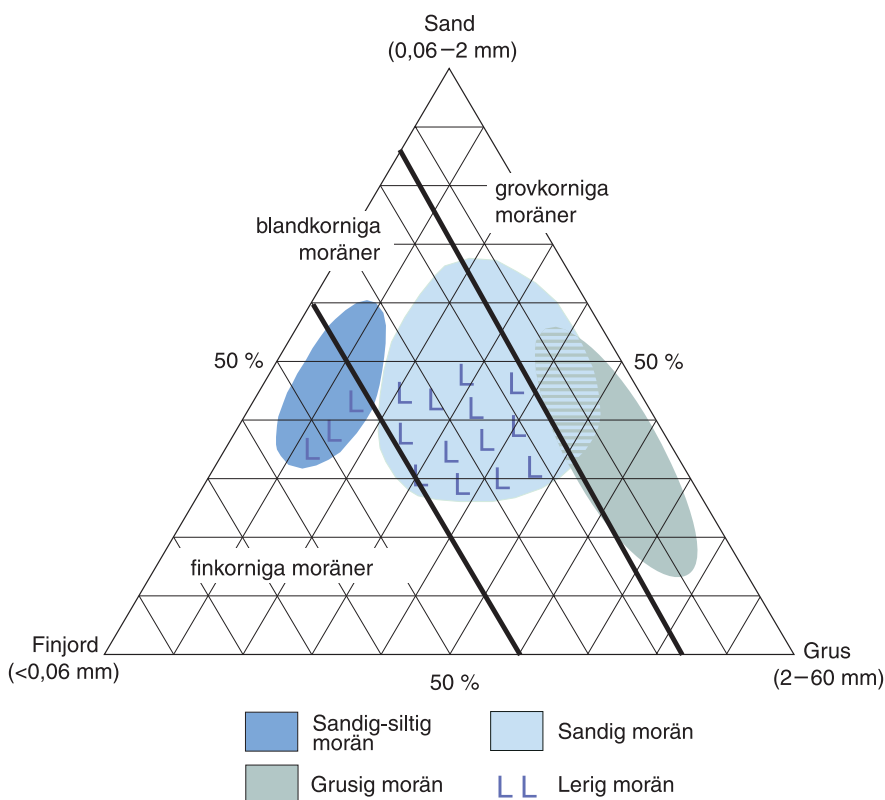


Fig. 7. Moränindelningen i huvudgrupper enligt SGU och SGF 81.
The classification of tills according to SGU and SGF 81.

Moränindelningen enligt SGF-81, som används främst i geotekniska sammanhang, är svår att tillämpa i naturen med endast okulära bestämningsmetoder. Figur 7 visar en jämförelse mellan moränindelningen som används av SGU respektive SGF. SGFs grovindeling av moränerna i grovkornig, blandkornig och finkornig morän sammanfaller vad avser kornstorlekssammansättning tämligen väl med SGUs indelning i grusig, sandig respektive sandig-siltig morän inklusive moränlera (se fig. 7). I gränfallen finns skillnader som inte torde ha någon avgörande praktisk betydelse vad gäller moränens egenskaper.

Det sammanlagda block- och steninnehållet i moränen anges enligt okulär bedömning som högt (motsvarande > ca 50 viktprocent av totalinnehållet i moränen), måttligt eller lågt (< ca 20 %). Då uppgift lämnas om enbart steninnehållet motsvarar högt steninnehåll > ca 25 viktprocent av hela moränmaterialet, måttligt ca 10–25 % och lågt < ca 10 %.

Moränens blockfrekvens i markytan anges på kartorna enligt nedan:

Storblockig. Storblockiga moränitor har hög frekvens av block med en diameter större än ca 1 m. På storblockiga moränitor är antalet av sådana block mer än ca 5 per 100 m². Ett enskilt tecken på kartan representerar en storblockig yta av minst ca 1 000 m². Inom en större, sam-

manhängande storblockig moränya utsätts tecknen med 1 mm genomsnittligt mellanrum. Om tecknen placeras glesare avses att mellanliggande ytor ej är storblockiga.

Blockrik. Inom blockrika moränytor är frekvensen av små och medelstora block hög, vilket innebär ett antal av mer än 30 à 35 block större än 0,6 m per 100 m². Detta motsvarar en täckningsgrad av minst 1/4 av ytan. I de flesta fall är dock täckningsgraden betydligt högre. Ett enskilt tecken på kartan representerar en blockrik yta av minst ca 1 000 m². 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 block.

Blockfattig. Blockfattiga moränytor saknar eller har mindre än ett block per 100 m².

Normalblockiga och blockfattiga respektive blockrika och storblockiga moränytor kan på jordartskartorna redovisas med en gemensam beteckning.

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

Hög blockfrekvens på annan jordart än morän. Beteckningen används t.ex. för talrika, på lerfält uppstickande block eller för talrika block på isälvsavlagring. Antalet block är mer än ca 10 block större än 0,6 m per 100 m².

Talus, blockjord och blocksänka har särskilda beteckningar på kartan.

Enstaka stora block markeras i de fall det rör sig om fritt liggande block som vanligen är större än ca 150 m³. Sådana block kallas flyttblock.

Morän med svallat ytskikt. Inom moränområden som någon gång täckts av hav eller issjö (se fig. 4) har ytskiktet under landhöjningen utsatts för vågors och brännings påverkan (svallning). Därvid kan en del av moränens finare fraktioner (silt och ler) ha sköljts bort. Beteckningen används endast för stora sammanhängande områden där 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 kan ofta ingå små eller tunna svallsedimentförekomster, vilka ej redovisas på kartorna (jfr under rubrikerna "Generalisering" och "Havs- och sjösediment").

Olika slag av moränryggar förekommer. De behandlas i beskrivningarnas speciella del. Beteckningen *moränrygg* används på kartorna för långa moränryggar med tydligt krön. En särskild beteckning finns dessutom för *ändmorän* (*De Geer-morän*).

Beteckningen *avlagring med omväxlande morän och sorterade sediment* på kartorna representerar i regel israndbildningar som avsatts utmed isfronten när denna stod mer eller mindre stilla under en längre tid. Israndbildningar består i regel av morän och isälvsediment.

Beteckningen *kullig morän (dödis morfologi)* på kartorna visar moränformer avsatta under dödisavsmältning. Kullarna innehåller ofta såväl morän som vattensorterade sediment.

Isälvsavlagringar

Isälvsavlagringar uppbyggs av isälvsediment bestående av block, sten, grus och sand, som transporterats, sorterats och avsatts av smältvatten från inlandsisen. Isälvsedimenten avsattes i tunnlar och sprickor i isens randzon samt framför isen. Isälvsedimenten kännetecknas av att materialet är sorterat efter kornstorlek i olika skikt och lager med endast en eller ett fåtal kornstorlekar

representerade i varje lager samt att partiklarna i allmänhet är avrundade ("rullstenar", "rullstensgrus"). Övergångstyper till morän förekommer. Dessa kännetecknas av låg sorteringsgrad och dåligt utbildad skiktning.

Genom iskantens successiva tillbakavikande (recession) bildades i många fall en mer eller mindre sammanhängande, ryggformad isälvsavlagring, s.k. ås (rullstensås). Isälvsedimenten kan också ha avsatts i utbredda fält, deltan, lateralterrasser, sandurfält etc.

Isälvsgrus är en sammanfattande benämning för isälvsediment som består av grus jämte sten och block.

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

På jordartskartorna indelas isälvsavlagringarna efter sammansättning i regel i tre typer som betecknas *isälvsediment i allmänhet*, *isälvsgrus* respektive *isälvsand*. Beteckningen isälvsediment i allmänhet används för isälvsavlagringar med växlande eller ofullständigt känd sammansättning. Beteckningen isälvsgrus respektive isälvsand används för avlagringar som konstaterats bestå huvudsakligen av grus respektive sand. *Isälvsfinsand (grovmå)* kan vid behov skiljas ut. En förenklad redovisning av isälvsedimenten under enhetsbeteckningen *isälvsediment* kan även förekomma.

Morfologiskt framträdande ryggar av isälvsediment benämns *isälvsavlagring med ryggform*. Punktraden markerar krönet. *Smal isälvsavlagring med ryggform* betecknar ryggformade isälvsavlagringar mindre än ca 10 m breda. Beteckningen används bara på senare fältkarterade Ae-kartor.

Entydiga regler för isälvsavlagringarnas indelning enligt ovan kan ej uppställas. Olika faktorer, såsom isälvarnas vattenföring, isrecessionens förlopp, områdets morfologi och andra lokala förhållanden är bestämmande för avlagringsform, inre byggnad och kornstorlek.

Isälvsediment belägna under HK (se fig. 4) har under landhöjningen i växlande grad omlagrats genom svallning. Det omlagrade materialet, svallsedimenten, förekommer både ovanpå isälvsediment och utanför de ursprungliga avlagringarna. Svallsediment som täcker isälvsavlagringar särskiljs inte utan ingår i beteckningen för isälvsediment på kartorna. Genom svallningen har emellertid isälvsavlagringens ursprungliga form vanligen jämnats ut, och bl.a. av denna orsak är isälvsedimenten svåra att avgränsa, främst mot omgivande svallsediment. I princip läggs 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 yngre jordlager.

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.

Issjösediment

I samband med isens avsmältning uppstod ibland 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 kvarvarande is i lägre terräng. I en del issjöar avsattes sediment, som fördes dit av smältvattnet i form av suspensionsströmmar längs sjöbotten eller svallades ut från omgivningen. Issjösedimenten varierar i kornstorlek vanligen mellan sand och lera. Jordarter

som betecknas som *issjösediment* domineras i regel av finsand, ofta med en växellagring mellan sand och silt. Sedimenten har för det mesta flacka former. De finkorniga issjösedimenten – silt och lera – betecknas på kartorna som glaciala finkorniga sediment.

Glaciala finkorniga sediment

Glaciala finkorniga sediment består av de finkornigaste partiklarna från isälvarna: silt och ler. De fördes med strömmar bort från isälvsmynningarna och avsattes efter hand på havs- eller sjöbotten. Dessa sediment kännetecknas i stora delar av landet av en regelbunden växellagring mellan skikt av silt och lera. Skiktningen betingas av i huvudsak årstidsbundna variationer i isälvarnas vattenföring. De under ett år avsatta skikten bildar tillsammans ett s.k. 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.

De glaciala finkorniga sedimenten ligger normalt på morän eller, ibland, direkt på berg. I isälvsavlagringarnas närhet underlagras de av isälvs sediment.

De glaciala finkorniga sedimenten indelas normalt i två typer:

1. *Glacial silt (mjäla och finmo)*. Silt dominerar, ler saknas eller ingår med högst 15 %.
2. *Glacial lera*. Sammanfattande beteckning för glaciala finkorniga sediment med lerhalt större än 15 %.

I vissa fall kan *glacial fin- och mellansilt (mjäla)* respektive *glacial grovsilt (finmo)* särredovisas på kartan, i andra fall kan de vara sammanslagna med postglacial silt.

Varviga glaciala finkorniga sediment inom ett område kan indelas i *varvig silt (mjäla och finmo) med lerskikt* och *varvig lera*. Varvig silt med lerskikt är ett varvigt sediment, i vilket lerskikten upptar mindre än hälften av volymen, varvig lera domineras eller utgörs helt av lera.

För icke varviga glaciala finkorniga sediment med en lerhalt större än 15 % används benämningarna glacial grovlera och glacial finlera (se tabell B). På kartorna erhåller dessa lertyper samma beteckningar som glacial lera.

Postglaciala bildningar

De postglaciala bildningarna indelas i fyra huvudgrupper: havs- och sjösediment, älv- och svämsediment, eoliska sediment (vindavlagringar) samt torv.

Havs- och sjösediment

De grovkorniga havs- och sjösedimenten utgörs 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 klapper, svallgrus och svallsand, i princip med utåt från stranden och mot djupet avtagande kornstorlek.

Svallsedimentens mäktighet är mycket växlande beroende på läge i terrängen och tillgång på material under svallningsprocessen. Vid kartläggningen är det ofta svårt att utskilja och avgränsa svallgrus från morän med svallat ytskikt eftersom alla övergångsformer kan förekomma mellan dessa jordarter. (Se "*Morän med svallat ytskikt*", s. 15.)

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

Svallsedimenten indelas på jordartskartorna i *klapper*, *svallgrus*, *svallsand* samt *skaljord*. Klapper och svallgrus kan ibland sammanföras under en beteckning.

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

Svallgrus är en sammanfattande beteckning för grova svallsediment med mycket växlande sammansättning. I dessa ingår, förutom grus, oftast sand och sten.

Svallsand domineras av sand och är i motsats till svallgrus vanligen väl sorterad.

Skaljord består huvudsakligen av skal och skalrester av mollusker m.m., som anhopats av vågor och strömmar till avlagringar av betydande storlek (skalbankar). Inlagringar av skal i jordarter kan markeras med en särskild överbeteckning.

De finkornigaste havs- och sjösedimenten utgörs av omlagringsprodukterna av äldre jordarter (jordlager) som har avsatts på botten av fjärdar, vikar och sjöar. De utgörs av distala svallsediment och distala älv- och svämsediment.

Postglacial silt (mjäla och finmo) har avsatts långt ut från stranden. På jordartskartorna slås postglacial silt i regel samman med motsvarande glaciala sediment men kan liksom dessa särredovisas vid behov.

Postglaciala leror indelas på jordartskartorna i *postglacial lera* och *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 grynlera. På grund av ursprunglig hög halt av järnsulfider har ytliga delar av gyttjeleran ofta en starkt sur reaktion.

Lergyttja innehåller 6–20 viktprocent organiskt material. För denna jordart används på kartorna samma beteckning som för gyttjelera.

Gyttja avsätts i öppet vatten och utgörs av mer eller mindre finfördelade rester (detritus) av högre växter, alger, plankton och andra organismer. Halten av organiskt material är mer än 20 viktprocent. Ren gyttja har grön, ibland brun färgton. Gyttja är ej plastisk och konsistensen är vanligen lös. Där gyttja bildar ytlager har den i regel kommit i dagen vid sjösänkningar. Små förekomster av gyttja förs på jordartskartorna vanligen in under beteckningen gyttjelera eller i vissa fall under beteckningen kärr.

Älv- och svämsediment

Älv- och svämsediment har bildats och bildas än idag utmed vattendrag. Älvsediment är ofta väl sorterade samt fattiga på organiskt material. Svämsediment benämns den typ av älvsediment som avsätts vid översvämningar. Svämsedimenten är vanligen ofullständigt sorterade och i

växlande grad uppblandade med organiskt material, främst växtrester.

Grus är en sammanfattande benämning på de grövsta sedimenten bestående av grus med växlande halt av sten, ibland även små block. Sådant grus har avsatts i strida delar av vattendragen som bankar och revlar (älvgrus). Sand, silt och lera har avsatts vid lägre strömhastighet.

De i nutiden bildade (recenta och subrecenta) älv- och svämsedimenten redovisas normalt under enhetsbeteckningen *yngre älv- och svämsediment* på kartorna, men kan vid behov indelas i *grus*, *sand* samt *lera och silt (mjäla och finmo)*.

De äldre älv- och svämsedimenten redovisas också vanligen under en enhetsbeteckning, *äldre älv- och svämsediment*, men kan indelas i *grus*, *sand* samt *silt (mjäla och finmo)*. I vissa fall, då älv- och svämsedimenten endast förekommer i mycket små arealer inom kartområdet, kan de ingå i motsvarande havs- och sjösediment.

Eoliska sediment (vindavlagringar)

Flygsand är en mycket väl sorterad jordart huvudsakligen bestående av mellansand och finsand i varierande mängder. Flygsanden avsätts i regel i kullar eller ryggar, s.k. dyner.

På kartorna markeras *flygsand* med särskild överbeteckning på underliggande jordart. Långsträckta dyner med markant krön får ryggbeteckning.

Torv

Torvavlagringar bildas dels vid igenväxning av öppet vatten, dels vid försumpning av mark. Torvmarkerna indelas på jordartskartorna vanligen i *mosse* och *kärr*. I vissa områden kan *blandmyr* utskiljas. På kartorna markeras dessutom förekomster av *tunt ytlager av torv*, dvs. där torvmäktigheten generellt är mindre än 0,5 m.

Utdikade och odlade torvmarker betecknas efter sin ursprungliga beskaffenhet med ledning av torvslag och läge i terrängen.

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

Kärr kännetecknas av olika slag av gräs och halvgräs (starr), vass, fräken och fuktighetsälskande örter. I bottenkiktet överväger s.k. brunmossor. Kärr kan även vara bevuxna med viden, al, björk och gran. De 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. Rikkärren skiljer sig från vanliga kärr genom en större artrikedom, särskilt av kalkgynnade växter. Fattigkärr (s.k. starrmossar) kännetecknas av starrarter och andra halvgräs i ett bottenkikt av icke tuvbildande vitmossor. Denna vegetation bildar starr-vitmosstorv.

Blandmyrar kännetecknas av omväxlande mosse-, fattigkärr- och kärrpartier. I blandmyrarna ingår olika mosse- och kärrtorvslag.

ÖVRIGA KVARTÄRA BILDNINGAR

Räfflor. Moränmaterialet i landisens bottenzon slipade och repade berghällarna. Reporna, räfflorna, visar landisens rörelseriktning. De markeras på kartorna med ett streck med punkten på observationsplatsen. I områden med talrika räffellokaler redovisas endast ett urval. Räffelriktningar anges i 5-tal grader.

Jättegrytor är ursvarvningar i berg. De har i regel 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, vanligen mer än ca 0,5 l/s.

Fyllning. Beteckningen innebär att den ursprungliga markytan täcks av främmande material (schaktmassor, byggnadsavfall, block, sten och sligavfall från 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 inte inom tätbebyggda områden (jfr s. 6). Det topografiska underlagets tecken för sluten bebyggelse får där symbolisera att ytlagren flerstädes utgörs av påfört material. Strandfyllning, vars utbredning är känd, betecknas dock även inom sådana områden.

Allmänna delen omarbetad 1994 och 2000.

REFERENSER

- Ekman, M., 1996: A consistent map of the post-glacial uplift of Fennoscandia. *Terra Nova* 8, 158–165.
- Fredén, C. (red.), 1998: *Berg och jord*. Andra upplagan. Sveriges nationalatlas, 208 s.
- Karlsson, R., Hansbo, S. & Svenska geotekniska föreningens (SGF) laboratoriekommitté, 1982: Jordarternas indelning och benämning. *Geotekniska laboratorieanvisningar, del 2. Statens råd för byggnadsforskning*. Stockholm, 47 s.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, T., 2000: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. Andra upplagan. Studentlitteratur, 491 s.

SPECIELL DEL

Mats Engdahl

INLEDNING

Underlaget till jordartskartan Mariestad SO utgörs av digitala data från Gröna kartan 9D Mariestad SO version 5 utgiven år 1998. Från underlaget har vissa i sammanhanget oväsentliga uppgifter tagits bort i samband med tryckningen av kartan.

Rekognosceringen för jordartskartan utfördes under åren 1993 till 1995. I fältarbetet, som genomfördes under ledning av Mats Engdahl, medverkade Leif Andersson, Henrik Bengtsson, Per-Axel Isaksson, Åsa Lindh, Camilla Mörck, Tore Påsse, Åse Sandkvist och Sven Erik Sundevall. Värdefulla uppgifter om bl.a. jorddjup och jordlagerföljder har under arbetets gång erhållits från Mariestads kommun, Vägverket, Banverket, markägare och SGUs Brunnsarkiv.

Det kartlagda området täcks av de äldre geologiska kartorna i skala 1:50 000 Aa 163 Mariestad (Westergård m.fl. 1925), Aa 172 Lugnås (Lundqvist m.fl. 1931), Aa 139 Töreboda (Westergård & Johansson 1915) och Aa 162 Karlsborg (Westergård m.fl. 1926).

Lokalangivelser i beskrivningen följs av siffra och bokstav inom parentes enligt den indelning som finns i jordartskartans ram.

Kartans geologiska innehåll finns lagrat i digital form. Intresserade kan genom SGUs kundtjänst få tillgång till uppgifter i databaser och utskrift av t.ex. ett delområde.

BERGGRUNDEN

Den totala ytan av kalt eller nästan kalt berg (klasserna urberg och tunt eller osammanhängande jordlager, huvudsakligen morän på berg) är ca 44 km², vilket motsvarar ca 9 % av landytan inom kartområdet. Som jämförelse kan nämnas att vattenarealen är ca 154 km², vilket motsvarar ca 25 % av kartområdets totala yta (625 km²) på kartbladet.

Nedanstående översikt av bergarterna har lämnats av Inger Lundqvist. Den schematiserade berggrundskartan i figur 8 och i specialkarta 1 på jordartskartan är baserade på den provisoriska översiktliga berggrundskartan Karlstad (Berglund m.fl. under arbete).

Berggrunden består till största delen av prekambrika bergarter, dvs. bergarter, som bildades för mer än 570 miljoner år sedan. Den västra delen av området utgör en del av den sydvästsvenska gnejsregionen. Den östra delen utgör en del av det s.k. Småland-Värmlandsgranitbältet. I gränzonen mellan dessa båda områden har berggrunden deformerats vid flera tillfällen, då de båda områdena har rört sig i förhållande till varandra.

De graniter av Småland-Värmlandstyp, som förekommer inom kartområdets östra del, utgörs till största delen av jämnkorniga, röda till gråröda och ibland biotitstrimmiga varianter. Inom den allra nordöstligaste delen norr om Lyrestad (4 j) finns ett område med ögonförande (porfyrisk), grå till gråröda varianter. Graniterna bildades ur magmor, som intruderade för 1 800–1 650 miljoner år sedan. Vanligen är de massformiga och saknar därmed den gnejsighet, som bergarterna i den västra delen av kartbladsområdet uppvisar.

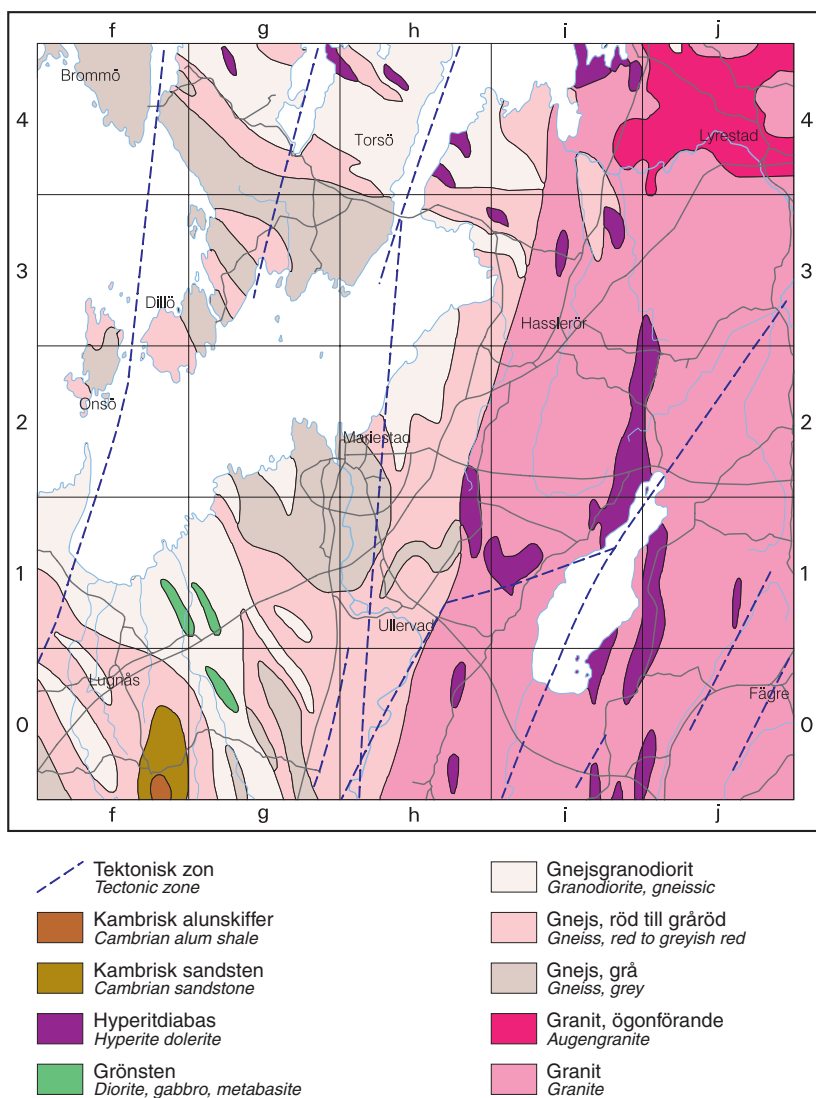


Fig. 8. Översiktlig berggrundskarta.
Simplified map of the solid rocks.

Inom den västra delen av kartområdet finns gnejser av varierande utseende och sammansättning. De bildades ur magmor, som intruderade för 1 700–1 650 miljoner år sedan, men det förekommer också partier, som är mindre omvandlade (gnejsgranitoider på kartan) och de gnejserna kan vara något yngre. De från början massformiga bergarterna har genomgått flera deformationsperioder med tillhörande uppvärmning. Det har medfört att bergarterna har förgnejsats, veckats och i viss utsträckning ådrats. Gnejserna varierar i färg från röda till grå och sammansättningen från granitisk till tonalitisk.

Inom den sydvästra delen av området finns några mindre grönstensmassiv. Denna bergarts-

grupp utgör en heterogen samling vad beträffar ålder och sammansättning. Gemensamt för dem är dock, att de alla är mer eller mindre omvandlade.

De yttre delarna av massiven är gnejsiga medan de inre partierna är mer opåverkade. Ursprungligen har grönstensmassiven utgjorts av basiska magmabergarter såsom diorit, gabbro och diabas. Bergarterna är mörka till färgen med en grönsvart ton. Inom den norra och östra delen av kartbladsområdet finns ett flertal massiv av metadiabas och metagabbro. Dessa bergarter har sedan gammalt kallats hyperitdiabas och hyperit. De bildades ur magmor, som intruderade för 1 550–1 500 miljoner år sedan.

För 570 miljoner år sedan, då perioden Kambrium inleddes, hade berggrunden eroderats ned till en nästan plan landyta. Havet kom att täcka området och en sedimentationsperiod påbörjades. Sedimenten har sedan under tidernas lopp förstenats och utgör nu sedimentbergarter såsom sandsten, alunskiffer och kalksten. I Lugnåsberget (0 f) återfinns rester av de sedimentbergarter, som förmodligen täckt hela kartområdet. På den vittrade (kaolinomvandlade) gnejsen ligger ställvis ett tunt lager av konglomerat eller grov arkos. Det överlagras av sandsten, som delas upp i två enheter. Underst finns en ca 10 m mäktig finkornig, ljus grå, hård kvartssandsten med tunna skikt av lerskiffer. Sedan följer en ca 25 m mäktig vitaktig, ej så hård sandsten, som uppåt övergår i kalksandsten. Båda sandstentyperna innehåller fossil. Lagerserien avslutas med svart till brunsvart alunskiffer med inlagringar av orsten. Mäktigheten är okänd, då ingen skärning finns, men uppskattas till drygt 10 m. Alunskiffern är skenbart fossilfri medan orsten är rik på fossil. De ursprungliga sedimenten i Lugnåsberget avsattes under kambrisk tid för 570–500 miljoner år sedan.

Kartområdet genomdras av sprick- och förkastningszoner, varav de mest framträdande är markerade på kartan (tektonisk linje). Åldrar och förkastningsbelopp är svåra att klarlägga, men då zonerna tvärs över yngre bergarter såsom de kambriska sedimentbergarterna, kan man få ett begrepp om detta. Så är t.ex. alunskiffern på Lugnåsberget nedförkastad längs en öst–västlig sprickzon.

Den vittrade, kaolinomvandlade gnejsen vid Lugnåsberget har brutits sedan 1100-talet för framställning av kvarnstenar, en verksamhet som upphörde omkring år 1920.

KVARTÄRA BILDNINGAR

Räfflor

Inom kartområdet är observationer av räfflor få (fig. 9). De dominerande bergarterna är relativt lättvittrade, vilket medför att räfflor utplånats. Huvuddelen av observationerna har gjorts på glacialslipade hållar längs Vänerns strand (fig. 10). De bästa räffellokalerna påträffas på hållar som framträder när Vänerns vattenstånd är lågt. Huvuddelen av de redovisade räfflorna är fina till medelgrova.

I den västra delen av kartområdet dominerar räfflor i riktningen N10–20°O. Samma riktning har rundhållar i området. I kartområdets sydöstra del har de fåtaliga räfflor som påträffats en nord–sydlig riktning.

På ett fåtal platser har räfflor med fler än en riktning konstaterats. De olika riktningarna

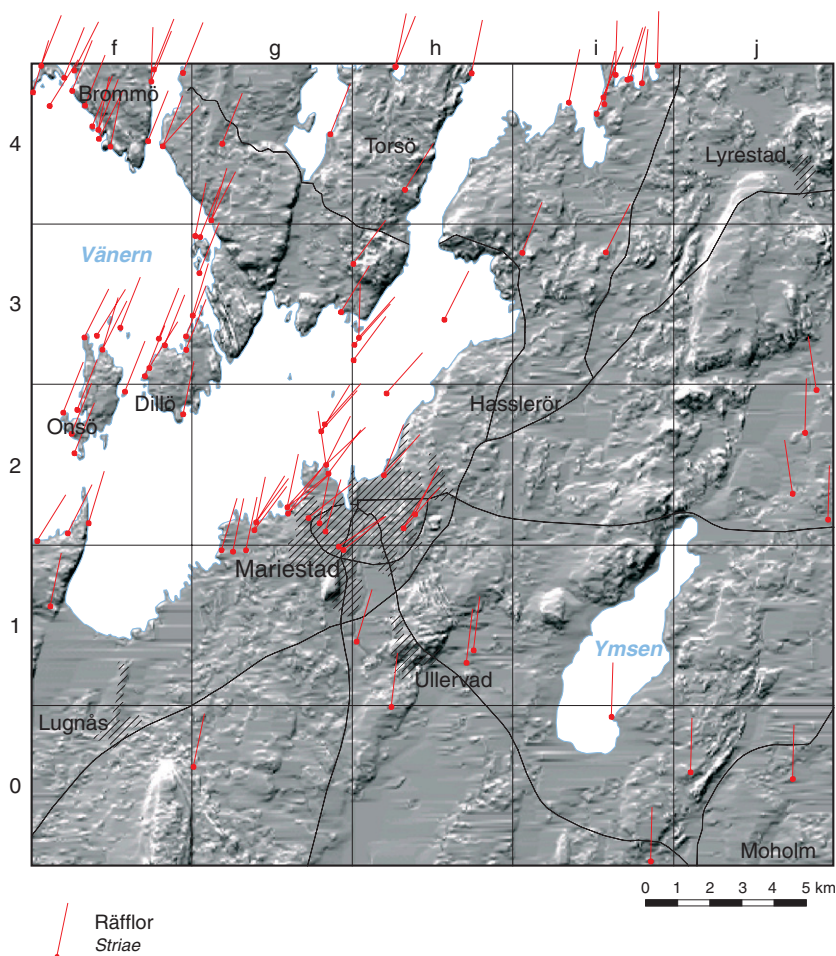


Fig. 9. Räfflor inom kartområdet.
Glacial striae within the map area.

avspeglar sannolikt lokala omläggningar under den allra sista fasen av deglaciationen, då istäcket var tunt och isrörelsen lättare påverkades av underlagets morfologi.

En lokal med två system av tydliga räfflor är belägen 850 m sydväst om Bäckén (2 g) (fig. 11). På en rundhäll finns ett äldre system från N10°O och ett yngre system från N40–50°O. I den norra delen av kartområdet finns två lokaler med korsande räfflor. Den ena ligger 150 m söder om Limboden (4 f). Vid strandbrynet påträffas fina–medelgrova räfflor i ett äldre system från N20°O. Det yngre systemet är från norr. Samma riktningar och åldersförhållande finns även på en häll 550 m nordväst om Svartåkra (4 h).

Tidigare tolkning att Vänerbäckenet styrde isrörelseriktningen vid deglaciation (Westergård m.fl. 1925) bekräftas av de observationer, ett yngre system från NNO och ett äldre från norr, som gjorts under fältarbetet.



Fig. 10. Räfflor i N20°O på östra stranden av Brommö (4 f), 250 m nordöst om Limboden. På samma håll påträffas också enstaka räfflor i N5°O. Dessa syns ej på bilden. Bilden är tagen mot NO. Foto förf. 1995.

A system of striae in N20°E on the eastern side of Brommö (4 f), 250 m north-east of Limboden. A few striae in N5°E, not seen in the picture, occur on the same outcrop. View to the NE.



Fig. 11. På liten rundhäll vid Vänerns strand, 850 m sydväst om Bäcken (2 g), påträffas två räffelsystem. Det äldre systemet är från N10°O (den svarta pennan) och det yngre systemet är från N40–50°O (den blå pennan).

On a roche moutonnée, 850 m southwest of Bäcken (2 g), the older system of striae is N10°E (the black pencil) and the younger striae system from N40–50°E (blue pencil).

Jättegrytor

Jättegrytor är ursvarvningar i berg, vilka främst bildats genom att nedstörtande smältvatten vid eller under inlandsisen roterat stenar, s.k. löpare, som eroderat berget. Ibland påträffas dessa löpare i botten av jättegrytorna.

Inom kartområdet har påträffats tre jättegrytor på Brommö. Jättegrytorna är belägna 330 m väster om Brommögård (4 f). Den största är ca 0,8 m i diameter och ca 0,5 m djup.

MORÄN

Utbredning och mäktighet

Morän är tillsammans med lera den vanligaste jordarten inom kartområdet. Den totala moräntyten är ca 180 km², vilket motsvarar ca 38 % av den totala markytan. Morän kan även underlagra lera. Hällfrekvensen ger en grov uppfattning om moränens mäktighet. Där hållarna är talrika och ligger tätt är moränmäktigheten vanligen <5 m.

Morän med stora mäktigheter, 5–20 m, finns söder om Lugnås samhälle (0 f), vid Leksberg kyrka (1 g), sydväst om Ullervad kyrka (1 h), på Fågelö, väster om Fågelövikens (4 g), öster om Hemmingstorp (4 h) och sydväst om Lyrestad (4 j). Den största kända mäktigheten är ca 30 m vid Leksberg kyrka (1 g).

Tunt (<0,5 m) eller osammanhängande jordlager på berg förekommer ställvis. Det tunna jordlagret består huvudsakligen av morän. Det osammanhängande jordlagret, huvudsakligen morän och torv, förekommer i små (<20 m i diameter) sänkor inom urbergsområden. På kartan återges tunt eller osammanhängande jordlager på berg med en svart fylld triangel.

Ytformer

Stora och flacka moränrytor förekommer inom kartområdet, bl.a. beroende på den underliggande berggrundens jämna yta. Den flacka moräntyten höjer sig från omgivande lermark med 5–10 m. Ytavrinningen är svag och moränens genomsläpplighet låg vilket innebär dålig dränering och uppkomst av ett tunt torvtäck i svackorna.

Mäktiga moränryggar, orienterade i isrörelsens huvudriktning, NNO–SSV, uppträder i kartområdet (fig. 12). Dessa bildningar är s.k. drumliner och har bildats under inlandsisen. Utsträckningen av dessa moränformer framgår även av nivåkurvorna på jordartskartan.

Den vanligaste drumlintypen inom kartområdet är stötsidesmoräner. Den största, ca 5 km lång och ca 1,5 km bred, är belägen 2 km sydväst om Lyrestad samhälle (4 j) och har ett flackt krön, som ligger omkring 50 m högre än omgivande lermark. Berg i dagen påträffas i de centrala och distala delarna. Liknande moränbildningar finns 4 km väster om Enåsa kyrka (4 i).

Lugnåsberget (0 f), som har en nord–sydlig utsträckning, är en stor bergdrumlin som är täckt av morän. Kartområdets högsta punkt, 153,5 m ö.h., finns på Lugnåsbergets topp. Höjden över omgivande slättmark är ca 70 m. Berggrunden i Lugnåsberget består av sedimentära bergarter som endast går i dagen som en 10–20 m bred zon i den östra delen av drumlinen. Även om det är de sedimentära bergarterna som bygger upp Lugnåsberget så har det fått sin nuvarande form

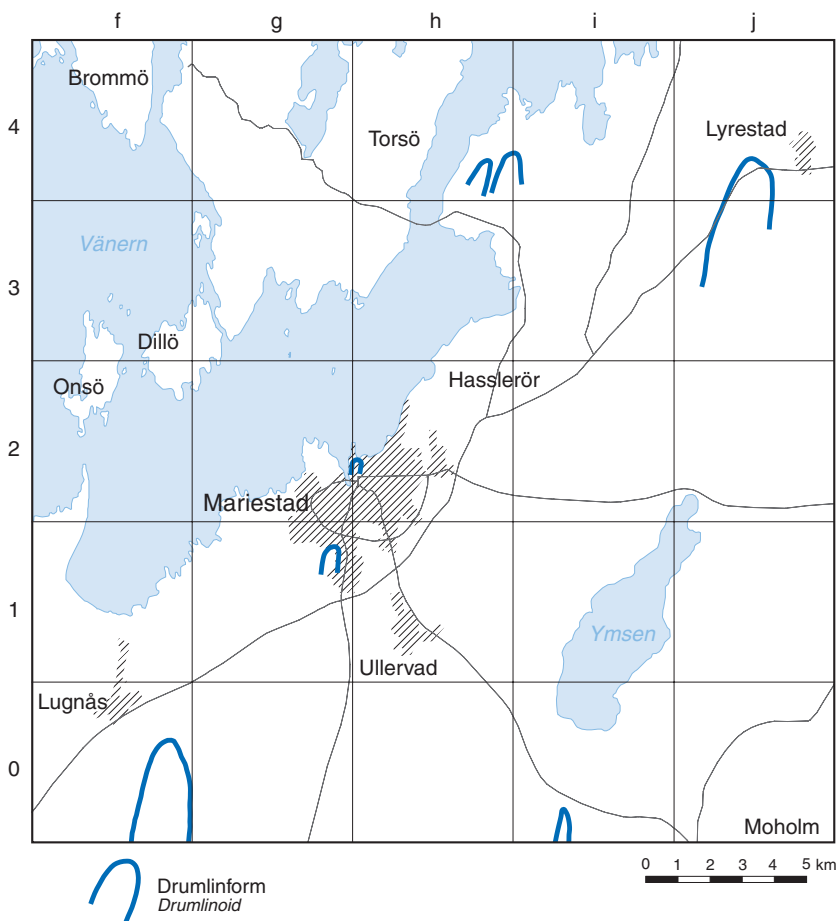


Fig.12. Drumlinformer inom kartområdet.
Drumlinoids within the map area.

genom glacialerosion och deposition av morän under olika nedisningar. Mariestads kyrka (2 h) är belägen på en liten drumlin, som har utsträckning i N–S.

En del av moränryggarna på Torsö (3 g och 4 g) är av s.k. De Geermoräntyp, bildade innanför iskanten men i sprickor parallella med denna. De Geermoränryggarna, som är 5–10 m breda och 1–2 m höga, har en huvudsaklig utsträckning i NV–SO på Torsö (fig. 13). De långsträckta ryggarna, med en stor- eller rikblockig yta, nordväst om Lyrestad samhälle (4 j) är också av denna typ. Denna typ av moränrygg är vanlig ca 50 km NNO om kartområdet (Ericsson & Lidén 1982, Fredén 2001).

Ytterligare en typ av moränryggar är de som har en utsträckning i NNV–SSO eller, som 250 m nordväst om Hassle kyrka (3 i), i NO–SV. Ställvis är ryggarnas utsträckning lobformad, med den konkava sidan mot norr. Dessa moränryggar, s.k. estuariemoräner, har avsatts framför iskanten i inbuktningar i isranden. Ryggarna är vanligtvis lokaliserade till områden där isälvs-



Fig. 13. Moränrygg av s.k. De Geermoräntyp, 100 m öster om Nolby (4 g). Foto förf. 1995.
De Geer moraine 100 m east of Nolby (4 g).

sediment förekommer. Moränryggarna är 50–500 m långa, 5–30 m breda och 2–5 m höga. De tydligaste moränryggarna finns nordöst om Björsäter (1 f), 750 m nordväst om Torsö kyrka (3 g), 250 m nordväst om Hassle kyrka (3 i) och 250 m öster om Enåsa kyrka (4 i). Denna typ av moränrygg förekommer 50 km nordöst om kartområdet (Ericsson & Lidén 1982).

Smala moränryggar i nord–sydlig riktning förekommer spritt över hela kartbladet. Ryggarna är troligen bildade i sprickor av isen under dess avsmältning. Berg i dagen har påträffats i anslutning till dessa ryggar och man kan förmoda att ryggarna delvis är berggrundsbitingade.

Sammansättning

Sammanlagt 62 moränprover har analyserats med avseende på kornstoleksfördelning, pH och buffertkapacitet. Vissa prover har även analyserats med avseende på karbonathalt, basmineralindex (Bx), magnetithalt och lermineralinnehåll (tabell 1). Moränens geokemiska sammansättning har undersökts på några ställen. Totalhalterna i moränen har analyserats med röntgenfluorescens (XRF), kungsvattenlakade prover med plasmateknik (ICP) och utbytbara baskatjoner med fotospektrometer.

Den dominerande moräntypen inom kartområdet är grå–brungrå sandig morän. Den sandiga moränen är ställvis svårgrävd beroende på att den är hårt packad, framför allt ett par meter ner i den flacka moränmarken. Lager och linser av silt, sand och grus förekommer i moränen, framför allt i de översta 2 metrarna. Vittrade stenar och block påträffas i moränen. Finsand är dominerande fraktion och lerhalten är oftast <5 % (fig. 14). Den leriga sandiga moränen har

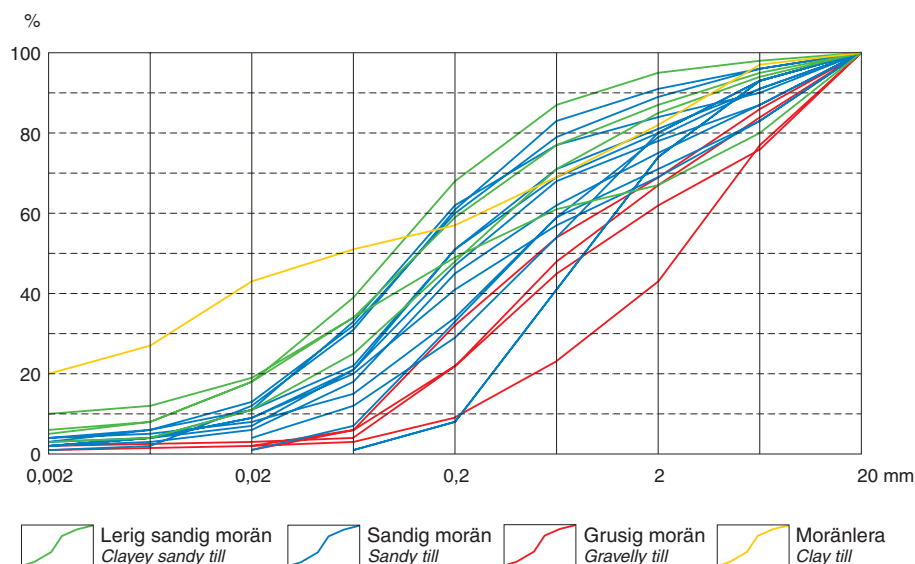


Fig. 14. Kornstorleksfördelning i moränprover från kartområdet.
Grain-size distribution of till samples from the map area.

större areell utbredning endast på Lugnäsberget (0 f). Lerhalten är vanligen <15 % men en lerhalt på 20 % har konstaterats i en analys från Lugnäsberget. Grusig morän förekommer på några platser, se proverna 2, 29, 44 och 68 (tabell 1). Den största utbredningen påträffas 700 m väster om Ymsjöholm (1 j).

Ställvis har moränen ett svallat ytskikt. Särskilt utsatta har varit sluttningar, exponerade mot väster. Ytlagret (0,1–0,4 m) har en märkbart högre halt av sand och grus än den underliggande moränen. Morän med svallat ytskikt förekommer främst inom nivåerna 45–65 m ö.h. och 85–105 m ö.h.

Normalblockig morän med måttlig stenhalt förekommer främst i områden med flacka ytor. Rik- och storblockiga moräner med ställvis hög stenhalt (fig. 15) förekommer i kullar och ryggar i den nordöstra delen av kartbladet (3 j och 4 j).

Enstaka stora block med en volym av minst 100 m³ är markerade på kartan. Det största är ca 200 m³ stort och påträffas ca 650 m nordväst om triangelpunkten vid Lilleskog (1 i).

I moränens ytlager (0,5–1,5 m) varierar pH mellan 4,1 och 6,3 (tabell 1). De högsta värdena i detta lager påträffas i den nordöstra delen av kartområdet. Två pH-analyser som är gjorda på moränprover tagna 1 200 m norr om Torsö kyrka i en nord-sydlig rygg och en väst-östlig rygg, ca 30 m från varandra, visar att skillnaden är liten (0,04 pH-enheter) mellan de två olika moränerna. Karbonathalten i moränen har bestämts i 4 prover. Inget av proverna hade någon påvisbar karbonathalt (tabell 1). De låga och normala pH-värdena i de övriga analyserna tyder också på att karbonat saknas i moränen inom kartområdet. Karbonat i morän ger vanligen ett pH >8 (Engdahl 1997).

Moränens totalhalt av kalcium (CaO) varierar mellan 1,5 och 2,2 % i de ytliga lagren (Andersson & Nilsson 1995). De högsta kalciumhalterna i moränens ler- och siltfraktion påträff-



Fig. 15. Rikblockig morän 600 m sydväst om Myrbacken (4 j). Foto förf. 1995.
Till surface with high frequency of boulders 600 m south-west of Myrbacken (4 j).

fas i den nordöstra delen av kartbladet. I samma område är magnesiumhalterna (MgO) 0,9–1,2 %. Kaliumhalterna varierar mellan 3,0 och 4,2 %, de högsta värdena i den östra delen av kartområdet. Medianvärdena för totalhalterna av CaO, MgO och K₂O på kartbladet är jämförbara med halterna i övriga nordöstra Västergötland. Fosforhalterna (P₂O₅) är lägre i moränen på kartbladet jämfört med övriga delar av Västergötland (Andersson & Nilsson 1995).

Moränens lermineralsammansättning har analyserats i lerfraktionen av en sandig morän (tabell 1, prov 39). Innehållet är 43 % illit, 30 % blandskiktsmineral, 15 % vermikulit, 10 % klorit och 2 % kaolinit.

Den leriga moränen på Lugnåsberget innehåller alunskiffer och i en markradonundersökning som har gjorts har radiumhalter på 150–200 Bq/kg uppmätts (Sandqvist 1996). Med dessa höga värden bedöms de leriga moränerna på Lugnåsberget vara högradonmark (Åkerblom m.fl. 1990).

Lagerföljdsbeskrivning med analyser

På sex platser har moränens utseende, sammansättning och genes undersökts i 2,0–5,4 m djupa maskingrävda schakt. Platserna är belägna i drumliner, i flack moränterräng och i en moränrygg i Nolby (4 g). Avståndet till närmaste berg i dagen har varit minst 500 m. Lokalerna är Rynningen, 650112/137637 (0 f), Fårnästorp, 652500/138110 (4 g), Nolby, 652107/138418 (4 g), Källstorp, 652235/138502 (4 h), Hemmingstorp, 6520635/1389650 (4 h) och Guntorp, 6520510/1397700 (4 j). Groparna har grävts i inströmningsområden för grundvatten. Inget grundvatten påträffades vid grävningarna.



Fig. 16. Skärning i moränrygg vid Nolby, 652107/138418 (4 g). Överst ca 1,2 m svallsand och därunder ca 2,5 m grå hårt packad sandig morän. Foto förf. 1995.

Cutting in wave-washed moraine ridge at Nolby: A grey sandy till beneath c. 1,2 m sand.

Moränen vid Rynningen (prov nr 23A–C, tabell 1) är, med avseende på kornstorlek, en homogen sandig morän i hela schaktet, som är ca 2 m djupt. pH ökar däremot från 5,1 i C-horisontens övre del till 6,1 enheter 2,0 m under markytan.

Vid Fårnästorp (prov nr 71A–B, tabell 1) påträffas överst ca 1 m med svallgrus, därunder 1,2 m sandig morän. Den sandiga moränen har i den övre delen sedimentstruktur, är brungrå till färgen och horisontellt lagrad. Sten och blockhalten är måttlig. En del stenar är vittrade och faller i bitar vid beröring. Den undre delen (2,2–3,2 m under markytan) av schaktväggen består av en grå sandig-siltig morän med låg sten- och blockhalt. Denna morän är hårt packad, till skillnad mot den övre moränen som är måttligt packad.

Vid Nolby (prov nr 72A–D, tabell 1) har grävningen gjorts i en moränrygg med utsträckning NNV–SSO. Ryggen är delvis täckt av svallsand och svallgrus och det är bara längs krönet som moränen går i dagen. Grävningen har gjorts på proximaldelen av ryggen, ca 10 m öster om krönet. Överst påträffas ca 1,2 m sand, som är bildad genom svallningsprocesser. Under sanden ner till 3,7 meters djup finns en grå, hårt packad sandig morän (fig. 16). Moränen har en måttlig sten- och blockhalt. pH ökar med djupet från 5,4 till 6,3. En partikelorienteringsanalys visar att moränen är avsatt av en inlandsis, som rört sig från nordöst.



Fig. 17. Skärning i drumlin vid lokal Hemmingstorp V, 6520635/1389650 (4 h). Överst en ca 3,9 m mäktig brun sandig morän som överlagrar en mörkgrå sandig-siltig morän som i skärningen är ca 1,1 m. Foto förf. 1996.

A cutting in a drumlin at Hemmingstorp W. Below the brownny sandy till is a greyish sandy-silty till.

Vid Källstorp (prov nr 73A–E, tabell 1) har fem prover tagits på olika nivåer i den ca 2,2 m djupa gropan. Alla analyser visar på en sandig morän. Moränen är hårt packad, grå till färgen och har en måttlig sten- och blockhalt. Vittrade stenar av granit och hyperit förekommer. pH ökar från 4,4 på 0,2 meters djup till 6,3 på 2,2 meters djup.

Vid Hemmingstorp har två grävningar gjorts med ett inbördes avstånd av omkring 220 m, Hemmingstorp V (prov nr MED 965001-4, tabell 1) och Hemmingstorp Ö (prov nr MED 965005, tabell 1). Målsättningen med dessa två grävningar var att, förutom att undersöka moränen på djupet, studera moränlagrens utsträckning i sidled. Två lagerföljder har dokumenterats och prover har analyserats med avseende på kornstorlek, pH och utvalda prover är geokemiskt analyserade (tabell 2).

Hemmingstorp V består av överst ca 3,9 m brun, homogen, sandig morän (fig. 17). I moränen påträffas vittrade stenar av basiska bergarter. Partikelorienteringsanalys i denna morän visar på en tydlig avsättning från NNO (20°). Från ca 3,9 m under markytan är moränen sandig-siltig, homogen och mörkgrå till färgen. Det finns ingen litologisk skillnad mellan de två moränerna. pH är 6,0 överst (0,9 m under markytan) och 7,7 underst (4,7 m under markytan). Den undre

grå moränen har ingen tydlig avsättningsriktning. De geokemiska analyserna (tabell 2) visar på ökande halter av natrium, magnesium, kalium och kalcium från ca 0,6 m under markytan och ner till ca 4,7 m. Den största ökningen sker mellan 0,6 m och 0,9 m under markytan.

Moränstratigrafin vid lokalerna Hemmingstorp V och Ö uppvisar stora likheter. Den grå sandig-siltiga moränen påträffas ca 1 m djupare i Hemmingstorp Ö, där markytan ligger ca 3 m högre. Kornstorlek och pH i den grå moränen från dessa två lokaler (MED 965004-05, tabell 1) visar också på stora likheter; t.ex. är grus- och sandinnehållet identiska och pH skiljer bara 0,04 enheter. De geokemiska analyserna, både totalhalter och kungsvattenlakade halter, visar att den underliggande moränen i bägge provgroparna är likartad i sin sammansättning. Bl.a. kan nämnas att halten zirkonium, som framför allt kommer från mineralet zirkon, vilket är resistent mot vittring, skiljer sig bara ca 4 % i den grå moränen från de två lokalerna.

Vid Guntorp (MED 965006-9, tabell 1) är det översta marklagret (ca 0,5 m) svallat och därunder, till ett djup av ca 5,7 m, består jordarten av brungrå sandig morän. Moränen är visuellt homogen men innehåller sorterade skikt i hela lagerföljden. Partikelorienteringsanalyser visar på en avsättningsriktning från NNO, tydligast i den nedre delen av lagerföljden. Kornstorleksanalyserna av 4 prover från skärningen är likartade i tre prover, i det fjärde provet är finsand- och grovsiltinnehållet högre medan grovsand- och mellansandinnehållet är lägre jämfört med övriga analyser. Vittrade stenar av basiska bergarter förekommer i moränen. pH ökar med djupet, från 4,9 (0,6 m under markytan) till 6,7 (5,4 m under markytan). De geokemiska analyserna visar på relativt stabila värden i lagerföljden, förutom för järn, aluminium och kalcium. Järn- och aluminiumhalterna är höga i den övre delen till skillnad från kalciumhalten, som ökar med djupet.

De moränstratigrafiska undersökningarna visar att de större moränackumulationerna består av två olika moräner: en övre sandig morän med en mäktighet av minst 2 m som är övervägande brungrå till färgen och en undre sandig-siltig morän som är mörkgrå till färgen. Den övre moränen har en tydlig avsättningsriktning från NNO, som sammanfaller med den dominerande räf-felriktningen. Den undre moränen har ingen tydlig avsättningsriktning. En liknande grå lerig-sandig-siltig morän, som underlagras av en brun sandig morän, har observerats ca 7 km nordöst om Degerfors, ca 65 km nordöst om kartområdet. Den moränen har bildats av en nordvästlig isrörelse (Björnbom 1979).

Isälvsavlagringar

Isälvsediment inom kartområdet täcker en ca 6 km² stor yta, vilket motsvarar ungefär 1 % av kartområdets hela areal. Ett par hundra tusen kubikmeter exploaterbart grus finns kvar i Mariestads kommun (Ahlin 1982). Isälvsavlagringarna är belägna längs tre isälvsstråk (fig. 18). Det västra stråket kallas för Björsättersåsen, det mellersta för Hassleåsen och det östra för Fredsbergaåsen. Alla åsarna är tämligen små, vanligtvis mindre än 100 m breda, inte högre än 10 m över omgivande terräng och mäktigheten överstigar inte 20 m. Markanta krön är ovanliga.

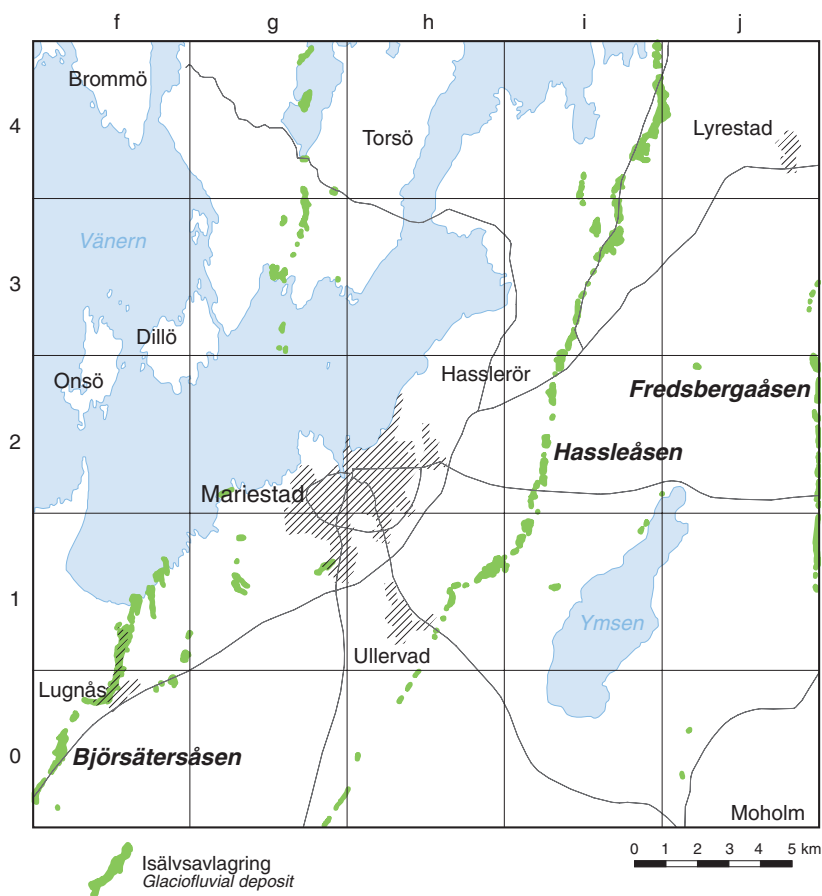


Fig. 18. Isälvsavlagringar inom kartområdet.
Glacial deposits in the map area.

Björsätersåsen

Mellan Motorp (0 f) och Lugnås (0 f) består Björsätersåsen av flacka ryggar. Ryggarna höjer sig 2–5 m över omgivande lermark. Blockhalten i ytan är ställvis högre än normalt för isälvsavlagringar i omgivningen. Borrningar visar att moränbäddar kan förekomma i isälvsedimenten, som huvudsakligen består av grusig sand. Block och stenar påträffas i de fåtal, delvis igenväxta gropar som finns i detta område.

Mellan Lugnås (0 f) och Åsen (1 f) bildar isälvsedimenten en svagt välvd, 5–10 m hög rygg. Jordarten är grusig sand och ställvis finns block i markytan. Vid Åsen försvinner isälvsedimenten ut i Vänern. Till samma isälvsstråk hör troligtvis de avlagringar som påträffas vid Mellåsen (1 f), Helgåsen (1 f) och Stavset (1 f). Detta innebär i sådana fall att det vid Vänerns nuvarande strand i detta område funnits åtminstone fyra istunnelöppningar, varav en större vid Åsen.

Ryggen vid Mellåsen är undersökt med georadar. Undersökningen som gjordes vid lokalen med koordinaterna 650706/137880 visar på en typisk subakvatisk åsavsättning, med åskärna

av sten och grus och omgivande skikt av grus, sand och silt. Mäktigheten av isälvsedimenten är vid denna punkt ca 17 m.

Björnsäteråsens fortsättning på Vänerns botten är okänd. Isälvsavlagringen vid Gummerstadudden (2 g) kan eventuellt ingå i detta isälvsstråk.

Öarna Stengårdsholmarna och Röret (3 g) i Mariestadssjön, som är en del av Vänern, består av isälvsediment och ingår i stråket av avlagringar som hör till Björnsäteråsen. Omfattande undersökningar (Mariestads kommun & Vatten och samhällsteknik AB 1996) har gjorts på dessa öar och Vänerns botten runt öarna. Botten mellan öarna och grunden 2,5 km sydöst om Stengårdsholmarna är också undersökta. Lagerföljden på öarna är något generaliserad enligt följande:

0–2 m sand

2–4 m lera

4–12 m grus och sand

Liknande lagerföljder, förutom lerlagret, påträffas i området sydöst om Stengårdsholmarna, t.ex. finns 2,5 km sydöst om dessa holmar ett grund som är undersökt där lagerföljden är ca 7 m finsand över ca 8 m med grovsand och grus.

Norr om öarna i Mariestadssjön fortsätter Björnsäteråsens avlagringar på Torsö och Fågelö. På Torsö finns isälvsediment i kullar, ryggar och flacka bildningar. Åsen 650 m NNV om Torsö kyrka består av grusig sand. I övriga skärningar på Torsö dominerar grovsand–finsand. På Fågelö ingår Sandholmen (4 g) i Björnsäteråsen. Sandholmen, som är 5–10 m hög, består ställvis av sand i ytan. Enstaka block har påträffats på sanden. I två skärningar som är ca 2 m djupa finns horisontellt skiktad stenig grusig sand.

Hassleåsen

Hassleåsen är en fortsättning av Låstadsåsen som börjar vid Billingens nordspets. Inom kartområdet sträcker den sig mellan Ek i söder till Sjötorp i norr. Åsen söder om Ek kyrka (0 g) och vidare mot nordöst är ca 25 m bred och 1–3 m hög över omgivande torvmark. Grus dominerar i åsen. Gruset är ställvis rostfärgat och myrsmalm förekommer i kanterna av åsen. Mot nordöst fortsätter åsen som uppstickande kullar i den omgivande torv- och lermarken. De på jordartskartan markerade jordarterna kärrtorv och lera kan överlagra isälvsediment mellan grusku-larna. Omkring 1,2 km nordöst om Ullervad kyrka (1 h) finns en isälvsavlagring som ingår i stråket. Avlagringen är till större delen utbruten, men i de igenväxta groparna påträffas stenigt grus i norr och grusig sand i söder.

900 m öster om Villmo (1 h) bildar isälvsedimenten ett flackt plan med sand i ytan. I det ca 5 m djupa grustaget på platsen påträffas under sanden en åskärna, bestående av grus, som i detta avsnitt är ca 40 m bred (fig. 19). På ömse sidor av åskärnan kan ställvis lera påträffas under sanden. Omkring 1 km öster om Villmo (1 h) har följande lagerföljd dokumenterats från skruv- och sondborringar:

0–5 m sand

5–6 m silt och finsand

6–10 m sand och grus

10–14 m morän



Fig. 19. Åskärna som består av stenigt grus. Skärning 900 m öster om Villmo (1 h). Gruset överlagras av svallsand, som i mitten av bilden har en mäktighet av ca 1 m. Foto förf. 1995.

Cut in an esker with glaciofluvial gravel beneath wave-washed sand.

Hassleåsen forsätter mot nordöst som två större kullar vid Djupedalen och Assmundstorp (1 i), ca 150x200 m stora. Omfattande täktverksamhet har försiggått i kullarna fram till 1980-talet. I en husbehovstäkt 150 m sydväst om Assmundstorp (1 i) påträffas 1 m grus över 5 m skiktad sand. I täktens västra del förekommer lerskikt i sanden.

Vid Torstenstorp (2 i) återfår Hassleåsen sin ryggform. Ryggen är ca 50 m bred och ca 5 m hög över omgivande lermark. Isälvssedimenten består framför allt av grusig sand. Det förekommer en del block på den östra sidan av ryggen. Mellan Backen och Fridhem (2 i) är åsen svagt välvd och ca 100 m bred (fig. 20). Isälvssedimenten består av stenigt grus med enstaka block. I den östra delen av åsen påträffas block i markytan. Vid Hasslerör (3 i) bildar isälvssedimenten en nord-sydlig rygg som är ca 100 m bred. Mäktigheten på isälvssedimenten bedöms vara 10–15 m. Isälvssedimenten består av stenigt grus i ytan och i igenrasade skärningar. På sidorna av åsen täcks isälvssedimenten av lera, silt och sand.

Från Fåleberg (3 i) och till omkring 1,5 km norr om Örvallsbron (3 i) har Hassleåsen ingen markant rygg utan isälvssedimenten bildar en flackt undulerande markyta. Mäktigheten av isälvssedimenten är mindre än 10 m. Ett flertal mindre igenrasade och igenväxta gropar förekommer i detta avsnitt. Grus synes dominera i de fåtal öppna skärningar som finns.

Enåsa kyrka (4 i) är belägen på en ca 500 m lång, 100 m bred och 10 m hög rygg. Inga täkter finns i denna bildning. I den norra delen av avlagringen vid stranden till Friaån består sedimenten av grus. 750 m ONO om Börstorps slott är isälvssedimenten till större delen utbrutna. Berg i dagen påträffas i och invid det gamla grustaget. Isälvssedimenten som finns kvar består av grusig sand. Stora block påträffas i och på avlagringen.



Fig. 20. Huset i mitten av bilden är beläget på den svagt välvda Hassleåsen 800 m NNÖ om Torstens-
torp (2 i). I förgrunden till vänster på bilden lervarv som gränsar mot isälvsedimenten. Foto förf.
1992.

View of the esker Hassleåsen in the background and glacial clay in the foreground to the left.

Isälvsedimenten 1 km öster om Stavsäng (4 i) och vidare norrut till ca 500 m söder om Sjötorps gård (4 i) bildar inga tydliga former i terrängen. Ställvis kan dock svaga terrass- och platåformer synas. Mäktigheten på sedimenten, sand och grus, är ca 5 m. Vid Sjötorps gård bildar isälvsedimenten en svagt välvd nord-sydlig rygg som kan följas norrut i samhället Sjötorp.

Fredsbergaåsen

Det tredje åssystemet, Fredsbergaåsen, tangerar endast kartområdets östra del på de ekonomiska kartbladen 1 j, 2 j och 3 j. På hela sträckan mellan 500 m öster om Gärdesboda (1 j) och Fredsberg kyrka (2 j) är åsen ca 50 m bred. I söder höjer den sig endast ca 5 m över omgivande terräng. Vid Fredsberg kyrka är åsens höjd över omgivningen 5–10 m. Ett flertal mindre igenväxta och igenrasade husbehovstäckter förekommer. Täckerna är 3–6 m djupa och sand är dominerande fraktion (50–95 %) och resten är grus. 1,8 och 2,6 km norr om Fredsberg kyrka finns två uppstickande gruskullar i lervarvet som tillhör samma åssystem.

Glaciala finkorniga sediment

De glaciala finkorniga sedimenten inom kartområdet domineras av glacial lera. Den totala ytan av den glaciala leran är ca 140 km², vilket motsvarar omkring 30 % av den totala landarealen. Den glaciala leran förekommer framför allt i områden som ligger lägre än ca 75 m ö.h. Mellan 75 m ö.h. och ca 130 m ö.h. (högsta kustlinjen, HK) påträffas endast små ytor med glaciala finkorniga sediment. Mäktigheten av dessa små förekomster med silt och lera är vanligtvis <0,5 m. Dessa små ytor (<1 000 m²) i framför allt moränterräng har inte markerats på kartan.

Varvig silt med lerskikt har påträffats under den glaciala leran i djupa diken och över isälvs-sedimenten i grustag som är belägna i kanterna av isälvsavlagringarna. Leran inom kartområdet är grå till färgen, ibland brunflammig, och har en fast till halvfast konsistens under torrskorpan. Inga stora skredärr påträffades vid fältkarteringen. Pågående erosion är begränsad. Orsakerna till detta är lermarkens flacka topografi och lerans relativt fasta konsistens.

Den glaciala leran inom kartområdet är vanligen en finlera med en lerhalt varierande mellan 38 och 80 % (fig. 21). De högsta lerhaltarna påträffas i den östra delen av kartområdet. Leran i denna del går under namnet "Vadsboleran" av bönderna i trakten och har varit känd för sin höga lerhalt vilket gör den svårbearbetad på våren men ändå mycket bördig. Förklaringen till den höga lerhalten kan vara att i den östra delen av Vänerbassängen så strömmade salt vatten in från Västerhavet vid sedimentation av lerorna och blandades med det söta vattnet från Baltiska Issjön (Fredén 1988). I sådan miljö håller sig de finaste lerpartiklarna "svävande" och först när de fäster vid varandra (flockulerar) och blir tillräckligt tunga sedimenterar de till botten (Rosenqvist 1977).

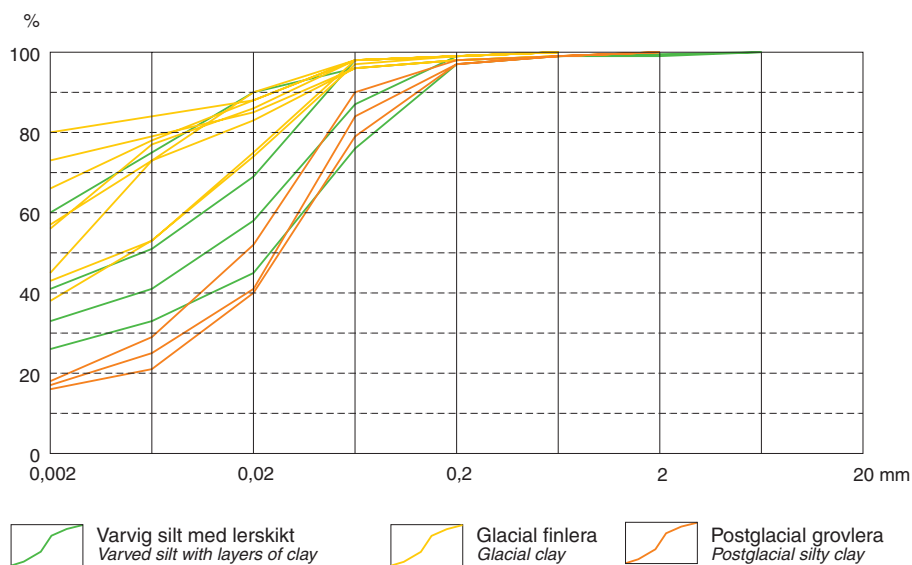


Fig. 21. Kornstorleksfördelning i kartområdets finkorniga sediment.

The grain-size distribution of the analysed samples of the fine-grained sediments of the map area.

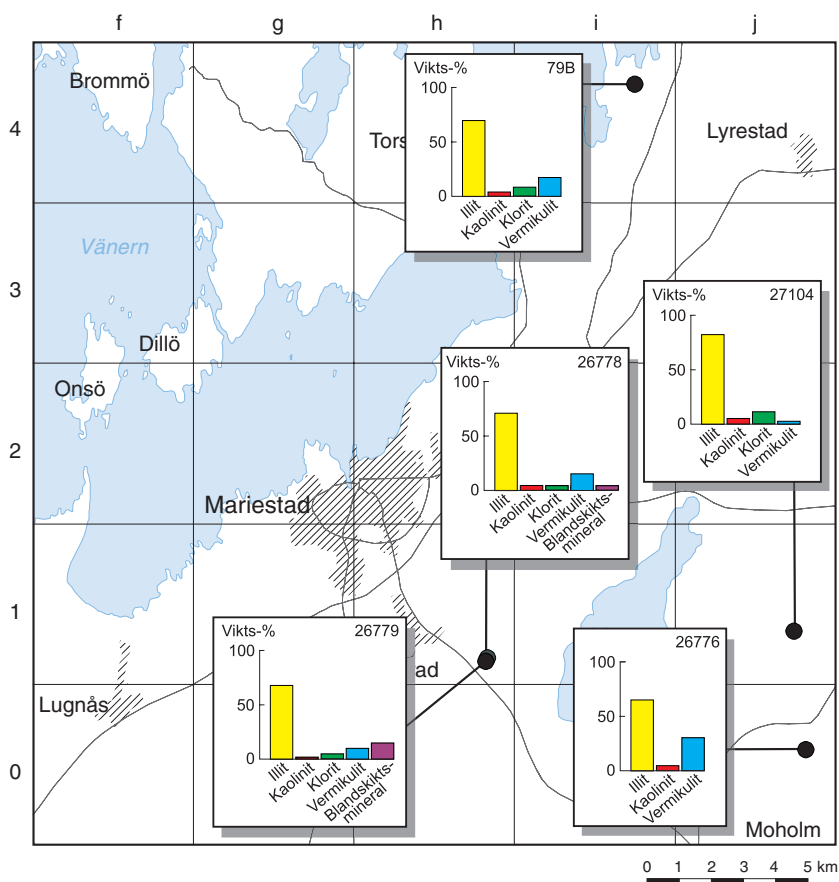


Fig. 22. Fördelning av olika lermineral i lerfraktionen i glacial lera. Staplarnas höjd är proportionell mot uppskattade halter av de olika mineralen.

Distribution of different clay minerals in the clay fraction of glacial clay. Heights of columns are proportional to estimated contents of the minerals.

I varvig silt med lersikt varierar pH mellan 5,3 och 7,7 och i glacial lera mellan 5,8 och 7,5. På nio prover av glaciala finkorniga sediment gjordes kalkhaltbestämningar (CaCO_3). Samtliga visade 0 %, se tabell 1.

Fem prover från 0,6–1,0 m under markytan har analyserats med avseende på lermineralogisk sammansättning (proverna nr 28 (0 j), 41 (0 h), 42 (0 h), 77 (1 j) och 79 B (4 i)), se tabell 1. Illit är dominerande lermineral, 65–70 % i proverna (fig. 22). Halten av övriga lermineral varierar. Analyser av prover (proverna 77A–E (1 j) tagna på 5 olika nivåer, ca 0,7–4,3 m under markytan, visade på liknande resultat. Illit är också här dominerande lermineral, ca 80 % i alla analyser. Klorithalten varierar mellan 10 % och 15 % och kaolinithalten mellan 3 % och 7 %. I det översta provet, 0,7 m under markytan, finns en viss vittringspåverkan indikerad av vermiculitinnehållet.

Relativt höga uranhalter påträffas i de glaciala finkorniga sedimenten i de södra och östra delarna av kartområdet (se specialkarta 3, "Markens uranhalt" på jordartskartan). Orsaken till

detta kan bero på att sedimenten i dessa områden innehåller partiklar av alunskiffer, som bl.a. innehåller uran. Alunskiffer finns i fast klyft endast söder och sydväst om kartområdet. Isrörelseriktningen är från norr eller nordöst och förekomsten kan således inte härröra från inlandsisen. En möjlig förklaring kan vara att de bottenströmmar som förde in havsvatten från sydväst och som förekom i Vänerbassängen under deglaciationen (Fredén 1988), har eroderat tidigare avsatta finsediment och transporterat dessa i suspension mot nordöst, där de sedan har kunnat sedimentera när bottenströmmarnas styrka har avtagit.

De glaciala finkorniga sedimentens mäktighet är vanligtvis 2–10 m, sällan mer än 15 m. De största kända mäktigheterna (15–20 m) finns i dalgångarna väster om Moholm (0 j), nordväst om Björsäter (1 f), SSO om Leksberg (1 g) och nordväst om Torsö kyrka (3 g).

POSTGLACIALA SEDIMENT

De postglaciala sedimenten har bildats efter det att inlandsisen lämnat området och utan inverkan av isens avsmältning. För ca 10 400 år sedan (kol 14-ålder) blev hela kartområdet isfritt (Fredén 1988). Väneren isolerades från havet för ca 9 000 år sedan. De postglaciala sedimenten i kartområdet bedöms vara yngre än ca 9 500 år gamla.

Grovkorniga havs- och sjösediment (svallsediment)

Hela kartområdet, förutom Lugnåsbergets topp (0 f), har varit täckt av vatten. På Lugnåsberget finns högsta kustlinjen (HK) utbildad, som strandmärken i moränen, på nivån 125–130 m ö.h. Svallad morän, som kännetecknas av en rikblockig markyta, förekommer från ca 130 m ö.h. och ner till ca 90 m ö.h. Morän med svallat ytskikt, som består av sand och grus, förekommer från ca 125 m ö.h. Svallsediment, sand, grus och i mindre omfattning klapper, påträffas också på samma nivåer. Genom interpolering mellan höjdkurvorna på ortofotokartan har HK uppskattats till ca 130 m ö.h. i området. Den HK-bestämning på ca 128 m ö.h., med avvägningsinstrument, som gjordes till beskrivningen av kartbladet Lugnås (Lundqvist m.fl. 1931) bör idag vara drygt 128 m ö.h. och mer exakt beroende på mätmetodik.

Den totala ytan av svallsediment är ca 64 km², vilket motsvarar ca 14 % av kartområdets landyta. Klapper, grus samt grov- och mellansand, påträffas företrädesvis i anslutning till för vågor exponerade höjder och sluttningar under HK (fig. 23). Den klapper som förekommer påträffas framför allt i sluttningar som är orienterade mot väst. Finsand finns framför allt mellan moränsluttning och angränsande lerområde. Finsanden i dessa lägen innehåller ca 80 % finsand och resten mellansand och silt i varierande proportioner.

Den finsand som påträffas i lerområdena innehåller 50–60 % finsand och 40–45 % silt och ler. Denna jordart är bildad som ett distalt svallsediment avsatt på botten av fjärdar, vikar och sjöar. Mäktigheten av dessa sediment är 0,5–1 m.

Det största sammanhängande området med svallsediment finns ca 4 km nordöst om Lugnås kyrka (0 g). Nivån är 80–95 m ö.h. Svallsedimenten i detta område består framför allt av grovt

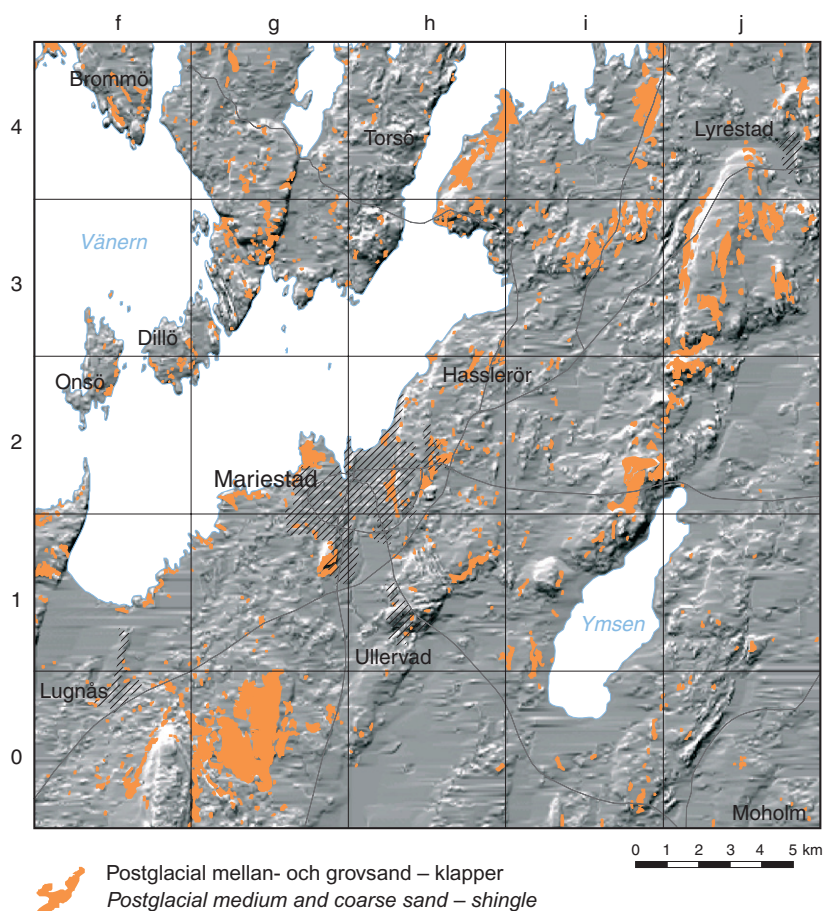


Fig. 23. Klapper, svallgrus, svallgrovsand och svallmellansand inom kartområdet.

Shingle, wave-washed gravel, coarse and medium sand in the map area.

grus med låg sorteringsgrad och med en mäktighet av 1–2 m. Strandmärken i form av strandvallar förekommer i området. Block från den underliggande moränen påträffas ställvis i markytan. Ett flertal små och grunda (1–2 m) delvis igenrasade och igenväxta husbehovstäckter förekommer i området. Svallgruset underlagras av sandig morän.

I sänkan mellan Moholm och Vrå (0 j) och 500 m NV om Älvagården (1 f) finns ca 1 m mäktig finsand som underlagras av lera.

Leksbergs kyrka (1 g) är belägen på en drumlin, vars högsta punkt når ca 90 m ö.h. Morän med svallat ytskikt, svallgrus och svallsand (mellansand–grovsand) påträffas på avlagringen. På omgivande lermark förekommer finsand. Mäktigheten på svallsedimenten är 1–3 m. Strandvallar förekommer på östra sluttningen. Den största är ca 200 m lång, 15 m bred och 2 m hög. Den ligger omkring 250 m väster om kyrkan.



Fig. 24. Skärning 800 m SSÖ om Gummerstadudden (2 g). Det organiska skiktet mellan sandlagren är kol 14-daterat till 1 100 år före nutid. Foto förf. 1995.

Cutting in sand with an organic layer, radiocarbon dated to 1 100 years B.P.

800 m SSÖ om Gummerstadudden (2 g) noterades en liten sandgrop med följande lagerföljd (fig. 24):

- 0–0,9 m finsand och mellansand, svagt skiktad
- 0,9–1,0 m organiskt skikt bestående av torv och gyttja, prov taget för kol 14-analys
- 1,0–1,6 m finsand och mellansand, svagt skiktad
- 1,6–1,62 m organiskt skikt
- från 1,62 m lera

Markytan är belägen ca 3 m över Vänerns normalvattenyta (44,5 m ö.h.).

Det övre organiska skiktet är kol 14-daterat till att vara bildat för ca 1 100 år sedan (St13655), se kapitel "Kol 14-metoden". Dateringen är en lägsta ålder beroende på att rötter kan ha vuxit ner i det organiska skiktet och förmultnat.

Små husbehovstäckter i svallsediment, företrädesvis svallgrus, har varit vanliga inom kartområdet. Exempel på sådan verksamhet finns 700 m VSV om triangelpunkten Lilleskog (1 i).



Fig. 25. Klapperavlagring, 85–95 m ö.h., på moränsluttning 1,3 km VNV om Färed kyrka (2 j). Foto förf. 1995.

A small shingle field on the till slope 1,3 km WNW Färed's church (2 j).

Mäktigheten av den grusiga sanden är ca 2 m och sedimenten underlagras av morän. Moränsluttningen 2 km nordöst om Mariestads kyrka (2 h) är påverkad av svallning. På nivåerna 60–65 m ö.h. påträffas klapper som består av välrundade stenar. Ställvis längs sluttningen påträffas också frispolade block.

I det sydöstra hörnet av det ekonomiska kartbladet 2 i påträffas svallsediment, grus och sand, från nivåerna 95 m ö.h. till 115 m ö.h., som är högsta punkt i detta område. Mäktigheten på sedimenten i detta område är också 1–3 m. 500 m sydöst om Björnstorp (2 i) på nivån 85–90 m ö.h. finns ett flertal strandvallar, ca 1 m höga och 5 m breda. 1,3 km VNV om Färed kyrka (2 j) påträffas på nivån 85–95 m ö.h. ett klapperfält, med relativt välrundade stenar (fig. 25). Omkring 200 m öster om detta område finns 5 st strandvallar, 50–100 m långa, på nivån 95–105 m ö.h.

Moränavlagringen som ligger ca 4 km sydöst om Lyrestad samhälle (4 j) är påverkad av svallning. Avlagringens högsta punkt, ca 115 m ö.h., är belägen på svallgrus. Mäktigheten är ca 2 m med svallgrus på morän. Sand förekommer också på och runt denna moränavlagring. Finsand påträffas företrädesvis i svackor på avlagringen eller utanför avlagringens kant och underlagras ställvis av lera. Längs hela västsluttningen på en sträcka av ca 5 km och på nivåerna mellan 85–95 m ö.h. längs moränavlagringen finns svallsediment med varierande sammansättning och form. Det tydligaste strandmärket, i form av en strandvall, påträffas 90 m ö.h. (Westergård m.fl. 1925). I den södra delen av moränavlagringen, 250 m söder om Tempelbergen (3 j), påträffas ett dåligt rundat klapper, som norrut övergår i en nästan rikblockig morän. Blockigheten är

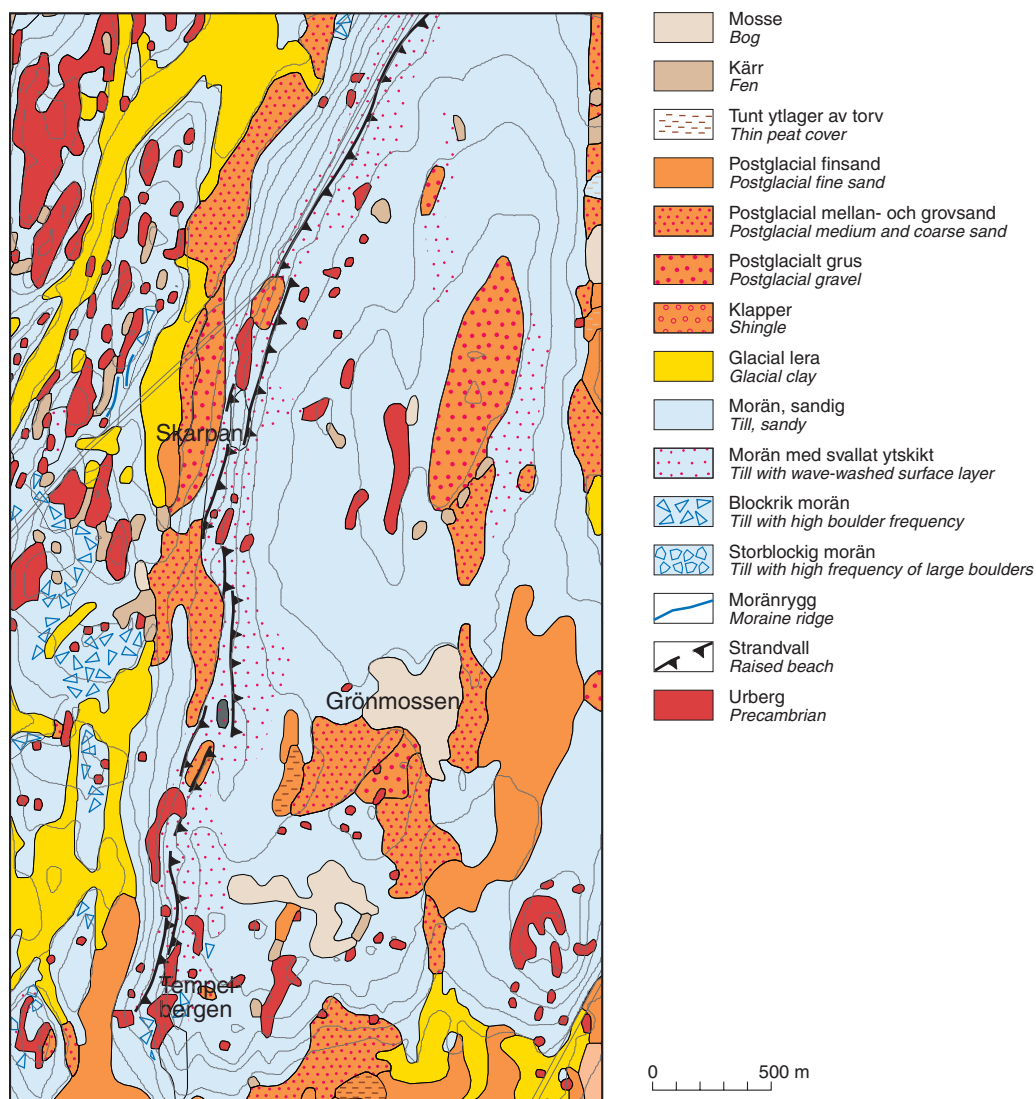


Fig. 26. Strandvallar och strandhak, 90 m ö.h., längs moränsluttning 4 km sydöst om Lyrestad (4 j).
Area with raised beaches 4 km south-east of Lyrestad (4 j).

troligtvis ett resultat av att mellanmassan i moränen spolats bort vid svallningen. Endast de större stenarna och blocken har blivit kvar i den ursprungliga markytan. Dessa områden är på kartan markerade som svallad morän. Längs hela sluttningen, från Tempelbergen (3 j) i söder, via 100 m öster om Torpelund (3 j) till 650 m nordväst om Mysten (4 j) påträffas mer eller mindre tydliga strandvallar (fig. 26). Dessa områden är också markerade på kartan som svallad morän. Tydliga strandvallar kan ses på västra sluttningen vid Skarpan (3 j) till 650 m nordväst om Mysten (4 j). Vanligen förekommer 2–3 parallella strandvallar men ställvis förekommer upp till 5. Strandvallarna är 1–2 m höga och 2–10 m breda.



Fig. 27. Strandmärken på västra sluttningen av ön Hovden (9D SV, 4 e). Foto förf. 1995.
Raised beaches on the western slope of the island Hovden.

Jordarterna på ön Hovden (4 f) består av svallsand, svallgrus och flygsand. Svallsedimenten är ställvis täckta av flygsand. På västsidan av ön, ca 500 m väster om kartbladsgränsen förekommer klapper. I denna sluttning förekommer ungefär 10 delvis välutbildade strandmärken från ca 0,5 m över Vänerns medelvattennivå och till toppen på sluttningen, ca 12 m högre. Närmast den nuvarande stranden består klappern av finsten för att högre upp i sluttningen få en grövre sammansättning (fig. 27). Block framträder i de övre strandhaken.

330 m norr om Fårnästorp (4 g) finns en liten skärning i dåligt sorterat svallgrus. Mäktigheten är ca 2 m och gruset underlagras av morän. Svallgruset ligger som ett ojämnt täcke (kalott) över moränen och har inte transporterats någon längre sträcka i samband med svallningen (Westergård m.fl. 1925). Denna typ av svallavlagring förekommer ställvis inom kartområdet och mäktigheten är vanligen 0,5–2,0 m. Täktverksamhet har också förekommit i dessa avlagringar, som t.ex. 330 m norr om Fårnästorp (4 g). För övrigt består svallsedimenten på Brommö (4 f) och Torsö (3 g–h, 4 f–h) mest av finsand med en mäktighet av vanligtvis några meter.

Från Sundsören (3 h) till Furnäsudde (4 h) påträffas svallsediment (sand–grus) längs västra sluttningen av en drumlin. På Furnäsudde finns strandmärken ca 5 m över medelvattennivån i Vänern.

Den östra sluttningen av moränavlagringen 4 km sydöst om Lyrestad (4 j) är i begränsad omfattning påverkad av svallning. Det finns en tydlig strandvall längs sluttningen på nivån omkring 90 m ö.h. 150 m sydväst om Mysten (4 j) är denna strandvall ca 1 m hög och 20 m bred. 900 m norr om Hälleberg (4 j) finns ytterligare en strandvall som är ca 350 m lång, 5 m bred och 1 m hög. Den här strandvallen är belägen omkring 93 m ö.h.

Den anrikning av svallsediment som förekommer i moränslutningarna inom kartområdet på nivåerna 85–95 m ö.h., beror delvis på det topografiska läget. Den kan också bero på att svallningen varit extra intensiv när havet stod vid denna nivå.

Finkorniga havs- och sjösediment

Postglaciala finkorniga sediment har liten utbredning, ca 1 % av kartområdets landyta, och representeras av gyttjeler, postglacial lera och postglacial silt. Sedimenten förekommer i lågt liggande sänkor. Huvuddelen av dessa sediment har avsatts efter det att Vänern isolerades från havet och blev en insjö.

Två relativt stora områden med gyttjeler förekommer på kartbladet. Det ena området är en ca 150 m bred bård längs Vänerns strand mellan Sjöberg (1 f) och Åsen (1 f). Gyttjelerans mäktighet är där 0,5–1,0 m. Det andra stora området med gyttjeler är beläget på Torsö, ca 1 km väster om Torsö kyrka (3 g). Mäktigheten i de centrala delarna av lerygttjeområdet bedöms vara ca 1 m. En undersökningsborrning (skruv+sondering), markerad som 10 K över 2F på kartan, har gjorts i detta område och följande lagerföljd har dokumenterats:

0–0,6 m	gyttjeler
0,6–0,9 m	finsand
0,9–2,2 m	grå lera
2,2–4,0 m	brunflammig lera
4,0–10,2 m	kohesionsjordart (bestämt genom sondering)
10,2–12,3 m	frikationsjordart (bestämt genom sondering)

I denna lagerföljd bedöms den grå leran från 0,9–2,2 m vara postglacial. Postglacial lera, även kallad "Vänerlera" (Westergård m.fl. 1925 och Lundqvist m.fl. 1931) påträffas i markytan också på några platser närmast Vänern. Leran saknar varvighet, är grå och innehåller organiskt material. Den postglaciala leran är bildad som en sötvattenslera efter Vänerns isolering, som skedde för ca 9 000 år sedan (Dennergård 1984, Fredén 1988). Vid isoleringen, som är orsakad av landhöjningen, bildades en pasströskel ca 44,3 m ö.h., vid den södra delen av Vänern (von Post 1929). Efter att denna pasströskel har bildats kunde inte saltvatten strömma in i Vänern med bottenströmmar (Fredén 1988). Någon tydlig övre nivå från Vänerns största utbredning har inte observerats under kartläggningen. Vid Spiken på Kållandsö, ca 25 km väster om västra kartbladskanten har en detaljerad stratigrafisk undersökning av en lerlagerföljd gjorts (Dennergård 1984). Vid lokalen som ligger ca 50 m ö.h., dvs. ca 5 m över Vänerns medelvattennivå, har leran, även ytlagen, bildats under en marin miljö. Med tanke på den marina lerlagerföljden vid Spiken och på att postglacial lera bara hittas i nivåer på ca 3 m över Vänerns nuvarande yta i kartområdet så bedöms Vänerns högsta vattennivå, som insjö, inte ha varit mer än 5–10 m över nuvarande vattenyta i kartområdet. Denna bedömning skiljer sig från tidigare undersökningar som anger en högsta nivå på Vänerns sjöstadium i Mariestadsområdet till ca 16 m över nuvarande yta (Westergård m.fl. 1925).

Den postglaciala leran och gyttjeleran är undersökt med avseende på innehåll av kiselfossil (diatoméer) vid tre lokaler. Diatoméer trivs bäst i miljöer med sött eller bräckt vatten. Vid en lokal är också den underliggande glaciala leran undersökt. Platserna är 1 250 m ONO om Åbron

(1 f), 1 100 m nordöst om Torsö kyrka (3 g) och 450 m norr om Nolskyttlan (4 i). Den postglaciala leran och gyttjeleran innehåller en rik diatoméflora, framför allt sötvattenarter. Analyserna redovisas i tabell 3. I lagerföljden från Åbron bedöms den postglaciala leran vara ca 0,7 m mäktig. Lagerföljden består i ytan vid Åbron av ca 0,5 m mäktig finsand. I lagerföljden från Torsö, är leran mellan 0,9–2,2 m under markytan postglacial och leran därunder glacial. Vid Nolskyttlan bedöms den postglaciala leran vara ca 1,3 m mäktig och överlagras av gyttjeleran.

Den postglaciala silt som påträffas inom kartområdet har bildats genom omlagring av tidigare avsatta sediment. Silten som förekommer på nivån 0–5 m över Vänerns nuvarande medelvattenyta är bildad genom sedimentation i Vänern, efter isoleringen från havet. Exempel på sådana områden är siltområdena mellan Fågelö och Torsö (3 g och 4 g). Övrig postglacial silt, som påträffas på nivåer upp till 75 m ö.h., alltså ca 30 m över Vänerns nuvarande yta, är troligtvis avsatt som ett distalt svallsediment på botten av vikar och fjärdar. Exempel på sådana områden är utmed Tidån väster om Ullervad (1 h), sydöst om Hassle kyrka (2 i och 3 i), söder och norr om Fredsberg kyrka (2 j och 3 j) och väster om Lyrestad (4 j). Kornstorleksanalyser (proverna 54, 80 och 82) på dessa jordarter visar på en lerhalt på 16–18 %, vilket innebär att jordarten definitionsmässigt är en grovlera. På grund av det relativt höga grovsiltinnehållet, ca 40 %, och det låga finsiltinnehållet, ca 10 %, har dessa områden på kartan markerats som postglacial silt. Mäktigheten på silten är ca 1 m.

Svämsediment

Utmed de flacka områdena längs Tidån (0 h och 1 h) och Friaån (4 i) förekommer svämsediment (fig. 28). Den totala ytan är ca 1 % av kartområdets hela landareal. Lera och silt är dominerande fraktioner och det organiska innehållet är påtagligt. Grundvattenytan står högt under stora delar av året i dessa områden vilket gör att marken är svårframkomlig, även för traktorer. I det stora området med svämsediment i nedre delen av Friaån (4 i) förekommer inslag av gyttjeleran. Sedimentationen har i vissa partier skett i lugnare vatten och gyttjeleran har bildats. Gränsen mellan svämsediment och gyttjeleran är diffus och många gånger svår att fastlägga och därför har hela området markerats på kartan som svämsediment.

Vindavlagringar

Vindavlagringar eller eoliska sediment har påträffats 200–500 m söder om Gummerstadsudden (2 g), på Hovden (4 f), på nordvästra delen av Brommö (4 f) och 900 m VSV om Torsnäsudden (4 g). Mindre områden med flygsand finns på ytterligare några platser utmed Vänerns strand, men dessa avlagringar är små och har inte markerats på kartan.

Dominerande fraktion i flygsanden är finsand (se prov 43). Flygsanden i prov 43 är från en lokal där flygsanden underlagras av svallsand (se prov 59). Största mäktigheten av flygsand bedöms finnas på Hovden (4 f), där några kullar är ca 8 m höga. Den vanligaste mäktigheten på flygsanden är 1–3 m.



Fig. 28. Undersökning av jordlagerföljd 2,5 km sydväst om Utby kyrka (0 h). I bakgrunden det flacka uppodlade området med svämsediment och kärrtorv utmed Tidan. Foto förf. 1995.

Drilling for depth and stratigraphy of the sediments. In the background, the flat lowland with young fluvial clay and silt and fen peat along the river Tidan.

Torv

Torvarealen inom kartområdet är ca 26 km², vilket är ca 6 % av kartområdet. Av torvtyterna är ca 3,5 % mosse och ca 2,5 % kärr. Dessutom har ett tunt ytlager av torv markerats inom områden där torvens mäktighet är mindre än 0,5 m. Huvuddelen av torvmarkerna har bildats genom igenväxning av forna sjöar. En normal lagerföljd i sådana torvmarker är, uppifrån räknat: mossetorv, kärrtorv, gyttja eller gyttjelera och glacial lera. För ytterligare information om torvslag och mäktigheter hänvisas till den torvmarksinventering som gjordes under 1920-talet i Västsverige (von Post 1923).

Väster om Tidan från kartkanten (0 g–h) till 1,5 km söder om Ullervad kyrka (1 h) påträffas kärrtorv. I samband med kartläggningen till kartbladet Lugnås (Lundqvist m.fl. 1931) uppmättes på 13 platser inom detta kärrtorvsområde mäktigheter på 0,5–1,2 m. Samma torvmäktigheter har konstaterats vid fältrekognoseringen, ca 60 år senare, till kartbladet 9D Mariestad SO.

Kartområdets två största högmossar, Julia mosse (0 i) och Fredsbergs mosse (2 j), gränsar till sjön Ymsen. I båda ändar av sjön påträffas torv som överlagras av gyttja (Westergård m.fl. 1925). Julia mosse är en typisk högmosse med en välvning på ca 4 m mot omgivande kärr. Vegetationen på högmossen består av ljung, tuvdun, tuvsäv och martallar. Den största mäktigheten på mossetorven, som framför allt utgörs av vitmossa, är ca 6 m. Mossetorven underlagras av ca 1,5 m kärrtorv (Lundqvist m.fl. 1931). Torven underlagras av ett tunnare (ca 0,5 m) gyttjelager

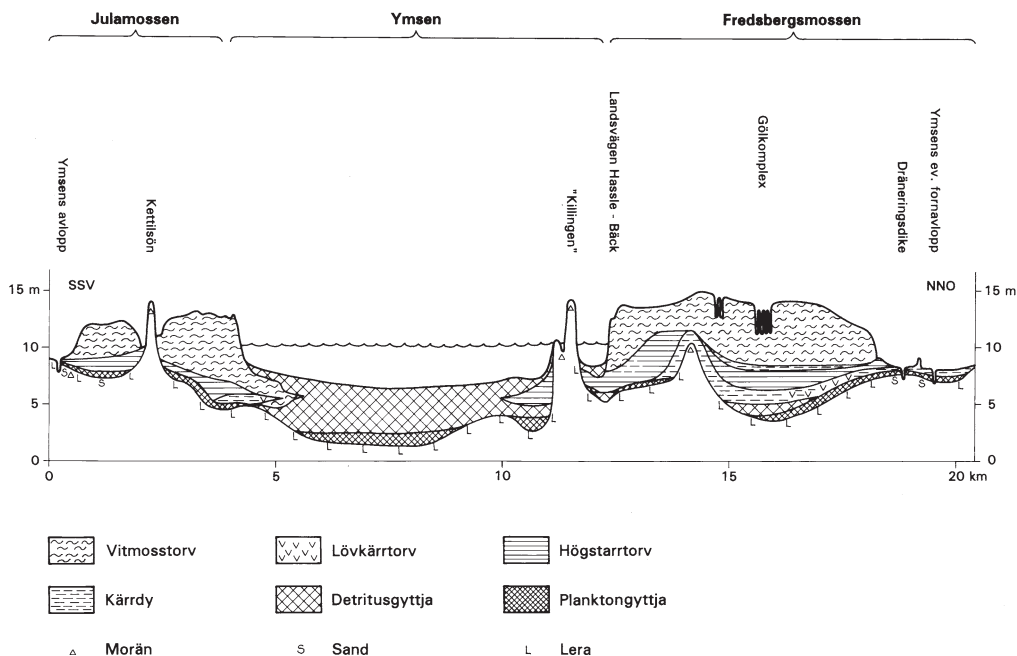


Fig. 29. Profil genom komplexet Jula mosse–Ymsen–Fredsbergs mosse efter fig. 3 i beskrivningen till kartbladet Mariestad (Westergård m.fl. 1925).

Section through the bog "Jula Mosse", the lake "Ymsen" and the bog "Fredsbergs mosse".

och under gyttjan påträffas glacial lera med varierande mäktighet. I den nordvästra delen av mossen har omfattande torvbrytning skett och en torvströfabrik har tidigare legat där. Torvbrytningen upphörde 1960. Fredsbergs mosse (2 j) är den största och mäktigaste mossen inom kartområdet. Den största totala mäktigheten på torven och gyttjan i denna mosse är ca 10 m, varav ca 5 m mossetorv, 3 m kärrtorv och ca 2 m gyttja. På enstaka ställen har det uppmätts ca 7 m mossetorv (Westergård m.fl. 1925).

I en 20,4 km lång profil (fig. 29) från Jula mosse, genom Ymsen och till Fredsbergs mosse är stratigrafien undersökt (Westergård m.fl. 1925). Pollenanalyserna och pollendiagrammen är gjorda av Booberg 1924 vid Svenska Mosskulturföreningen i Jönköping. På 10 platser längs denna profil har det gjorts pollenanalyser. En slutsats från denna undersökning är att vattennivån i Ymsen har stigit med ca 4,5 m under de senaste 2 500 åren. Ymsen hade före 2 500 år sedan ett utlopp i norr, men genom landhöjningen flyttades utloppet till söder om Ymsen efter att sjön höjts ca 4,5 m. Fredsbergs mosse är också inventerad med avseende på geologi och vegetation av Länsstyrelsen i Skaraborgs län (Larsson 1978).

För att komplettera ovanstående undersökningar av Jula mosse och Fredsbergs mosse gjordes i samband med kartläggningen borrhningar för provtagning för C14-analys. Borrhningarna gjordes i mossarna ca 100 m från Ymsens strand. Nedan redovisas lagerföljder och dateringar.

Jula mosse (6503450/1392080)

1,50 m över Ymsens vattenyta 1996-10-25

Nivåer	Jordart	Nivå för C14-prov	Ålder före nutid
0–1,02 m under m.y.	låghum. vitmosstorp	0,55–0,60 m u. m.y.	950±60(St14470)
1,02–3,85 m -"	medelhum. -"	0,97–1,02 m -"	1 160±50(St14471)
3,85–4,90 m -"	låghum. starrtorp	1,40–1,45 m -"	2 505±35(St14472)
4,90–5,55 m -"	medelhum. -"	2,35–2,40 m -"	3 740±70(St14473)
5,55–6,25 m -"	höghum. -"	3,40–3,45 m -"	3 590±60(St14474)
6,25–6,30 m -"	findetritusgyttja	3,85–3,90 m -"	4 870±60(St14475)
6,30–6,35 m -"	lera, stopp	4,50–4,55 m -"	5 180±45(St14476)
		5,20–5,25 m -"	5 860±70(St14477)
		6,00–6,05 m -"	6 940±100(St14478)

Fredsbergs mosse (6510935/1395855)

3,15 m över Ymsens vattenyta 1996-10-25

Nivåer	Jordart	Nivå för C14-prov	Ålder före nutid
0–2,70 m under m.y.	vitmosstorp	0,60–0,65 m u. m.y.	440±50(St14462)
2,70–3,05 m -"	höghum. kärrtorp	1,00–1,05 m -"	530±50(St14463)
3,05–3,28 m -"	stubbe	1,65–1,70 m -"	770±60(St14464)
3,28–3,42 m -"	starrtorp	2,00–2,05 m -"	1 065±50(St14465)
3,42–3,47 m -"	findetritusgyttja	2,40–2,45 m -"	750±60(St14466)
3,47–3,50 m -"	lera, stopp	2,95–3,00 m -"	1 420±80(St14467)
		3,30–3,35 m -"	2 830±60(St14468)

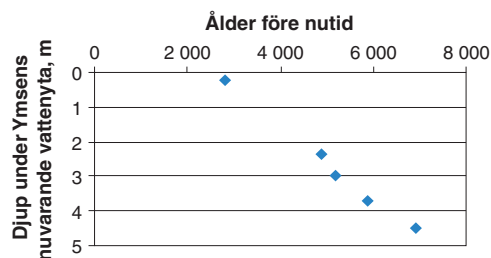


Fig. 30. Kol 14-dateringarna av starrtorp, som representerar en äldre vattenyta, i Jula mosse och Fredsbergs mosse.

Radiocarbon age determinations of Carex peat, representing an older surface of water, from the bogs Jula mosse and Fredsbergs mosse.

Dateringarna av starrtorven i Jula Mosse, som normalt representerar en gammal sjöyta, visar att för ca 4 900 år sedan så var vattenytan i sjön ca 2,5 m lägre och för ca 6 900 år sedan var vattenytan ca 4,5 m lägre. Dateringarna av starrtorven i Fredsbergs mosse visar att för ca 2 800 år sedan så var Ymsens vattenyta nästan i nivå med vad den är i dag (fig. 30). Anledningen till varför inte Ymsen har fortsatt att stiga är den olikformiga landhöjningen, med högre landhöjning i norr än i söder. Stjälpningen har gjort så att ett utlopp i den södra delen, över Jula mosse, har öppnats.



Fig. 31. Hallamossen (4 g). Innanför laggen är mossen tallbevuxen, glesare mot centrum av mossen. Undervegetationen består av skvattram. Foto förf. 1995.

Pines in the border between the bog and the fen of the Hallamossen (4 g).

Övriga stora mossar på kartbladet är Ängels mosse (1 j), Färedsmossen (2 j) och Hjortemossen (4 j). En typisk högmosse med utpräglad lagg är Hallamossen på Fågelö (4 g, fig. 31).

KÄLLOR

Grundvattenförhållandena inom kartområdet finns redovisade i en hydrogeologisk länskarta i skala 1:250 000 (Wikner m.fl. 1991) och i en uppdragsrapport (Müllern & Wikner 1991). På kartbladet finns 3 källor markerade. De har en kapacitet av 0,5–1,0 l/s. Två av dessa ligger vid Lugnåsberget (0 f). Den mest kända källan är Häste källa på Lugnåsbergets västra sluttning, omnämnd redan 1647. Den tredje källan finns 750 m sydväst om Högs mossen (0 i). Denna källa är belägen i lermarken nedanför en moränsluttning.

På länskartan (Wikner m.fl. 1991) finns det ytterligare två källor markerade. Den ena 270 m sydväst om Skarpan (3 j) och den andra 800 m nordväst om Skarpan (3 j). Kapaciteten på källorna är <0,5 l/s respektive 0,5–3 l/s.

KOL 14-METODEN

Kol 14-metoden är en 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 halveringstiden 5568 ± 30 år. Genom att mäta återstoden av ^{14}C kan man således beräkna ett föremåls ålder. Kol 14-analyserna utfördes av Laboratoriet för Isotopgeologi i Stockholm (St).

Utöver de dateringar som finns redovisade under kapitlen ”Grovkorniga havs- och sjösediment” och ”Torv” så finns det två dateringar gjorda på uppdrag av Sveriges geologiska undersökning 3 km söder om kartbladsgränsen. Dessa är gjorda på torv (2,3 m respektive 0,7 m under markytan) från Tidavad mosse (8D NO, 9 g). Dateringarna gav en ålder på $8\,315 \pm 155$ (St 8766) och $2\,595 \pm 85$ (St 8767).

DEN SENKVARTÄRA UTVECKLINGEN

Huvuddragen av Sveriges senkvartära utveckling återges i kapitlet ”Kvartära bildningar”, sidorna 9–11. Kartområdets utveckling presenteras i figurerna 32–34.

Angivna åldrar i texten och på kartor är kol 14-år. För att erhålla korrigering till en tidsskala uttryckt i kalenderår skall kol 14-år justeras enligt kalibreringskurvor, t.ex. 10 000 kol 14-år motsvaras av 11 200 kalenderår.

Den senaste nedisningen, Weichsel-istiden, kan indelas i tre nedisningsfaser och två mellanliggande perioder med mildare klimat (Fredén 1998). I de norra delarna av kartområdet har två olika moräner kunna urskiljas vid arbetet med jordartskartan; en undre, mörkgrå sandig-siltig morän och en övre sandig morän, som är övervägande brun. Kartområdet blev isfritt för ca 10 200 år sedan. Hela kartområdet, förutom Lugnåsbergets topp, låg då under ishavets yta. Högsta kustlinjen vid Lugnåsberget är ca 128 m ö.h. För ca 9 000 år sedan blev Vänern en insjö, även kallad Fornvänern, från att tidigare ha varit en havsvik i det senglaciala havet. Vid den tidpunkten var Fornvänern betydligt större än idag. Sjön hade i söder ett utlopp vid Vänersborg som ligger på nivån ca 45 m ö.h. I norr sträckte sig sjön till mellersta Värmland och i nordöst till ca 15 km sydväst om Degerfors (fig. 36). I Degerforsområdet nådde havsytan för ca 9 200 år sedan den nivå i terrängen som idag ligger ca 105 m ö.h. (Ericsson & Lidén 1982). Huvuddelen av de oorganiska jordarterna i kartområdet, förutom moränen, är bildad under perioden 10 500–9 000 år sedan.

Den genomsnittliga landhöjningshastigheten i kartområdet är idag ca 2,9 mm/år (ca 3,5 mm/år i norr och ca 2,7 mm/år i söder).

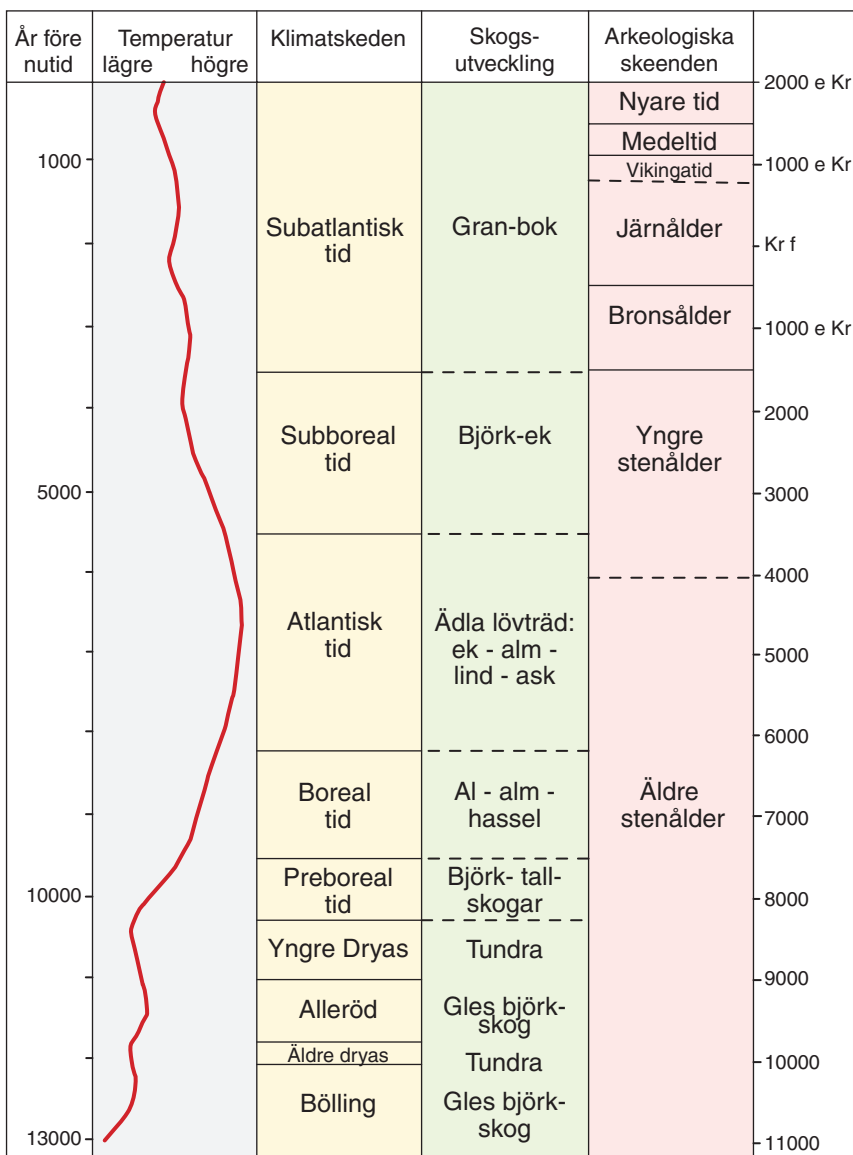
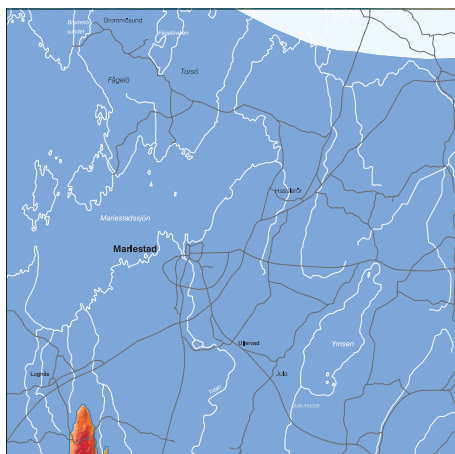
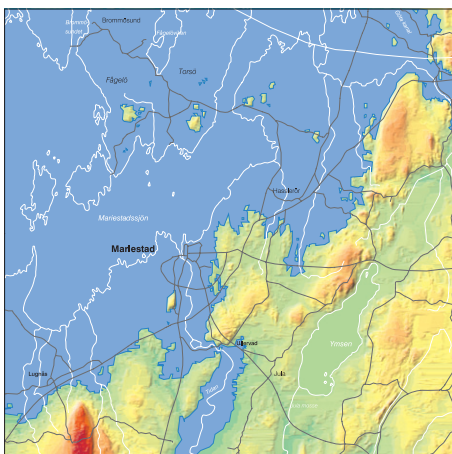


Fig. 32. Västsveriges utveckling under de senaste 13 000 åren. Inlandsisen lämnade området för ca 10 200 år sedan.

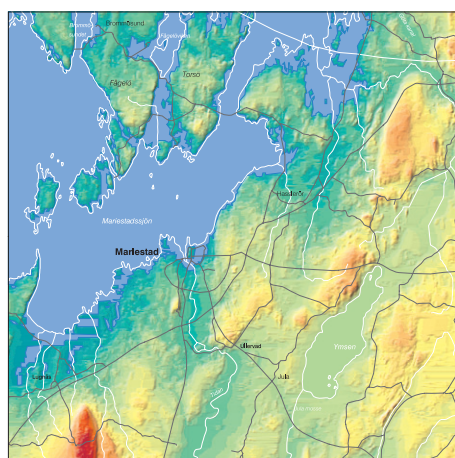
The development of western Sweden during the last 13 000 years. The map area was deglaciated c. 10 200 years ago.



10 400 år sedan



9 600 år sedan



7 000 år sedan

Fig. 33–35. Strandförskjutningen inom kartområdet. Kartområdet blev isfritt för ca 10 200 år sedan och Högsta Kustlinjen är ca 130 m ö.h. Vänern isolerades från havet för ca 9 000 år sedan.

The shore development of the map area. The area was deglaciated c. 10 200 years ago and the highest shoreline is situated 130 m above sea level.

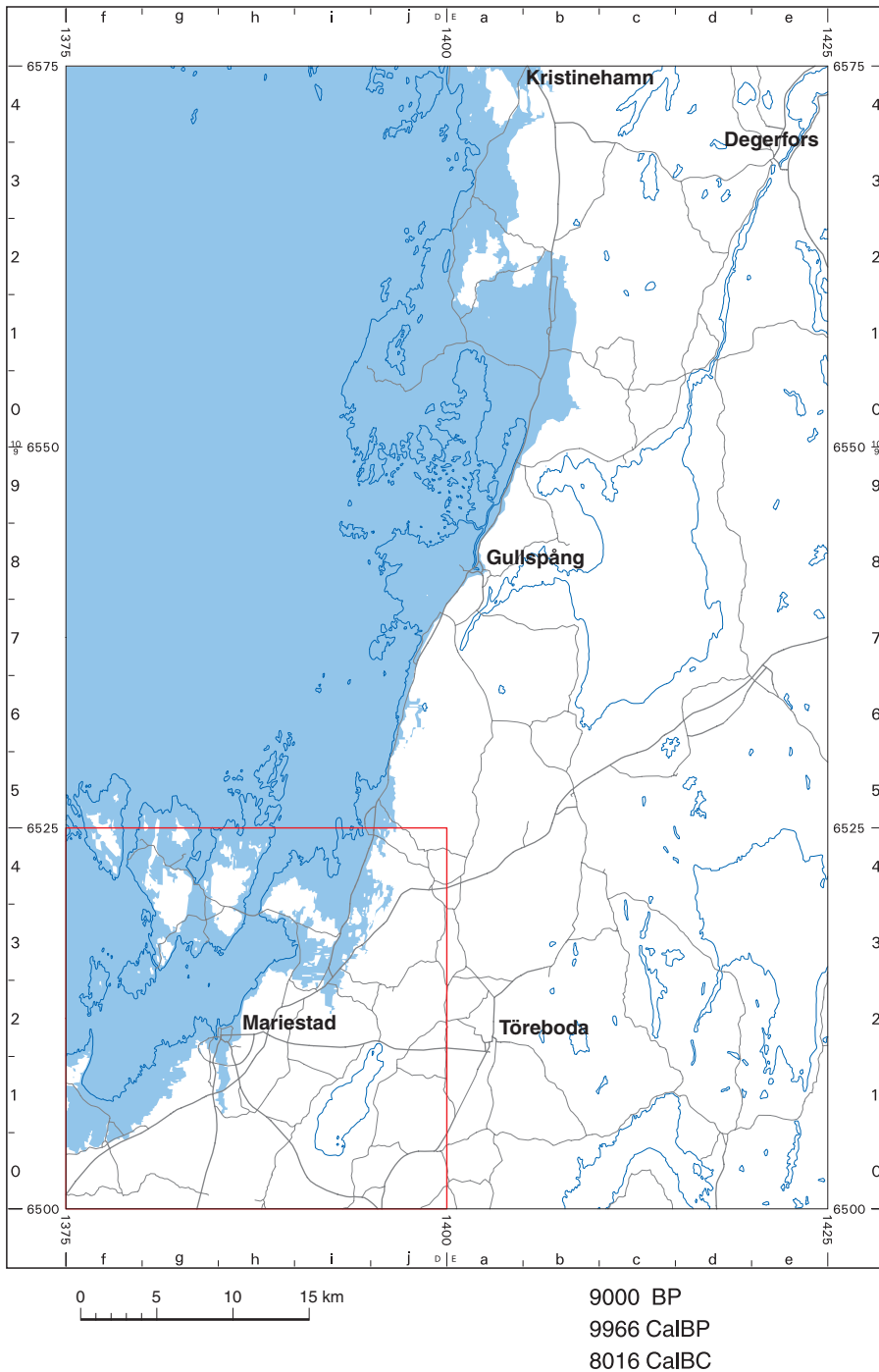


Fig. 36. Fornvänerns högsta nivå i området mellan Mariestad och Kristinehamn ca 9 000 år före nutid. Kartområdet Mariestad SO är markerat med röd ram.

The shore line of the ancient Lake Vänern at 9 000 B.P. The map area Mariestad SO in red frame.

SAMMANSTÄLLNINGAR OCH TABELLER

Mäktighetsuppgifter

Jordartskartans uppgifter om jordlagrens mäktighet avser främst att ge en viss ledning vid bedömning av mäktighetsförhållanden inom jordtäkta områden. Värdena gäller bara för respektive punkter. Även inom ett begränsat område kan jorddjupet variera avsevärt.

Mäktighetsuppgifterna har erhållits från grundundersökningar utförda av Mariestads kommun, konsultfirmor och myndigheter som Banverket och Vägverket. Några uppgifter har hämtats från SGUs brunnsarkiv och torvarkiv. En del sond- och skruvborrningar har gjorts av SGU i samband med kartläggningen.

Det största kända jorddjupet inom kartområdet är vid Leksbergs kyrka (1 g) där en mäktighet på ca 30 m har konstaterats.

Analysmetoder

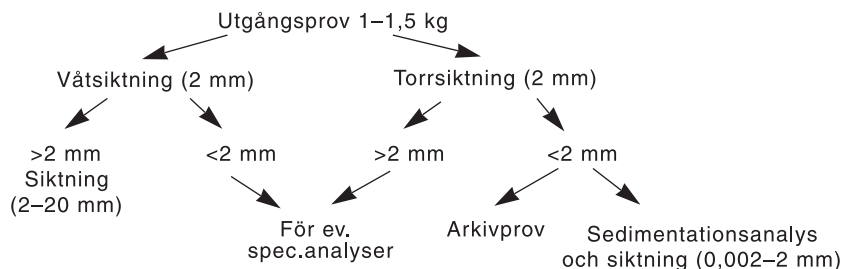
I samband med kartläggningen har jordprover tagits och analyserats (tabellerna 1 och 2 och fig. 37).

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).

Sten- och blockinnehållet i en jordart bedöms vanligen okulärt. I vissa fall bestäms stenhalten i fält genom siktning och vägning av materialet <20 cm. Vanligen anges stenhalten i viktprocent men en omräkning till volymprocent kan göras. Blockfrekvensen i ytan bedöms endast okulärt (se s. 18).

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.



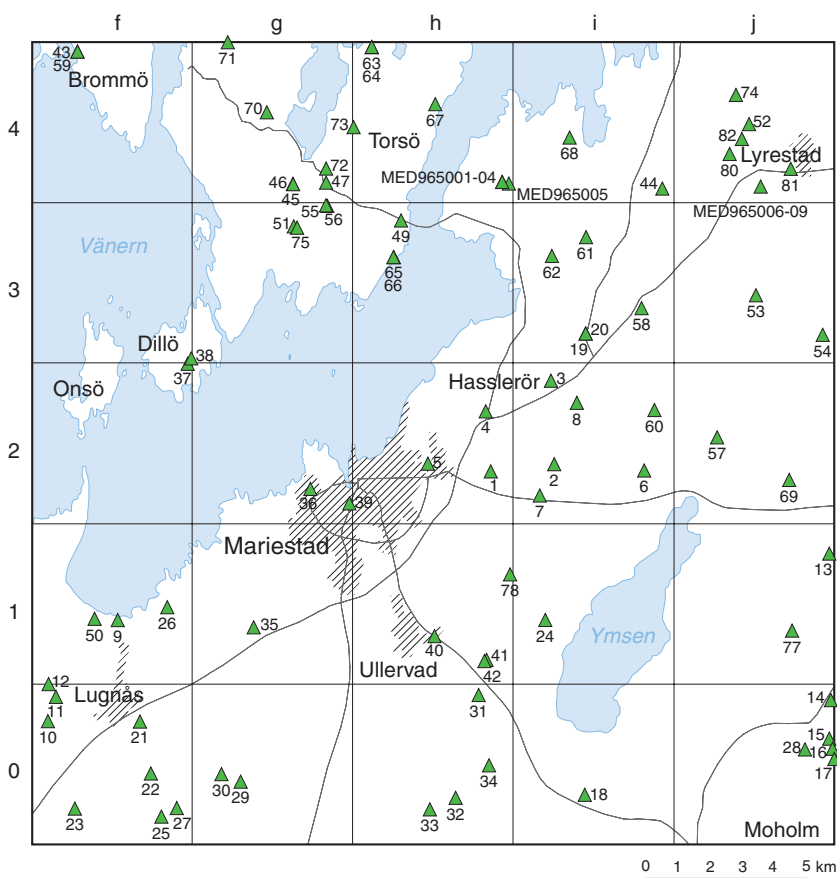


Fig. 37. Insamlingsplatser för jordproverna i tabell 1.
Collecting spots for the analysed samples in Table 1.

Före sedimentationsanalysen dispergeras provet i ultraljud under omrörning i 15 min. Vid behov förbehandlas provet med 30-procentig väteperoxid eller med natriumhypobromit för att avlägsna organiskt material. Cementerande järnföreningar löses med natriumdithionit eller med surt ammoniumoxalat (Tamms lösning). Analysen utförs enligt hydrometermetoden eller pipettmetoden. Som dispergeringsvätska används natriumpyrofosfat. Vid beräkning av fallhastigheten generaliseras korndensiteten till 2,65.

Sedigraf partikelstorleksanalysator mäter sedimentationshastigheten hos partiklar i suspension och redovisar automatiskt dessa data som en kumulativ procentuell viktsfördelning på ena axeln och på den andra axeln är sorten ekvivalent sfärisk diameter eller Stoke's diameter i mm. Instrumentet bestämmer, med hjälp av en noggrannt samlad röntgenstråle, koncentrationen av de partiklar som återstår vid minskning av sedimentationsdjupet som en funktion av tiden.

Organiskt material. Klassifikationen av gyttja, lergyttja och gyttjeler grundar sig på halten organiskt material. Halten organiskt kol bestäms på material <2 mm genom förbränning i en

Leco EC-12 totalkolanalysator. 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. CaCO_3 -halten bestäms på material <0,06 mm genom behandling med 10-procentig saltsyra och mätning av den utvecklade mängden CO_2 . Noggrannheten i analysmetoden är $\pm 0,5\%$.

pH. Bestämning av pH-värdet utförs på material <2 mm. Provet torkas vid 90°C och uppslammas 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, kalцит, 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.

Buffertprocent. Buffertprocenten är förenklat uttryckt ett mått på en jordarts motståndskraft mot försurning och siffran anger hur stor procent av en tillsats av vätejoner som binds och inte bidrar till att jordartens pH sänks. Buffertprocenten varierar och bestäms på material <2 mm genom tillsats av utspädd svavelsyra till den suspension som använts för pH-mätningar. Kalkhaltiga jordarter har buffertprocent 100.

Lermineral. Lermineralundersökningen i ett prov görs genom röntgenundersökning av lerfraktionen (XRD). Lermineral utgörs antingen av primära (t.ex. kvarts) eller sekundära mineral. Sekundära mineral bildas genom vittring av t.ex. fältspat och glimmer och utgörs huvudsakligen av vattenhaltiga silikater och hydroxider. Illit, vermikulit och klorit är sådana lermineral. Ett lermineral är uppbyggt av skikt med olika tjocklek för olika mineral. Vid röntgenundersökning mäts de olika skiktens avstånd och lermineralfördelning bestäms därefter.

Röntgenfluorescens (XRF). Proverna mals ner och totalhalterna från ca 30 grundämnen bestäms.

Plasmateknik (ICP). Genom partiell lakning av proverna i kungsvatten och analys av den lösta delen av provet med plasmateknik bestäms halterna från ca 30 grundämnen.

Tabell 1. Kornstorleksanalyser, CaCO₃, Bx, magnetit, pH, buffert-% och organisk halt. Lermineralanalyser (XRD) och geokemiska analyser (XRF, ICP).

Prov nr	Analys nr	Läge, koordinater rikets nät	y	m ö.h.	Jordart	Djup under m.y. i m	Viktprocent						CaCO ₃ %	Bx %	Mag- netit %	pH	Buf- fert kap. %	Orga- nisk halt	Anm		
							Mel- lan grus	Fin- grus	Grov- sand	Mel- lan- silt	Fin- sand	Grov- silt								Mel- lan- silt	Fin- silt
2	25756	651185	139127	70	grusig morän	2,0	14	17	15	22	26	4	2	0	0	8,2	0,66	6,24	89,4	-	
29	26113	650197	138150	81	grusig morän	1,0	24	14	17	23	16	5	1	0	0	-	5,4	0,22	4,62	95,5	-
44	26780	652044	139465	60	grusig morän	1,0	23	34	20	14	6	1	1	0	1	-	-	4,95	94,4	-	
68	26984	652205	139173	50	grusig morän	0,7	16	17	19	26	18	1	1	0	2	-	-	4,86	53,9	-	
1	25755	651162	138929	77	sandig morän	1,2	4	5	8	22	30	19	10	1	1	0	6,1	0,37	5,92	79,7	-
3	26101	651445	139117	66	sandig morän	1,2	2	5	10	23	31	18	7	1	2	-	5,2	1,28	5,00	91,6	-
4	26102	651350	138913	74	sandig morän	0,8	8	13	26	25	17	8	4	0	0	-	8,6	0,43	6,24	90,5	-
5	25757	651186	138735	82	sandig morän	1,0	10	6	7	15	29	22	7	2	2	0	7,1	0,04	5,66	50,3	-
6	25758	651165	139407	105	sandig morän	2,0	5	10	10	20	27	18	7	1	2	0	5,3	0,58	6,29	93,1	-
23A	26106	650112	137634	79	sandig morän	0,6	6	7	11	26	30	15	4	0	2	-	3,1	0,05	5,09	93,8	-
23B	26107	650112	137634	78	sandig morän	1,2	7	8	11	21	31	15	5	0	2	-	4,4	0,42	5,00	83,4	-
23C	26108	650112	137634	77	sandig morän	2,0	7	7	11	25	29	13	5	0	2	-	5,1	0,76	6,07	67,9	-
24	26109	650700	139102	80	sandig morän	1,0	7	10	11	23	28	15	5	0	2	-	3,5	0,82	4,86	91,5	-
26	26111	650739	137922	47	sandig morän	1,0	3	8	14	26	28	16	5	1	0	-	5,7	0,31	4,91	78,6	-
27	26112	650113	137952	146	sandig morän	0,7	8	13	11	18	30	14	3	2	2	-	5,2	0,38	4,89	96,1	-
31	26115	650466	138893	73	sandig morän	1,0	4	8	13	27	28	14	4	1	1	-	3,8	0,52	5,40	93,4	-
32	26116	650145	138820	74	sandig morän	0,8	9	12	20	25	19	7	3	1	4	-	4,7	1,53	5,87	91,8	-
34	26118	650245	138924	79	sandig morän	1,0	11	11	15	23	19	13	5	3	0	-	5,0	0,54	4,76	88,5	-
35	26119	650668	138190	61	sandig morän	1,0	4	2	4	20	42	23	4	0	0	-	3,5	0,43	4,93	95,0	-
36	26120	651108	138368	54	sandig morän	1,0	15	12	12	26	25	7	1	0	0	-	6,4	0,34	4,85	85,0	-
39	26590	651063	138490	50	sandig morän	1,0	5	9	16	25	25	11	6	1	2	-	7,0	0,09	6,30	66,4	-
40	26777	650648	138755	75	sandig morän	1,4	13	12	13	19	20	10	7	2	4	-	-	-	6,09	73,9	-
46	26782	652057	138327	55	sandig morän	1,5	6	9	11	21	28	14	7	1	3	-	-	-	5,76	68,6	-
47	26783	652064	138430	56	sandig morän	1,0	11	11	11	29	27	7	1	0	3	-	-	-	5,47	67,2	-
48	26784	651030	139450	92	sandig morän	0,8	13	9	10	21	26	12	5	1	3	-	-	-	4,94	91,5	-
49	26846	651944	138650	53	sandig morän	1,0	11	10	11	21	27	11	4	3	2	-	-	-	5,71	75,7	-
52	26849	652245	139734	60	sandig morän	1,0	13	12	13	17	27	12	3	1	2	-	-	-	5,22	70,8	-
53	26850	651712	139756	99	sandig morän	0,8	8	7	7	17	31	19	7	0	4	-	-	-	5,00	85,2	-
55	26852	652494	138419	55	sandig morän	1,0	10	12	14	25	23	9	4	0	3	-	-	-	5,08	96,8	-
56	26853	652493	138421	55	sandig morän	1,0	8	7	11	21	25	17	7	1	3	-	-	-	5,04	72,2	-
57	26854	651269	139634	86	sandig morän	0,5	10	13	15	21	23	12	3	1	2	-	-	-	4,92	93,9	-
58	26855	651670	139400	60	sandig morän	1,0	13	10	9	14	23	17	10	2	2	-	-	-	4,83	80,5	-
60	26976	651354	139439	75	sandig morän	0,8	6	4	7	16	30	22	11	2	2	-	-	-	4,87	70,4	-
61	26977	651892	139227	61	sandig morän	1,0	5	6	10	20	31	17	7	1	3	-	-	-	5,60	62,3	-

Prov nr 1 är MED955001, prov 2 är MED955002 osv. i SGUs databaser.

Tabell 1, forts.

Prov	Analys nr	nr	Läge, koordinater i rikets nät	Jordart	Djup under m.y. i m	Viktprocent				CaCO ₃ %	Bx %	Mag-nettit %	pH	Buf-fert kap. %	Orga-nisk halt	Anm				
						Mel-lan grus	Fin-grus	Grov-sand	Mel-lan-silt								Fin-silt	Ler		
63	26979		622494 138558	52	sandig morän	1,0	9	6	9	17	27	17	8	2	5	-	5,18	37,5	-	-
66	26982		651830 138627	55	sandig morän	0,8	15	12	15	20	22	6	4	0	6	-	5,29	44,3	-	-
67	26983		652307 138757	61	sandig morän	1,2	8	7	7	16	35	19	4	1	3	-	5,64	53,6	-	-
71A	26987		652500 138110	65	sandig morän	1,1	4	7	10	19	28	19	7	2	4	-	5,10	80,8	-	-
71B	26988		652500 138110	65	sandig morän	1,9	4	6	11	18	28	19	8	2	4	-	5,44	32,9	-	-
72B	26991		652107 138418	61	sandig morän	1,4	3	5	10	21	28	19	7	3	4	-	5,42	58,7	-	-
72C	26992		652107 138418	61	sandig morän	2,2	7	6	9	21	34	15	4	1	3	-	5,22	48,2	-	-
72D	26993		652107 138418	61	sandig morän	3,6	7	6	11	20	27	16	8	2	3	-	6,32	44,2	-	-
73A	26994		652235 138502	62	sandig morän	0,7	8	8	11	20	26	16	6	2	3	-	5,22	34,5	-	-
73B	26995		652235 138502	62	sandig morän	1,3	4	8	9	20	29	18	7	2	3	-	5,83	38,8	-	-
73C	26996		652235 138502	62	sandig morän	2,2	8	7	10	17	25	22	7	1	3	-	6,28	56,7	-	-
73D	26997		652235 138502	62	sandig morän	0,4	8	9	11	25	25	13	6	1	2	-	4,62	85,9	-	-
73E	26998		652235 138502	62	sandig morän	0,2	14	17	16	27	15	5	3	1	2	-	4,36	44,0	-	-
74	26999		652335 139700	67	sandig morän	1,0	17	14	12	16	21	11	5	2	2	-	5,35	59,7	-	-
MED																				
965001	27264		6520635 1389650	73	sandig morän	0,6	9	9	10	19	26	14	7	3	3	-	5,08	79,2	-	XRF ₁ ,ICP
MED																				
965002	27265		6520635 1389650	73	sandig morän	0,9	4	7	13	20	25	14	8	5	4	-	5,96	47,9	-	XRF ₁ ,ICP
MED																				
965003	27266		6520635 1389650	73	sandig morän	1,8	4	8	10	18	26	14	9	7	4	-	6,55	61,4	-	XRF ₁ ,ICP
MED																				
965006	27269		6520510 1397700	91	sandig morän	0,6	10	10	11	18	26	15	5	2	3	-	4,87	79,5	-	-
MED																				
965007	27270		6520510 1397700	91	sandig morän	1,8	7	10	10	18	28	13	6	4	4	-	6,19	41,5	-	XRF ₁ ,ICP
MED																				
965008	27271		6520510 1397700	91	sandig morän	2,6	7	9	6	14	36	16	6	3	3	-	6,58	32,8	-	XRF ₁ ,ICP
MED																				
965009	27272		6520510 1397700	91	sandig morän	5,4	9	10	10	20	29	11	5	3	3	-	6,67	32,8	-	XRF ₁ ,ICP
MED																				
965004	27267		6520635 1389650	73	sandig-siltig morän	4,7	4	5	11	20	27	20	7	3	3	-	7,68	98,8	-	XRF ₁ ,ICP
MED																				
965005	27268		6520600 1389860	76	sandig-siltig morän	5,4	4	5	11	22	27	17	8	2	4	-	7,64	96,9	-	XRF ₁ ,ICP
22	26105		650221 137870	103	lerig sandig morän	1,5	18	13	6	12	15	15	7	2	10	-	4,13	44,8	-	-
62	26978		651835 139119	62	lerig sandig morän	0,7	6	9	14	23	23	14	7	1	3	-	5,20	58,8	-	-
71C	26989		652500 138110	65	lerig sandig morän	3,2	5	8	10	18	25	16	10	3	5	-	6,20	54,6	-	-

Prov nr 1 är MED955001, prov 2 är MED955002 osv. i SGUs databaser.

Tabell 1, forts.

Prov nr	Analys nr	Läge, koordinater i rikets nät	x	y	m ö.h.	Jordart	Djup under m.y. i m	Viktprocent										CaCO ₃ %	Bx %	Mag- netit %	pH	Buf- fert kap. %	Orga- nisk halt	Anm
								Mel- lan grus	Fin- grus	Grov- sand	Mel- lan-	Fin- sand	Grov- silt	Mel- lan-	Fin- silt	Ler								
38	26492	651515	137996		54	lerig sandig- siltig morän	1,0	2	3	8	19	29	21	10	2	6	-	5,9	0,76	4,97	83,0	-	-	
25	26110	650087	137905		149	moränlera	1,2	3	15	13	12	6	8	16	7	20	-	0,2	0,03	6,58	-	-	-	
13	25966	650907	139984		86	varvig silt med lerskikt	1,1	0	0	0	1	13	29	17	8	33	-	-	-	5,33	95,5	-	-	
18	25971	650153	139223		74	varvig silt med lerskikt	1,5	0	0	0	1	1	29	18	10	41	0	-	-	7,70	99,9	-	-	
19	25972	651592	139224		57	varvig silt med lerskikt	1,3	0	0	0	1	16	38	15	4	26	0	-	-	6,89	99,4	-	jmf. 20	
65	26981	651835	138630		55	varvig silt med lerskikt	0,6	0	1	0	2	21	31	12	7	26	-	-	-	5,65	89,2	0,21	-	
69	26985	651113	139858		77	varvig silt med lerskikt	0,6	0	+	1	1	2	6	15	15	60	-	-	-	6,04	99,5	0,53	-	
78	27060	650842	138990		80	glacial lerig finsand	5,7	0	0	1	19	53	9	4	2	12	-	-	-	6,69	79,7	-	-	
8	25760	651376	139198		57	glacial grovlera	0,8	0	0	0	2	26	31	13	6	22	0	2,5	-	6,21	98,7	0,79	-	
7	25759	651084	139092		68	glacial finlera	0,7	0	0	1	1	2	12	6	6	73	0	18,0	0,28	6,78	99,9	-	-	
11	25965	650460	137575		49	glacial finlera	2,0	0	0	0	1	14	20	12	10	42	0	-	-	7,63	99,9	-	-	
14	25967	650450	139989		86	glacial finlera	1,9	0	0	0	1	1	23	22	10	43	0	-	-	7,41	99,9	-	-	
15	25968	650330	139984		84	glacial finlera	1,0	0	0	0	1	1	10	4	4	80	0	-	-	7,22	99,9	-	-	
16	25969	650298	139994		87	glacial finlera	0,7	1	0	1	2	9	16	8	4	59	0	-	-	6,68	99,7	-	-	
20	25973	651592	139224		57	glacial finlera	2,3	0	0	0	0	0	9	6	6	79	0	-	-	6,44	99,9	-	jmf. 19	
28	26776	650297	139909		83	glacial finlera	0,5	0	0	1	1	17	31	17	5	28	-	-	-	6,53	99,3	0,57	XRD	
33	26117	650108	138740		68	glacial finlera	0,6	0	0	0	1	1	12	9	21	56	-	-	-	7,14	99,9	-	-	
37	26491	651498	137985		53	glacial finlera	0,7	0	0	1	1	3	22	21	8	44	-	-	-	5,80	99,2	-	-	
41	26778	650576	138917		70	glacial finlera	0,6	0	0	0	1	1	10	10	12	66	-	-	-	6,93	99,9	0,38	XRD	
42	26779	650571	138910		72	glacial finlera	0,6	0	0	1	1	1	13	14	13	57	-	-	-	6,88	99,4	0,43	XRD	
50	26847	650703	137695		46	glacial finlera	0,8	0	0	1	1	2	18	16	14	48	-	-	-	7,22	99,9	0,57	-	
70	26986	652282	138232		47	glacial finlera	0,8	0	+	1	0	6	3	15	11	64	-	-	-	6,60	99,7	0,43	-	

Prov nr 1 är MED955001, prov 2 är MED955002 osv. i SGUs databaser.

[illegible]

Prov nr 1 är MED955001, prov 2 är MED955002 osv. i SGUs databaser.

Tabell 2 a. Geokemiska totalhalter (XRF) från prover som hartagits i maskingrävda schakt vid Hemmingstorp V (4 h, 6520630, 1389635), Hemmingstorp Ö (4 h, 6520610, 1389850) och Guntorp (4 j, 6520510, 1397700). Hemmingstorp V provnr MED 965001-4 i tabell 1, Hemmingstorp Ö MED 965005 i tabell 1 och Guntorp MED 965007-9 i tabell 1. Halterna i %. Element inom parentes innebär osäker analys.

Lokal	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO	V	Cr	Co	Ni
Hemmingstorp V, 0,6 m u.m.y.	2,74	0,31	11,3	69	0,1590	0,0290	0,0100	2,93	1,82	0,402	0,0281	1,61	0,0561	0,0024	0,0015	0,0009	0,0004
Hemmingstorp V, 0,9 m u.m.y.	3,16	0,79	12,6	75	0,1975	0,0096	0,0086	3,35	2,27	0,526	0,0510	2,40	0,0668	0,0030	0,0019	0,0015	0,0007
Hemmingstorp V, 1,8 m u.m.y.	3,17	0,78	12,3	75	0,1822	0,0092	0,0073	3,36	2,22	0,492	0,0495	2,27	0,0701	0,0032	0,0021	0,0013	0,0007
Hemmingstorp V, 4,7 m u.m.y.	3,36	1,19	13,6	76	0,2014	0,0149	0,0084	3,61	2,50	0,535	0,0574	2,61	0,0757	0,0038	0,0018	0,0015	0,0007
Hemmingstorp Ö, 5,4 m u.m.y.	3,33	0,98	12,8	76	0,1864	0,0137	0,0076	3,43	2,45	0,512	0,0502	2,31	0,0707	0,0034	0,0018	0,0014	0,0006
Guntorp, 1,8 m u.m.y.	3,09	0,99	13,3	70	0,1936	0,0095	0,0104	3,77	2,25	0,554	0,0514	2,69	0,0823	0,0034	0,0022	0,0015	0,0008
Guntorp, 2,6 m u.m.y.	3,53	0,77	12,9	75	0,1976	0,0087	0,0091	3,72	2,47	0,468	0,0433	2,05	0,0768	0,0028	0,0018	0,0012	0,0005
Guntorp, 5,4 m u.m.y.	3,52	0,70	12,6	73	0,1943	0,0081	0,0083	3,67	2,57	0,487	0,0464	2,15	0,0818	0,0031	0,0022	0,0012	0,0006

	W	Cu	Zn	As	Pb	Mo	U	(Th)	(Rb)	Sr	Y	Zr	Nb	(Bi)	(Ga)	(Ge)	(Se)	Br
Hemmingstorp V, 0,6 m u.m.y.	0,0000	0,0002	0,0014	0,0003	0,0019	0,0001	-0,0002	0,0000	0,0079	0,0168	0,0033	0,0583	0,0015	0,0002	0,0008	0,0000	0,0000	0,0010
Hemmingstorp V, 0,9 m u.m.y.	0,0000	0,0008	0,0031	0,0000	0,0021	0,0002	0,0000	0,0007	0,0090	0,0198	0,0053	0,0568	0,0020	0,0002	0,0011	0,0000	0,0000	0,0007
Hemmingstorp V, 1,8 m u.m.y.	0,0001	0,0007	0,0030	0,0003	0,0021	0,0002	0,0002	0,0006	0,0096	0,0206	0,0042	0,0489	0,0018	0,0002	0,0009	0,0001	0,0001	0,0000
Hemmingstorp V, 4,7 m u.m.y.	0,0001	0,0006	0,0035	0,0004	0,0021	0,0002	0,0000	0,0005	0,103	0,0231	0,0039	0,0478	0,0019	0,0000	0,0016	0,0000	0,0000	0,0007
Hemmingstorp Ö, 5,4 m u.m.y.	0,0000	0,0004	0,0029	0,0000	0,0018	0,0001	0,0002	0,0003	0,0095	0,0217	0,0038	0,0498	0,0017	0,0001	0,0010	0,0000	0,0002	0,0004
Guntorp, 1,8 m u.m.y.	0,0003	0,0012	0,0034	0,0002	0,0022	0,0002	0,0000	0,0011	0,0101	0,0174	0,0048	0,0649	0,0018	0,0000	0,0009	0,0005	0,0001	0,0006
Guntorp, 2,6 m u.m.y.	0,0000	0,0007	0,0024	0,0000	0,0020	0,0002	0,0002	0,0006	0,0089	0,0184	0,0040	0,0601	0,0016	0,0002	0,0014	0,0004	0,0000	0,0009
Guntorp, 5,4 m u.m.y.	0,0003	0,0009	0,0024	0,0000	0,0022	0,0001	0,0003	0,0004	0,0088	0,0195	0,0048	0,0673	0,0017	0,0002	0,0011	0,0000	0,0002	0,0004

Tabell 2 b. Kungsvattenlakade halter (ICP) från prover som har tagits i maskingrävda schakt vid Hemmingstorp V (4 h, 6520630, 138963), Hemmings-
torp Ö (4 h, 6520610, 1389850) och Guntorp (4 j, 6520510, 1397700). Hemmingstorp V provnr MED 965001-4 i tabell 1, Hemmingstorp Ö MED 965005
i tabell 1 och Guntorp MED 965007-9 i tabell 1. Halterna i ppm.

Lokal	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO	Li	Be	V	Cr	Co	Ni	Cu
Hemmingstorp V, 0,6 m u.m.y.	135	971	11157	1335	381	3802	1158	108	9950	28	3,3	0,32	13	4,1	1,2	2,7	1,8
Hemmingstorp V, 0,9 m u.m.y.	264	2726	10855	1575	1386	4950	1552	302	14886	63	4,4	0,42	19	6,9	3,5	4,5	7,6
Hemmingstorp V, 1,8 m u.m.y.	313	2727	9816	1393	1615	4539	1270	274	13504	65	5,1	0,36	17	6,4	2,8	4,4	6,7
Hemmingstorp V, 4,7 m u.m.y.	608	4527	14990	1508	2995	7629	1942	382	17033	102	7,2	0,42	26	8,0	3,7	4,8	5,9
Hemmingstorp Ö, 5,4 m u.m.y.	517	3467	11796	1485	2258	6892	1729	307	14431	77	5,6	0,37	22	6,6	2,9	3,6	4,0
Guntorp, 1,8 m u.m.y.	262	3338	10737	1588	1643	4150	1412	294	17999	82	5,1	0,31	21	7,6	3,3	4,7	10,3
Guntorp, 2,6 m u.m.y.	237	2191	5599	1445	1077	4079	1116	201	12578	39	3,3	0,13	17	5,5	2,2	2,6	7,0
Guntorp, 5,4 m u.m.y.	248	1998	5730	1514	955	4699	1242	230	13294	35	2,8	0,17	19	6,2	2,7	2,9	9,3

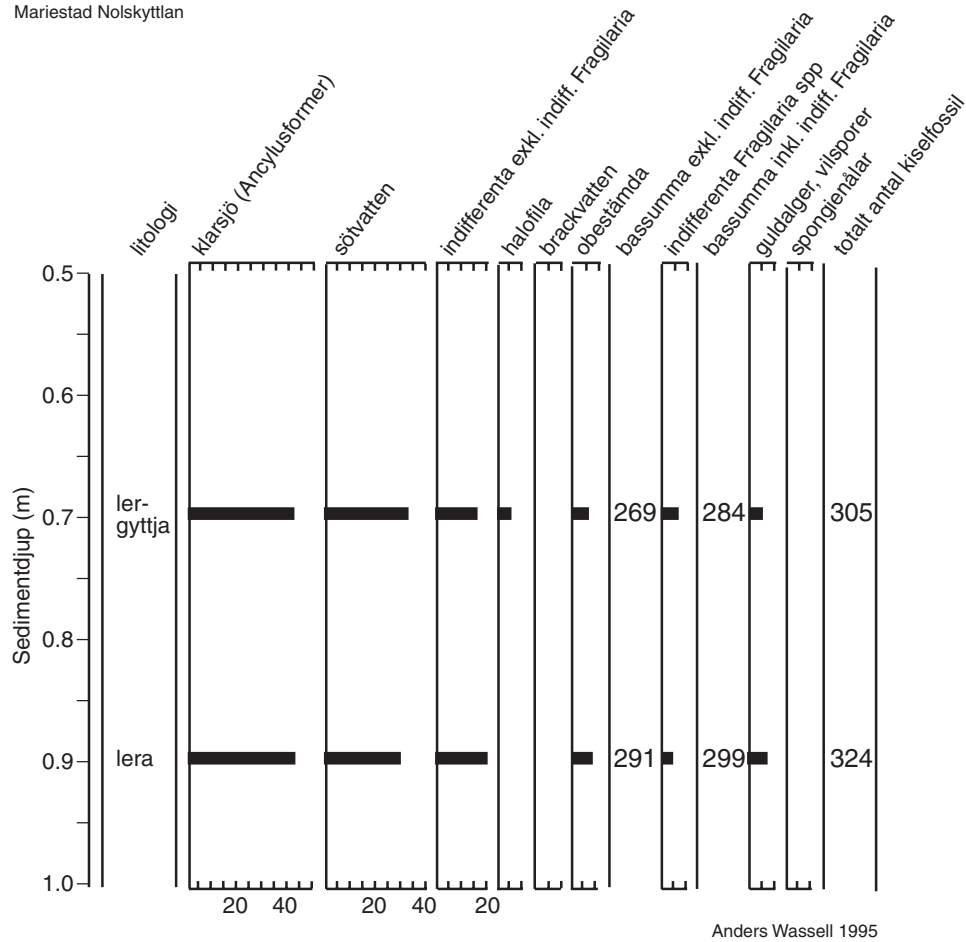
Zn	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Mo	Cd	Sn	Sb	Te	La	Tl	Pb	Bi	U
Hemmingstorp V, 0,6 m u.m.y.	9	1,23	0,21	4,3	15	15	0,22	0,035	0,96	0,051	0,12	21	0,05	5,1	0,079	1,1
Hemmingstorp V, 0,9 m u.m.y.	24	1,92	0,15	14,2	22	26	0,15	0,054	1,25	0,084	0,30	43	0,11	5,8	0,096	1,9
Hemmingstorp V, 1,8 m u.m.y.	23	1,38	0,12	15,1	21	21	0,12	0,044	0,90	0,052	0,33	29	0,11	5,0	0,124	1,4
Hemmingstorp V, 4,7 m u.m.y.	29	1,70	0,07	23,9	47	21	0,27	0,054	1,22	0,072	0,49	32	0,13	5,6	0,097	1,8
Hemmingstorp Ö, 5,4 m u.m.y.	23	1,75	0,06	17,8	38	19	0,23	0,049	1,09	0,060	0,34	27	0,10	4,5	0,069	2,8
Guntorp, 1,8 m u.m.y.	27	1,15	0,26	15,0	15	24	0,10	0,041	0,95	0,037	0,37	39	0,09	3,8	0,067	1,2
Guntorp, 2,6 m u.m.y.	17	1,45	0,09	8,1	14	18	0,11	0,032	1,35	0,035	0,18	27	0,05	2,7	0,052	0,9
Guntorp, 5,4 m u.m.y.	16	1,54	0,09	7,0	16	19	0,12	0,036	0,78	0,041	0,16	29	0,05	3,3	0,067	0,9

Mariestad, Åbron

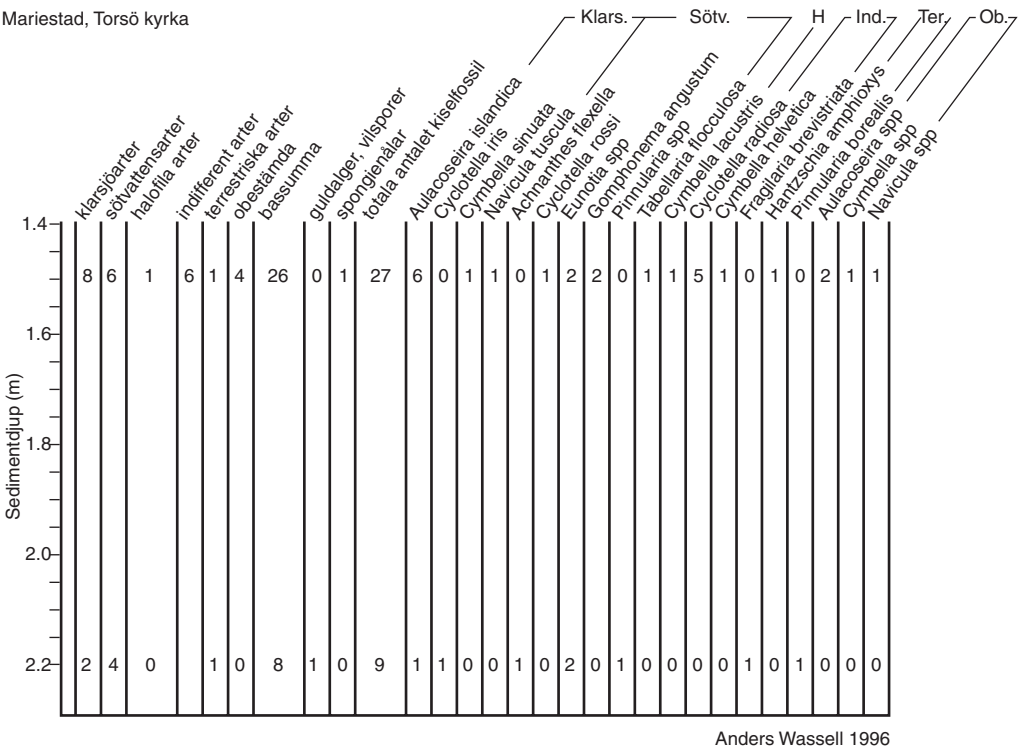


Tabell 3b. Kiselfossilanalyser (diatoméeanalyser) av överst (1,5 m under markytan) postglacial lera och underst (2,2 m under markytan) glacial lera. Den glaciala lera innehåller färre diatoméer jämfört med den postglaciala lera. Lokalen är belägen 1 100 m VNV om Torsö kyrka (3g).

Mariestad Nolskyttlan



Tabell 3b. Kiselfossilanalyser (diatoméeanalyser) av postglacial lera.



SUMMARY

Codes (e.g. 0 f, 2 j) after names of localities refer to the 25-square grid marked in the map margin.

Bedrock. The distribution of the main rocks in the area is shown in Figure 8 and in special map 1 in the margin of the map of Quaternary deposits. Gneiss predominates in the western part of the map area whereas granite is most common in the eastern part. The sedimentary rocks at Lugnåsberget (0 f) are Cambrian in age (570–510 Ma).

Glacial striae. All localities where glacial striae were observed when this area was mapped are shown in Figure 9 and in special map 2 in the margin of the map of Quaternary deposits. The main ice flow direction is from N10°–20°E in the western map area and from the north in the eastern area.

Till. Till is the predominant Quaternary deposit in the map area. The moraine morphology generally reflects the morphology of the underlying bedrock, but some large accumulations appear (Fig. 12). The thickness of the till varies between 0.5 m and 30 m, with the greatest thicknesses in the drumlinoids. Some of the transverse moraine ridges within the map area are recorded as De Geermoraines.

The composition of the tills is mainly sandy ("sandig morän" in Table 1). The frequency of stones and boulders within the till is generally low to medium. The frequency of superficial boulders is generally intermediate. High superficial boulder frequency and large boulders appear especially in the northeastern part of the area (4 j).

A dark grey sandy-silty basal till underlies the ordinary brown sandy till at some places in the northern part (4 h–i). The grey sandy-silty till may be from Weichsel II. The brown sandy till is from the latest glaciation (Weichsel III).

Glaciofluvial deposits. Three major esker trains with glaciofluvial deposits occur in the map area (Fig. 18). The deposits were formed below the highest shoreline and are in general superimposed by wave-washed sand. The glaciofluvial deposits are dominated by gravelly sand.

Glacial fine-grained sediments. Glacial clay is the second most common Quaternary deposit within the map area. The clay is grey in colour, sometimes patchy brown, and semi-solid to solid in consistency. The clay content varies between 38 and 80 per cent ("glacial finlera" in Table 1). The composition of clay minerals in the glacial clay is shown in Figure 22. The glacial clay is commonly 2 to 10 m thick, locally 15–20 m in large valleys.

Postglacial sea and lake sediments. These sediments are divided into coarse-grained and fine-grained. The coarser sediments, shingle, gravel and sand, are formed mostly by wave-washing of till and glaciofluvial sediments (Figs. 23–27). The fine-grained sediments are gyttja clay, silt and clay. They were mainly formed when the Vänern basin turned into lake stage, 9 000 years ago.

Fluvial deposits. Fluvial sediments occur along the river Tidan (0 h and 1 h) and the small

stream Friaån (4 i, Fig. 28). The sediments consist of fine sand-clay with varying organic content.

Eolian sediments. Eolian sediments occur mostly on postglacial sand. The eolian sand is well sorted ("flygsand" in Table 1). The area where eolian sand is most frequent is the island Hovden (4 f).

Organic deposits. Peat deposits cover c. 2 600 hectares within the map area. The bogs are raised and are commonly surrounded by fens. Peat of some bogs has been exploited for energy, cultivation and as litter in barns. The largest bog is Fredsbergs mosse (2 j), which is well investigated (Figs. 29–31).

Radiocarbon age determination. Radiocarbon age determinations have been carried out on samples collected at three different places in the map area. Two peat stratigraphy at the bogs Jula Mosse (0 i) and Fredsbergs mosse (2 j, Fig. 30) and one peat layer in a littoral stratigraphy 800 SSE of Gummerstadudden (2 g, Fig. 24) are age determined.

The late-Quaternary development. Figures 3–5 and Figures 32–36 give the basis for understanding the Late-Quaternary development in Sweden and in particular in the map area. All ages given are radiocarbon years. The map area was deglaciated c. 10 200 years ago. The highest shoreline is situated c. 130 m above sea level and only a small part of Lugnåsberget (0 f) is situated above the highest shoreline. The Vänern basin became isolated from the sea c. 9 000 years ago. The present rate of land uplift is 2.7–3.5 mm per year in the map area, the highest value in the northern part.

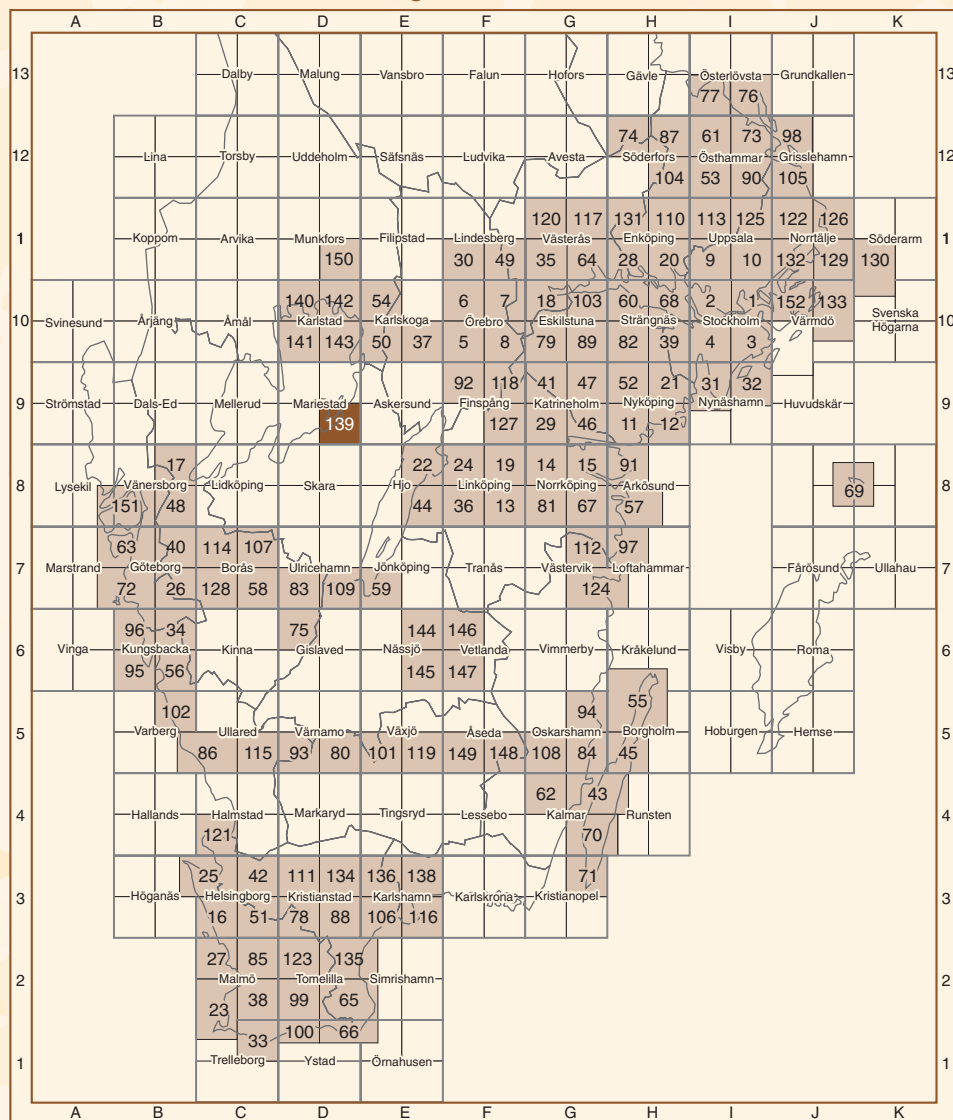
REFERENSER

- Ahlin, S., 1982: Grusinventering i Skaraborgs län. *Länsstyrelsen i Skaraborgs län, naturvårdsenheten meddelande 6/82*, 690 s.
- Andersson, M. & Nilsson, C.-A., 1995: Markgeokemiska kartan över området 7–9 D–H. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 81*, 45 s.
- Berglund, J., Lundqvist, I. & Larson, S.-Å. (under arbete): Provisoriska översiktliga berggrunds-kartan Karlstad. *Sveriges geologiska undersökning*.
- Björck, S., 1995: A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. *Quaternary International. Volume 27*, 19–40.
- Björnbom, S., 1979: Clayey basal till in central and northern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 753*, 62 s.
- Booberg, G., 1924: Julamossen–Ymsen–Fredsbergsmossen. Ett intressant torvmarkskomplex. *Svenska Mosskulturföreningens tidskrifter*.
- Dennergård, B., 1984: Late Weichselian and Early Holocene stratigraphy in southwestern Sweden with emphasis on the lake Vänern area. *Geologiska institutionen Chalmers Tekniska Högskola/Göteborgs Universitet Publ. A 48*, 187 s.
- Engdahl, M., 1993: Mariestadsprojektet. Jordarter, grundvatten och geokemi. *Sveriges geologiska*

- undersökning, internt projekt 4761, 9 s.*
- Engdahl, M., 1997: Clast lithology, provenance and weathering of quaternary deposits in Västergötland, Sweden. *Earth Sciences Centre, Göteborg University Aa 16*, 90 s.
- Ericsson, B. & Lidén, E., 1982: Beskrivning till Jordartskartan Karlskoga SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae 50*, 73 s.
- Fredén, C., 1988: Marine life and deglaciation chronology of the Vänern basin southwestern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ca 71*, 80 s.
- Fredén, C. (red.), 1998: Berg och jord. *Sveriges nationalatlas, andra upplagan*, 208 s.
- Fredén, C., 2001: Beskrivning till jordartskartorna 10D Karlstad NO och SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 142 och 143*, 59 s.
- Larsson, P.-E., 1978: Fredsbergs mosse – inventering av geologi och vegetation. *Länsstyrelsen i Skaraborgs län, Planeringsavdelningen 9/78*, 36 s.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, T., 2000: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. Studentlitteratur, andra upplagan, 491 s.
- Lundqvist, G., Högbom, A. & Westergård, A.H., 1931: Beskrivning till kartbladet Lugnås. *Sveriges geologiska undersökning Aa 172*, 185 s.
- Mariestads kommun Tekniska kontoret & Vatten och Samhällsteknik AB, 1996: Råvattenförsörjning till Mariestad. *Mariestads kommun, PM angående utförda grundvattenundersökningar*, 15 s.
- Müllern, C.-F. & Wikner, T., 1991: Mariestads kommun. Kommentarer till underlagskarta för grundvattenskydd. *Sveriges geologiska undersökning, uppdragsrapport 08-657/90*, 8 s.
- Petterson, A., 1995: Identifiering av in- och utströmningsområden genom tolkning av topografi, geologi och vegetation, Bergaområdet, Mariestad. *Earth Sciences Centre, Göteborgs University B19*, 30 s.
- von Post, L., 1923: Upplysningar rörande Sveriges geologiska undersöknings torvmarksrekonosering. Beskrivning till kartbladet Mariestad. *Sveriges geologiska undersökning D 53*, 30 s.
- von Post, L., 1929: Vänerbassängens strandlinjer. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 51*, 199–235.
- Rosenqvist, I. T., 1977: A general theory for quick clay properties. Proceedings. *The third European Clay Conference, Oslo 2–5 June, 1977*, 215–228.
- Sandegren, R., 1916: En postglacial strandlinje vid östra sidan av Vänern. *Sveriges geologiska undersökning Ca 270*, 18 s.
- Sandqvist, Å., 1996: Markradonundersökningar i Mariestads kommun. *Sveriges geologiska undersökning, uppdragsrapport*, 72 s.
- Strömberg, B., 1994: Younger Dryas deglaciation at Mt. Billingen, and clay varve dating of the Younger Dryas/Preboreal transition. *Boreas 23*, 177–193.
- Westergård, A.H. & Johansson, H.E., 1915: Beskrivning till kartbladet Töreboda. *Sveriges geologiska undersökning Aa 139*, 55 s.
- Westergård, A.H., Högbom, A. & Willén, N., 1925: Beskrivning till kartbladet Mariestad. *Sveriges geologiska undersökning Aa 163*, 54 s.
- Westergård, A.H., Johansson, H.E. & Willén, N., 1926: Beskrivning till kartbladet Karlsborg. *Sveriges geologiska undersökning Aa 162*, 94 s.
- Wikner, T., Fogdestam, B., Carlstedt, A. & Engqvist, P., 1991: Beskrivning till kartan över grundvattnet i Skaraborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ah 9*, 83 s.

Åkerblom, G., Pettersson, B. & Rosén, B., 1990: Radon i bostäder. Markradon. *Bygghälsorådet R85:1988*, 160 s.

Utgivna kartblad



Sveriges Geologiska Undersökning
 Box 670
 751 28 Uppsala
 Tel: 018-17 90 00
 Fax: 018-17 93 70
www.sgu.se

Uppsala 2002
 ISSN 0586-1535
 ISBN 91-7158-674-1
 Tryck: Elanders Tofters AB