STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

RAPPORT
REPORT No 23

Geobildtolkning av grova moräner

LEIF VIBERG

LINKÖPING 1984

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

RAPPORT
REPORT No 23

Geobildtolkning av grova moräner

LEIF VIBERG

LINKÖPING 1984

Publiceringstillstånd för flygbilder (gäller STEREO-GRAM 1-5) har inhämtats från Lantmäteriverket enligt följande:

Flygfoto: (Rikets allmänna kartverk år 1964, 1972, 1973 Lantmäteriverket år 1975, 1976, 1978). Godkänd för reproduktion och spridning av Lantmäteriverket 1983-10-12.

ISSN 0348–0755

FÖRORD

Denna rapport utgör en sammanfattande redovisning av institutets utredning av möjligheterna att med geobildtolkning lokalisera grova moräner. Utredningen har utförts på uppdrag av Vägverket, avd TUg, och har med vissa avbrott pågått sedan 1976.

Initiativtagare till projektet har varit avd.dir Åke Knutz, TUg, som under projektets gång bidragit med goda råd. Ett nära samarbete har bedrivits med Väg- och trafikinstitutet (VTI), som parallellt har studerat geologiska förutsättningar för grova moräner, se VTI Rapport 194, 1980. Flera av VTI:s undersökningsplatser har tacksamt utnyttjats. Avd.dir Hans G Johansson, VTI, har bidragit med värdefulla synpunkter.

Tekn.dr Tom Lundgren deltog i projektets inledningsskede, och civ.ing, Jan Inganäs, numera Jacobson & Widmark AB, deltog i utvecklingsarbetet till 1980. Eva Dyrenäs har skrivit manus, och Rutgerd Åbrink och Irène Åberg har renritat figurer.

Granskning av manuskript har utförts av Åke Knutz och Hans Frisk, TUg, samt Hans G Johansson, VTI.

Till ovan nämnda personer riktas ett varmt tack för deras värdefulla insatser.

Linköping i december 1983

Leif Viberg

GEOBILDTOLKNING AV GROVA MORÄNER

INNEHÅLL Sid

SUMMARY 7

SAMMANFATTNING 9

ORD- OCH TECKENFÖRKLARING 11

1. DEFINITION AV GROV MORÄN 13

2. BAKGRUND OCH SYFTE 15

3. LÄMPLIGA MORÄNTYPER 18
3.1 Allmänt 18
3.2 Fristående ryggar och kullar (moräntyp 1) 20
3.3 Läsidesmorän (moräntyp 2) 22
3.4 Jämförelse mellan moräntyp 1 och 2 24

4. TOLKNINGSMETODIK 25
4.1 Allmänt 25
4.2 Tolkningskriterier 26
4.3 Tolkningskriterier för moräntyp 1 26
4.4 Tolkningskriterier för moräntyp 2 28
4.5 Tolkningssäkerhet 29

5. MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR FÖR FLYGBILDSTOLKNING AV GROVA MORÄNER 31
5.1 Allmänt 31
5.2 Flygbilder 31
5.3 Läge i terrängen 32
5.4 Ytformer - kullar och ryggar 33
5.5 Täkter, skärningar och blockighet 34
5.6 Isälvsavlagringar 36
5.7 Bildningssätt 36
5.8 Sammanfattande bedömning 37

6. EXEMPEL PÅ OMRÅDEN MED GROV MORÄN 38
6.1 Grov morän i anslutning till isälvsavlagringar 38
6.2 Grov morän utan kontakt med isälvsavlagringar 50
6.3 Läsides- och lokalmoräner 67

7. FÖRSLAG TILL GEOBILDTOLKNINGSMETODIK 75

LITTERATUR 83

SUMMARY

In road construction the normally used gravel materials are taken from eskers and deltas - glacial fluvial deposits. In several regions shortage of these materials has arisen. Esker and delta formations are in many places also used for e.g. recreational purposes and water supply. Therefore it is urgent to find alternative gravel material for road construction.

For that reason the interest has been focused to tills whose natural constitution is such that the material after crushing and/or separation of fines can be used as a high quality material in road construction and road maintenance. These till types are named coarse tills in this report.

In the report the method for mapping of coarse tills based on aerial photo interpretation is described.

With existing knowledge on coarse tills and by means of black and white air photos in the scale of 1:30.000 it is possible to localize terrain sites where there are prerequisites for occurrence of coarse tills. Field cheque of these sites is necessary and thereby the till type and boulderness are determined and in addition estimation of volume is made.

The most important way of occurrence of coarse tills is as hillocks and ridges in valley bottoms and depressions. The characteristic surface forms and the position in the terrain are essential prerequisites for the localization and the discovery of coarse tills by means of air photo interpretation. Another way of occurrence of coarse till is as leeside or local moraine close to bedrock which consists of hard rock types and/ or has a fissured character. The surface forms of this moraine type are less pronounced and the volumes are usually less than the before mentioned moraine type.

Because the most important features of coarse tills are of topograhic nature stereo viewing and interpretation of air photos is a suitable method for localizing coarse tills. The information of the air photos is combined with existing geological maps and other investigations of particular interest and a field cheque.

The air photo interpretation of coarse tills is based on knowledge on the way of formation, the position in the terrain and the features (surface forms) of the moraine types. Of special interest is the occurrence of eskers, because in several cases it has been shown that coarse till has been deposited in connection to such glacio fluvial formations.

SAMMANFATTNING

Vid vägbyggnation används normalt grusmaterial från rullstensåsar och deltan - s k isälvsavlagringar. Inom flera regioner har emellertid brist på dessa material uppstått. Eftersom ås- och deltabildningar många gånger dessutom är intressanta ur andra aspekter - t ex naturvård och vattenförsörjning - är det angeläget att finna alternativa grusmaterial för vägbyggnad.

Av den anledningen har intresse knutits till moräner, vars naturliga sammansättning är sådan att materialet efter krossning och/eller sandavskiljning kan användas som högvärdigt material vid vägbyggnad och vägunderhåll. Dessa moräntyper benämns grova moräner i denna rapport.

I rapporten beskrivs en metod för kartering av grova moräner baserad på flygbildstolkning.

Med nuvarande kunskaper om grova moräner och med svart-vita flygbilder i 1:30.000 kan man lokalisera terrängpartier där det finns förutsättningar för förekomst av grova moräner. Fältkontroll av dessa platser är nödvändig och därvid bestäms moräntyp och blockhalt samt görs volymuppskattningar.

De grova moränernas viktigaste förekomstsätt är som kullar och ryggar i dalbottnar och sänkor. De karaktäristiska ytformerna och lägena utgör väsentliga förutsättningar för lokalisering och upptäckt av grova moräner med geobildtolkning. Ett annat förekomstsätt för grov morän är som läsides- och lokalmoräner intill berggrund med hårda bergarter och/eller med sprickrik karaktär. Ytformerna för denna moräntyp är mindre framträdande och materialvolymerna är vanligtvis mindre än för den förstnämnda moräntypen.

Eftersom de viktigaste särdragen hos grova moräner är av topografisk natur är stereobetraktning och tolkning av flygbilder en lämplig metod för lokalisering av grova moräner. Flygbildernas information kombineras med befintliga geologiska kartor och andra utredningar av intresse samt fältkontroll.

Flygbildstolkningen av grova moräner grundar sig på kunskaper om moräntypernas bildningssätt, läge i terrängen och utseende (ytformer). Av speciellt intresse är förekomst av rullstensåsar eftersom det i flera fall visat sig att grov morän avlagrats i anslutning till sådana bildningar.

ORDFÖRKLARING

HK	Högsta kustlinjen. Den högsta nivå olika hav och sjöar nått i Sverige efter nedisningen.
Issjö	Sjö bildad i samband med landisens avsmältning, varvid isen fungerade som dämning.
Isälvsavlagring	Geologisk formation bestående av sorterat material som transporterats och avlagrats av en isälv. Sand, grus och sten dominerar. Ex rullstensåsar och isälvsdeltan.
Morän	Geologisk formation bestående av osorterat material som krossats, transporterats och avlagrats av landisen. Alla kornfraktioner finns med i varierande utsträckning. Moränens sammansättning kan variera från mycket finkorniga, t ex moränleror, till mycket grovkorniga, t ex stenig grusig morän.
Slukås	Geologisk formation bestående av material som avlagrats av smältvatten som runnit i en istunnel belägen i en brant sluttning.

Teckenförklaring

Linjen markerar gränsen mellan dalsluttning (till vänster om linjen) och dalbotten (till höger om linjen)

Moränrygg

Täkt i moränrygg

•

Provtagningspunkt för grov morän (Sandig - Grusig)

1. DEFINITION AV GROV MORÄN

Grov morän är liktydigt med grovkornig morän. I denna rapport används den kortare formen grov morän.

Med grov morän avses i detta projekt de moräntyper som efter bearbetning - krossning och/eller sandavskiljning - ger ett grusmaterial som uppfyller BYA:s kvalitetsfordringar för användning i vägsammanhang med ett gott ekonomiskt resultat. Ur praktisk och ekonomisk synvinkel begränsas antalet moräntyper till i första hand grusiga moräner och eventuellt något finkornigare moräner med hög stenhalt.

En annan faktor som styr urvalet av moräner är tillgänglig volym i en fyndighet. Fyndigheten måste ha en viss minsta mäktighet och utbredning för att vara intressant. Detta krav medför att tunna moräntäcken och små ryggar och kullar är ointressanta.

För att en morän - efter bearbetning - skall bli användbar måste vissa krav uppfyllas. Moränens användbarhet beror på ett antal faktorer, vars betydelse varierar från fall till fall.

1. Ursprunglig grundmassa, dvs grus och finare
2. Stenhalt (krossbar mängd)
3. Volym
4. Avskiljning av oanvändbart material ("sandavskiljning")
5. Användning, t ex bärlager, grusslitlager
6. Transportavstånd

Nödvändiga förutsättningar är att materialsammansättningen - dvs grundmassan (grus och finare) och stenhalten - har en lämplig blandning och att tillgänglig volym är tillräcklig.

De mest intressanta moränerna för vägbyggarna och väghållarna är de som har höga halter av grus, sten och

småblock. Dessa fraktioner ger vid krossning ett krossmaterial som kan sorteras upp i önskvärda gruskvaliteter. De ursprungliga halterna av de finkorniga fraktionerna - finmo, mjäla och ler - bör vara så låg som möjligt, för att avskiljning av finkornigt material - "sandavskiljning" - skall undvikas eller bli så liten som möjligt. Finkorniga moräner liksom storblockiga moräner är med dagens teknik ointressanta för vägändamål.

Utöver kraven på moränsammansättningen skall framställnings- och transportkostnaderna vara rimliga. Det är inte möjligt att göra en definition på grov morän som kan gälla hela landet. Den lokala tillgången på grus bestämmer i hög grad vad som blir ekonomiskt acceptabelt i fråga om t ex avskiljning. Under speciella omständigheter kan upp mot 50% avskiljning accepteras.

Stenhalten är bestämmande för hur hög finkornshalten i grundmassan kan vara. En finsk undersökning (muntligt redovisad av Reijo Orama vid Finlands vägverk) visade att ingen avskiljning behövdes vid framställning av grusslitlager för följande moränmaterial.

Finjordshalt av material <0,074 mm vikt%	Krossbar stenhalt vikt%
10	20
15	50
20	60

Erfarenheterna från användningen av morän för grusframställning i Sverige är f n inte tillräckliga för att ange gränsvärden för finjords- och stenhalt för svenska moräner.

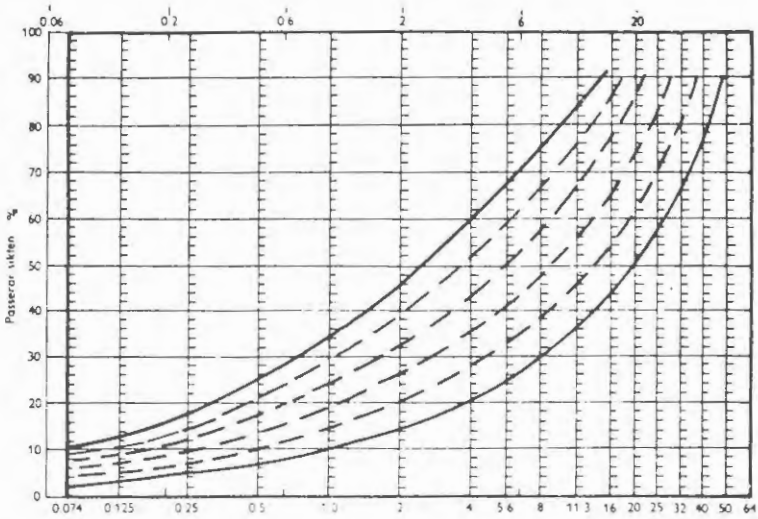
2. BAKGRUND OCH SYFTE

Det grusmaterial som används för vägändamål måste från främst bärighets- och tjälfarlighetssynpunkt uppfylla vissa krav - beroende på användning - beträffande kornfördelningen, FIG 1 a-c. Grus från isälvsavlagringar - i form av åsar och deltan - är det helt dominerande materialet. Isälvsgrus kan variera inom vida gränser och skifta snabbt inom en och samma bildning beroende på bildningssätt och sorteringsgrad. Förädling av materialet sker alltid genom krossning och sortering. I bristområden förekommer det att materialet framställs genom krossning av berg. I några fall har morän använts med framgång.

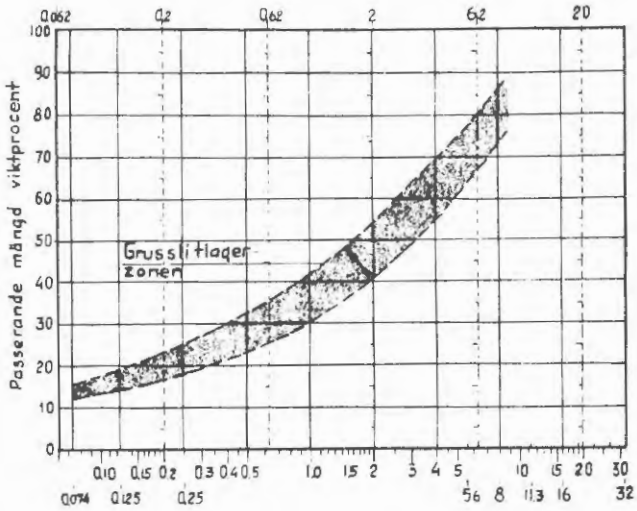
Inom flera regioner råder brist på ås- och deltagrus. Dessa bildningar är även intressanta från vattenförsörjnings- och naturvårdsskäl. Dessa fakta utgör starka argument för att använda alternativa grusmaterial - såsom grova moräner - för byggande, drift och underhåll av vägar. Morän, som täcker ca 75% av Sveriges Landareal är normalt sammansatt av alla kornstorlekar och varierar i sammansättning från finkorniga moränleror till grusiga, steniga moräntyper, FIG 2.

De grova moränerna kommer troligen att ha störst betydelse för drift och underhåll - främst grusslitlager - eftersom förekomsterna ofta är lokala och begränsade i motsats till många åsar och deltan, som är sammanhängande över en större yta. Större fyndigheter av grov morän förekommer dock och kan då vara intressanta även för nybyggnation.

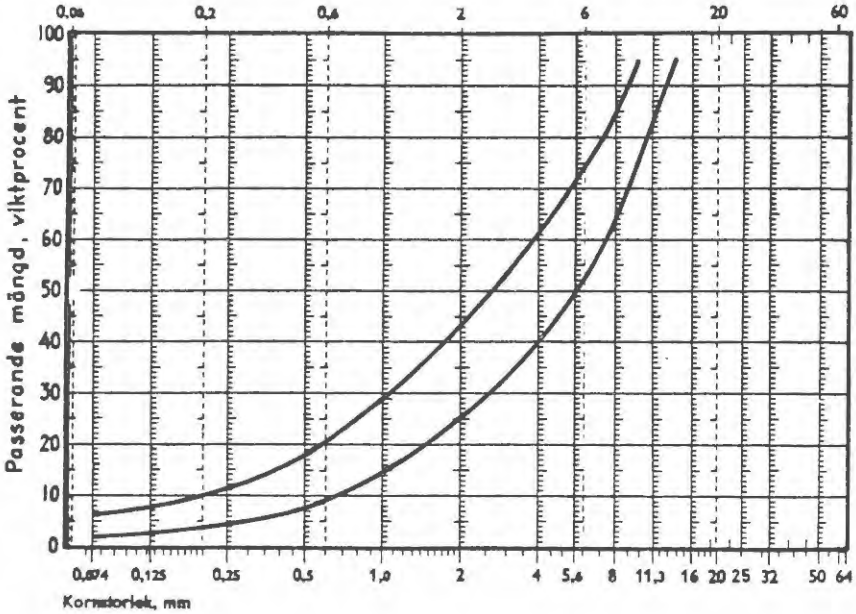
Kunskaperna om grova moräner är för närvarande relativt knapphändiga, både vad avser bildningssätt, utseende och förekomst. Grov morän förekommer dock på många ställen i landet och bedöms utgöra ett värdefullt tillskott som materialresurs.



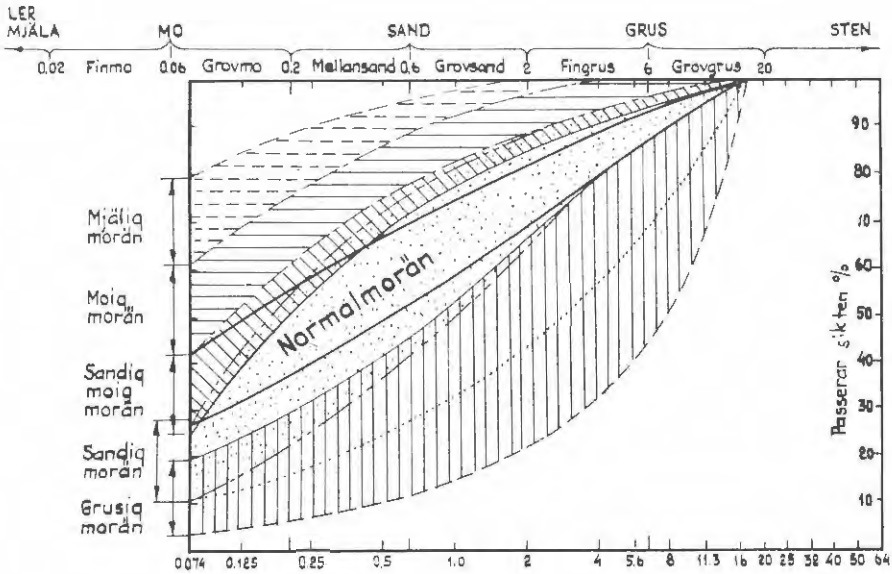
FIGUR 1a. Krav på kornfördelning för bärlagergrus. (BYA 84 kap 6:06).



FIGUR 1b. Krav på kornfördelning för grusslitlager. (BYA 84 kap 6:09).



FIGUR 1c. Krav på kornfördelning för oljegrus.
(BYA 84 kap 7:02, typblad OG 12).



FIGUR 2. Zoner för olika moräner.
(BYA 76, kap 311, Fig :222)

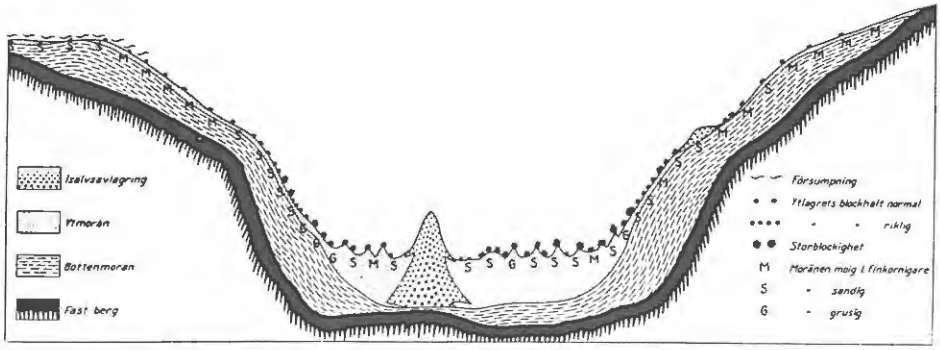
Flera karaktärsdrag för grov morän har påvisats, som möjliggör systematiskt sökande av moräntypen. De viktigaste särdragen är av topografisk natur, vilket innebär att stereobetraktning av flygbilder är ett lämpligt hjälpmedel vid sökandet. Syftet med denna utredning har varit att utveckla en undersökningsmetodik för lokalisering och upptäckt av grova moräner.

I utvecklingsarbetet har även ingått att beskriva de grova moränernas utseende, förekomstsätt och sammansättning - väsentliga faktorer för uppbyggnaden av metodiken, Viberg (1976), Viberg & Inganäs (1978 a&b). Parallellt med SGI:s arbete har VTI genomfört en utredning om de grova moränernas geologi - bildningssätt, utseende, förekomst och sammansättning, Johansson (1980). De av VTI behandlade moränlokalerna har utnyttjats i utredningen. Tillsammans med de av SGI analyserade lokalerna har sålunda totalt ett 30-tal moränområden använts som underlag för utvecklingsarbetet. De är fördelade på följande län: Blekinge (6), Halland (1), Kronoberg (2), Jönköping (2), Östergötland (6), Kopparberg (1) och Västernorrland (10). Antalet ryggar och kullar inom varje enskilt område varierar från en till flera tiotal.

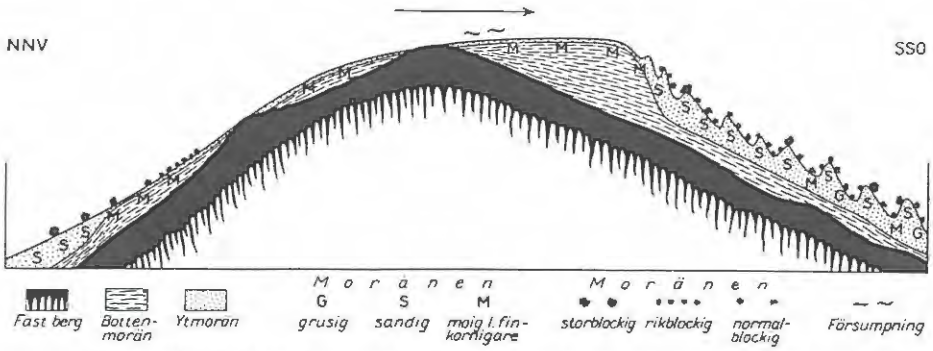
3. LÄMPLIGA MORÄNTYPER

3.1 Allmänt

De svenska kvartärgeologiska bildningarna som åsar, deltan, lersediment, torvmossar, morän (i allmänhet) är relativt väl kända med avseende på nämnda parametrar. Jämfört med dessa välundersökta bildningar är kunskaperna om de grova moräntyperna knapphändiga. Lundqvist (1940) uppmärksammade olika moräntyper i Bergslagen. En finkornig moräntyp som huvudsakligen utjämnar underlaget utan egna ytformer och en annan lucker grovkornig småkuperad moräntyp med hög blockhalt, FIG 3.



Schematisk tvärprofil över dalstråk med olika moräntyper och en rullstensås (avser flackområdet c:a 1 mil NV om N. Hörken, Bl. Grängesberg).



Schematisk längdprofil över ett höjdområde och moräntypernas samband med underlagets ytformer (avser höjdområdet S om Smedjebacken).

FIGUR 3. Topografins inverkan på moräns sammansättning och ytformer i Bergslagen, Lundqvist (1940).

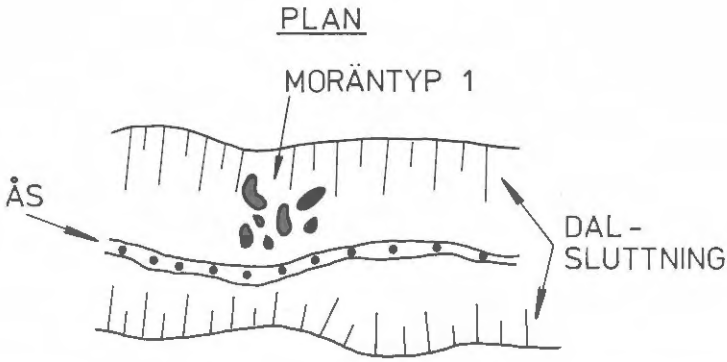
Kännedom om bildningssätten för grov morän är av fundamental betydelse för att sökningen skall kunna utföras systematiskt. Baserat på tidigare undersökningar bl a Lundqvist (1940), Knutsson (1973), Magnusson et al (1963), Lindén (1975) samt SGI:s och VTI:s utredningar 1976-80 kan bildningssätten i princip anses vara av två huvudtyper - här benämnda moräntyp 1 och 2.

Det bör betonas, att sammansättningen i moränkullar och -ryggar kan variera inom vida gränser från fin- till grovkornig, och att det även förekommer grov morän som bildats på andra sätt än de som beskrivits ovan. Det torde även förekomma finkorniga moränformer här och var bildade på angivna sätt, liksom det förekommer relativt finkorniga isälvsavlagringar. Dessa avvikelser får betraktas som naturliga variationer och inte något som kullkastar principerna för de grova moränernas bildningssätt.

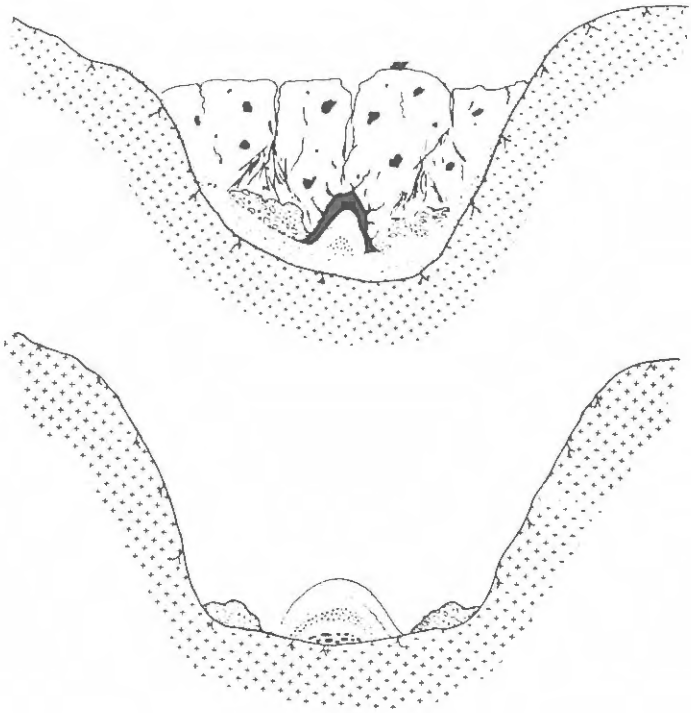
3.2 Fristående ryggar och kullar (moräntyp 1)

Denna moräntyp har sannolikt avlagrats av en uppsprucken och avsmältande landis. Moränen är avsatt på dalgångssluttningar och dalbottnar som kullar och ryggar, ofta orienterade i viss riktning, främst vinkelrätt mot dalgångarnas längdriktning, se FIG 4. För denna moräntyp är det bildningssättet som betingar den grova sammansättningen - bergartstypen spelar förmodligen mindre roll. Därför kan moräntypens förekomst vara oberoende av berggrundens sammansättning. Detta är den moräntyp som är mest intressant från exploateringssynpunkt.

Moränen förekommer i flera fall i anslutning till isälvsavlagringar, Johansson & Enkell (1980), vilket innebär att moränen sannolikt har bildats i samband med strömmande smältvatten, FIG 5. Detta torde även gälla i många fall för grova moräntyper som inte ligger nära isälvsavlagringar. De flesta platserna med grov morän ligger nivåmässigt i närheten av högsta



FIGUR 4. Ryggar och kullar av grov morän i dalgångsbotten.



FIGUR 5. Bildning av grov morän intill isälvstunnel (övre delen) och läge för grov morän intill isälvsavlagring (undre delen). Efter Johansson & Enkell (1980).

kustlinjen (HK) men moräntypen förekommer även såväl över som under HK.

Detta bildningssätt ger flera viktiga karaktärsdrag åt moränen som är gynnsamma för geobildtolkning.

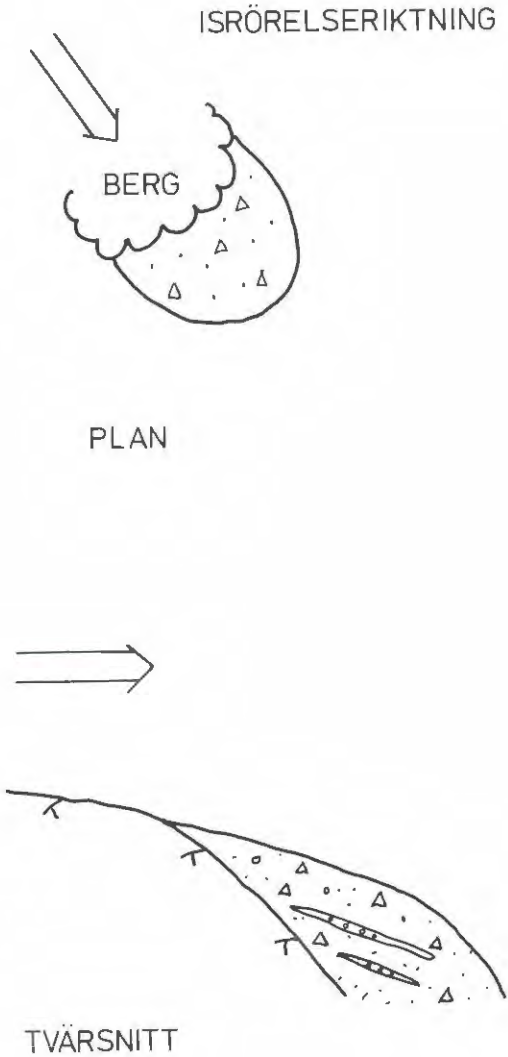
- egna ytformer
- specifika lägen i terrängen
- ytformernas orientering ger mönster
- ofta i närheten av relativt lättidentifierade isälvsavlagringar
- alltid flera kullar/ryggar inom begränsade arealer (svärmvis förekomst).

3.3 Läsidesmorän (moräntyp 2)

Läsidesmoräner i områden med bergarter av viss typ som genom landisens nedkrossning omvandlats till en grovkornig grundmassa, och avlagrats i direkt anslutning till berggrunden på bergknallarnas läsida i förhållande till isrörelseriktningen, se FIG 6. Aktuella bergarter i detta sammanhang är i första hand porfyr och kvartsit, som ger en sandig eller grusig grundmassa och relativt små block. Även granit med hög kvartshalt ger en grov grundmassa, men tyvärr också ofta stora block som komplicerar eller omöjliggör utvinning. Starkt uppsprucken berggrund ger också - oberoende av bergart - upphov till grova moräner direkt avlagrade på läsidan (läsidesmorän eller lokalmorän). I dessa moräner kan emellertid materialet ha dålig hållfasthet och vara mindre lämpligt för vägändamål.

Linser eller skikt av sand avsatt av smältvatten förekommer ofta i läsidesmoräner.

Det är förekomsten av de speciella bergarterna som är det avgörande kriteriet för den grova moränens bildning. "Nedströms" - i förhållande till isrörelseriktningen - moderklyften för dessa bergarter är i stort sett all morän grov, såväl utbredda moräntäcken, som ryggar och kullar.



FIGUR 6. Illustration av läsidesmoränens läge i förhållande till isrörelseriktning och berggrundens topografi. Läsidesmoräner är ofta genomdragna av sand- och gruslinser.

En förutsättning för att kriteriet skall gälla torde vara att bergartsförekomsten har relativt stor utbredning och inte "störs" av andra bergarter som lätt mals ned och ger en finkornig grundmassa.

Spridningsområdet för grov morän "nedströms" moderklyftet är svårt att ange, men undersökningar av bl a Lindén (1975), tyder på att grov morän bör kunna förekomma inom 3-5 km avstånd från moderklyft med lämplig berggrund.

Dessa moräntyper inventeras bäst med hjälp av berggrundskartor och bestämning av bergart i fält samt systematisk sökning på läsidorna (läsidesbildningar) och "nedströms" de angivan bergarterna.

3.4 Jämförelse mellan moräntyp 1 och 2

De grova moränernas bildningssätt utgör en god grund för lokaliseringsarbetet. Båda de beskrivna moräntyperna är intressanta ur exploateringssynpunkt. På nuvarande kunskapsnivå tycks dock moräntyp 1 vara den som ger största volymerna, och som dessutom har de mest karaktäristiska kännetecknen. Moräntyp 2 är svårare att lokalisera på flygbilder, eftersom bergarten är det avgörande kriteriet och den kan endast bestämmas med hjälp av kartor och fältkontroll. Läsidesmoräner i anslutning till fristående berghällar är relativt enkla att lokalisera på flygbilder medan läsidesmoräner i anslutning till större bergmassiv bereder större svårigheter.

Eftersom de största volymerna finns i ryggar och kullar är flygbildstolkning lämpligt att använda för sökning av dessa. Utbredda moräntäcken kan vara mäktiga men är i regel tunnare än kullar och ryggar. Dessutom är risken att påträffa grundvatten och berg betydligt större vid täktverksamhet i moräner utan egen ytform.

4. TOLKNINGSMETODIK

4.1 Allmänt

Vid sökning inom stora områden efter grus är geobildtolkning - dvs tolkning av flygbilder i kombination med geologiska kartor och fältkontroll - den mest rationella metoden från såväl praktisk som ekonomisk synvinkel. Speciellt i områden där det geologiska kartmaterialet är föråldrat eller saknas är flygbildstekniken strängt taget oersättlig.

Flygbildstolkning för geoteknisk och geologisk kartläggning av större och mindre områden är sedan länge en allmänt använd undersökningsmetod, Kihlblom (1971), Kihlblom, Viberg, Heiner & Hellman-Lutti (1972) och Viberg (1975). Av speciellt intresse är att metodiken med framgång används vid Vägverkets inventeringar av isälvsgrus, Hallert & Knutz (1975). Vid Sveriges geologiska undersökning, (SGU), har en metodstudie utförts beträffande inventering av grusförekomster, SGU (1979). Studien visar flygbildstolkningens användbarhet vid sådana inventeringar.

Metodiken vid geobildtolkning av grova moräner är i princip densamma som gäller för geobildtolkning i allmänhet. Sålunda ingår följande moment:

Inventering
Flygbildstolkning
Fältkontroll
Redovisning

Vid all geobildtolkning är det nödvändigt att ha kunskap om de bildningar som skall identifieras. För grova moräner gäller det sålunda att veta hur moräntypen ser ut och i vilka karaktäristiska lägen i terrängen den förekommer. Dessa faktorer utgör de tolkningskriterier som används vid lokaliseringen.

4.2 Tolkningskriterier

I fråga om geobildtolkning av grova moräner är främst följande parametrar viktiga att känna till:

- bildningssätt (moräntyp 1 och 2 enligt kap 3)
- utseende - ytformer (lokal topografi)
- läge i terrängen (områdets topografi)
- omgivningens geologi

Utöver dessa faktorer är täkter och skärningar mycket värdefulla för tolkningsarbetet.

Blockighet är ytterligare en faktor som används - dock nästan alltid i negativ riktning, eftersom endast stora block kan identifieras i flygbildsskalan 1:30.000. Storblockig morän är som regel olämplig att exploatera.

Bildningssättet är ett övergripande tolkningskriterium. Tolkaren måste veta vilka moräntyper som är av intresse som grusmaterial. Kännedomen om de två moräntyperna som beskrivits i kap 3 medför att tolkningen blir systematisk - men vet vad man skall leta efter.

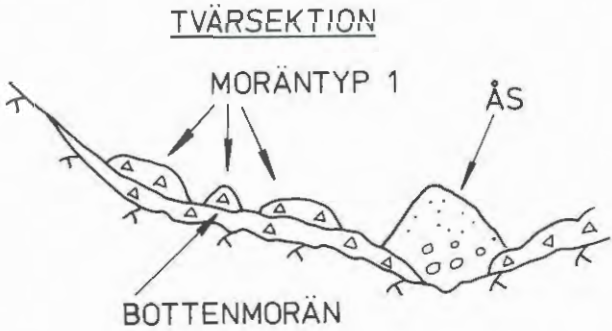
Den följande beskrivningen av tolkningskriterierna är uppdelad på de två moräntyperna.

4.3 Tolkningskriterier för moräntyp 1

Utseende-ytformer-läge

Rygg- och kullformernas utseende och inbördes arrangemang har stora variationer.

Ett karaktäristiskt drag är att kullarna och ryggarna uppträder svärmvis. Ett annat är att ryggarna ofta är mer eller mindre parallella och ligger mer eller mindre vinkelrätt mot dalgångens längdriktning, som i de flesta fall överensstämmer med isrörelseriktningen, FIG 4. Bildningarna har avlagrats i terrängens lägre delar och sträcker sig ofta upp på sluttningarnas nedre del, se FIG 7.



FIGUR 7. Karaktäristiskt läge för grov morän - moräntyp 1.

Omgivningens geologi

Ett klart samband mellan förekomst av isälvsavlagringar och ryggar och kullar med grov morän har konstaterats, Johansson & Enkell (1980) s 39. Vid sökning av grov morän innebär sålunda förekomst av åsar och deltan hög sannolikhet för att grov morän kan finnas i grannskapet.

Nivån har också en viss betydelse vid lokaliseringen eftersom frekvensen av påträffad grov morän är större vid och över högsta kustlinjen (HK) än under densamma.

4.4 Tolkningskriterier för moräntyp 2

Utseende-ytformer-läge

Läsidesmoränerna ligger i anslutning till berggrunden och utgör som regel en direkt fortsättning på bergets ytform, se FIG 6.

Normalt har läsidesmoränerna ingen egen utpräglad ytform. Moränavlagringen kan dock ha byggts på så att flacka ryggar utdragna i isrörelseriktningen utbildats.

Läsidesmorän förekommer i två principiellt skilda terrängtyper. Den ena är sammanhängande bergmassiv, där läsidesmoränerna är tämligen svåra att lokalisera. Den andra terrängtypen är berg-moränholmar som går i dagen inom uppodlade sedimentområden. Läsidesmoräner är där enkla att tolka eftersom moränmarken oftast står i bjärt kontrast mot den omgivande uppodlade åkermarken.

Omgivningens geologi

De viktigaste geologiska faktorerna är berggrundens egenskaper och isrörelseriktningen. Berggrunden skall bestå av lämpliga bergarter - i första hand porfyr eller kvartsit - eller vara uppsprucken. Moräntypens läge är helt beroende av isrörelseriktningen eftersom moränen avlagras på läsidan av berghällar och inom 3-5 km avstånd från de lämpliga bergarternas moderklyft.

4.5 Tolkningssäkerhet

Tolkning av flygbilder ingår som en del i den totala karteringsmetodiken, se kap 7. Flygbildstolkningen är dock karteringens viktigaste moment.

Flygbildstolkningen baseras på identifiering av de i avsnitt 4.2-4.4 beskrivna kriterierna. Tolkningen består av de sammanlagda möjligheterna till identifiering i flygbilderna av dessa kriterier.

Identifiering av bildningssätt
- -"- dalgång/sänka
- -"- ytformer (kulle/rygg) och deras lägen i terrängen
- -"- isälvsavlagringar
- -"- täkt/skärning
- -"- blockighet

Identifieringen av varje kriterium är mer eller mindre säker.

Tolkningskriterierna för grov morän kan betraktas från två aspekter.

1. Den säkerhet med vilken kriterierna kan identifieras på flygbilder.
2. Den information kriterierna ger för tolkningen av grov morän. Det är inte alltid säkert att t ex lättidentifierade kullar i en lättidentifierad dalgång består av grov morän. Därför görs en bedömning av sannolikheten - baserad på erfarenheter av kända grova moräners förekomst - för att de identifierade kriterierna innebär förekomst av grov morän.

Tolkningen är sålunda en syntes av hur karaktäristiska kriterierna är i terrängen och hur väl dessa kan identifieras på flygbilderna. Små skogbevuxna moränkullar är i regel omöjliga att tolka även med mycket bra flygbildsmaterial medan stora kalhuggna moränkullar kan tolkas i de flesta fall.

Tolkningsmöjligheterna varierar således mellan dessa två ytterlighetsfall och har delats upp i följande klasser:

Tolkningsklass	Tolkningsmöjlighet
1	Säker tolkning
2	Relativt säker tolkning
3	Osäker tolkning
4	Tolkning inte möjlig

Tolkningsklasserna är inte möjliga att beskriva i kvantifierbara termer. Klassningen blir därigenom mer eller mindre subjektiv. De olika klasserna beskrivs bäst genom exempel. Det förutsätts att bildningarna är belägna i terrängens lägre partier.

Tolkningsklass 1

a. Flera stora lättidentifierade ryggar och kullar med stora täkter. Förekomst av isälvsavlagringar förstärker tolkningen ytterligare.

b. Område med karaktäristisk svärmvis förekomst av ryggar och kullar med karaktäristiskt mönster - längdaxlarna i princip vinkelräta mot isrörelseriktningen.

Tolkningsklass 2

a. Flera lättidentifierade ryggar och kullar med flera mindre täkter.

b. Flera lättidentifierade ryggar och kullar i anslutning till isälvsavlagringar.

c. Stora moränryggar i tät skog.

Tolkningsklass 3

Ryggar och kullar som med viss svårighet kan identifieras i mer eller mindre skogbevuxen terräng.

Tolkningsklass 4

Ryggar och kullar i tät skog med mycket liten eller obefintlig inblickbarhet.

Helt säker tolkning av grov morän är med dagens kunskaper och hjälpmedel mycket sällsynt. Det är möjligt endast om stora täkter i tydliga moränkullar förekommer. Enstaka små täkter i morän betyder inte alltid att moränmaterialet är grovt eftersom även finkornigt material ibland uttagits i brist på bättre material. Det förekommer även stora täkter i finkornig morän. De vanligast förekommande tolkningsklasserna är klasserna 2 och 3, vilket innebär att fältkontrollen har stor betydelse.

5. MÖJLIGHETER OCH REKOMMENDATIONER FÖR FLYGBILDSTOLKNING AV GROVA MORÄNER

5.1 Allmänt

I detta kapitel beskrivs möjligheter och begränsningar för flygbildstolkning av grova moräner, samt ges rekommendationer för lämpligt tillvägagångssätt vid tolkningsarbetet.

5.2 Flygbilder

LMV:s omdrevsfotografering i svartvita flygbilder i skala 1:30.000 täcker hela Sverige och är sålunda alltid tillgängliga och oftast det enda tillgängliga materialet för grusinventeringar. Genom den återkommande fotograferingen kan flygbilder från olika år (i princip minst vart 7:e år från och med 1950-talet) erhållas. Från tolkningssynpunkt är emellertid dessa bilder inte optimala.

För tolkning av grov morän är stereoverkan, upplösning och inblickbarhet av stor betydelse, liksom möjligheterna att särskilja berghällar från moränmark.

Bästa flygbildsmaterialet är därför färg- och IR-färgbilder på grund av större kontrastrikedom, bättre stereoverkan och vid användning av diapositiv bättre upplösning än svart-vita flygbilder. Bästa bilder för

identifiering av berghällar är IR-färgbilder. Diapositiv är bättre än papperskopior. Kostnaderna för färg- och IR-färgbilder är flera gånger högre jämfört med omdrevsbilderna, men torde i de flesta fall vara motiverade genom säkrare och bättre tolkningsresultat. Fr o m 1982 har LMV påbörjat omdrevsfotografering i IR-färg i södra Sverige och avsikten är att Sverige skall täckas med denna filmtyp. Tolkningsmöjligheterna kommer sålunda att successivt förbättras. Det höga priset på IR-färgbilder är dock en hämmande faktor för deras användning.

Svart-vita bilder i skalor 1:10.000-1:20.000 ger betydligt bättre informationer än omdrevsbilderna. En nackdel med större skalor är att antalet flygbilder ökar.

Tillgången på de bättre flygbilderna är tyvärr begränsad. Svart-vita flygbilder i skala 1:30.000 är de som hittills varit tillgängliga och kommer sannolikt att användas i stor utsträckning även i fortsättningen.

Rekommendation:

IR-färgbilder och färgbilder ger bästa informationer, och karteringsarbetet utförs effektivare jämfört med användning av svart-vita flygbilder.

5.3 Läge i terrängen

Stortopografin - dalgångar och sänkor kan bäst identifieras i översiktliga bilder i skalor 1:20.000-1:30.000. Möjligheterna är i princip oberoende av filmtyp. Dock ger färgbilder i de flesta fall bättre stereoverkan genom att kontrasterna är betydligt större i färgbilder. Skog hämmar inte denna identifiering. Terrängens egen stor- eller småskalighet inverkar på möjligheterna att med låghöjdsbilder identifiera stortopografin. Stora, breda eller flacka dalgångar/sänkor kan vara svåra att upptäcka med låghöjdsflygbilder.

Rekommendation:

Stortopografin bör rekognosceras i 1:20.000-1:30.000-bilder, även om större bildskalor är tillgängliga.

5.4 Ytformer - kullar och ryggar

Identifieringen av moränens egna ytformer är beroende av två faktorer

1. Ytformens storlek - främst höjd
2. Skogbevuxenhet

Mycket stora kullar och ryggar - högre än 5 à 10 m - kan i princip identifieras oberoende av skogbestånd. I tät fullvuxen skog kan dock även relativt stora kullar bli svåra att identifiera säkert medan identifiering av mindre kullar som regel är omöjlig. I sådan skogsterräng baseras identifieringen på trädtopparnas höjdvariationer och blir därmed relativt osäker. Skogsbeståndet bör vara likåldrigt för att tolkningen skall vara meningsfull.

Inom ogallrade föryngringsytor återspeglas markytans morfologi i de nya trädens toppar bättre än i fullvuxen skog eftersom den yngre skogen är mer jämnvuxen och tätare än den gallrade äldre skogen.

Inom kalhyggen ligger ytformerna helt öppna och identifieringen är lättast där. Nyligen avverkade hyggen kan erbjuda vissa problem i omdrevsbilderna (1:30.000). Sådana ytor har ofta dåliga kontraster på grund av många spår och sår i vegetationstäcket samt trädrester vilket försämrar stereoverkan och även möjligheten att särskilja bergytor. Mindre moränkullar - lägre än 3 à 4 m - kan därför vara svåra att upptäcka i denna bildtyp. Mindre berghällar identifieras paradoxalt nog lättare i skogbevuxen terräng eller inom äldre kalhyggen - jämfört med nyupptagna kalhyggen - på grund av skogens utglesning vid berghällar.

Färg- och speciellt IR-färgbilder ger betydligt bättre möjligheter till urskiljning av berghällar genom deras större nyansrikedom och bättre stereoverkan. Berghällarna skiljer ut sig genom karaktäristiska färgtoner.

Rekommendationer:

Svart-vita flygbilder i skala 1:30.000: Äldre kalhyggen med läkta vegetationssår ger bästa informationen. Inom nyupptagna kalhyggen kan mindre kullar och berghällar förbises. Identifiering av berghällar kan många gånger göras bättre i skogklädd terräng än inom färska kalhyggen.

Svart-vita flygbilder i skala >1:30.000: Ytformerna identifieras bättre ju lägre flyghöjden är.

Färg- och IR-färg: Ger bästa informationen. IR-färgbilder är speciellt bra för identifiering av berghällar.

5.5 Täkter, skärningar och blockighet

Generellt gäller att dessa faktorer identifieras säkrare ju större de är och ju större flygbildsskalan är. För täkter används både dess former och kontraster (ljusa toner) som identifieringskriterier. Ju mindre täkten är desto större roll spelar kontrasten, eftersom morfologin framträder allt sämre vid minskande täktdimensioner.

Stora täkter där jorden ligger bar återges som mer eller mindre vita ytor på flygbilder och är lättidentifierade i alla bildtyper och skalor.

Täkter som är mindre än ca 25 x 25 m är svåra att identifiera i omdrevsbilder. Äldre, övergivna och mer eller mindre igenvuxna täkter är ofta mycket svåra att identifiera. Äldre täkter används inte sällan som tipplaster för avfall och fyllning av olika slag. Sökning

av täkter måste ske mycket noggrant och bilderna kan behöva genomgås mer än en gång. Sökningen kan helt naturligt begränsas till vägars närmaste omgivning. En uppfattning om moränens inre blockhalt kan fås i gamla täkter genom att de större blocken oftast kvarlämnas i högar på täktbotten. Denna bedömning bör dock göras med försiktighet, jfr avsnitt 7C3.

Vägskärningar identifieras genom form och kontrast. Nya, icke bevuxna skärningar är ofta lättidentifierade på grund av ljusa toner. Äldre gräs- eller buskbevuxna skärningar är svåra att identifiera om de är små.

Vid tolkning av blockighet är det framför allt kontrasten och de svärmvisa förekomsterna som utgör tolkningskriteria. Upplösningen hos bildmaterialet kan sättas till 0,03 mm, Wastenson (1969). Vid goda kontraster kan ned till meterstora enskilda block identifieras i omdrevsbilder. I rikblockig terräng kan dock mindre block framträda genom mönsterverkan.

Kalhyggen ger de bästa möjligheterna för blockidentifiering. Även i skogbevuxen terräng finns vissa möjligheter. Inblickbarheten i skogsmark - dvs hur stor del av markytan som kan betraktas - bör vara minst 20% för att en rimlig uppskattning av blockhalten skall kunna göras, Wastenson (1969).

Rekommendationer:

Täkter och vägskärningar identifieras genom form och kontrast (ljusa ytor), noggrann och upprepad flygbildssökning längs vägar. Vid fältkontrollen bör uppmärksamhet riktas mot mindre eller igenvuxna täkter och vägskärningar, som inte kan identifieras på flygbilder.

Blockhalt bedöms bäst i öppen eller glest skogbevuxen terräng. I omdrevsbilder kan endast storblockig och

i vissa speciella fall rikblockig mark identifieras. Storblockig moränmark som är säkert tolkad behöver inte fältkontrolleras, eftersom blockigheten förhindrar ett ekonomiskt utnyttjande av moränen.

5.6 Isälvsavlagringar

Isälvsavlagringars betydelse för sökning av grov morän framgår av avsnittet 4.3 och det är därför av stor betydelse att kunna tolka isälvsavlagringar i flygbilder. Vid tolkningen används följande kriterier:

- Planform - rullstensåsar har långa, sammanhängande, ofta mjukt rundade, svagt slingrande former; deltan sträcker sig över stora ytor.
- Ytform - åsar har en karaktäristisk ryggform - med mjukt rundat (under HK) eller spetsigt krön (getryggås, över HK); deltan är plana, oftast horisontella, ibland genombrutna av raviner. Långsträckta torv- eller vattenfyllda sänkor (åsgravar) förekommer ofta längs åsarna. Runda torvfyllda gropar (dödisgropar) förekommer oregelbundet på såväl åsryggar som deltaplan.
- Markjämnhet - normalt mycket jämn markyta.
- Vegetation - oftast homogen tallvegetation, marken ibland lavhävdad som ger en ljus ton.
- Svallning - åsar under HK uppvisar ofta erosionshak, s k stormstrandlinjer, pga relativt lätteroderat material.
- Läge i terrängen - förekommer i terrängens lågpunkter och vid dalsluttningars nedre delar.

5.7 Bildningssätt

De två intressanta moräntyperna, som har bildats på olika sätt, se Kap 3, medför att sökningen kan ske systematiskt. Kunskaperna om grova moräners bildningssätt är för närvarande relativt knapphändiga, varför man tills vidare får nöja sig med att använda kända

förekomsters egenskaper som referenser vid flygbildstolkning av grova moräner. Detta innebär att tolkare bör studera och göra sig bekant med kända förekomsters utseende på flygbilder före tolkning av grova moräner.

5.8 Sammanfattande bedömning

Flygbildstolkning av grova moräner är ingen enkel uppgift. De kunskaper och de erfarenheter som vunnits under utvecklingsarbetet har givit underlag för en tolkningsmetodik, som möjliggöra att terrängpartier med förutsättningar för grov morän kan lokaliseras. Intressanta kullar och ryggar kan identifieras. Flygbildstolkningen ger sålunda som resultat ett antal områden som är intressanta att studera närmare i fält. En del av de angivna områdena slås ut tämligen enkelt genom t ex storblockighet eller hög frekvens av berghällar. Andra områden uppvisar mer eller mindre starka indikationer på grov sammansättning. Ytlig spadgrävning kan sällan ge något säkert besked om en moränryggs sammansättning. Ofta finns dock småtäkter, skärningar rotvältor o likn där något större djup kan nås och bestämningen blir då säkrare. Slutlig bestämning bör dock göras först efter maskinell provgropsgrävning eller liknande fältundersökning.

Den största begränsningen för flygbildstolkningen är att de sökta moräntyperna förekommer i skogsmark. I tät skog minskar eller omöjliggörs i många fall inblickbarheten. Stora moränryggar kan emellertid upptäckas även i tät skog. Å andra sidan medför det moderna skogsbruket att stora ytor kalhuggs och där ligger moränens ytformer helt öppna.

Med ökande kunskaper om grova moräners bildningssätt, förekomst och sammansättning ökar också möjligheterna att flygbildstolka desamma.

6. EXEMPEL PÅ OMRÅDEN MED GROV MORÄN

I detta kapitel illustreras flygbildstolkning av grov morän - dess möjligheter och begränsningar - med exempel från 5 olika moränområden.

6.1 Grov morän i anslutning till isälvsavlagringar

6.1.1 LUMSHEDEN

Ca 2 km W Lumsheden, Kopparbergs län, FIG 8

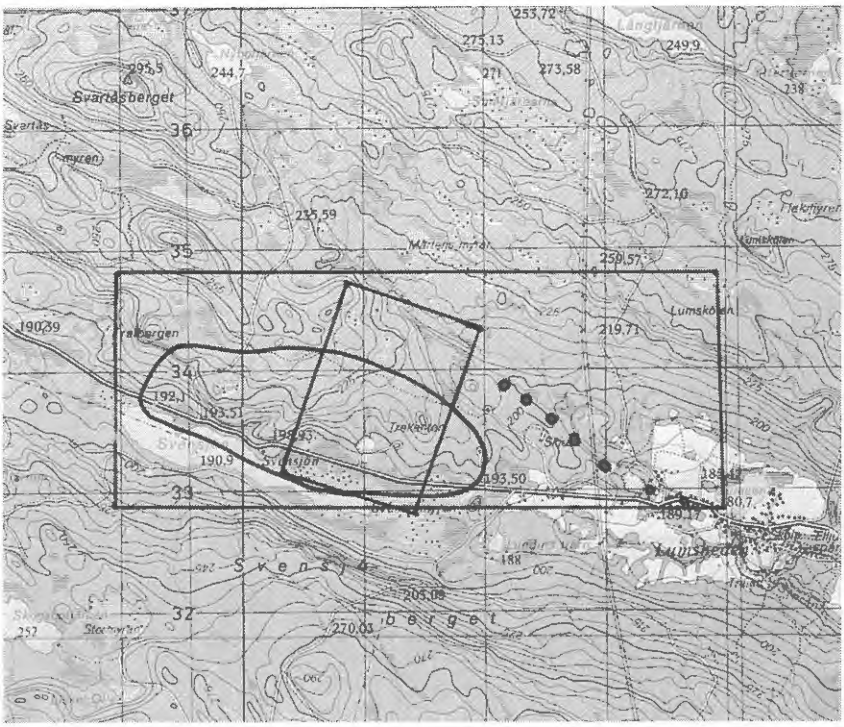
Topografi och geologi

Området är beläget i den större av två mötande dalgångar, FIG 8. Nivåskillnaden mellan botten (+190 m ö h) och södra dalgångssluttingens krön är 75 à 100 m. Öster om moränförekomsten ligger en mäktig rullstensås i dalgångens mitt, FIG 8. Omkring denna ås' västra delar finns förmodligen ytterligare grovsediment. HK ligger på ca +200 m, varför de lägsta delarna av dalgången legat under HK. På den stora sluttningen söder om Svensjön har s k skvalrännor eroderats ut av smältvatten i smaband med landisens avsmältning.

Moränens läge och ytformer

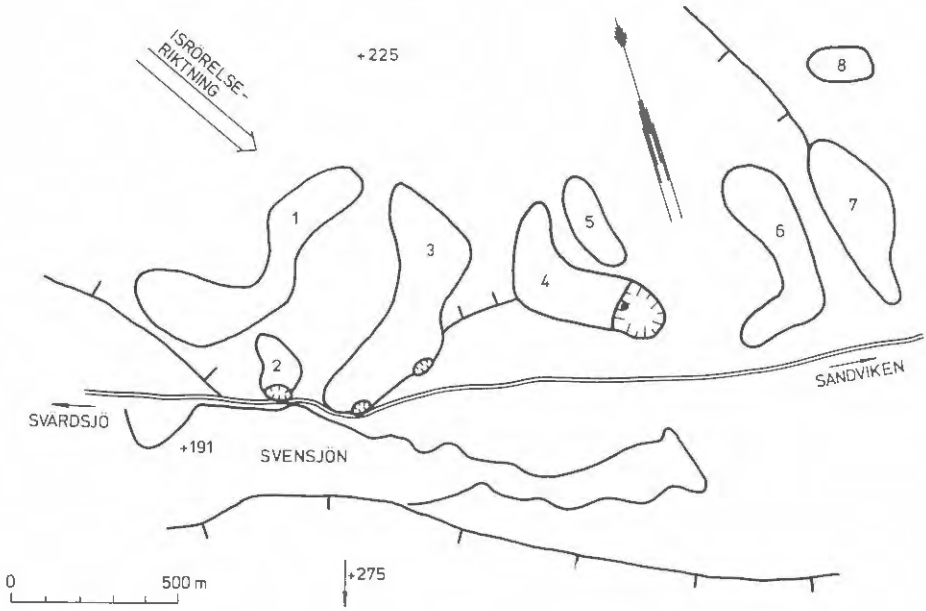
De aktuella moränförekomsterna ligger på dalgångens norra sluttning och har betydande dimensioner. Ytformen är kraftigast i sluttningens nedre delar och där är de största mäktigheterna att vänta. Ytformerna flackas successivt ut högre upp på sluttningen. Markytan är småkuperad. Endast de mest markerade ryggarna har markerats på FIG 9. Flera mindre kullar förekommer. Blockhalten är hög inom hela moränområdet.

I rygg 2 och 3 finns mindre täkter. I rygg 4 har vägförvaltningen öppnat en stor täkt. Ca 20.000 m^3 moränmaterial har uttagits 1979, Johansson & Enkell (1980). Moränen består av två lager båda av sandig karaktär, FIG 10. Den under moräntypen (övre kurvan i FIG 10) har tolkats som en bottenmorän och den övre som en morän som bildats i sprickor och därvid ursköljts, Johansson & Enkell (1980).

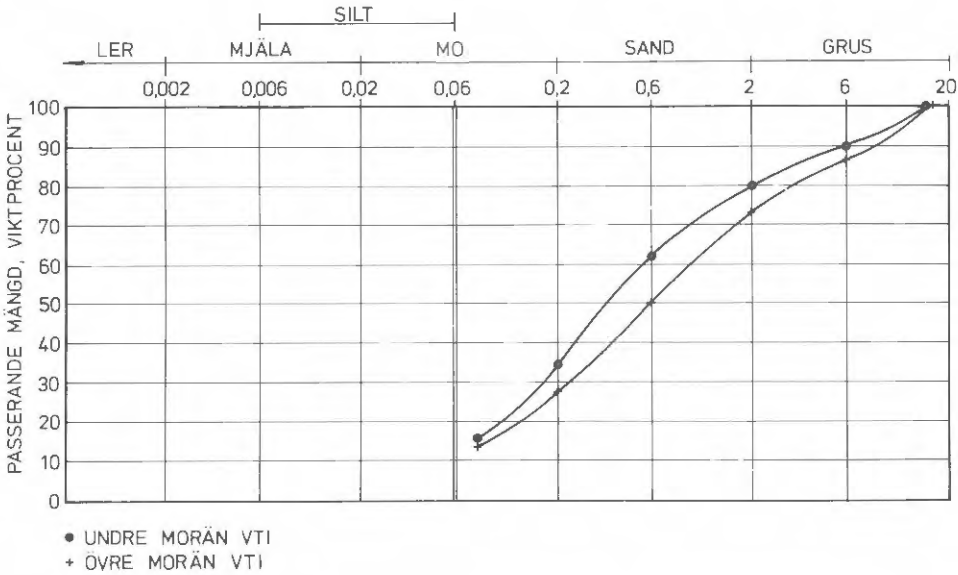


Ur topografiska kartan. Medgivande 83.0182

FIGUR 8. Lumsheden, Kopparbergs län. Topografisk karta, Hofors NV. Den större rektangeln visar läget före stereogrammet i skala 1:30.000 och den mindre för stereogrammet i skala 1:17.000.



FIGUR 9. Flygbildstolkade moränryggar (ej fältkontroll).
Skala 1:10.000.



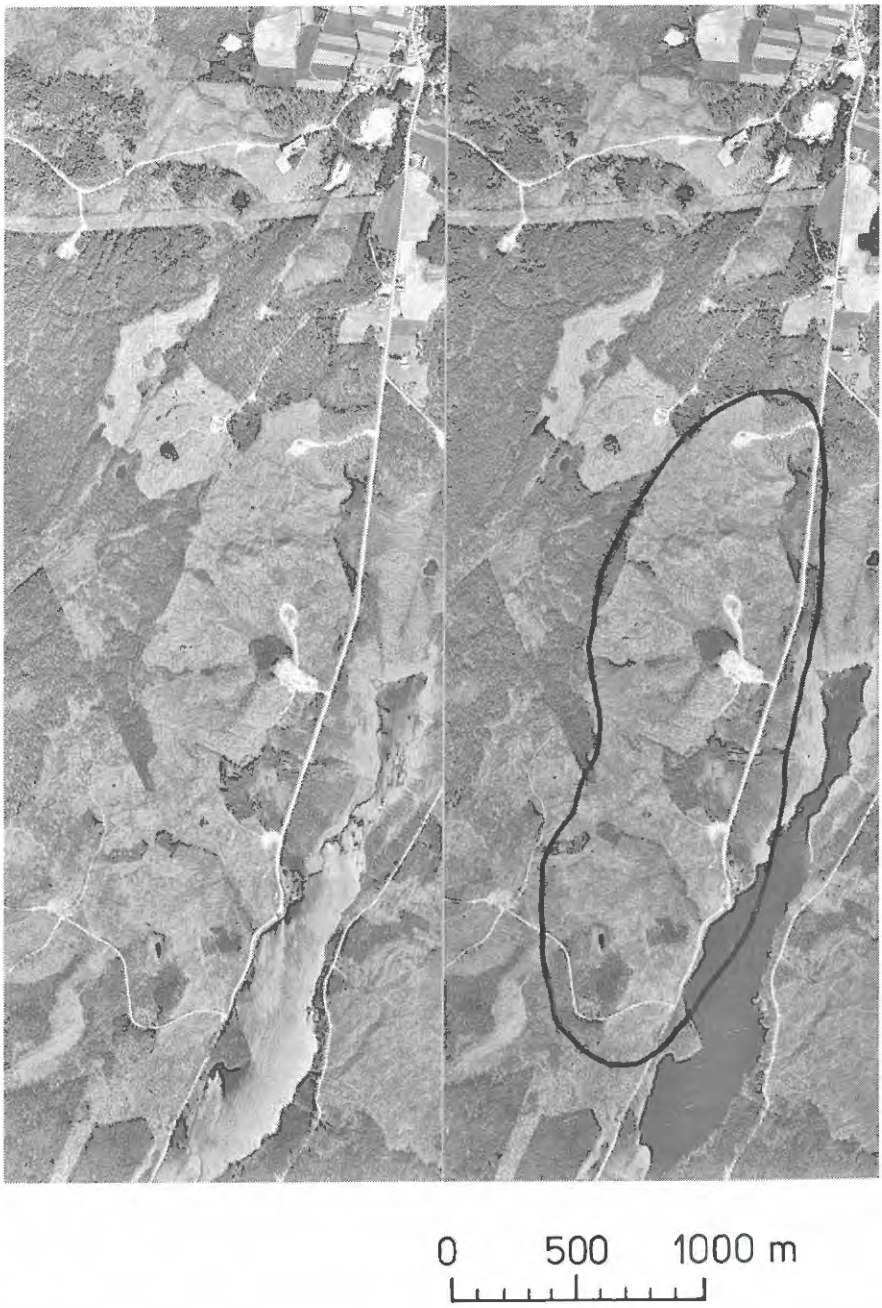
FIGUR 10. Lumsheden, kornkurvor. (Från Johansson & Enkell (1980))

Geobildtolkning

Flygbilder 1:30.000 år 1975, STEREOGRAM 1a

De geologiska och topografiska förhållandena framträder väl. Ryggarnas läge är karaktäristiskt för grov morän. Moränryggarnas ytformer och blockhalt kan lätt identifieras inom kalhyggena. Ryggarnas stora dimensioner bedöms kunna identifieras även i skogklädd terräng. Täkten i rygg nr 4 är stor och lättidentifierad. De sammanlagda kriterierna medför att denna rygg säkert kan tolkas som grov morän. I ryggarna 2 och 3 är täkterna mindre och identifieras bäst vid förstoring. På rygg nr 3 finns åsliknande krön. I rygg 6 förekommer två markanta toppar. Rygg 7 breder ut sig i sluttningens övre del.

Tolkningsklass för området: 1. Säker tolkning.

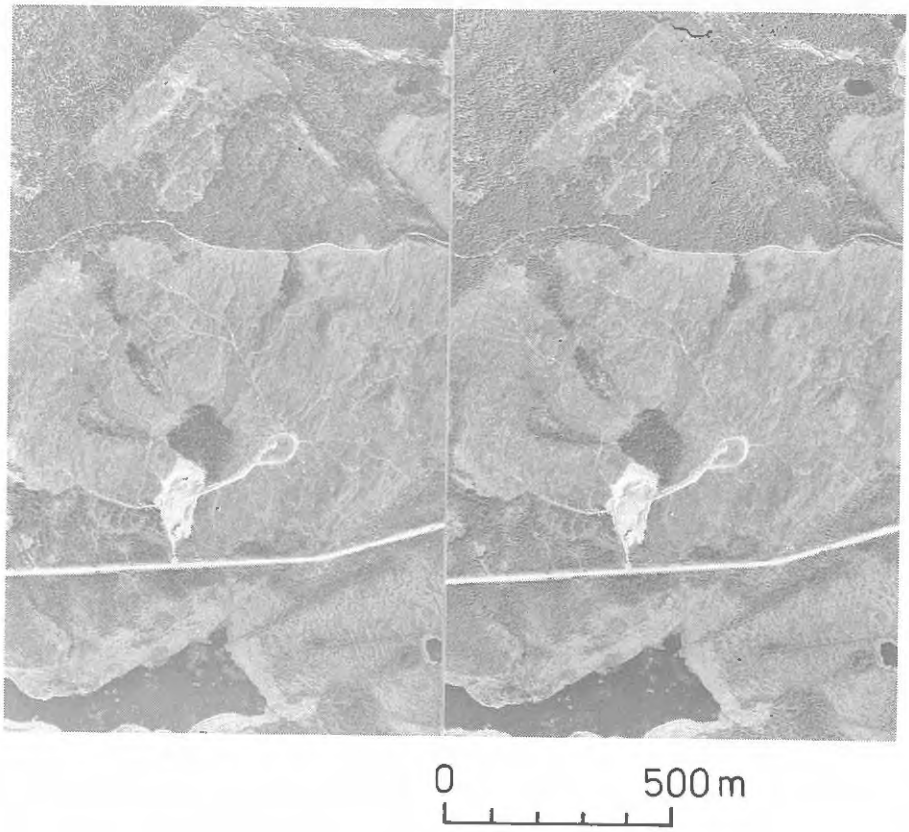


STEREOGRAM 1a. Lumsheden. Stereogram i skala 1:30.000, 1975. Område med grov morän markerat. I stereogrammets övre del syns en rullstensås och i dess nedre högra del förekommer skvalrännor.

Flygbilder 1:17.000 år 1978. STEREOGRAM 1b

Ytformerna och blockhalten kan identifieras med mycket god noggrannhet. Ett mönster bildade av parallella mikroryggar förekommer allmänt på den norra sluttningen, speciellt markant i övre delen av rygg 7.

Tolkningsklass för området: 1. Säker tolkning.



Stereogram 1b. Lumsheden. Stereogram i skala 1:17.000, 1978.

6.1.2 ULLARED

Ca 34 km Ö Varberg, Hallands län, FIG 11

Topografi och geologi

En bred dalgång med Högvadsån genomlöper Ullared. Dalgångsbotten ligger på 65-70 m ö h. Öster om denna dalgång stiger nivån till en berggrundsbetingad platå på nivån ca 125-150 m ö h.

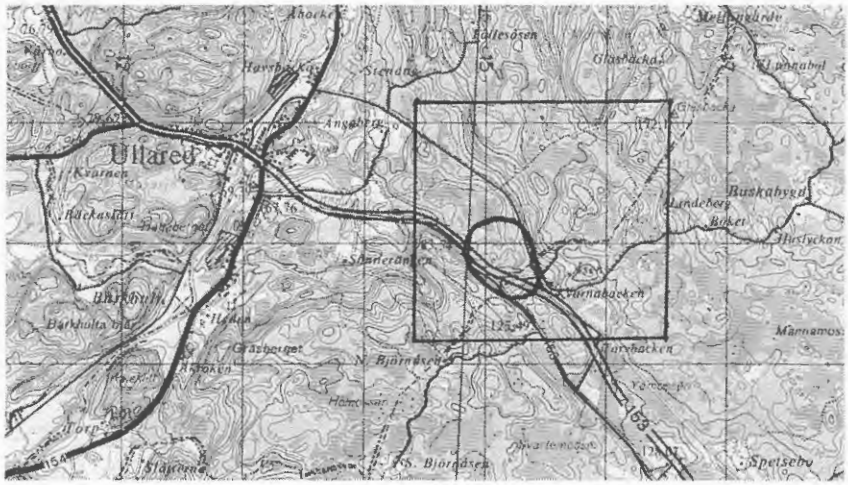
HK ligger på +72 m ö h i Högvadsåns dalgång. Högsta nivån för den stora issjön i Småland ca 10 km österut låg på ca +150 m ö h.

Isälvsavlagringar förekommer allmänt i dalgångens botten. Berggrunden domineras av gnejs.

Moränens läge och ytformer

Området utgörs av ett antal ryggar, FIG 12a belägna i en kort bidalgång till den stora dalgången och i övergången - sluttningen - till den högre terrängen mellan +80 och +100 m ö h. Ryggarnas riktningar varierar. Den största ryggen är orienterad i O-V medan flera mindre ryggar har riktningen NO-SV. En isolerad rygg - den lägst belägna har riktningen VNV-OSO. Stenhalten är hög medan blockhalten är relativt låg. Enstaka stora block förekommer, FIG 12b. Prov från den största ryggen visar en klart grusig sammansättning, FIG 13.

Vid kompletterande undersökningar av Hans G Johansson och Kent Enkell, VTI, påträffades ett finmoigt (siltigt) sediment under vissa ryggar. Ryggarnas bildningssätt har av Johansson & Enkell därvid tolkats som en form av slukåsbildningar, där det kraftigt ursköljda moränmaterialet avlagrats i tunnlar eller sprickor ovanpå tidigare avsatta finmosediment.

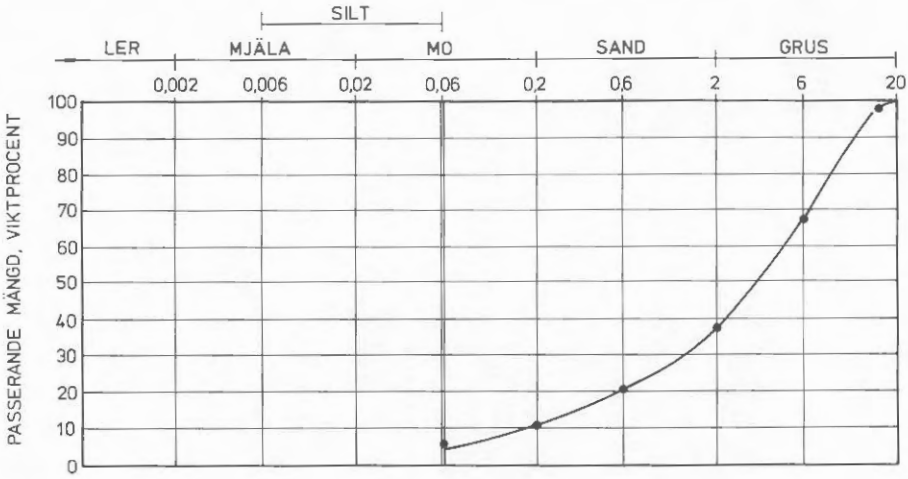


Ur topografiska kartan. Medgivande 83.0182

FIGUR 11. Ullared, Hallands län. Topografisk karta. Ullared NV. Kvadraten visar läget för STEREOGRAM 2.

FIGUR 12a. Ullared. Ryggar med riktning VNV-OSO. Kalhugget efter 1976.

FIGUR 12b. Ullared. Skärning i största ryggen.



FIGUR 13. Ullared, kornkurva.

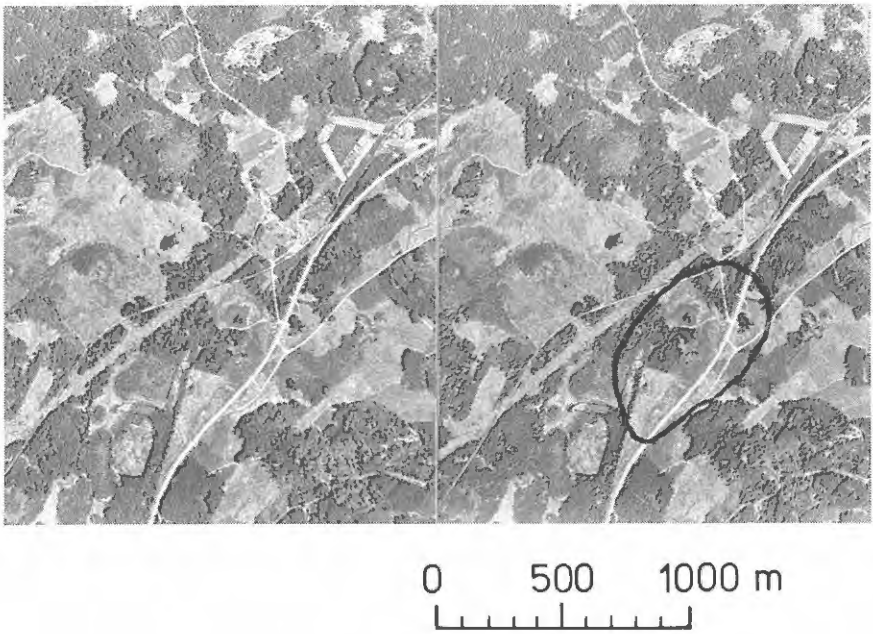
Geobildtolkning

Flygbilder 76 Cd 046 21-22, 1:30.000, år 1976, STEREOGRAM 2

Inom området förekommer såväl kalhygge, föryngringsyta som fullvuxen skog. Hela området identifieras säkert genom läge och de lätt identifierade ytformerna inom kalhygge och föryngringsyta. Inom det skogbevuxna området, där flera ryggar finns, FIG 12a, ger sig ytformen tillkänna i flygbilderna som en successiv höjning av skogens toppyta.

Endast ytlig täkt i skogsvägskärning finns varför tolkningen klassas som relativt säker.

Tolkningsklass för området: 2. Relativt säker tolkning.



STEREOGRAM 2. Ullared. Stereogram i skala 1:30.000.

6.2 Grov morän utan kontakt med isälvsavlagringar

6.2.1 LINDSHAMMAR

Utmed riksväg 31, ca 1 km S Lindshammar och ca 25 km S Vetlanda, Kronobergs län, FIG 14.

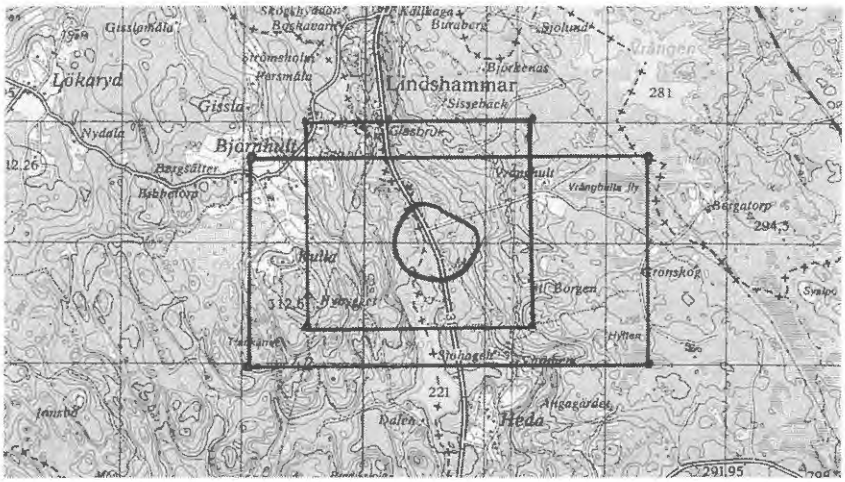
Topografi och geologi

Området ligger inom det småländska höglandet på ca 200-300 meters höjd över havet. Området ligger i en dalgång som går i riktning ungefär NNV-SSO och som, både i väster och öster, omges av mäktiga höjdplatåer. Dalgången är i sin djupaste del max ca 250 m bred. Detta inträffar ungefär vid undersökningsområdet. Nivåskillnaderna till omgivande höjdplatåer är som mest ca 80 m. Norr om Lindshammars tätort vidgar sig dalgången till sjön Boskvarnasjön och den blir samtidigt mer uppsplittrad och mindre markant. Åt söder fortsätter dalgången i sjösystemet Änghultasjön-Norrsjön-Madkroken. Området ligger över HK (ca +200 m ca 10 km V utbildad av issjö).

Berggrunden inom testområdet med omnejd utgörs av grå Växjö-granit med vissa lokala inslag av grönsten (SGU ser AB nr 15). Det förekommer endast smärre isälvsavlagringar i dalgången. Närmaste större isälvsavlagring, Emmabodaåsen, ligger ca 3 km öster om testområdet. Moränen inom området har avlagrats som små kullar och som ryggar av olika storlek, medan den avlagrats som ett utbrett täcke söder och norr om området.

Isrörelseriktningen har varit mellan N 10° V och N 45° V, med störst frekvens för riktningen N 30° V.

Moränen har troligen bildats i en sprickrik avsmältande landis där det finkorniga materialet sköljts bort av smältvatten. Anledningen till avsaknaden av större isälvsavlagringar kan vara en uppsplittring av smältvattenströmmarna eller en tillfällig ändring av isälvens lopp till närbelägen dalgång, Johansson & Enkell (1980) s 22.



Ur topografiska kartan. Medgivande 83.0182

FIGUR 14. Lindshammar, Kronobergs län. Topografisk karta, Åseda NV. Större rutan visar läget för STEREOGRAM 3a och den mindre för STEREOGRAM 3b.

Moränens läge och ytformer

I området finns 11 moränryggar/kullar inom en relativt begränsad yta, ca 300 x 500 m, FIG 15. Moränformen är i samtliga fall väl avgränsad rygg eller kulle. Ryggarnas längdaxlar ligger ungefär vinkelrätt mot isrörelseriktningen. Moränen är belägen i den utvidgade dalgångens botten, som sluttar svagt uppåt mot öster från Mörrumsån. Ryggarna med nummer 1-9 tycks bilda ett någorlunda symmetriskt mönster med symmetriaxeln i längdriktningen för rygg nr 3 och 4, se FIG 15. Rygg nr 3 och 4 är de mäktigaste ryggarna, FIG 16-17, N och S därom minskar mäktigheten hos övriga ryggar.

De mindre kullarna 5, 6 och 8 har inte närmare studerats i fält.

Sammansättningen är i allmänhet grusig, FIG 18. Blockhalten är låg.

Utanför området är moränmarken mer jämnt utbredd. Moränen är mer finkornig än inom testområdet.

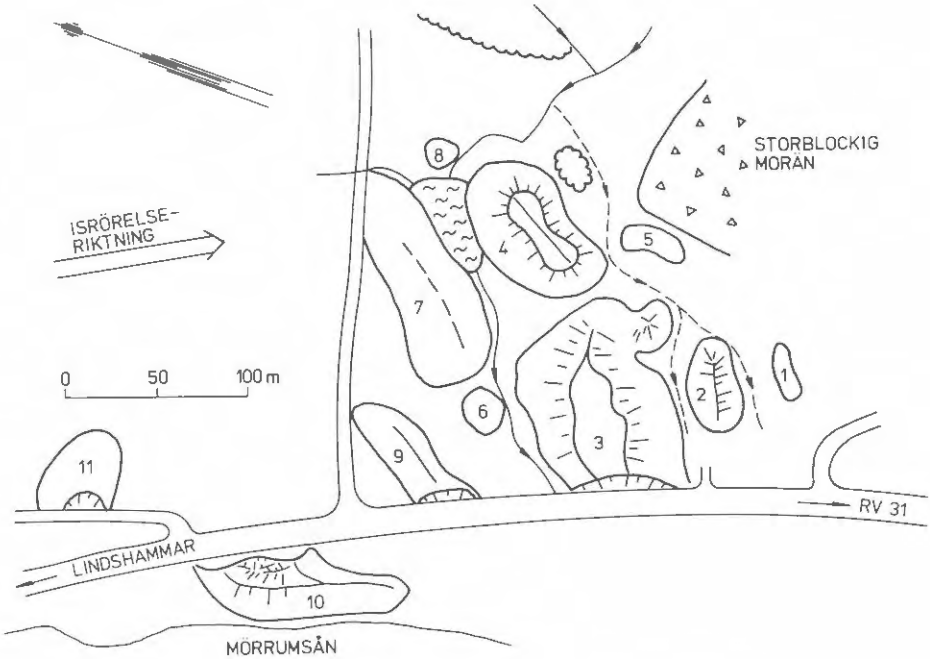
Geobildtolkning

Flygbilder

65 Fc 044	27-78	1:30.000	1964, STEREOGRAM 3a
F67 311 01	01-02	1:13.200	1967
73 Fc 054	08-09	1:30.000	1973, STEREOGRAM 3b
77 268f 39	04-05	1:20.000	1977
78 349 IRF 055 01	03-04	1:20.000	1978

Allmänt

Stortopografin framträder tydligt i alla flygbilder, dock bättre ju högre fotograferingshöjden är. Det framgår mycket tydligt av 1:30.000-bilderna att dalgången vidgar sig. Detta syns relativt bra även i 1:20.000-bilderna, medan låghöjdsbilderna inte ger denna information lika klart. Kalavverkningen strax före 1973 ger mycket goda tolkningsmöjligheter på 1973, 1977 och 1978 års flygbilder.



FIGUR 15. Lindshammar. Geobildtolkade moränryggar.

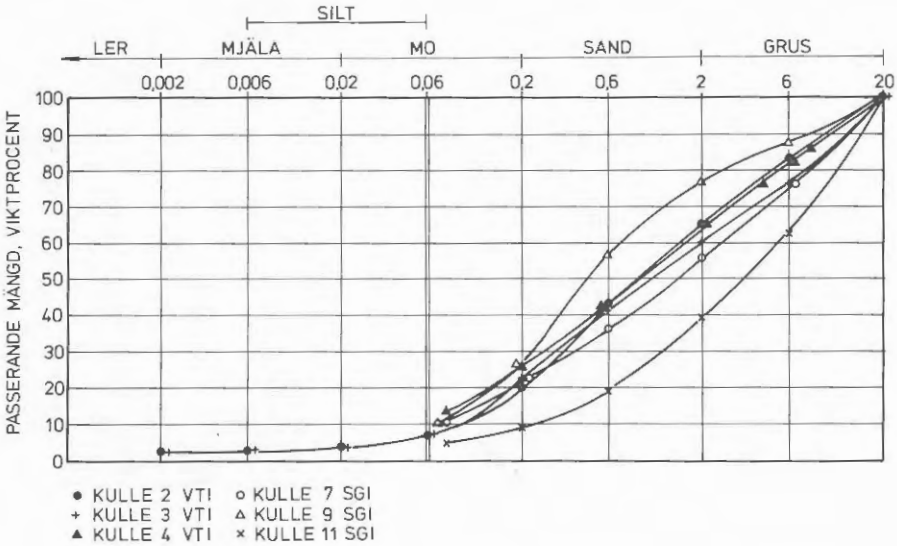
FIGUR 16. Lindshammar, rygg 3.

FIGUR 17a. Lindshammar, rygg 4.

Kulle 3 i bakgrunden.

FIGUR 17b. Lindshammar, rygg 4.

I längdaxelns riktning.



FIGUR 18. Lindshammar, kornkurvor.

Även de minsta ryggarna och kullarna framträder, om än bara vid förstoring. Jämförelse mellan flygbilderna från 1964 och övriga bilder visar den helt avgörande betydelse som skogsbestånd respektive kalhyggen har för tolkningsmöjligheterna.

1964 års flygbilder i skala 1:30.000, STEREOGRAM 3a och TAB 1

I 1964 års bilder finns trots skogsbeståndet en rad indikationer som ger anledning till att man bör titta närmare på området: stortopografin, ryggarna 10 och 11 täkten väster om rygg 3 samt att rygg 4 kan skönjas i skogen. Rygg 11, skärningen i rygg 11 samt täkten väster om rygg 3 syns betydligt bättre i 1964 års flygbilder än i 1973 års.

Tolkningsklass för området: 3. Osäker tolkning

1967 års flygbilder i skala 1:13.000

Trots skogbevuxenheten kan flera av ryggarna identifieras mer eller mindre säkert främst tack vara den lägre flyghöjden, som ger bättre detaljupplösning. Täktverksamhet inom ca 30 x 30 m stort område mellan riksvägen och Mörrumsån V lokal 3.

Tolkningsklass för området: 2. Relativt säker tolkning

1973 års flygbilder i skala 1:30.000, STEREOGRAM 3b och TAB 2

Större delen av området är kalavverkat vilket medger säker identifiering av de flesta ryggarna och deras mönster.

Tolkningsklass för området: 1. Säker tolkning

1977 års färgflygbilder i skala 1:20.000

Ytformerna och deras detaljer är tydligt framträdande för 10 av de 11 ryggarna och kullarna.

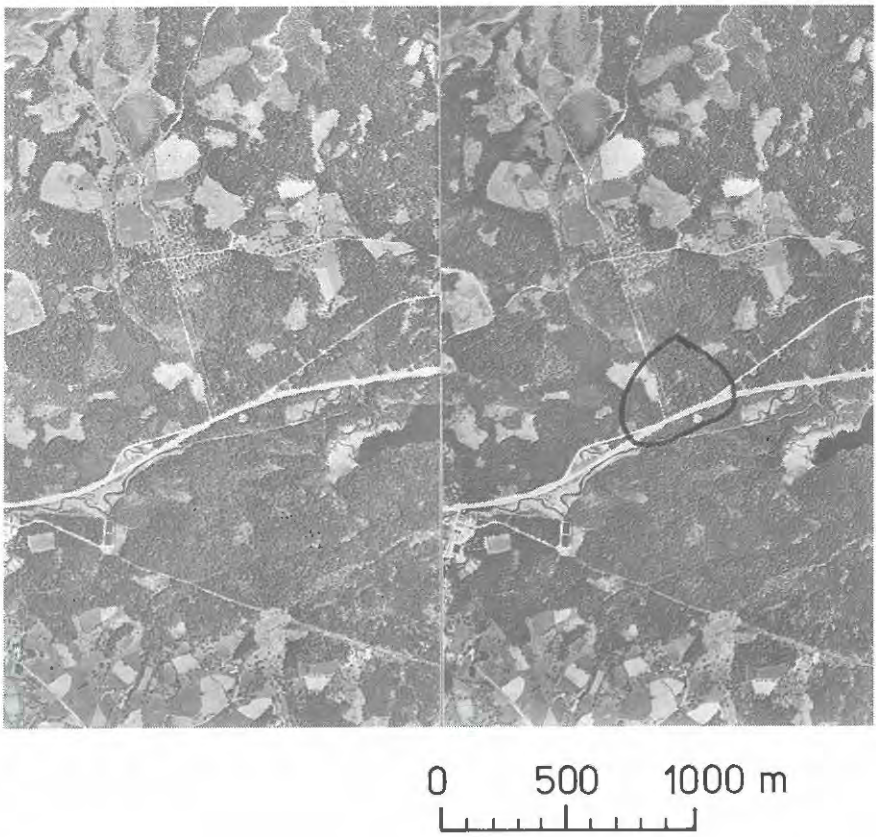
Tolkningsklass för området: 1. Säker tolkning

1978 års IR-färgbilder i skala 1:20.000

Några ryggar framträder något sämre än i 1977 års färgbilder, men övriga ryggar syns mycket tydligt.

Tolkningsklass för området: 1. Säker tolkning

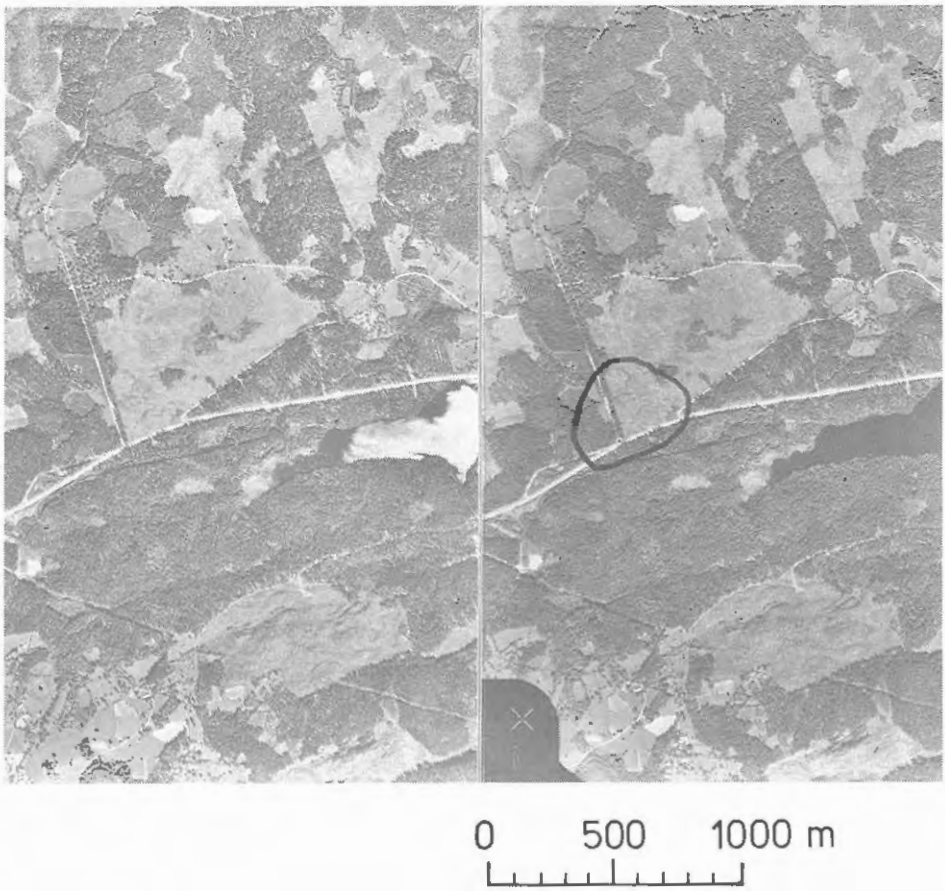
De olika tolkningsmöjligheterna illustreras med flygbilder från 1964 och 1973, se STEREOGRAM 3a och 3b och TAB 1 och 2.



STEREOGRAM 3a. Lindshammar. 1964 års flygbilder i skala 1:30.000.

Morän-form nr	Identifieringsmöjligheter
1-9	Skogbevuxet, delvis relativt glest så att markytan kan skönjas. Rygg nr 4 kan skönjas, men i övrigt är inblickbarheten för liten. Svårt att avgöra om det är morän eller berg. Täkt väster om rygg 3 syns bra. Skärningen i lokal 3 täcks av träd
10	Skogbevuxet. Skärningen och del av ytformen närmast vägen syns bra. I övrigt ingen inblickbarhet. Ryggen är svår att upptäcka utan förstoring.
11	Föryngringsyta. Ytformen framträder bra vid förstoring. Täkten ligger i skugga och syns inte. Därför svårt avgöra om det är morän eller berg.

TABELL 1. Lindshammar. Möjligheter att identifiera moränformer i 1964 års flygbilder i skala 1:30.000.



STEREOGRAM 3b. Lindshammar. 1973 års flygbilder i skala 1:30.000.

Moränform nr	Identifieringsmöjligheter
1-9	Området kalavverkat. Ryggarna och dess ytformer syns mycket bra. Täkten väster om rygg 3 är igenvuxen och svår att upptäcka
10	Skogbevuxet. Vegetation och trädskuggor på skärningsslänten gör den svårupptäckt
11	Skogbevuxet. Ytformen syns inte. Täkten kan skönjas

TABELL 2. Lindshammar. Möjligheter att identifiera moränformer i 1973 års flygbilder i skala 1:30.000.

6.2.2 DRÖGSHULT

Ca 25 km S Linköping, Östergötlands län, FIG 19

Topografi och geologi

Området utgörs av en smal djup dalgång i N-S riktning. Blockhalten är måttlig i sluttningen. Högre blockhalt förekommer i sluttningens övre delar.

I dalgången västra sluttning, som är brantare än den östra, går berget i dagen.

Berggrunden består av grovporfyrisk granit 0-1 km, grovporfyrisk granit, finkornig granit, aplit och pegmatit 1-5 km norrut (SGU Af nr 113).

Moränens läge och ytformer

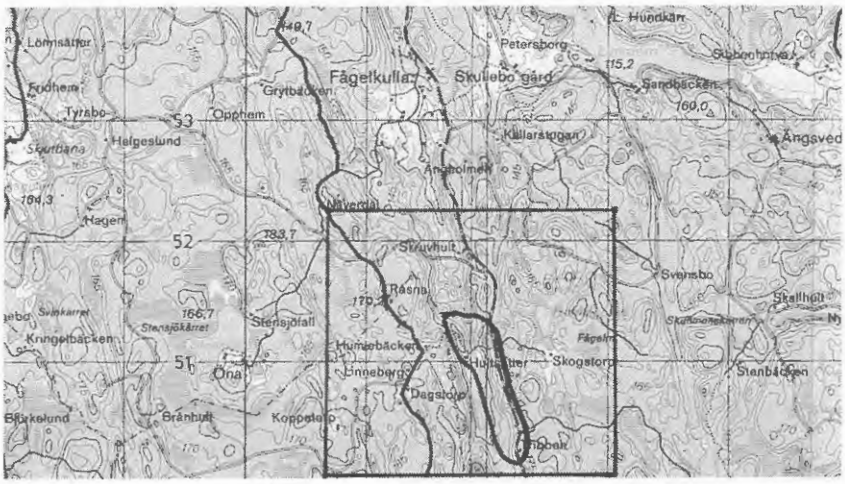
De flesta moränryggarna ligger i den östra sluttningen vinkelrätt mot dalgångsriktningen. Ryggarna är korta och osymmetriska i sin längdprofil. Ryggarnas riktning ändras ned mot dalgångsbotten och där förekommer ryggar mer eller mindre parallella med dalgången, FIG 20 och 21. Samtliga undersökta moränryggar på den östra sluttningen har grov sammansättning.

I den västra sluttningen förekommer en långsträckt blocktäckt rygg. Provtagning visade grusig morän med hög stenhalt.

I norra delen ligger en bananformad blockfattig rygg med sandigt-siltigt moräninnehåll, dvs inte grov morän.

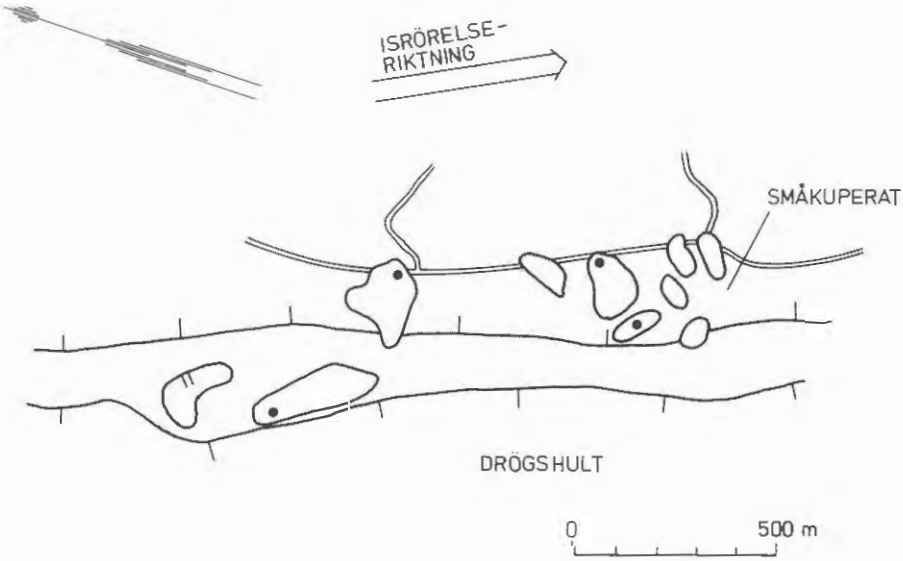
Geobildtolkning

Flygbilder
72 Fg 079 01-02, skala 1:30.000, STEREOGRAM 4a
78 784 04596 105 och 107, skala 1:30.000, STEREOGRAM 4b



FIGUR 19. Drögshult, Östergötlands län. Topografisk karta, Linköping SO. Lägena för stereogrammen är ungefär samma.

Ur topografiska kartan. Medgivande 83.0182



FIGUR 20. Drögshult. Geobildtolkade moränryggar.

FIGUR 21a. Drögshult. Stor täkt i moränrygg på dalsluttning.

FIGUR 21b. Drögshult. Moränrygg i dalgångsbotten.

Allmänt

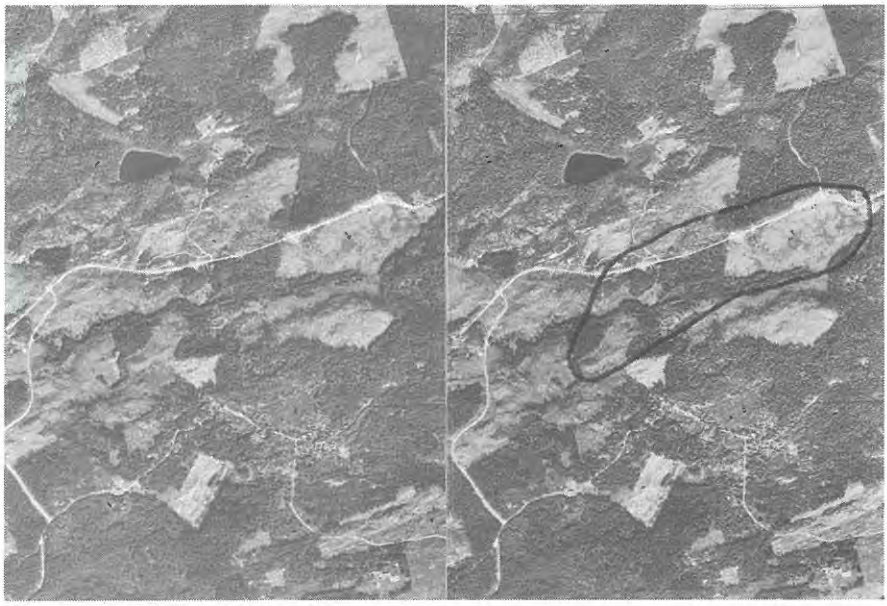
Stortopografin framträder bra vid båda tidpunkterna. Dalgången är lätt identifierbar. 1972 var nästan hela området V vägen skogbevuxet, medan ett ca 200 x 150 m stort område Ö vägen var kalavverkat. Där förekommer storblockiga moränkullar. Ett par vägskärningar i dessa kullar visade grov morän.

1978 var en stor del av området V vägen kalavverkat.

1972 års flygbilder

Flera moränkullar kan säkert tolkas som grov morän på grund av lättidentifierade stora täkter och mer eller mindre lättidentifierade ytformer. Detta gäller bl a den stora kullen i norr som har stor täkt och lätt-identifierbar ytform tack vare kalavverkning och den stora kullen i söder där ytformen kan identifieras i anslutning till vägskärning och indirekt identifieras genom att trädtopparna bildar kullform. De mindre kullarna kan inte identifieras pga tät skogbevuxenhet.

Tolkningsklass för området: 1. Säker tolkning



0 500 1000 m

STEREOGRAM 4a. Drögshult. 1972 års flygbilder. Stereogram i skala 1:30.000.

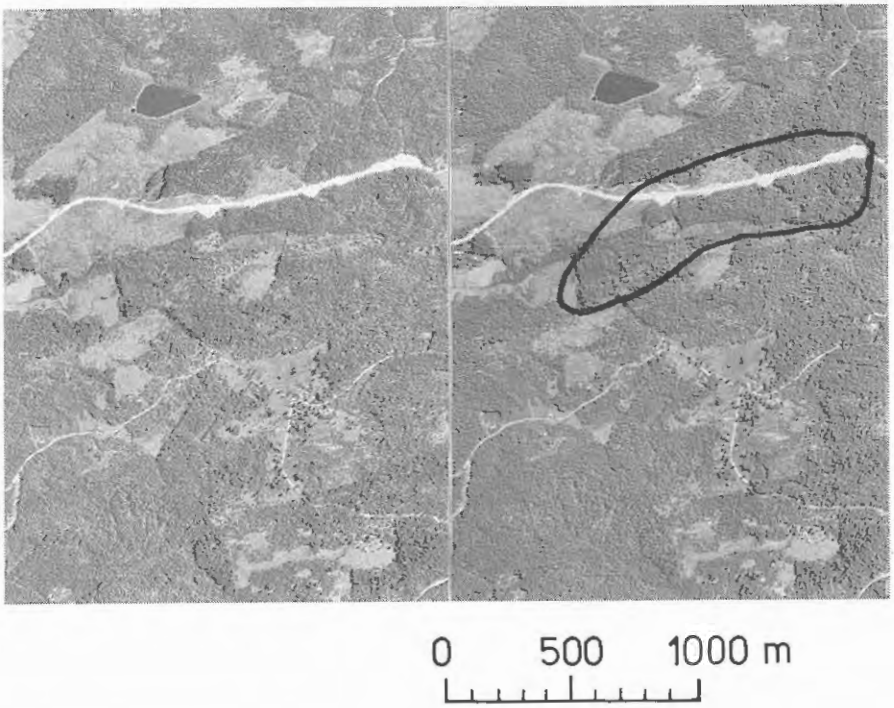
1978 års flygbilder

I den södra kalavverkade delen är ytformerna mycket tydliga, liksom enstaka stora block, som företrädesvis förekommer i sluttningens nedre delar.

Den stora kullen i norr tolkas genom täkten som ligger i skugga och ytformen som identifieras genom föryngringsytans och den fullvuxna skogens kullform.

De stora ryggarna i dalgångsbotten i norr är lätt identifierade på grund av kalavverkning.

Tolkningsklass för område: 1. Säker tolkning



STEREOGRAM 4b. Drögshult, 1978 års flygbilder. Stereogram i skala 1:30.000.

6.3 Läsides- och lokalmoräner

6.3.1 HULT

Ca 14 km Ö Eksjö och N riksväg 33, Jönköpings län, se FIG 22.

Topografi och geologi

Berggrundens morfologi bestämmer landskapets topografi i stort. Undersökningsområdet består av en brant sprickdal i riktning NNV-SSO (lokal 1-9). Dalgångsbotten höjer sig från ca +225 m ö h i S till ca +275 m i N.

HK - utbildad av issjö - ligger på +215 m ö h vid Eksjö. Området ligger således över HK.

Landisens rörelseriktning var N-S och NNV-SSO.

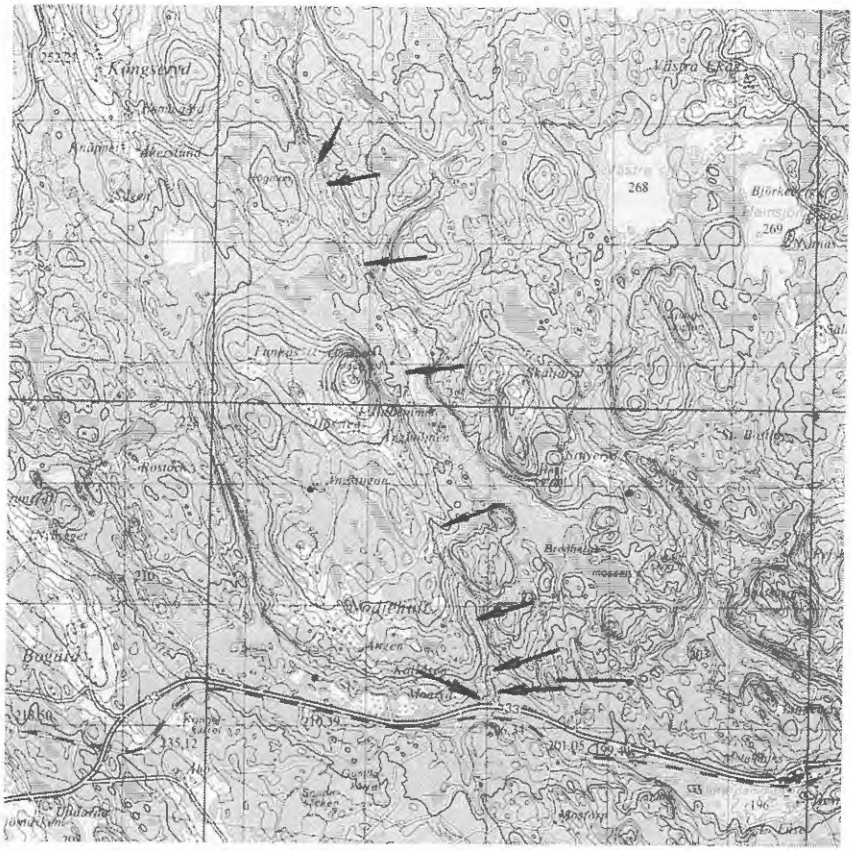
Berggrunden är ställvis blottlagd och består av relativt grovkornig granit, finkornig porfyr samt granitporfyr.

Jordarter: Isälvsavlagring i dalgångens centrala del. I övrigt dominerar moränen i dalgången. De aktuella moränförekomsterna i dalgången har bildats på läsidan - i förhållande till isrörelseriktningen - av berghällar.

Moränens läge och ytformer

Moränförekomsterna ligger alla i nedre delen av dalgångens västra sluttning. Fristående moränformer förekommer sparsamt och endast enstaka ryggar har påträffats. Moränmaterialet har avlagrats på berghällarnas läsidor och utgör en direkt formmässig fortsättning på berggrunden, FIG 23 och 24. Någon distinkt morfologisk gräns mellan berg och morän finns i allmänhet inte.

Moränens sammansättning framgår av FIG 25. Ungefär hälften av proverna är grusiga moräner.



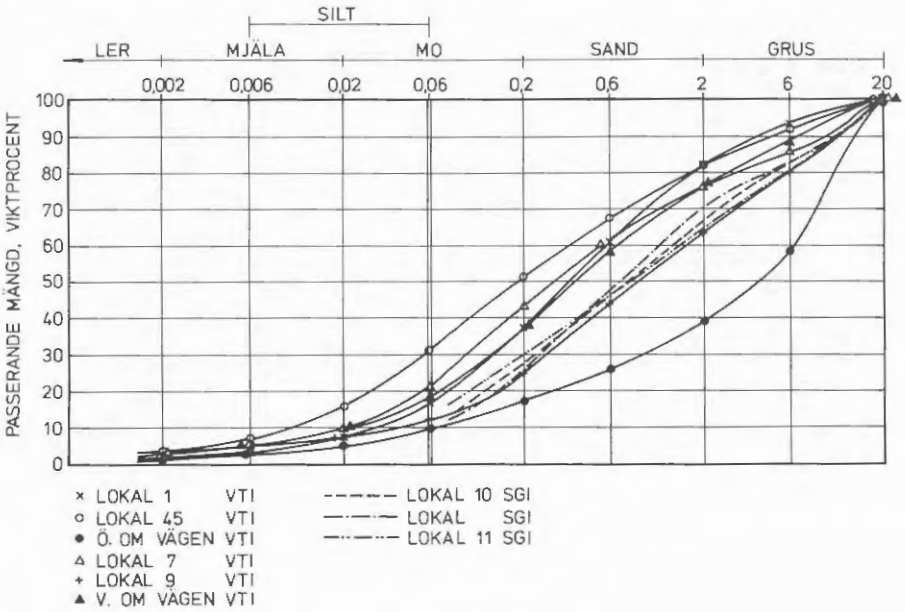
Ur topografiska kartan. Medgivande 83.0182

FIGUR 22. Hult, Jönköpings län. Lägena för läsidesmoräner. Topografisk karta Vetlanda NV.

FIGUR 23 a. Hult, lokal 5.

FIGUR 23b. Hult, lokal 5.

FIGUR 24. Hult, lokal 9.



FIGUR 25. Hult. Kornkurvor.

Geobildtolkning

Flygbilder 64 Fc 044 46-48, skala 1:30.000, STEREOGRAM 5a
73 Fc 054 26-28, skala 1:30.000, STEREOGRAM 5b

Allmänt

Moränförekomsterna är relativt små och ytformerna är i allmänhet dolda av skog. I skala 1:30.000 är det ofta svårt att direkt observera moränen. Det är endast där öppen mark (kalhyggen, odlingar, betesmark) eller där glesbevuxen skog förekommer som iakttagelser av markytan kan ske. Den öppna markens utbredning på de olika flygbilderna har jämförts. Där framgår att den öppna marken förekommer i första hand utanför undersökningslägena med undantag av lokal 1, 3 och 5. Vid fältkontrollen var lokal 8 kalavverkad och avverkning pågick väster om lokal 9.

Berget kan i regel tolkas med säkerhet, medan gränsen mellan berg och morän framträder dåligt med några undantag.

Stortopografin framträder bra i samtliga flygbilder.

Det mest avgörande för tolkningsmöjligheterna är den nya vägen med dess täkter på 1973 års bilder. Täkterna framträder bra vid lokal 3, 5 och 9 och ger säkra tolkningar av grovt material. Även skärningen i lokal 1 ger goda indikationer. Tolkningen av grov morän är dock fortfarande ej säker eftersom man inte kan utesluta grovsediment i dessa lägen.

1964 års flygbilder, STEREOGRAM 5a och TAB 3

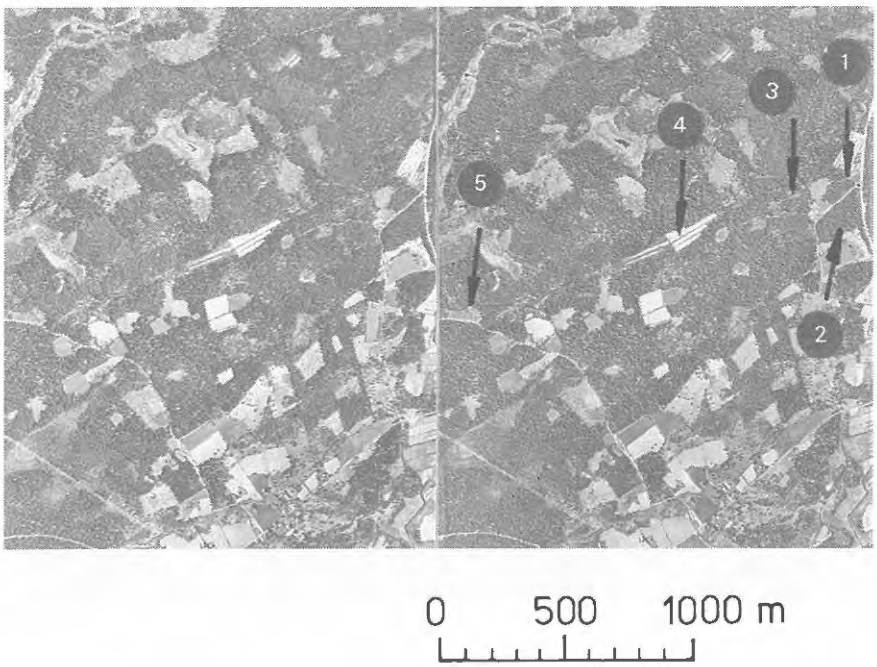
Möjligheterna till identifiering av moränförekomsterna är små.

Tolkningsklass: 3-4. Osäkert-omöjligt.

1973 års flygbilder, STEREOGRAM 5b och TAB 4

Flera lättidentifierade täkter och ökad inblickbarhet genom skogsavverkning ger säker indentifiering av flera förekomster.

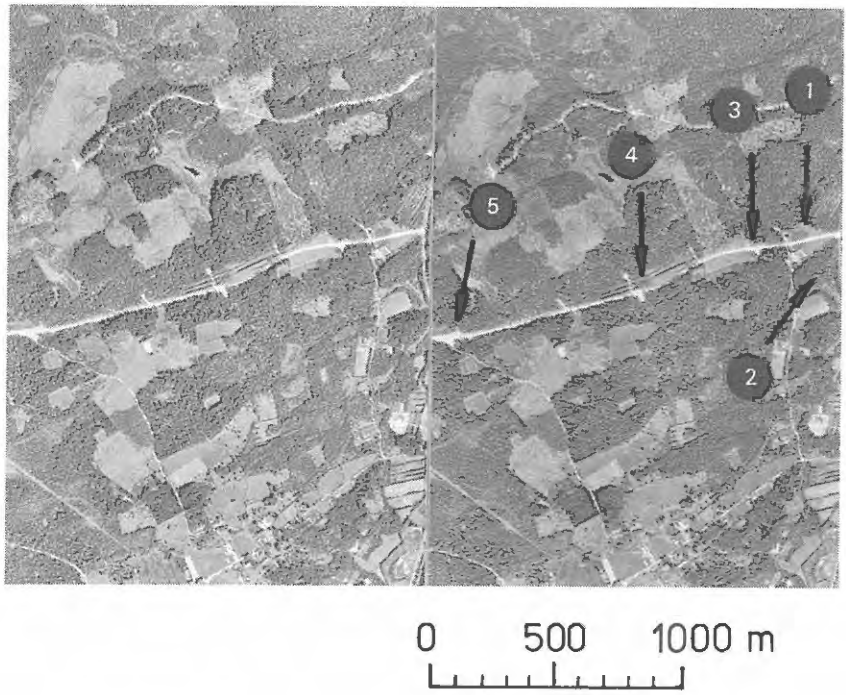
Tolkningsklass: 2. Relativt säker.



STEREOGRAM 5a. Hult, Jönköpings län. 1964 års flygbilder, lokal 1-5. Stereogram i skala 1:30.000.

Morän-lokal nr	Identifieringsmöjligheter
1	Skog 50%, kalhygge 50% Ryggformen framträder relativt bra och topografin syns bra.
2	Helt skogbevuxet. Markytan ej synlig. Topografin framträder relativt bra, men ryggformen dåligt.
3	~75% skogbevuxet. Sluttningen framträder tydligt. Gränsen mot berg tolkningsbar.
4	Helt skogbevuxen. Ytan för liten för tolkning i 1:30.000.
5	Skog 75%, kalhygge 25%. Ryggformen framträder även inom skogbevuxna delar. Berget tolkbart i norra delen, men gränsen mellan berg och morän svårtolkad.

TABELL 3. Hult, Jönköpings län. Möjligheter att identifiera och tolka läsidesmorän i 1964 års flygbilder i skala 1:30.000.



STEREOGRAM 5b. Hult, Jönköpings län. 1973 års flygbilder, lokal 1-5. Stereogram i skala 1:30.000.

Morän-lokal nr	Identifieringsmöjligheter
1	Helt kalhuggen. Ytformen och markytans jämnhet synlig. Vägskärningen (vit) antyder jordmaterial. Säkrare tolkning än 1964, men inte högre tolkningsklass.
2	Helt skogbevuxet. Markytan ej synlig. Topografin framträder relativt bra men ryggformen dåligt.
3	Stort kalhygge och täkt har tillkommit. Mycket bättre tolkningsmöjligheter än 1964.
4	Nytillkommen täkt ej synlig p g a att den ligger i skugga.
5	Nytillkommen täkt ger säkrare tolkning av grov morän, dock ej annan klass än 1964.

TABELL 4. Hult, Jönköpings län. Möjligheter att identifiera och tolka läsidesmorän i 1973 års flygbilder i skala 1:30.000.

7. FÖRSLAG TILL GEOBILDTOLKNINGSMETODIK

Metodiken för sökning av grova moräner har utvecklats under åren 1976-1980 Viberg (1976), Viberg & Inganäs (1977, 1978), Johansson (1977, 1978) och Johansson & Enkell (1980) samt föreliggande utredning. Metodiken kan indelas i följande moment.*

A	Inventering	Geobildtolkning
B	Flygbildstolning	
C	Fältkontroll (okulärbesiktning)	
D1	Preliminär redovisning i fält	
D2	Redovisning av geobildtolkning	
E	Fält- och laboratorieundersökning	

De fyra första momenten som utgör sökningsprocessen inryms i begreppet geobildtolkning. Geobildtolkningen resulterar i ett antal ryggar och kullar med konstaterat eller förmodat innehåll av grovt material. Geobildtolkningen följs upp med fält- och laboratorieundersökningar för att i detalj bestämma sammansättning, mäktighet och egenskaper hos materialet. Omfattningen av dessa undersökningar varierar från fall till fall.

Geobildtolkningen grundar sig på de kriterier som behandlats i avsnitt 4.2.

A. Inventering

Geobildtolkningen inleds med en inventering och genomgång av befintliga kartor och utredningar av intresse. Syftet med inventeringen är att ta tillvara befintliga informationer, att ge en geologisk översikt samt att ange särskilt intressanta terrängpartier. Inventeringen utgör en god plattform för flygbildstolkningen. Ju mer man vet före tolkningen, desto mer och säkrare resultat fås ur flygbilderna. De faktorer som inventeringen i första hand skall inriktas mot beskrivs nedan.

---

* I praktiken görs inte separata moräninventeringar utan de ingår som en del i grusinventeringar där alla typer av grusmaterial kartläggs.

Isrörelseriktning

Med hjälp av isrörelseriktningen definieras höjders stötsidor och läsidor. Vid sökning av grov morän är normalt stötsidorna ointressanta. Det är till läsidorna som sökningen bör koncentreras. Moränryggar som ligger dikt an mot berggrunden på läsidorna är läsidesmorän eller lokalmorän - moräntyp 2. Läsidesmoränen innehåller ofta linser av sand och grus. Den lokala berggrunden dominerar i moränen ca 3-5 km "nedströms" det s k moderklyftet. Sökningen bör alltså koncentreras inom denna zon där berggrunden är lämplig.

Isrörelseriktningen har många gånger betydelse för orienteringen av ryggar med grov morän belägna i dalgångar - moräntyp 1, eftersom de ofta ligger ungefär vinkelrätt mot isrörelseriktningen.

Högsta kustlinjen (HK) och lokala issjöar

Majoriteten av de funna grova moränförekomsterna ligger vid eller i närheten av HK. HK är därför en speciellt intressant nivå vid sökning av grov morän. Högsta strandlinjen för issjöar har troligen samma betydelse för förekomsten av grov morän som HK. Vid jämförelse av frekvens ovan och under HK, tycks grov morän vara vanligare ovan HK.

Bergarter av intresse

Vissa hårda bergarter, t ex porfyr, kvartsit och sur granit, ger en grov sammansättning hos moräner avlagrade "nedströms" moderklyften.

Markanta dalgångar och sänkor

Sådana topografiska drag urskiljs på topografiska kartor. Grov morän förekommer företrädesvis i terrängens lågpunkter.

Ryggar och kullar

Av särskilt intresse är svärmar av kullar och ryggar och parallella ryggar orienterade vinkelrätt mot isrörelseriktningen.

Isälvsavlagringar

Många av de påträffade grova moränerna ligger i närheten av rullstensåsar eller isälvsdeltan. Dessa bildningars närmaste omgivning är därför av stort intresse vid sökning av grov morän.

Arbetsmoment vid inventering

A1. Samla in tillgängliga kartor och utredningar av intresse.

- Topografiska kartor
- Geologiska kartor
- Specialutredningar om geologiska bildningar, speciellt moränutredningar
- Ev grusutredningar
- Flygbilder

A2. Lägg in följande data på topografiska kartan

- Isrörelseriktning
- Högsta kustlinjen (HK) och lokala issjöar
- Bergarter av intresse, speciellt porfyrer, kvartsiter och sura graniter
- Markanta dalgångar och sänkor
- Ryggar och kullar
- Isälvsavlagringar

A3. Markera intressanta terrängpartier på topografiska kartan och ev även på flygbilder.

B. Flygbildstolkning

I Kap 4 har metodiken för flygbildstolkning av grov morän beskrivits. Här beskrivs de olika moment som bör ingå vid praktiskt tolkningsarbete. Stereobetraktning förutsätts. Markeringar av intressanta kullar och ryggar utförs lämpligen på genomskinlig plastfilm lagd på

flygbild. Generellt gäller att flygbildstolkningen måste utföras noggrant. Flera kriterier är lätta att förbise, varför bilderna bör genomgås minst två gånger före fältkontroll. Förstoringsgraden varieras flitigt under tolkningsarbetets gång.

Tolkningen utförs givetvis över hela undersökningsområdet. Sökningen koncentreras sedan till de partier som uppfyller kriterierna enligt avsnitt 4.2. De i inventeringsfasen lokaliserade partierna utgör en första inriktning av den koncentrerade analysen. Vid en upprepad genomgång av flygbilderna upptäcks vanligen ytterligare intressanta partier.

Arbetsmetodiken kan delas upp i ett antal moment. I sammanställningen nedan är de i princip ordnade i kronologisk ordning. I praktiken genomförs momenten inte så systematiskt. Listan bör därför i första hand betraktas som en checklista på vad som skall studeras.

Arbetsmoment vid flygbildstolkning av grova moräner

B1. Studera stortopografin och lokalisera terrängens lägre partier som dalgångar och sänkor. Sortera bort bergområden. Flygbildsstudierna koncentreras till terrängens lågpartier.

B2. Markera isälvsavlagringar. Studera områden i närheten av sådana speciellt noggrant.

B3. Lågpartier som ligger i lä (relativt isrörelseriktning) för områden med hårda bergarter studeras speciellt.

B4. Lägen med förutsättningar för grova läsidesbildningar lokaliseras. Sådana lägen är sluttningar och dalsidor i lä för områden med hårda bergarter och/eller starkt uppsprucken berggrund.

B5. Studera kalhyggen med avseende på ytformer. Markera förmodade moränformer. Skilj om möjligt ut berghällar. Identifiera blockhalt. Kalhyggen kan användas som referens för närliggande skogsklädda områden på ungefär samma nivå.

B6. Studera skogsområden med avseende på ytformer. Försök se genom skogen ned på markytan. Studera även trädtopparnas höjdvariationer. Markera misstänkta ytformer. Skilj ut berghällar.

B7. Sök speciellt efter områden med svärmvis förekomst av kullar och ryggar eftersom sådana områden är betydligt mer intressanta än områden med enstaka mindre ytformer.

B8. Tänk på att det i många fall - speciellt skogsklädda kullar och ryggar - är svårt att skilja mellan morän och berg på svart-vita flygbilder i skalan 1:30.000.

B9. Lokalisering av täkter och vägskärningar. De flesta täkter och skärningar är små och svåra att upptäcka, varför denna sökning måste ske noggrant och helst flera gånger. Täkter söks i vägars närmaste omgivningar.

C. Fältkontroll

Flygbildstolkningen resulterar i ett antal områden med markeringar för förmodade förekomster av grov morän. Tolkningen är sällan helt säker, varför fältkontroll alltid måste utföras. Även om t ex färgbilder används och tolkningen bedöms som säker, måste fältkontroll utföras, eftersom flygbilder endast ger indikationer om moränens sammansättning och inte en definitiv bestämning.

Vid fältkontrollen besöks alla de markerade områdena. Berghällar och storblockiga områden som markerats på flygbilderna upptäcks lätt i fält.

Följande riktlinjer kan gälla för fältkontrollen

C1. Planering av fältkontrollen görs lämpligen genom att samtliga funna områden markeras på topografiska kartan. En färdrutt läggs upp så att färdvägen minimeras.

C2. Vid fältkontrollen skall fickstereoskop och fältbricka medföras, så att stereobetraktning kan utföras om så behövs.

C3. Följande faktorer bör uppmärksammas vid fältkontrollen:

- moränsammansättning i täkter och skärningar - såväl grundmassa som sten- och blockhalt
- blockhalt - naturlig blockhalt i markytan; blockhalten i täktbottnar bör användas med försiktighet för bedömning av moränens naturliga blockhalt; den säkraste bedömningen av blockhalt sker genom studier av flera skärningar i moränen - tyvärr finns sällan den möjligheten.
- höjd, bredd och längd på moränbildningarna uppskattas grovt med t ex stegning
- bergförekomst

C4. De markerade områdena besöks successivt och noteringar görs vid varje besöksplats. Speciellt i tätvuxen skog kan ryggar och kullar samt mindre täkter och skärningar upptäckas endast i fält.

C5. Säker information fås vid fältkontrollen endast om
1) bergryggar konstateras
2) täkter och skärningar finns

Ytlig grävning med spade ger sällan någon säker information vare sig åt det positiva eller negativa hållet. Någon större tid och möda bör därför inte läggas ned på spadgrävning. Fältkontrollen bör istället följas upp med provgropsgrävning med grävmaskin.

C6. Endast en preliminär volymuppskattning kan göras vid fältkontrollen. Eftersom moränryggar inte sällan innehåller bergkärnor kan en mer definitiv volymberäkning göras först efter t ex provgropsgrävning.

Den preliminära volymuppskattningen är till god hjälp vid planering av efterföljande fältundersökningar.

Den minsta materialvolym som krävs för att etablering av ett sorteringsverk skall vara ekonomiskt motiverat är f n (1983) 30.000 m^3. Volymkravet kan dock ändras beroende på utveckling av utrustning och gruspriser.

Betydligt mindre volymer kan vara intressanta då materialet skall användas t ex för fyllnadsändamål.

D1. Preliminär redovisning i fält

De lokaliserade fyndigheterna besiktigas gemensamt av tolkare och grusanvändare. Syftet med denna gemensamma besiktning är att visa fyndigheternas exakta lägen och ge en snabb information om inventeringsresultatet.

D2. Redovisning av geobildtolkning

De lokaliserade moränbildningarna redovisas direkt på flygbilderna och/eller på lämplig karta, vanligtvis topografiska kartan. Varje redovisad förekomst beskrivs med avseende på sammansättning, blockhalt, uppskattad volym och tillgänglighet.

E. Fält- och laboratorieundersökningar

Karteringsresultatet bör alltid följas upp med fältundersökningar och i vissa fall även laboratorieundersökningar.

E1. Exempel på fältundersökningar

- Provgropsgrävningen med grävmaskin är det enklaste sättet att undersöka morän. Grävningen ger ett mycket tillförlitligt resultat beträffande moräners sammansättning, sten- och blockhalt samt eventuell grundvattenyta. Sten- och

blockhalten är speciellt viktig att notera. Provgrävningen utgör även en god test på moränens grävbarhet. En viss begränsning är att grävdjupet är maximalt 4 à 5 m.

- Borrning med provtagning kan utföras separat eller i kombination med t ex provgropsgrävning och/eller seismisk undersökning. Det är viktigt att borrmetoden ger tillräckligt stor provvolym för bedömning av moränens sammansättning. Bedömning av sten- och blockhalt är dock mycket vansklig att göra med enbart upptagna prover.
- Med seismisk undersökning kan mäktighet och berg- och grundvattennivå bestämmas. Seismiken bör alltid kombineras med provtagning. En mycket god bild av moränens sammansättning och volym kan då fås.

E2. Exempel på laboratorieundersökningar

- Bestämning av kornfördelning genom siktning
- Bestämning av bergarter i moränproven
- Bestämning av moränmaterialets kvalitet, t ex hållfasthetsegenskaper.

LITTERATUR

Hallert, G. & Knutz, Å., 1975. Geobildtolkning - en metod för vägprojektering. Svenska vägföreningens tidskrift nr 6, 1975.

Johansson, H.G., 1977. Undersökningar av grova moräner och försök att identifiera sådana i terrängen. Del 1 - koncept. Vägavd. VTI, Linköping.

Johansson, H.G., 1978. D:o del 2.

Johansson, H.G. & Enkell, K., 1980. Geologiska kriterier av betydelse vid sökande av grovkorniga moräner. VTI rapport nr 194.

Kihlblom, U., 1970. Flygbildstolkning för jordartsbestämning. Utbildningsförlaget, Stockholm.

Kihlblom, U., Viberg, L., Heiner, A. & Hellman-Lutti, K., 1972. Geobildtolkning vid vägprojektering. Rapport från försöksverksamhet 1969-71. SGI Särtr. o prel. rapp. No 48, Stockholm.

Knutsson, G., 1973. Block- och stenhalt i morän. Arkiv- och fältstudier. VTI Internrapport nr 144.

Linden, A., 1975. Till petrographical studies in an archean bedrock area in southern central Sweden. STRIAE Vol. 1, Uppsala.

Lundqvist, G., 1940. Bergslagens minerogena jordarter. SGU Serie C, No 433.

Lundqvist, G., 1961. Karta över landisens avsmältning och högsta kustlinjen i Sverige. SGU, Serie Ba nr 18, Stockholm.

Magnusson, N.H., Lundqvist, G., & Regnell, G., 1963. Sveriges geologi. Svenska Bokförlaget, Stockholm.

SGU, 1979. Metoder för inventering av grusförekomster.

SGU:s geologiska kartblad med beskrivningar över testområdena.

Wastenson, L., 1969. Blockstudier i flygbilder, SGU Serie C No 638, Stockholm.

Viberg, L., 1975. Geobildtolkning i Sverige. Uppföljning av metodens användning. SGI Särtr. o prel rapp No 50, Stockholm.

Viberg, L., 1976. Grova moräner. Studie av inventeringsmetodik med speciell hänsyn till geobildtolkning. Forskningsrapport till TVg, Statens Vägverk.

Viberg, L. & Inganäs. J., 1978. Grova moräner II 1977. Studie av geobildtolkningens möjligheter inom två testområden. Forskningsrapport till TVg, Statens Vägverk.

Viberg, L. & Inganäs, J. 1978. Grova moräner III 1978. Studie av geobildtolkningens möjligheter inom 14 testområden (Y och E län) jämte preliminär sammanfattning av 1976-1978 års arbeten, Forskningsrapport till TVg, Statens Vägverk.

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
Swedish Geotechnical Institute
S-581 01 Linköping
Tel: 013/11 51 00

Serien "Rapport" ersätter våra tidigare serier: "Proceedings (27 nr), "Särtryck och Preliminära rapporter" (60 nr) samt "Meddelanden" (10 nr).

The series "Report" supersedes the previous series: "Proceedings" (27 Nos), "Reprints and Preliminary Reports" (60 Nos) and "Meddelanden" (10 Nos).

RAPPORT/REPORT

No.		År	Pris kr (Sw.crs)
1.	Grundvattensänkning till följd av tunnelsprängning. *P. Ahlberg, T. Lundgren*	1977	50:-
2.	Påhängskrafter på långa betongpålar. *L. Bjerin*	1977	50:-
3.	Methods for reducing undrained shear strength of soft clay. *K.V. Helenelund*	1977	30:-
4.	Basic behaviour of Scandinavian soft clays. *R. Larsson*	1977	40:-
5.	Snabba ödometerförsök. *R. Karlsson, L. Viberg*	1978	25:-
6.	Skredriskbedömningar med hjälp av elektromagnetisk fältstyrkemätning - provning av ny metod. *J. Inganäs*	1978	40:-
7.	Förebyggande av sättningar i ledningsgravar - en förstudie. *U. Bergdahl, R. Fogelström* *K.-G. Larsson, P. Liljekvist*	1979	40:-
8.	Grundläggningskostnadernas fördelning. *B. Carlsson*	1979	25:-
9.	Horisontalarmerade fyllningar på lös jord. *J. Belfrage*	1981	50:-

RAPPORT/REPORT

No.		År	Pris kr (Sw.crs)
10.	Tuveskredet 1977-11-30 Inlägg om skredets orsaker.	1981	50:-
11a.	Tuveskredet geoteknik		
11b.	Tuveskredet geologi	1981	50:-
11c.	Tuveskredet hydrogeologi	1981	40:-
12.	Drained behaviour of Swedish clays. *R. Larsson*	1981	50:-
13.	Long term consolidation beneath the test fills at Väsby, Sweden *Y.C.E. Chang*	1981	100:-
14.	Bentonittätning mot lakvatten *T. Lundgren, L. Karlqvist, U. Qvarfort*	1982	60:-
15.	Kartering och klassificering av lerområdens stabilitetsförutsättningar. *L. Viberg*	1982	80:-
16.	Geotekniska fältundersökningar. Metoder - Erfarenheter - FoU-behov. *E. Ottosson (red.)*	1982	60:-
17.	Symposium on Slopes on Soft Clays.	1983	190:-
18.	The Landslide at Tuve November 30 1977. *R. Larsson, M. Jansson*	1982	75:-
19.	Släntstabilitetsberäkningar i lera Skall man använda totalspänningsanalys, effektivspänningsanalys eller kombinerad analys? *R. Larsson*	1983	60:-
20.	Portrycksvariationer i leror i Göteborgsregionen. *J. Berntson*	1983	150:-
21.	Tekniska egenskaper hos restprodukter från kolförbränning - en laboratoriestudie. *B. Möller, G. Nilson*	1983	65:-

RAPPORT/REPORT

No.		År	Pris kr (Sw.crs)
22.	Bestämning av jordegenskaper med sondering - en litteraturstudie. *U. Bergdahl, U. Eriksson*	1983	75:-
23.	Geobildtolkning av grova moräner. *L. Viberg*	1984	70:-

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

Besöksadr.: Olaus Magnus väg 35, LINKÖPING

Postadr.: 581 01 LINKÖPING, tel 013-11 51 00