

BENGT LUNDÉN

JORDARTSKARTERING MED
FLYGBILDSTEKNIK

EN METODUNDERSÖKNING I OLIKA
BILDMATERIAL

SUMMARY: MAPPING OF SURFICIAL DEPOSITS
FROM AIR PHOTOGRAPHS



STOCKHOLM 1977

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 738

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

ÅRSBOK 71 NR 13

BENGT LUNDÉN

JORDARTSKARTERING MED
FLYGBILDSTEKNIK

EN METODUNDERSÖKNING I OLIKA
BILDMATERIAL

SUMMARY: MAPPING OF SURFICIAL DEPOSITS
FROM AIR PHOTOGRAPHS

STOCKHOLM 1977

ISBN 91-7158-132-4

Adress:
Forskningsassistent Bengt Lundén
Naturgeografiska institutionen
Stockholms universitet
Box 6801
113 86 Stockholm

Flygbildsmaterialet, som presenteras i denna avhandling, är fotograferat av R.kets allmänna kartverk (åren 1968—72) resp. Statens lantmäteriverk (åren 1974—75).
Materialet är från sekretessynpunkt godkänt för reproduktion och spridning
Statens lantmäteriverk 1977-05-25.

Textkartorna är godkända från sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1977-10-18.

C DAVIDSONS BOKTRYCKERI AB, VÄXJÖ 1977

INNEHÅLL

Abstract	4
Förord	4
Inledning	5
Bakgrund och målsättning	5
Jordartsindelning vid flygbildstolkning	7
Jordartsindikatorers användning vid flygbildstolkning	9
Tolkningsexempel	9
Gränslinjemetoden	16
Flygbildsmetodiska undersökningar	18
Tidigare undersökningar	18
Malingsbundersökningen	21
Beskrivning av undersökningsområdet vid Malingsbo	21
Värdering av tolkningsindikatorer	23
Metodik vid undersökning av tolkningssäkerhet i olika bildmaterial	33
Flygbildstolkning	34
Fältkartering	36
Utvärdering	37
Resultat vid jämförelsen av olika bildmaterial	39
Testyta I	39
Testyta II	46
Linköpingsundersökningen	52
Beskrivning av undersökningsområdet söder om Linköping	52
Värdering av tolkningsindikatorer	57
Metodik vid undersökning av tolkningssäkerhet i olika bildmaterial	60
Flygbildstolkning	60
Fältkartering	61
Utvärdering	63
Resultat vid jämförelsen av olika bildmaterial	63
Testyta A	65
Testyta B	67
Testyta C	76
Tillämpad jordartskartering med flygbildsteknik	82
Beskrivning av undersökningsområdet vid sjön Sillen	86
Metodik	86
Resultat	90
Sammanfattning och slutsatser	95
Summary: Mapping of surficial deposits from air photographs. A methodological study of different photographic materials	97
Litteratur	98
Bilaga: Uppgifter om använt flygbildsmaterial	100

ABSTRACT

For the mapping of surficial deposits by air photograph interpretation indirect indicators are normally used. The relative value of these indicators has been examined and the most useful are found to be landform, topographical position and vegetation.

The interpretation potential of different photographic materials has been tested, colour film is preferable to panchromatic film. Infrared colour film has pronounced advantages when compared with normal colour film.

Surficial deposit mapping from infrared colour air photographs integrated with field checks has given satisfactory results. Applied in this way air photograph techniques have definite advantages when compared with traditional field mapping.

FÖRORD

Denna metodundersökning, påbörjad 1973, av flygbildstolkningens möjligheter vid jordartskartering ingår i forskningsprojektet "Metodstudier inom fjärranalysområdet" vid Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet. Projektet har ekonomiskt understötts av Statens naturvetenskapliga forskningsråd.

Författaren vill rikta ett varmt tack till docent Leif Wastenson, som fungerat som handledare, samt till alla övriga personer, vilka hjälpt mig med detta arbete.

INLEDNING

BAKGRUND OCH MÅLSÄTTNING

Flygbilder används vid jordartskartering i Sverige som hjälpmedel i en del geotekniska undersökningar samt i mindre omfattning vid den allmänna geologiska karteringen som utförs av Sveriges geologiska undersökning (SGU).

Redan 1950 presenterades möjligheten att i Sverige använda flygbilder som hjälpmedel vid geologisk-geoteknisk kartering (Bjurström 1950).

Vid Kungl. Vattenfallsstyrelsen jordartskarterades 1957–61 delar av älvdalarna i Norrbottens län i skala 1:100 000 (Hoppe 1959 och Bergström 1961). Kartorna baserades i mycket stor utsträckning på flygbildstolkning i pankromatiskt bildmaterial i skalorna 1:20 000 och 1:30 000. Erfarenheter från översiktlig kartering med denna teknik erhöles därvid huvudsakligen dock från områden ovanför högsta kustlinjen.

En jordartskarta, baserad på flygbildstolkning, över Lappträsket i Norrbottens län gjordes 1968 på uppdrag av Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) i samband med hydrologiska undersökningar inom Internationella hydrologiska dekadens (Melander 1972).

Det finns en rikhaltig internationell litteratur som beskriver metoder för jordartskartering med hjälp av flygbildstolkning, t. ex. Lueder (1959), Vink (1963), Mathur och Gartner (1968). Gemensamt för dessa arbeten är en tolkning av i flygbilden synliga faktorer (indikatorer), som återspeglar olika jordarter. Exempel på sådana indikatorer är ytform, yttextur, vegetation, markfuktighet, egenfärg, topografiskt läge och erosionsdetaljer. Mänsklig aktivitet som odling, dikning och täktverksamhet kan också ge upplysningar om jordarterna inom ett område.

Vanligen gör flygbildstolkaren en sammanvägning av de olika i flygbilden synliga indikatorerna. Därefter drar denne jordartsgränser och klassificerar de avgränsade områdena. Buringh (1960) arbetar vid kartläggning av jordmån med en annan metodik – den s. k. gränslinjemetoden. Varje indikator kartläggs därvid separat. Delkartorna läggs över varandra, och där flera gränser sammanfaller bedöms sannolikheten för existensen av en reell jordmånsgräns vara störst.

Flertalet metodstudier som beskrivits i den internationella litteraturen har dock gällt andra jordartstyper – i många fall snarare jordmånstyper – och andra klimatområden. Erfarenheterna från dessa områden kan inte direkt överföras till våra glaciala och postglaciala avlagringar. Behovet av metodundersökningar som försöker klargöra flygbildsteknikens möjligheter vid jordartskartering inom vårt land är således stort.

På uppdrag av Statens vägverk påbörjades 1965 studier vid Statens geotekniska institut för att utveckla metoder för flygbildstolkning i samband med vägprojektering. Som exempel på resultat av dessa studier kan nämnas en lärobok för utbild-

ning av flygbildstolkare och en uppsats som behandlar kvalitetsskillnader mellan olika jordartsindikatorer (Kihlblom 1970 och 1971) samt två undersökningar av flygbildsteknikens tillförlitlighet (Viberg 1972 och 1974). En sammanställning av utgivna arbeten inom projektet finns publicerad av Nordiska vägtekniska förbundet (1974).

Vid Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet, har metodundersökningar av flygbildstolkningens möjligheter vid jordartskartering stått på programmet sedan 1964 inom forskningsprojektet "Metodstudier inom fjärranalysområdet", som drivits med medel från Statens naturvetenskapliga forskningsråd. Undersökningarna inleddes med studier av tolkningsmöjligheter av berg-hällar och blockmark i olika bildmaterial (Wastenson 1966, 1969 och Wastenson m. fl. 1972). Jordartsbestämning med hjälp av pankromatiska flygbilder har också testats vid framställning av framkomlighetskarter för terrängfordon (Wastenson 1972).

Inom ovan nämnda projekt startades 1973 mera omfattande undersökningar av tolkningsmöjligheter av jordarter i olika filmslag och bildskalor. De första resultaten från dessa undersökningar har redovisats i en preliminär rapport, vars huvudsakliga syfte var att fungera som en styrning för de fortsatta metodstudierna (Lundén 1974). Dessa studier redovisas i föreliggande rapport, som behandlar tolkningstester utförda inom två geografiskt skilda områden. Under åren 1973 och 1974 har författaren arbetat inom Malingsboområdet i Kopparbergs län och under 1975 i tre testytor söder om Linköping i Östergötlands län. Undersökningsområdena har valts så att testresultaten skulle få en så långt möjligt generell giltighet. De geografiskt skilda undersökningarna behandlas var för sig. Undersökningsmetodiken är dock likartad, varför denna i huvudsak kommer att beskrivas i anslutning till Malingsboundersökningen.

Målsättningen för undersökningarna i Malingsbo- och Linköpingsområdena var att ge svar på frågorna: vilka indirekta kriterier – indikatorer – kan användas vid flygbildstolkning av jordarter och vilket värde har de? Vidare vill undersökningarna försöka klargöra vilket flygbildsmaterial som är bäst lämpat för jordartskartering och vilken tolkningssäkerhet som erhålls, om tolkning sker utan fältkontroller och utan utnyttjande av befintliga geologiska kartor.

De inledande metodstudierna har under 1976 följts av en tolkningstest av tillämpad karaktär inom ett område vid sjön Sillen i Södermanland. Målsättningen för denna delstudie var att på ett mera realistiskt sätt kontrollera möjligheterna att använda flygbilder vid tillämpad jordartskartering, där flygbildstolkning och fältkontroller bör varvas. Självfallet bör också redan befintlig geologisk kartinformation utnyttjas. Metodstudien vill i detta fall exemplifiera hur man skulle kunna använda flygbilder vid "revidering" av äldre geologiska kartblad, t. ex. vid framställning av de jordartsgeologiska kartbladen i SGU:s serie Ae eller vid översiktliga geotekniska undersökningar. Med den föreslagna metodiken kan också en förenklad substratredovisning snabbt tas fram för geomorfologiska

kartor av den typ, som föreslagits som underlag för översiktlig kommunal planering (Yrgård och Wastenson 1977).

Genomförandet av föreliggande metodundersökning har tagit ca tre år, under vilken tid författaren haft en heltidstjänst betald av Statens naturvetenskapliga forskningsråd. Av dessa tre år har tre månader upptagits av fältarbete.

JORDARTSINDELNING VID FLYGBILDSTOLKNING

Den jordartsindelning som används vid flygbildstolkning bestämmer i hög grad tolkningssäkerheten. Det kan många gånger bli fråga om en kompromiss mellan flygbildstolkningens möjligheter och karteringens målsättning.

För områden som Sverige, med glaciala och postglaciala jordarter, tillåter en karteringemetodik med enbart flygbildstolkning vanligen endast ett grovt indelningssystem. Se tabell 1.

Detta indelningssystem har använts vid undersökningarna i Malingsbo- och Linköpingsområdena, då huvudsyftet med dessa undersökningar är ren flygbildsmetodik. Observera att berg innebär kalt berg eller berg med jordtäckte <0.5 m. Gytjtjeler och lergyttja betecknas här som finsediment.

I den avslutande, tillämpade, jordartskarteringen, där flygbildstolkning kompletteras med fältkontroller, kan indelningssystemet göras mer detaljerat (se fig. 39).

Den i tabell 1 presenterade indelningen i jordartsgrupper är naturlig med hänsyn till geologiskt bildningssätt och geotekniska egenskaper.

Grovsediment förekommer inom undersökningsområdena dels i form av

TABELL 1. Använd jordartsindelning.
Mapping units.

BETECKNING Units	INNEBÖRD Explanation
FINSEDIMENT (F) Fine-grained sediments (F)	LERÄ - FINMO Clay - coarse silt
GROVSEDIMENT (G) Coarse-grained sediments (G)	GROVMO - GRUS Fine sand - gravel
MORÄN (M) Till (M)	
BERG (B) Bedrock (B)	JORDTÄCKTE<0.5 M Surficial deposit cover<0,5 m
ORGANISKA JORDARTER (O) Organic soils (O)	TORV, GYTTJA Peat, gyttja

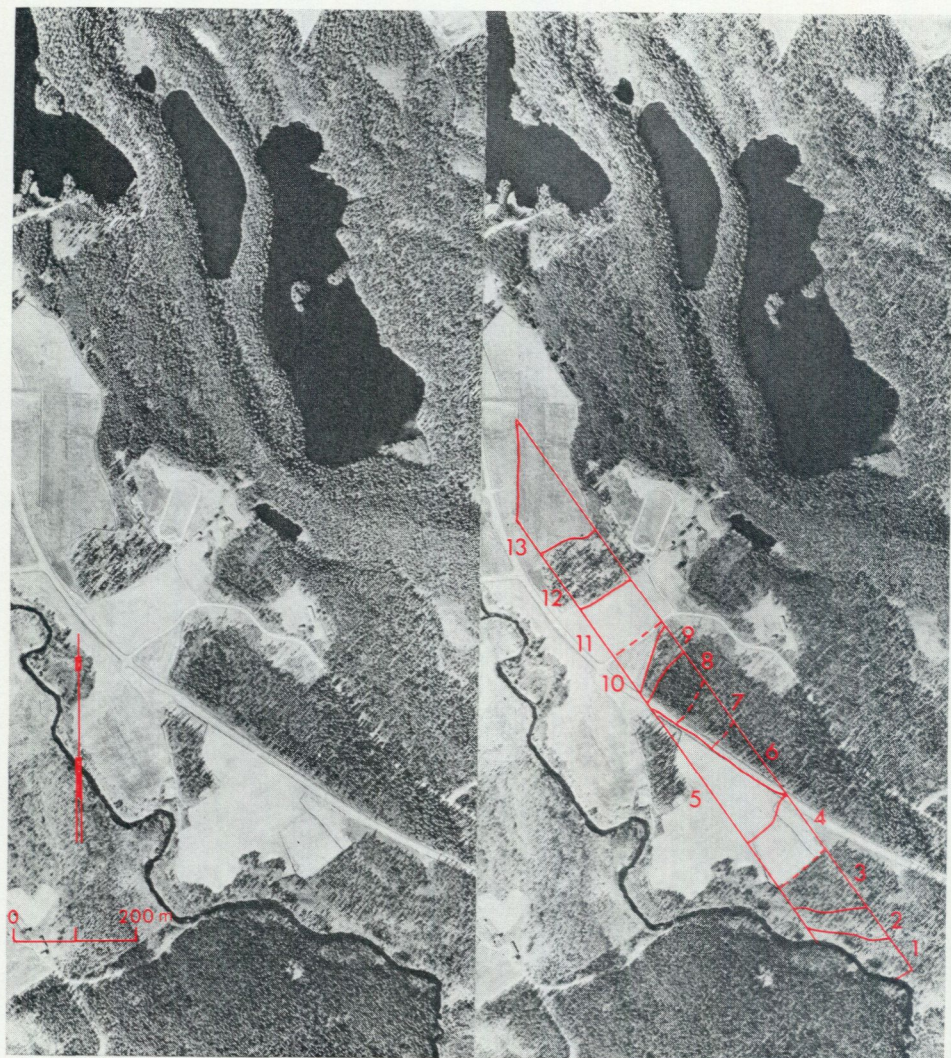


Fig. 1. Stereogram med i fält jordartskarterad markyta. Fotograferingsdatum 1969-05-26 kl. 14.10.

Stereogram with section carefully mapped in the field. Date of photo 1969-05-26, 14.10.

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| Zon 1: Torv Peat | Zon 8: Torv Peat |
| „ 2: Grovmo: Fine sand | „ 9: Torv Peat |
| „ 3: Torv Peat | „ 10: Grovmo Fine sand |
| „ 4: Torv Peat | „ 11: Silt Silt |
| „ 5: Silt Silt | „ 12: Grovsand Coarse sand |
| „ 6: Torv Peat | „ 13: Torv Peat |
| „ 7: Torv Peat | |

isälvs-material, dels som utsvallat material. Från praktisk synpunkt är det ofta väsentligt att skilja dessa åt, då svallmaterialet kan vara av ringa mäktighet och dölja t. ex. ett finsediment. En sådan differentiering har dock ej genomgående gjorts i föreliggande undersökning.

Med beteckningen silt, som här ibland används, avses mjäla och finmo. Termen, som är hämtad från engelsk nomenklatur, är i Sverige vanlig i geotekniska sammanhang.

JORDARTSINDIKATORERS ANVÄNDNING VID FLYGBILDSTOLKNING

TOLKNINGSEXEMPEL

Hur man vid flygbildstolkning kan använda sig av indirekta kriterier, jordartsindikatorer, belyses av följande exempel. En 100 m bred och ca 1200 m lång yta i Malingsboområdet kan studeras på stereogrammet i fig. 1. Ytan är noga karterad i fält och de i stereogrammet angivna gränserna mellan de numererade jordartszonerna kan således betraktas som säkra. En streckad gräns antyder en gradvis övergång mellan zoner av olika geologisk karaktär. Vid den följande genomgången, zon för zon, kommenteras vilka för tolkningen användbara jordartsindikatorer som kan ses på flygbilderna.

Den sämre kvaliteten på de reproducerade bilderna i fig. 1 medför att vissa i texten nämnda detaljer ej framgår.

Nedan kommenteras kortfattat de indikatorer som är användbara i denna områdestyp.

Ytform: Terrängens topografi i stort. T. ex. har finsediment och organisk jord vanligen plan till svagt skålförmig ytform (undantag t. ex. högmossar), rullstensåsar har en karakteristisk rygiform.

Yttextur: Markytans struktur som den ses i flygbilden. T. ex. orsakas torvmarens ojämna utseende av gräsvegetationens struktur, moränmarkens ojämnhet av blockförekomst.

Markanvändning: Brukad eller obrukad mark. Det grövsta sediment som i allmänhet odlas är vanligen mellansand.

Vegetation: Såväl bottenskiktet som fältskiktet och trädskiktet kan utnyttjas. T. ex. är ljus lavrik vegetation vanlig i bottenskiktet på tallskogsbevuxna grovsediment och frånvaron av högre vattenväxter är kännetecknande utanför stränder med grövre sediment.

Topografiskt läge: En erfarenhetsmässig bedömning av läget för en jordart kan vara till hjälp vid tolkningen. T. ex. förekommer organiska jordarter vanligen i terrängens sänkor.

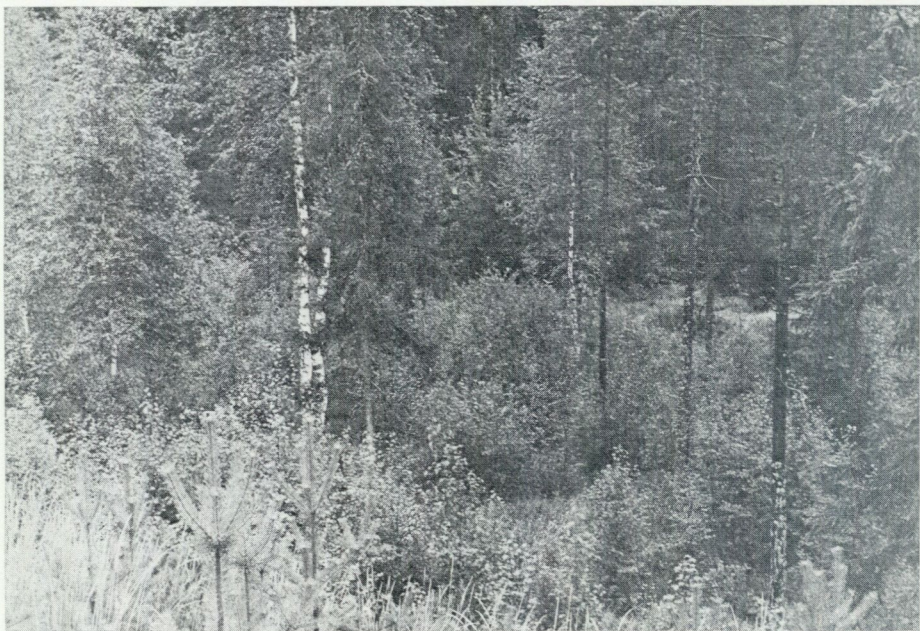


Fig. 2a. Zon 1 — torv.
Zone 1 — peat.



Fig. 2b. Zon 2 — grovmo i en dyn.
Zone 2 — fine sand in a dune.



Fig. 2c. Zon 3 — torv.
Zone 3 — peat.



Fig. 2d. Zon 4 — torv (tunt lager).
Zone 4 — peat (thin layer).

Erosionsdetaljer: Vattendragens erosionsmönster i olika jordarter. T. ex. ravinbildning karakteristisk i silt.

Dikning: Dikningssätt och dikningstäthet. T. ex. förekomst av täckdikning på leråkrar.

Egenfärg: Kan användas endast där markytan är fri från vegetation. En mycket mörk gråton är utmärkande för organiska jordarter och en mycket ljus gråton för vegetationssår på torra sandjorlar.

Ytupptorkning: Gråtonsskillnader kan vara orsakade av olikheter i markytans upptorkning. T. ex. är en starkt flammig yta vanlig på vegetationsfria lerjorlar, framför allt i tidiga vårbilder.

Täktverksamhet: Stark indikation då den förekommer. T. ex. grus- och sandtag i isälvsavlagringar eller torvtäkter i myrar.

Vid den genomgång av fig. 1 som görs nedan hänvisas för vissa zoner till markbilder vilka återfinns i fig. 2a–i och till kornstorleksfördelning enligt diagram i fig. 3. Observera att jordartsbestämning och gränsdragning har skett i fält och ej genom flygbildstolkning. Zonernas numrering är från söder.

Zon 1 – Torv (torvmäktigheten är 0.5–1 m i anslutning till trädsamlingarna, i övrigt mer än 2 m). Ytform: plan, svagt lutande. Yttextur: ojämn, block ej synliga. Markanvändning: ej brukat. Vegetation: fåtal högre träd, buskar förekommer rikligt. Topografiskt läge: lågt, nära vattendrag. Dikning: förekommer. (Bild i fig. 2a.)

Zon 2 – Grovsediment (grovmo i en dyn). Ytform: tydlig rygg i ost–västlig riktning. Yttextur: något ojämn, dock inga block synliga. Vegetation: spridda högre tallar. Egenfärg: ljusa vegetationsfria fläckar kan ses. (Bild i fig. 2 b, kornstorleksfördelning i fig. 3.)

Zon 3 – Torv (torvmäktighet 0.5–1 m). Ytform: plan. Yttextur: ojämn, inga synliga block. Markanvändning: ej brukat. Vegetation: spridda tallar, mörk rik markvegetation. Dikning: förekommer. (Bild i fig. 2c.)

Zon 4 – Torv (torvmäktighet <0.5 m). Ytform: plan. Yttextur: något ojämn. Markanvändning: betesmark. Vegetation: ljus markvegetation. Dikning: förekommer. Ytupptorkning: viss flammighet kan iakttagas (Bild i fig. 2d.)

Zon 5 – Finsediment (silt). Ytform: plan. Yttextur: mycket jämn. Markanvändning: åker. Vegetation: ingen. Egenfärg: övervägande ljus grå. Ytupptorkning: ytan något flammig. (Kornstorleksfördelning i fig. 3.)

Zon 6, 7, 8 och 9 – Torv (torvmäktighet i zon 6 <0.5 m, zon 7: 1–2 m, zon 8: <0.5 m, zon 9: >1 m). Ytform: plan. Yttextur: ojämn. Markanvändning: ej brukat. Vegetation: barrträdsbestånd vars täthet varierar med torvmäktighet, mörk rik markvegetation. Dikning: förekommer. (Bild från zon 9 i fig. 2e.)



Fig. 2e. Zon 9 — torv.
Zone 9 — peat.

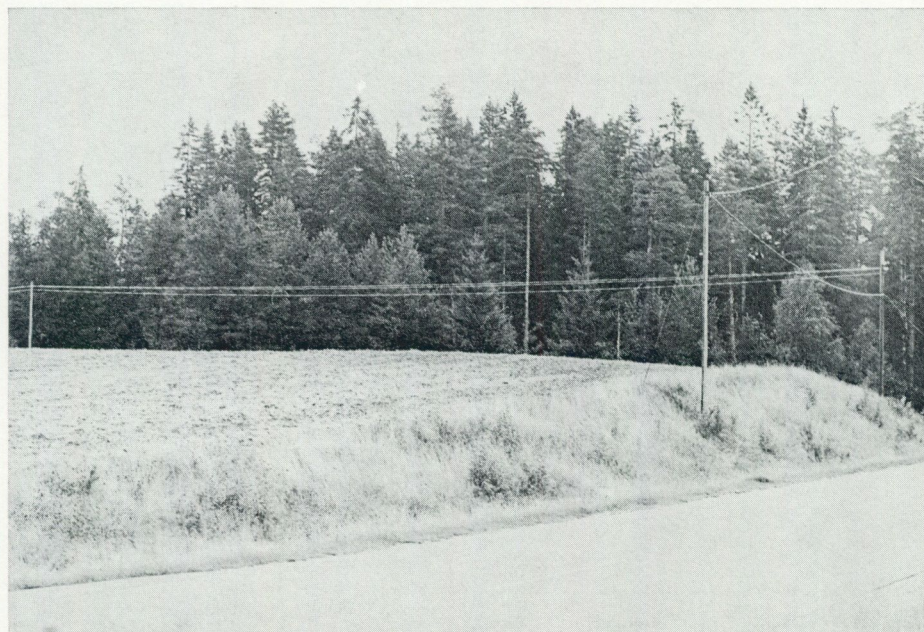


Fig. 2f. Zon 10 — grovmo.
Zone 10 — fine sand.

- Zon 10 – Grovsediment (mellansandig grovmo). Ytform: kulle. Markanvändning: åker. Vegetation: ung gröda. Egenfärg: ljus. (Bild i fig. 2f, kornstorleksfördelning i fig. 3.)
- Zon 11 – Finsediment (silt). Ytform: svagt undulerande. Yttextur: mycket jämn. Markanvändning: åker. Vegetation: ingen. Egenfärg: ljust grå. Ytupp-torkning: ytan något flammig. (Bild i fig. 2g, kornstorleksfördelning i fig. 3.)
- Zon 12 – Grovsediment (mellansandig grovsand). Ytform: oregelbundet, markant höjdparti. Yttextur: ojämn, inga synliga block. Markanvändning: ej brukat. Vegetation: spridda högre tallar, övervägande ljus markvegetation. Topografiskt läge: i närheten av det välutbildade åssystemet som ses i stereogrammetts övre del. (Bild i fig. 2h, kornstorleksfördelning i fig. 3.)
- Zon 13 – Torv. Ytform: svagt skålförmig. Yttextur: något ojämn. Topografiskt läge: lägst i omgivningen. Dikning: förekommer. Ytupp-torkning: viss flammighet kan iakttagas. (Bild i fig. 2i.)

Observeras bör att tolkningsmöjligheten ej har något direkt samband med antalet jordartsindikatorer. I undantagsfall kan en enda indikator möjliggöra direkt identifiering av jordart, t. ex. den karakteristiska ytformen hos rullstens-

TABELL 2. Sammanställning av hur ofta olika indikatorer kunnat användas för olika jordarter. Ytmönster används här som synonym för yttextur. Se i övrigt texten. (Lundén 1974, s. 69).

Test of the correlation between the indicator characteristics and the expected appearance of the specific indicator.

	ORGANISKA JORDARTER (31 ZONER) Organic soils (31 areas)		LERA (3 ZONER) Clay (3 areas)		SILT (26 ZONER) Silt (26 areas)		MELLANSAND- GROVMO (22 ZONER) Medium sand - fine sand (22 areas)		GRUS- GROVSAND (10 ZONER) Gravel - coarse sand (10 areas)		MORÅN (31 ZONER) Till (31 areas)		BERG (5 ZONER) Bedrock (5 areas)	
	POS.	NEG.	POS.	NEG.	POS.	NEG.	POS.	NEG.	POS.	NEG.	POS.	NEG.	POS.	NEG.
YTFORM Landform	30	-	-	2	20	-	16	-	10	-	22	-	5	-
YTMÖNSTER Surface texture	26	-	-	-	12	-	11	-	4	-	25	-	2	-
MARKANVÄNDNING Land-use	24	-	3	-	20	1	15	2	3	-	27	-	3	-
TOPOGRAFISKT LÄGE Topographical position	24	-	2	-	1	-	10	-	1	-	11	-	2	-
EROSIONSDETALJER Erosional features	-	-	-	-	11	-	6	-	-	-	-	-	-	-
VEGETATION Vegetation	14	3	-	-	4	-	6	-	2	-	22	-	2	-
DIKNING Ditching	15	-	2	-	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-
YTUPPTORKNING Drying characteristics	7	-	3	-	9	-	2	1	-	-	-	-	-	-
EGENFÄRG Colour	1	-	-	-	3	-	4	-	2	-	-	-	-	-
TKÄKTVERKSAMHET Quarries	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-



Fig. 2g. Zon 11 — silt.
Zone 11 — silt.



Fig. 2h. Zon 12 — grovsand.
Zone 12 — coarse sand.

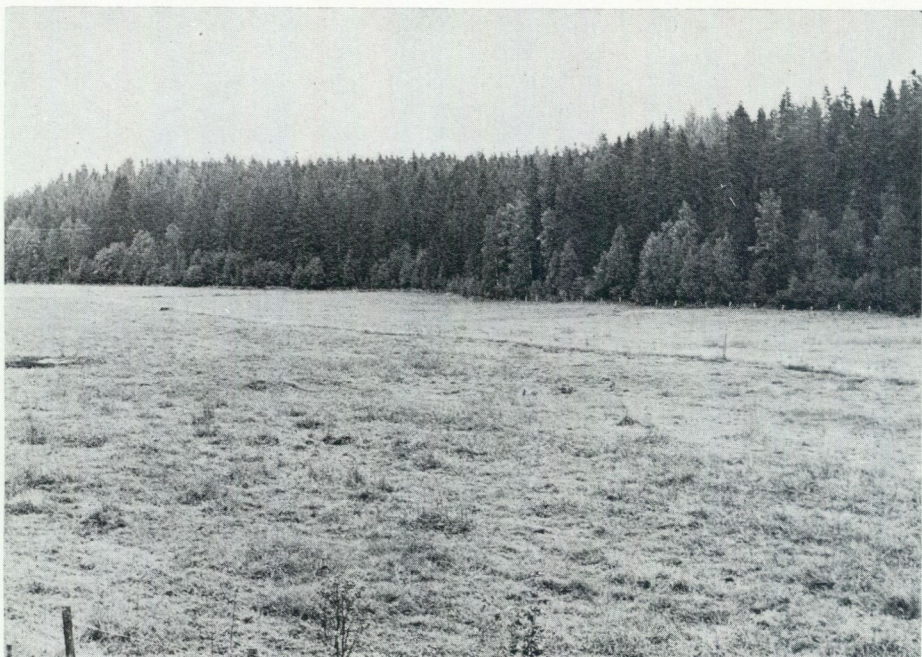


Fig. 2i. Zon 13 — torv.
Zone 13 — peat.

åsar, drumlinor m. m. Det är dock oftast fråga om två mål vid tolkningen: dels bestämning av jordarten, dels denna jordarts avgränsning mot omgivande jordarter. De indikatorer som ger jordartsgränser är framför allt ytform, yttextur, markanvändning och vegetation. De andra indikatorerna kan vanligen endast användas som punktindikatorer vid själva jordartsbestämningen. De nämnda gränsgivande indikatorerna är också de som i de flesta fall förekommer och kan bedömas, vilket framgår av tabell 2. Tabellen, som illustrerar hur indikatorerna har kunnat användas för olika jordarter, är ett resultat från en tidigare undersökning (Lundén 1974). Därvid studerades, i pankromatiskt bildmaterial, värdet av förekommande indikatorer för 128 skilda jordartszoner av den typ ovanstående exempel behandlar. Med *positiv* respektive *negativ* menas att indikationens utseende har stämt överens respektive ej stämt överens med tidigare framförda teorier (t. ex. Kihlblom 1970).

GRÄNSLINJEMETODEN

Vid användningen av den tolkningsmetod för jordmåner som presenterats av Buringh (1960) behandlas varje gränsgivande indikator separat. När resultaten från dessa på olika grunder gjorda gränsdragningar, t. ex. i form av transparenta skisser, placeras över varandra erhålls en karta där vissa gränser sammanfaller.

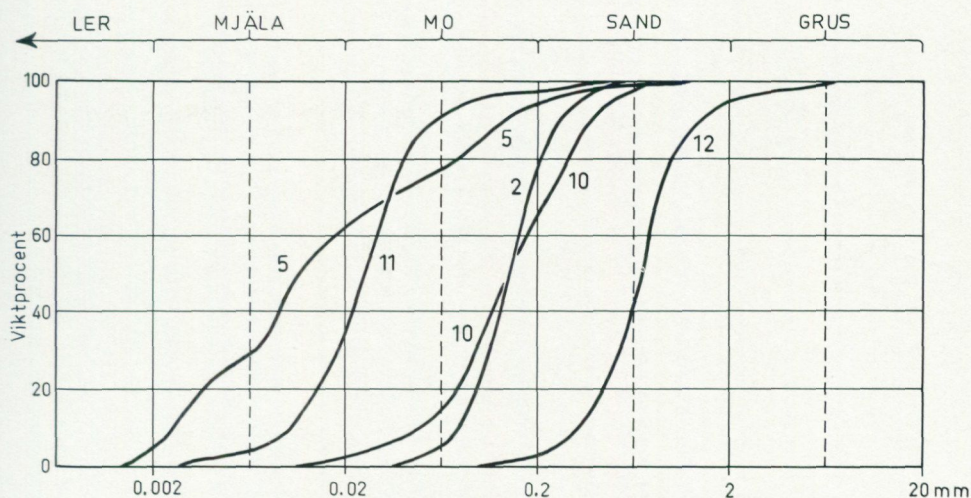


Fig. 3. Kornstorleksfördelning för jordarten i några av zonerna i fig. 1.

Grain size distribution for the surficial deposit in some of the zones in Fig. 1.

Från denna sammanläggningskarta görs sedan en preliminär jordmånskarta. Sannolikheten för att en jordmånsgräns som erhållits på detta sätt också är en reell jordmånsgräns kan då anses vara stor, där flera gränser sammanfaller.

Kihlblom (1971, s. 18) påpekar att denna metod har nackdelar vid en tillämpning i svensk terräng. Kritiken riktar sig mot att det ej tas någon hänsyn till kvalitetsskillnader mellan olika jordartsindikatorer, att det är svårt att renodla varje indikator och att det är långt ifrån alltid som en indikator ger jordartsgränsen. Kihlblom rekommenderar i stället en mer nyanserad tolkningsmetodik med en koppling mellan de olika indikatorerna och jämförelser inom hela karteringsområdet.

Inom ett område, varav stereogrammet i fig. 1 visar en del, har en separat tolkning av några gränsgivande indikatorer gjorts. Tolkningen har skett i pankromatisk film, diapositiv i skala 1:20 000 samt med $6\times$ instrumentförstoring. De indikatorer som då kunnat användas för gränsdragningar är i huvudsak ytform, yttextur och markanvändning. I fig. 4 visas dessa gränsdragningar och i fig. 5 en sammanslagning av dem samt som jämförelse en något generaliserad jordarts-karta baserad på det geologiska kartbladet Malingsbo (Lundqvist 1930). Det finns som synes vissa överensstämmelser mellan de skilda indikationerna. En sådan samstämmighet är rimlig mellan t. ex. yttextur och markanvändning och även mellan dessa två å ena sidan och jordartsgränser å den andra. Att sedan ta ytterligare ett steg och betrakta sammanfallande gränser mellan olika indikationer som troliga jordartsgränser och på basis av dessa upprätta en jordarts-karta torde dock inte vara lämpligt. Det geologiska kunnandet och tolkningserfarenheten, som måste undertryckas vid tillämpningen av denna metod, betyder mer

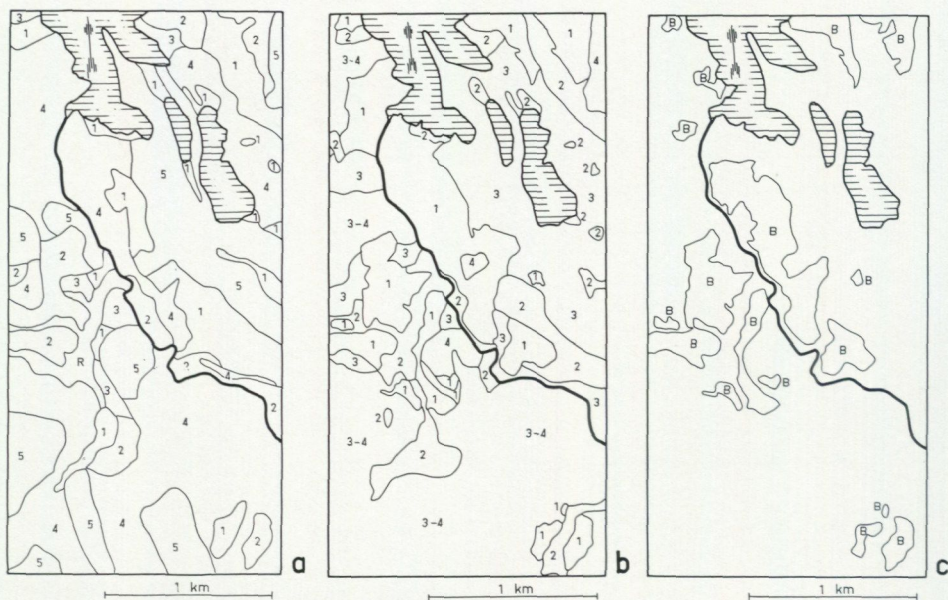


Fig. 4. Separat tolkning av tre gränsgivande jordartsindikatorer.

- Ytform: 1—5 ökande relief, R = ravin.
- Yttextur: 1—4 ökande ojämnhet.
- Markanvändning: brukad (B) och obrukad mark.

Separate interpretation of three surficial deposit indicators.

- Landform: 1—5 increasing relief, R = ravine.*
- Surface texture: 1—4 increasing unevenness.*
- Land-use: cultivated (B) and uncultivated ground.*

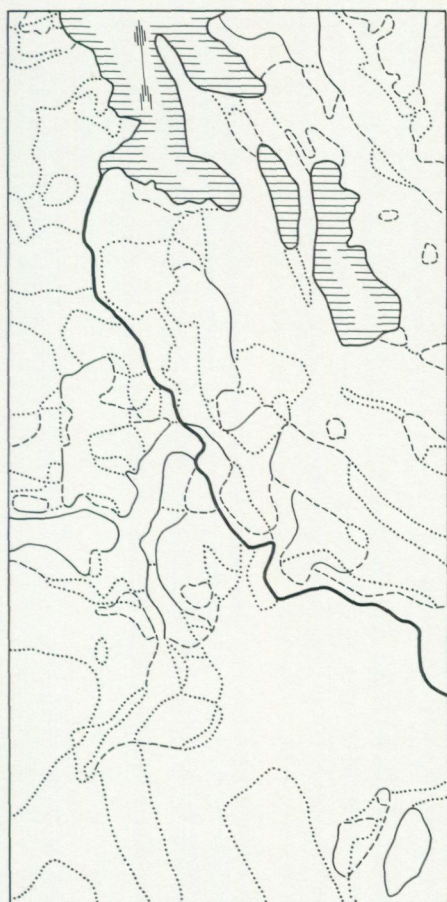
för att flygbildstolkning av jordartsgränser i svensk terräng skall ge gott resultat än det positiva i vunnen objektivitet. Däremot finns åtskilligt som talar för att gränslinjemetoden kan vara lämplig i de för Buringh (1960) aktuella fallen, d.v.s. vid undersökning av residualjordar och jordmånskartering.

FLYGBILDSMETODISKA UNDERSÖKNINGAR

TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Den enda direkta metoden för jordartsbestämning är en laboratorieell jordartsanalys. Övriga metoder bygger på samband mellan olika synbara eller mätbara faktorer och jordartens uppbyggnad. Vid jordartskartering från flygbilder sker en sådan indirekt bestämning, d.v.s. man tolkar sådana indikatorer som syns i flygbilden och som styrs av jordartens karaktär. En utförlig presentation av tänkbara indikatorer som kan utnyttjas vid jordartstolkning i svensk terräng ges av Kihlblom (1970).

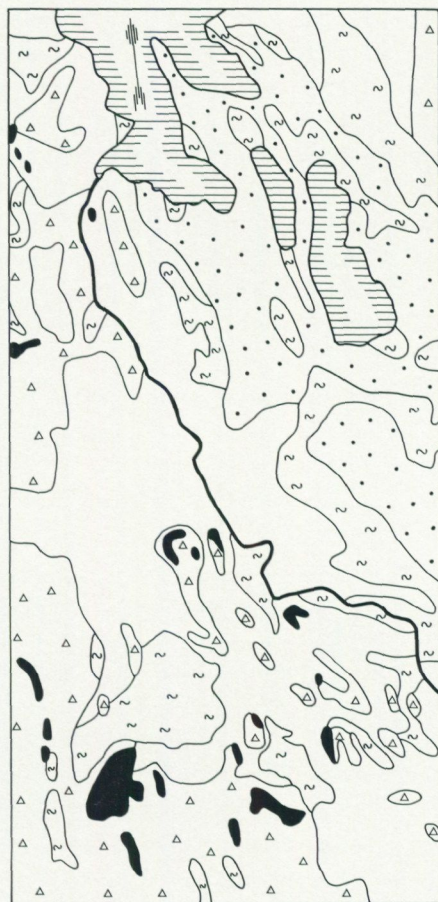
Dessa indikatorer har inte samma värde vid fastställandet av eller särskiljandet



En gräns
One boundary

Två gränser
Two boundaries

Tre gränser
Three boundaries



Berg
Bedrock

Morän
Till

Isälvsmaterial
Glaciofluvial material

Svallsediment (silt-sand)
Beach deposits (silt, sand)

Organiska jordarter
Organic soils

Fig. 5a. Sammanslagning av gränserna från fig. 4.
Coincident boundary-lines in Fig. 4.

Fig. 5b. Generaliserad jordartskarta.
Generalized surficial deposit map.

mellan jordarterna inom ett område och de kan subjektivt kvalitetsgraderas. Dyliga rangordningar har publicerats av Kihlblom (1971), Viberg (1972) och Lappalainen (1972, 1976). I en tidigare refererad preliminär rapport (Lundén 1974) har en sammanställning presenterats av hur olika indikatorer kunnat användas för olika jordarter inom ett undersökningsområde vid Malingsbo (se tabell 2). Av rapporten framgår dock inte de olika indikatorernas värde, varför en kvalitetsbedömning har ansetts värdefull.

I de tidigare refererade undersökningarna av tolkningsmöjligheter i olika flygbildsmaterial vid håll- och blockkartering visade sig normal färgfilm och infrarödkänslig färgfilm (IR-färgfilm) överlägsen pankromatisk, svartvit film. Vid hållkartering gav IR-färgfilmen särskilt goda resultat medan det vid blockstudien blev ungefär samma resultat med de två färgfilmerna.

De av Statens vägverk initierade studierna angående flygbildstolkning för geotekniska ändamål har även gällt tolkning i färgbildsmaterial. Normal färgfilm har jämförts med pankromatisk film och jämförelsen har i huvudsak utfallit till färgfilmens fördel (Kihlblom 1975a och b). I en undersökning inom samma projekt om sambandet mellan vegetation och jordart har normal färgfilm använts för identifiering av vegetation (Hellman-Lutti 1974). Om vegetationen som tolkningsindikator tillmäts stort värde bör dock IR-färgfilm användas, då den visat sig besitta utomordentliga egenskaper just för klassificering av vegetation (Wastenson m. fl. 1972, Ihse och Wastenson 1975).

I Finland, med terrängförhållanden jämförbara med de svenska, har en del undersökningar utförts med jämförelser mellan pankromatisk film, normal färgfilm och IR-färgfilm. Arbeten av Paarma m. fl. (1968), Lappalainen (1972) samt Korpela och Pajukoski (1973) är exempel på dyliga undersökningar. I dessa framhävs färgfilmens förtjänster vid geologisk flygbildstolkning, särskilt IR-färgfilmens.

I en undersökning, som avsåg att söka klarlägga hur, i vilken omfattning och med vilken säkerhet erosionsdetaljer i fluvial miljö kan studeras i olika flygbildsmaterial, testade man pankromatisk film, normal färgfilm och IR-färgfilm inom ett område i Övre Klarälvsdalen (Larsson 1975). I rekommendationerna för en flygbildsövervakning av erosionsutvecklingen inom Klarälvens övre meandersträcka framhålls dock inte något speciellt filmslag som det mest lämpliga.

Det har bedömts som angeläget att ytterligare undersöka tolkningsmöjligheter i olika flygbildsmaterial. För detta ändamål inleddes 1969 ett systematiskt flygfotograferingsprogram över ett försöksområde mellan Malingsbo i Kopparbergs län och Skinnskatteberg i Västmanlands län. Delar av det erhållna flygbildsmaterialet har jämförts i en mindre, huvudsakligen subjektiv bedömning (Lundén 1974). Jämförelsen gällde tolkningsmöjlighetens beroende av fotograferingshöjd (skala), årstid (vår, sommar, höst), bildtyp (diapositiv, papperskopior) samt filmslag (IR-känslig film, normal färgfilm, pankromatisk film). Denna preliminära undersökning utmynnade i en rekommendation av IR-färgfilm, diapositiv,

fotograferad på våren från högst 4500 meters flyghöjd. Undersökningens omfattning och karaktär gör dock att några långt dragna slutsatser inte kan tillåtas. Ytterligare, mer omfattande, undersökningar har ansetts nödvändiga och den mindre förundersökningen avsågs endast vara till ledning för uppläggningsen av dessa.

MALINGSBOUNDERSÖKNINGEN

De geografiskt skilda undersökningarna vid Malingsbo respektive Linköping behandlas separat i den ordning testerna utförts. Då undersökningarna i stort sett är av samma karaktär vad beträffar arbetsmetodiken, kommer tyngdpunkten vid beskrivningen av tillvägagångssättet att återfinnas i samband med den först behandlade Malingsboundersökningen.

BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDET VID MALINGSBO

Vid Malingsbo, Kopparbergs län, inom Norrlandsterrängens sydligaste partier, utvaldes två testytor av olika geologisk karaktär (se fig. 6).

Testyta I (fig. 7), ca 23 km², utgörs av en sedimentfylld dalgång med omgivande moränhöjder, där berggrunden ställvis går i dagen. Ungefär 50 % av ytan ligger ovanför högsta kustlinjen, som inom området återfinns ca 180 m ö. h. (Lundqvist 1930).

En stor del av sedimentområdet, genom vilket Hedströmmen rinner fram, är täckt av skog och endast en mindre del är uppodlat. Inom ytans västra del finns en delvis väl utbildad rullstensås.

Moränen är huvudsakligen moig, under högsta kustlinjen dock av mer grusig-sandig karaktär. I ett stråk förbi Stora och Lilla Håltjärn är moränen utomordentligt stor- och rikblockig, men för övrigt är den normalblockig. Vid fotograferings-tidpunkten för det vid tolkningen använda bildmaterialet var nästan hela morän-ytan skogtäckt.

Att döma av isräffelobservationer var isrörelsen under den senaste inlandsisens avsmältningstid riktad från N 15°V inom undersökningsområdet.

Testyta II (fig. 8), som ligger strax väster om den föregående, är ca 4 km² och helt belägen över högsta kustlinjen.

Sediment saknas och markytan består av morän, berg och torv. Moränen är sandig-moig och normalblockig. Berggrunden, som utgörs av granit, går delvis rikligt i dagen. Speciellt gäller detta ytans sydliga del, som är synnerligen storkupearad. I gränzonen mellan denna södra del och det norr därom lägre belägna, mer jämna området strömmar Djurlångsåån fram.

Vid fotograferingstillfället var denna testyta skogtäckt till ca 50 %.

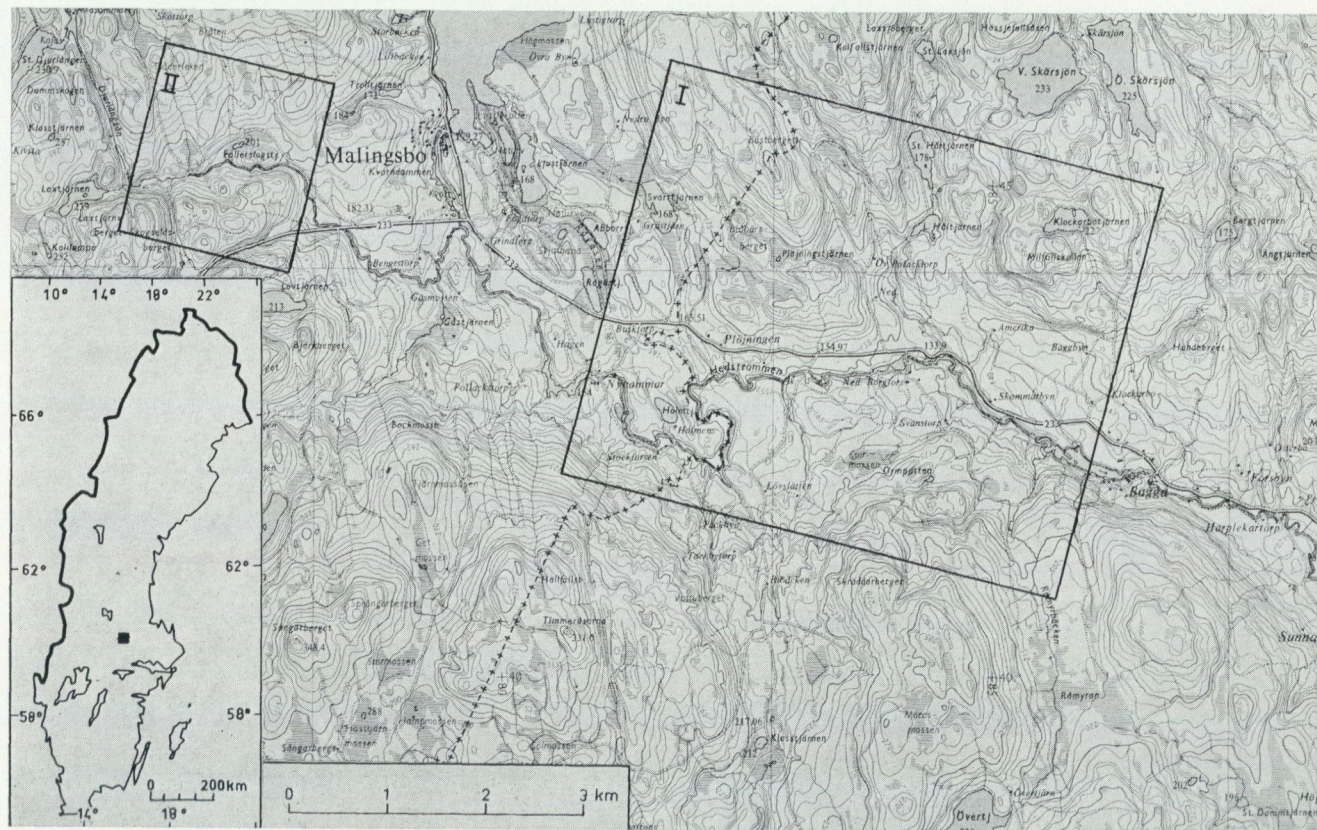


Fig. 6. Förminskad del av topografiska kartbladet 11F Lindesberg NO med de två utvalda testytorna.
 Part of the topographical map Lindesberg NO on a reduced scale with the two selected test areas.

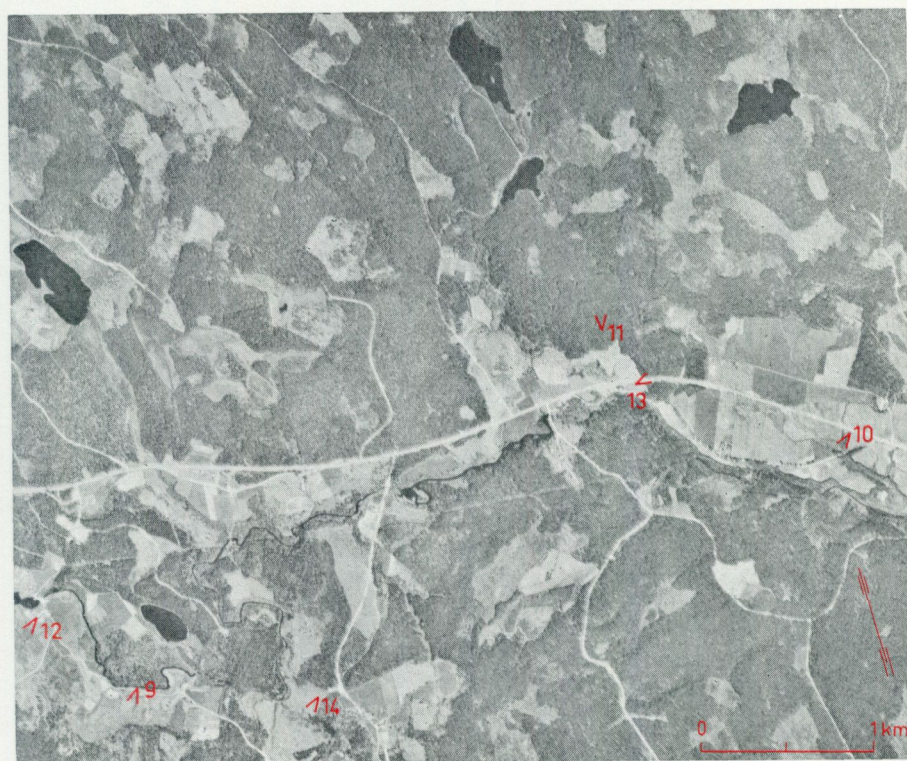


Fig. 7. Testyta I inom Malingsboområdet. Med < är markerat platser för markbilder som återges i figurer med angivna nummer.

Test area I in the Malingsbo region. < indicates terrestrial photographs of localities which are figured separately.

VÄRDERING AV JORDARTSINDIKATORER

De två testytorna fältkarterades efter avslutad flygbildstolkning. Med tillgång till dessa jordartskartor kunde varje delyta analyseras i flygbilderna med avseende på förekommande jordartsindikatorers värde. Att värdet hos en indikator — styrkan hos dess indikationer — kan variera för en och samma jordart även inom ett begränsat undersökningsområde är helt naturligt och framgår av uppställningen i tabell 3. Tabellen skall läsas enligt följande exemplifiering: ytform ger för finsediment inom detta område svaga indikationer; för grovsediment ger ytform oftast svaga indikationer, ibland starka och någon gång t.o.m. entydiga indikationer. Att jordartsindelningens konstruktion kan förändra indikatorns värde visas i tabellen genom en sammanslagning av finsediment och grovsediment samt mellan morän och berg. Då det vid flygbildstolkning inom undersökningsområdet gäller att t. ex. skilja sedimenten som grupp från övriga jordarter, ger

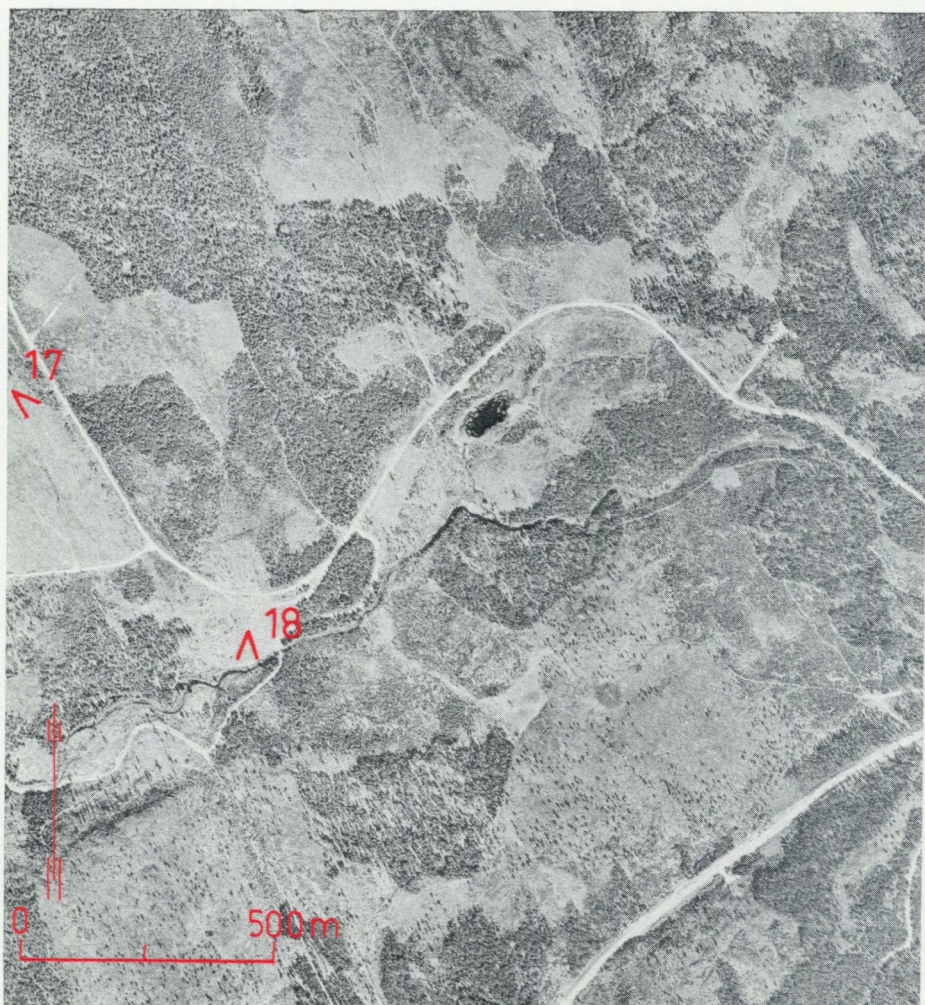


Fig. 8. Testyta II inom Malingsboområdet. Med < är markerat platser för markbilder som återges i figurer med angivna nummer.

Test area II in the Malingsbo region. < indicates terrestrial photographs of localities which are figured separately.

ytform oftast starka och ibland entydiga indikationer, vilket också kan utläsas ur tabellen.

Det måste betonas att flera indikatorer normalt utnyttjas för bestämning av en och samma jordartsenhet och det är egentligen "summan" av deras värden som är utslagsgivande. Ett flertal svaga indikationer kan i vissa fall tillsammans ge en nästan entydig identifiering av en jordart.

Streck i tabellen markerar att indikatorn inte har kunnat kommenteras för den

TABELL 3. Kvalitetsbedömning av förekommande jordartsindikatorer.
Evaluation of the various indicators.

1 = ENTYDIGA INDIKATIONER Excellent indications	JORDARTSGRUPPER Surficial deposits						
	2 = STARKA Good	3 = SVAGA Poor	4 = GÄNGBARA Useless				
INDIKATORER Indicators	FINESEDIMENT (F) Fine-grained sediments (F)	GROVSEDIMENT (G) Coarse-grained sediments (G)	F + G	MORÄN (M) Till (M)	BERG (B) Bedrock (B)	M + B	ORGANISKA JORDARTER (O) Organic soils (O)
YTFORM Landform	3	3-2-1	2-1	2-3	2-3-1	1-2	2
YTTEXTUR Surface texture	3	3	2-1	3-2	3-2-1	1-2	1-2
MARKÄNDRING Land-use	3-4	4-3	4-1-2	3	3	3	3
VEGETATION Vegetation	3	2-3	2	2-3	2	2-3	2-1-3
TOPOGRAFISKT LÄGE Topographical position	3	3	2	2-3	2	2-3	2-3
EROSIONSDETALJER Erosional features	2-1	2-1	2-1	3	-	3	3
DIKNING Ditching	3-2	3	3-2	3	-	3	2
EGENFÄRG Colour	3	2-3	2	-	2-1	2-1	1-2
YTUPPTORKNING Drying characteristics	2	2-3	2	-	-	-	2
TÄKTVERKSAMHET Quarries	-	1	1	-	-	-	-

RANGORDNINGEN (1-4 MED MINSKANDE VÄRDE) HAR VALTS FÖR ATT MÖJLIGGÖRA JÄMFÖRELSE MED KIHBLÖM (1971) OCH LAPPALAINEN (1972, 1976).

berörda jordartsgruppen. Det har t. ex. inte förekommit någon täktverksamhet i områdets finsediment. Tabellvärdet på en viss indikator är annars inte beroende av hur ofta indikatorn kunnat utnyttjas. Med avseende på detta kan de använda indikatorerna delas upp i två grupper. Dels finns sådana som nästan alltid kan användas, såsom markanvändning, ytform, yttextur, vegetation och topografiskt läge. Det är i huvudsak bland dessa man finner de för gränsdragningar användbara indikatorerna i detta område. Övriga indikatorer är mer eller mindre sällsynta och fungerar då i allmänhet som punktindikatorer för själva jordartsbestämningen. Av detta resonemang framgår att vid den ovan tillämpade indikatoranvändningen för ett område betyder värdet hos de gränsgivande indikatorerna mer för tolkningsbarheten än värdet hos de mer sporadiskt förekommande punktindikatorerna.

Nedan kommenteras indikatorernas värde för bestämning av de olika jordartsgrupperna inom området.

Finsediment (inom undersökningsområdet huvudsakligen silt). I huvudsak svaga indikationer, speciellt vad gäller de gränsbildande indikatorerna.

Ytformen är till stora delar kuperad. I dalgångar med brant omgivning medför erosion av rinnande vatten från omgivande moränsluttningar att ytformen blir väsentligt ojämnare än vad som normalt brukar karakterisera siltjordar.

Yttexturen ger oftast svaga indikationer på finsediment, speciellt vid jämförelse med de grövre sedimentens yttextur.

Då en stor del av finsedimentytan ej är uppodlad, kan markanvändning inte tillmätas någon större betydelse som indikator.

Inga skillnader mellan skogbevuxna finsediment- respektive grovsedimentytor har observerats i avseende på vegetation. Någon specialstudie av vegetationstyper gjordes dock ej.

I de lägre partierna av dalgången i testyta I, där finsediment förekommer, var vattendjupet relativt sett större än i andra terrängpartier under tiden för sedimentavlagringen (postglacial avlagring av fjärdsediment). Det topografiska läget kan således sägas ge en viss ledning, men indikatorn måste dock betecknas som svag.

Erosionsdetaljer ger för finsediment de starkaste indikationerna, men de framträder endast punktvis.

Förekomsten av relativt tät dikning inom det uppodlade området ger en viss hjälp vid tolkningen.

Vid differentiering mellan fin- och grovsediment borde den normala färgfilmen vara fördelaktig, eftersom sedimentens olika egenfärg kunde förväntas framträda. Ett samband mellan en gulaktig färgton och sandiga sediment hade således observerats vid den tidigare undersökningen inom området (Lundén 1974). I föreliggande undersökning ledde dock förekomsten av ett tunt ytlager sand till en överskattning av grovsedimentens utbredning på bekostnad av finsedimenten..

På de vegetationsfria åkrarna uppvisar finsedimenten en karakteristisk flam-



Fig. 9. Ravin i grovsediment (mellansand) med friktionsjordens skarpa form. Markbildens läge visas i fig. 7.

Gully in coarse-grained sediment (medium sand) with characteristic sharp form. The position of the photograph is shown in Fig. 7.



Fig. 10. Ravin i finsediment (silt) med kohesionsjordens mjuka form. Markbildens läge visas i fig. 7.

Gully in fine-grained sediment (silt) with characteristic gentle form. The position of the photograph is shown in Fig. 7.

mighet, som beror på lokala skillnader i ytupptorkning och som således ger god ledning vid tolkningen.

Täktverksamhet i finsediment har inte observerats inom området.

Grovsediment (utgörs inom undersökningsområdet av isälvsmaterial med delvis karakteristisk topografi samt utsvallat material från omgivande moränhöjder). De till största delen skogtäckta grovsedimentytorna har i allmänhet identifierats väl.

Ytformen har varit av varierande värde för tolkningen. Isälvsmateriallets delvis välutbildade topografi har ibland medgivit direkt identifiering. Det utsvallade materialet har huvudsakligen haft en för topografien utjämnande effekt, vilket varit till stor hjälp vid gränsdragning mot omgivande morän. Vid en differentiering mellan grov- och finsediment har dock ytformen varit en svag indikation.

Yttexturen ger inga signifikativa upplysningar som medger att grovsediment kan skiljas från finsediment.

Markanvändningen har endast i ett fåtal fall lämnat upplysningar om förekomst av grovsediment.

Den högre vegetationen, träden, har på sedimentytorna en avsevärt mycket jämnare storlek och täthet än på omgivande moränmark. Gran förekommer rikligt även på grövre sedimentjordar, vilket kan förmodas ha två orsaker: dels jordmånsbildning, dels förhållandet att svallsedimenten har en ringa mäktighet och att således de underlagrande finare sedimenten ligger relativt nära ytan. Vittring i samband med jordmånsbildning har i södra Sverige nått längre än i de norra delarna, där sambandet grövre jordart—tallskog är starkare (Troedsson och Nykvist 1973, s. 248).

I anslutning till den lätt identifierbara rullstensåsen i testyta I förekommer grovsediment. En erfarenhetsmässig bedömning av det topografiska läget ger således viss information.

De bäckraviner som förekommer har brantare sidor och skarpare krön än ravinerna i finsediment, och de är erosionsdetaljer som varit till god hjälp vid jordartsbestämningen.

Frånvaron av dikning kan här ej tillmätas någon nämnvärd betydelse som indikation på grovsediment.

Skogsvägar liksom vegetationssår på de grövre sedimenten har ofta en karakteristisk ljus ton, vilket ger god ledning. Vid värdering av egenfärg som indikator måste dock hänsyn tas till det problem som diskuteras i motsvarande kommentar för finsedimenten.

De vegetationsfria åkrarna med grovsediment kännetecknas av en jämn ytupptorkning, men är dock av ringa utbredning.

De på flygbilderna synliga resultaten av täktverksamhet inom området kan med mycket stor säkerhet kopplas till grovsediment. Antalet täkter är dock bara två. Täktverksamhet fungerar således bra som punktindikator för klassificering men sämre som gränsbildande indikator.



Fig. 11. Finsediment (silt) i förgrunden: plan ytform, inga block. Morän i bakgrunden: ytformen oroligare, blockrik mark. Markbildens läge visas i fig. 7. Då flygbilden fotograferades var dock ytan täckt av skog.

Fine-grained sediment (silt) in the foreground: even surface, no boulders. Till in the background: more uneven surface, boulder-rich ground. The position of the photograph is shown in Fig. 7. This area was however covered with trees when the aerial photograph was taken.



Fig. 12. Plan, liten berghäll. Markbildens läge visas i fig. 7.

Flat, small bedrock outcrop. The position of the photograph is shown in Fig. 7.

Morän. De största svårigheterna vid moränkartering ligger helt naturligt vid gränsdragningen mot berg med tunt moräntäcke.

Områdets moränytor saknar sådan karakteristisk morfologi, som erfarenhetsmässigt tillåter en direkt koppling till jordarten (t. ex. drumliner). Ytformen ger dock ofta god ledning, speciellt vid gränsdragning mot sediment och organisk jord.

En mycket stark indikator på morän erhåller man om man låter beteckningen yttextur inrymma blockförekomst. Så har förfarits i denna undersökning. Det återstår dock att söka avgöra moräntäckets mäktighet. Inom testytorna har blockförekomst visat sig vara bunden till just morän.

Varken moränen eller stora delar av sedimenten är uppodlade inom testytorna. Markanvändningen kan i alla fall sägas ge viss ledning.

Vegetationen, som i många fall kan utnyttjas som en indikation vid fastställande av gränsen mot sediment och organisk jord, visar sig i vissa fall ha ett annat utseende när moräntäcket är uttunnat än när det är mäktigt. Det är möjligt att denna indikator efter mer ingående undersökningar kommer att få stor betydelse för bedömning av jordtäckets mäktighet.

Dikning på hyggen ger i vissa fall hjälp vid gränsdragning mot organisk jord, då diket där ändrar utseende.

Med kunskap om den geologiska uppbyggnaden i stort inom en landskapstyp som denna kan ett antagande göras om i vilket topografiskt läge moränen bör förekomma som ytlager.

Ett vattendrag i morän får ett oregelbundet, knyckigt lopp. Denna erosionsdetalj kan i några fall användas som hjälp vid tolkningen.

Ytuptorkning, egenfärg och täktverksamhet som indikatorer för morän har ej kunnat kommenteras, då vegetationsfria moränytor och moräntäcker saknas.

Berg (inbegriper förutom kalt berg även berg med en jordmäktighet mindre än ca 0.5 meter). Observera att det i denna undersökning ej är fråga om en ren hållkartering. En sådan torde ha kunnat utföras med långt bättre resultat med avseende på rätt tolkad yta.

Ytformen ger ofta starka indikationer på berg. I några fall medger förekommande branter t.o.m. direkt identifiering.

När bergytans finstruktur framträder som en yttextur i flygbilden har man starka till entydiga indikationer. Det är dock så små ytor som uppvisar en sådan finstruktur, att indikationen endast i undantagsfall kan utnyttjas.

Markanvändning är en dålig tolkningsindikator för berg, då redan det topografiska läget för berget inom undersökningsområdet i de flesta fall utesluter någon typ av kulturmark.

Vegetationen, eller snarare frånvaron av vegetation där berget är kalt eller nästan kalt, ger naturligtvis information vid tolkningen. För övrigt hänvisas till motsvarande kommentar för morän.



Fig. 13. Barrskog, huvudsakligen granskog, på plan svallsedimentyta (mellansand). Markbildens läge visas i fig. 7.

Coniferous trees, mainly spruce, on an even surface of beach deposits (medium sand). The position of the photograph is shown in Fig. 7.



Fig. 14. Kalhuggen svallsedimentyta (grovsand). Markbildens läge visas i fig. 7.

Clearing on a beach deposit surface (coarse sand). The position of the photograph is shown in Fig. 7.

Vetenskapen om att berget normalt torde ligga i eller nära markytan i landskapets högre partier ger indikatorn topografiskt läge ett högt värde.

Vare sig berget är helt kalt eller lavtäckt erhåller det i flygbilder, framför allt på IR-färgfilm, en karakteristisk ton. Egenfärg kan således sägas ge starka indikationer, men då det inte gäller enbart hållkartering måste egenfärg betraktas som en punktindikator. Inom testyta II fick emellertid denna indikator ökad betydelse, då en mångfald rotvältor över ett stort område punktvis hade blottlagt berget och därmed visat att jordtäcket var av ringa mäktighet.

Ytupporkning, dikning, erosionsdetaljer och täktverksamhet har ej kunnat värderas som indikatorer för berg i detta område.

Organiska jordarter (representeras inom undersökningsområdet av torv). Torvmarkerna på testytorna kan klassificeras som mossar eller kärr. Det är endast den senare, ofta skogbeväxta typen, som vållat de egentliga problemen vid tolkningen.

Ytform ger ofta en stark indikation på organiska jordarter; undantag är plana torvmarker inom likaså plana sedimentområden.

Den av markvegetationen orsakade karakteristiskt oregelbundna yttexturen kan vanligen observeras och ger då en mycket stark indikation på organiska jordarter.

Det faktum att markanvändning är till så ringa hjälp vid differentieringen av övriga jordartsgrupper, får till naturlig följd att den även som indikator för organiska jordarter måste åsättas ett lågt värde.

Vegetationen ger normalt en stark till entydig indikation på organiska jordarter. Dess värde förringas dock något eftersom det förekommer en del torvmarker i området med tät, högstammig barrskog.

Den erfarenhetsmässiga bedömningen av det topografiska läget, d.v.s. vetenskapen om att torv ofta förekommer i terrängens sänkor, är i många fall till god hjälp vid tolkningen.

Erosionsdetaljer, i detta fall oregelbundenheten hos en del vattendrag, möjliggör i något fall identifiering av organiska jordarter.

Förekomst av dikning, som inte direkt kan bindas till odlad mark, har visat sig vara en stark indikation på organiska jordarter.

Vegetationsfria ytor med organiska jordarter uppvisar en mycket mörk ton, som ofta medger direkt identifiering. Det har emellertid observerats, att en risk föreligger för överskattning av ett minerogent sediments innehåll av organiskt material, vilket kan påverka bedömningen av egenfärg. Denna överskattning kan orsakas av att egenfärgen betingas av förhållanden vid själva markytan, där markprofilen normalt är rikast på humus.

Markfuktighetsförhållandena hos organiska jordarter kan ofta ses även som variationer hos förekommande vegetation; ett faktum som ger indikatorn ytupporkning ett högt värde.

Någon täktverksamhet i områdets torvmarker förekommer inte.

TABELL 4. Hur ofta har de olika indikatorerna kunnat utnyttjas för att inom testytorna skilja jordartsgrupperna åt? Betr. bokstavsförkortningarna: se tabell 1, s. 7.

Utility of the different indicators in the test areas for the recognition of the type of surficial deposit. See Table 1, p. 7, for explanation of abbreviations.

	F/G	F/M	F/B	F/O	G/M	G/B	G/O	M/B	M/O	B/O	"MEDEL- VÄRDEN" "Mean"
1 = NASTAN ALLTID Nearly always											
2 = OFTA Often											
3 = SPORADISKT Sporadically											
4 = ALDRIG Never											
YTFORM Landform	3	1	1	3	2	1	3	3	1	1	1.9
YTTEXTUR Surface texture	4	2	1	3	2	1	2	2	2	1	2.0
MARKANVÄNDNING Land-use	3	1	2	2	3	3	3	4	3	3	2.7
VEGETATION Vegetation	3	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1.8
TOPOGRAFISKT LÄGE Topographical position	3	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1.7
EROSIONSDETALJER Erosional features	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3.3
DIKNING Ditching	3	3	3	4	4	4	2	3	3	3	3.2
EGENFÄRG Colour	3	4	2	2	3	2	3	2	3	2	2.6
YTUPPTORKNING Drying characteristics	2	4	3	2	3	3	2	4	2	3	2.8
TÄKTVERKSAMHET Quarries	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3.6
"MEDELVÄRDEN" "Mean"	3.0	2.5	2.1	2.7	2.7	2.2	2.5	3.0	2.6	2.3	

I tabell 4 har ett försök gjorts att värdera indikatorerna med hänsyn även till hur ofta de kunnat utnyttjas, d.v.s. deras areella betydelse. Denna tabell försöker också belysa vilka jordartsgrupper som är svåra och vilka som är lätta att skilja åt.

"Medelvärdena" i tabellen är baserade på subjektiva bedömningar och de är inte alls strikt matematiska. Som framgår av tabellen kan man emellertid få en viss uppfattning om indikatorernas användbarhet. Således har det visat sig att t. ex. indikatorn ytform (1.9) ofta har kunnat utnyttjas under tolkningsarbetet, topografiskt läge (1.7) har mycket ofta kunnat utnyttjas medan täktverksamhet (3.6) mycket sällan varit till någon hjälp under tolkningen. "Medelvärdena" i understa raden kan användas för relativbedömningar: att dra gräns mellan finsediment och berg har vid flygbildstolkningen varit avsevärt lättare än att dra gräns mellan finsediment och grovsediment, vilket i sin tur har att göra med i vilken mån de olika indikatorerna ger specifika indikationer för de olika jordartsgrupperna.

METODIK VID UNDERSÖKNING AV TOLKNINGSSÄKERHET I OLIKA BILDMATERIAL

I detta försök att jämföra tolkningsmöjligheterna i olika bildmaterial har jämförelser gjorts mellan normal färgfilm, pankromatisk svartvit film samt IR-färgfilm exponerad från varierande fotograferingshöjd. Här förekommer inga

studier av IR-känslig svartvit film, då detta filmslag i tidigare undersökningar visat sig vara av klart sämre kvalitet med avseende på tolkningsmöjligheter än övriga filmslag (Wastenson 1966 och 1968, Lappalainen 1972, Lundén 1974).

Vid tillämpad flygbildstolkning av jordarter söker tolkaren med hjälp av bakgrundsinformation och bildinformation framställa en preliminär jordartskarta. På denna markeras även var det är nödvändigt med fältkontroller. Efter genomförd begränsad fältkontroll har nya erfarenheter vunnits, frågor har besvarats och en fortsatt tolkning, där fältkontrollens erfarenheter extrapoleras, kan till slut resultera i en produkt med hög nöjaktighet. I Malingsbundersökningen, liksom i Linköpingsundersökningen, ingår inga fältkontroller som moment före eller under tolkningen.

Flygbildstolkningen har också företagits utan föregående studier av befintliga geologiska kartor. Tolkningen utfördes alltså utan annat än mycket översiktliga förkunskaper om områdenas geologiska karaktär. Tillvägagångssättet var avsiktligt för att försöka se vilken information enbart flygbilderna ger.

De tolkningsresultat som presenteras kan således sägas vara en renodlad produkt av huvudsakligen tre faktorer: egenskaper hos utnyttjat bildmaterial, tolkarens kvalifikationer samt kvalitet på använt tolkningsinstrument. Genom att samma tolkare (författaren) och tolkningsinstrument utnyttjats under hela undersökningen återstår endast en variabel, egenskaper hos utnyttjat bildmaterial. Skillnader mellan de testade bildmaterialen med avseende på tolkningsmöjligheter skall således enligt detta resonemang avslöjas i form av skillnader i tolkningsresultat.

Flygbildstolkning

Vid tolkningen användes ett tolkningsinstrument av mycket hög kvalitet, Interpretoskop från Zeiss, Jena, med möjlighet till kontinuerlig förstoring från 2–16 \times . För bildmaterial med så god upplösning att instrumentets hela kapacitet kan utnyttjas har denna förstoringmöjlighet en klart positiv inverkan på resultatet. Diapositiv, som är den bildtyp vilken nästan uteslutande använts i denna undersökning, har normalt en mycket god upplösning, vilket däremot ej gäller papperskopior.

Den första testytan på ca 23 km² (testyta I) tolkades i fyra olika bildmaterial i den ordning som framgår av tabell 5. Ordningsföljden grundar sig på en subjektiv bedömning av bildmaterialets informationsinnehåll. Då tiden mellan tolkningarna i bildmaterialet ej kunde utsträckas så långt att intrycken från ett bildmaterial kunde garanteras vara utplånade vid tolkningen i påföljande material, studerades bildmaterialet i en ordningsföljd där informationsinnehållet bedömdes öka successivt.

Vid tolkningen ritades förmodade jordartsgränser med tuschpenna direkt på helt transparenta överlägg av overhead-film. Själva tolkningen av denna testyta tog i anspråk ungefär en arbetsdag per bildmaterial.

TABELL 5. För testyta I använt bildmaterial.
Photographic materials used for test area I.

NR No.	FILMSLAG Film type	BILDSKALA Scale	BILDTYPE Type of image
8	IR-FÄRGFILM IR colour film	1:60 000	DIAPPOSITIV Diapositives
1	PANKROMATISK FILM Panchromatic film	1:20 000	"
2	FÄRGFILM Colour film	1:20 000	"
3	IR-FÄRGFILM IR colour film	1:20 000	"

NUMRERINGEN ANVÄNDS VID PRESENTATION AV BILDMATERIALDATA I BILAGA.
 The numbering corresponds with the more detailed descriptions of the
 photographic materials in the appendix.

Av tabellen i bilagan över använt bildmaterial framgår att IR-färgfilmen i skala 1:60 000 är fotograferad tre år senare än övriga filmer. Vad detta har haft för betydelse för resultatet är svårt att säga. Höghöjds materialet är av mycket god fotografisk kvalitet jämfört med den tre år tidigare fotograferade IR-färgfilmen i skala 1:20 000, som i vissa partier är tydligt underexponerad. Det har också under dessa tre år tillkommit några stora hyggen på moränhöjderna. Skillnader i skala mellan de två IR-färgfilmerna torde dock ha betytt mest för skillnader i tolkningsresultat.

Det storskaligare bildmaterialet, 1, 2 och 3 i tabell 5, är fotograferade samma dag. I samband med fotograferingen eftersträvades även överensstämmande stråklinjer och bildcentra.

Den andra testytan, med en areal av ca 4 km² (testyta II), tolkades efter det att testyta I hade fältkarterats och med den erfarenhet av undersökningsområdets geologi som då hade vunnits. Bildmaterialet som användes vid tolkningen av denna avsevärt mindre testyta presenteras i tabell 6 i den ordningsföljd tolkningen skett. Ungefär två timmar per bildmaterial åtgick för tolkningen.

Att nästan enbart IR-färgfilm användes vid tolkningen av testyta II berodde på det goda tolkningsresultatet av testyta I med IR-färgfilm 1:20 000. Detta trots bildmaterialets dåliga fotografiska kvalitet.

Som framgår av tabellen i bilagan är bildmaterialet som använts för testyta II med ett undantag när fotograferat samma dag. Att höghöjdsfilmen är fotograferad ungefär tre månader senare än övriga filmer, är trots den större skugg-längden utan väsentlig betydelse vid jämförelser av resultaten.

TABELL 6. För testyta II använt bildmaterial.
Photographic materials used for test area II.

NR No.	FILMSLAG Film type	BILDSKALA Scale	BILDTYPE Type of image
4	PANKROMATISK FILM Panchromatic film	1:20 000	PAPPERSKOPIOR Paper prints
8	IR-FÄRGFILM IR colour film	1:60 000	DIAPPOSITIV Diapositives
7	"	1:30 000	"
6	"	1:20 000	"
5	"	1:10 000	"

NUMRERINGEN ANVÄNDS VID PRESENTATION AV BILDMATERIALDATA I BILAGA.
 The numbering corresponds with the more detailed descriptions of
 the photographic materials in the appendix.

Vid tolkning av denna yta utnyttjades möjligheten att använda varannan bild under stereobetraktningen. På så sätt erhåller man en ökad höjdskala och således skärps de topografiska skillnaderna. När tolkaren fått en viss vana bör denna teknik ge möjligheter till ett förbättrat tolkningsresultat, i de fall ett samband mellan ytform och jordart existerar.

Fältkartering

För att erhålla ett facit fältkarterades testytorna av tolkaren efter genomförda bildtolkningar. Den existerande geologiska kartan (Lundqvist 1930) innehåller dels generaliseringar som nödvändiggörs av reproduktionsskalan (1:50 000), dels en jordartsindelning som ej upplyser om den geotekniskt viktiga gränsen grovmo-finmo. Att för utvärdering av tolkningsresultaten överföra jordartsgränserna från den geologiska kartan till flygbild medför även olösliga problem. Dessa var de huvudsakliga orsakerna till att en tidskrävande, total fältkartering tillgreps. Fältkarteringen tog för testyta I ca 30 arbetsdagar och för testyta II fem arbetsdagar. Denna tidsåtgång bör sättas i relation till tidsåtgången vid flygbildstolkningarna.

Vid fältarbetet kontrollerades speciellt resultaten från tolkningarna samt de jordartsenheter som markerats på den befintliga geologiska kartan. I övrigt karterades ytorna efter linjer med ungefär 100 meters avstånd. I tveksamma fall togs jordprover för laboratorieanalyser. För orientering och inritning av jordartsgränser i fält användes ett bildpar, pankromatisk film 1:20 000, monterat för stereobetraktning. Denna teknik ger direkta fördelar vid orientering och inritning

och värdefulla erfarenheter vinnas vid de kontinuerliga jämförelserna stereobild-verklighet. Då naturen ständigt förändras, framför allt genom det moderna skogsbruket, är det viktigt att i fält använda nyligen fotograferade flygbilder.

Utvärdering

Tolkningsresultaten och resultatet av fältkarteringen för testyta I överfördes med hjälp av karteringsinstrumentet Wild B8 Aviograf till ortogonalprojektioner¹⁾ i samma skala, 1:15 000.

En annan metod tillämpades för testyta II, där karteringsresultaten överfördes till transparenta överlägg på en flygbild i skala 1:10 000. Vid överföringen användes interpretoskopet med olika förstoringar på de två objektiven.

Båda metoderna medförde att de olika tolkningsförsöken direkt kunde jämföras med facit, som erhållits genom fältkarteringarna.

Ett försök att värdera tolkningsresultaten för de skilda bildmaterialen byggde på en mätning av ytor. Svärtade ytor uppmättes med hjälp av en fotoelektrisk ytmättningsapparat (Ekman och Wastenson 1968). På detta sätt uppmättes: i fält förekommande yta för respektive jordartsgrupp, rätttolkad yta för respektive jordartsgrupp i de olika bildmaterialen samt feltolkad yta för respektive jordartsgrupp i de olika bildmaterialen med angivande av felens karaktär. Med tillgång till dessa värden kunde flera olika jämförelser göras.

Vid denna totala ytmätning framgick emellertid inte den detaljrikedom, som kännetecknade vissa bildmaterial. I ett försök att kvantifiera denna positiva egenskap räknades tolkade och fältkarterade jordartsenheter. Detta ansågs motiverat endast för berg och organiska jordarter, vilka förekom i tillräckligt antal enheter. Det som räknades var: antalet i fält förekommande jordartsenheter, antalet återfunna enheter i respektive bildmaterial samt antalet tolkade enheter i respektive bildmaterial. Resultaten av räkningarna visade att de gav en god bild av skillnaderna hos olika bildmaterial med avseende på detaljåtergivning.

Den uppgift som oftast figurerar vid presentationer av tolkningsresultat är antalet rätta tolkningar, alternativt rätt tolkad areal, dividerat med förekomst och uttryckt i procent. Denna *rätttolkningsprocent* är ej helt rättvisande. Nackdelen med denna uppgift är att den inte tar någon hänsyn till övertolkningar. Det är ingen svårighet att t. ex. för morän erhålla 100 % rätt tolkat, om man tolkar hela ytan som morän – ett exempel där problematiken är dragen till sin spets.

En undersöknings målsättning kan i vissa fall vara av den karaktären att just rätttolkningsprocenten är betydelsefull. Vid hållkartering för malmletning kan varje håll vara av värde och en avsevärd övertolkning kan därför tolereras. Tanken var dock att finna ett *jämförelsetal*, beräknat med hänsyn till övertolkningar. Detta tal skulle kunna presenteras tillsammans med rätttolkningsprocenten i

¹⁾ Överföringen till ortogonalprojektion medför att de återgivna jordartskartorna (fig. 16, 28, 33, 36, 39) ej är rektangulära.

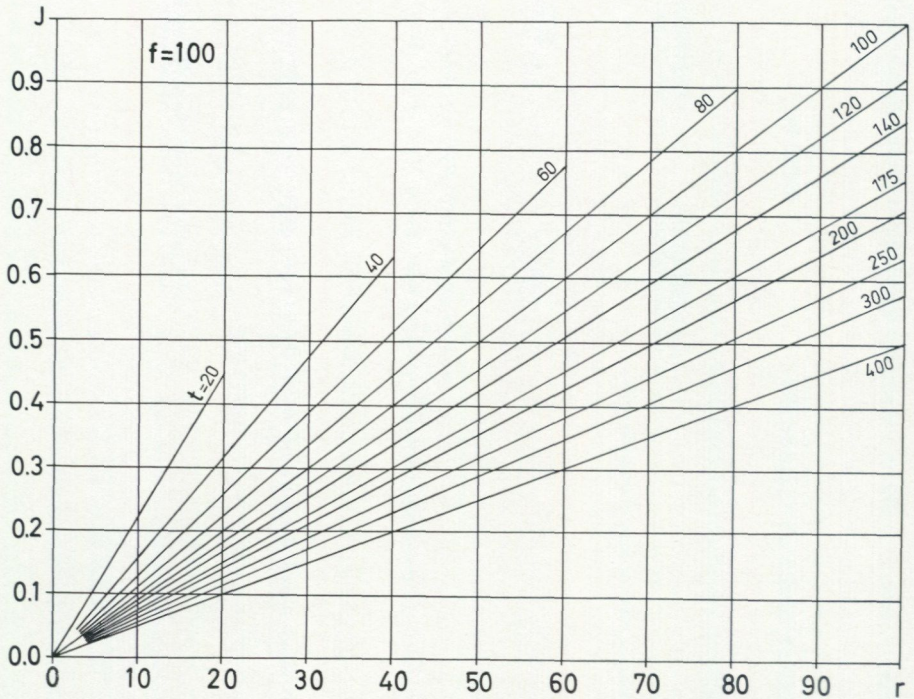


Fig. 15. Diagram visande jämförelsetalets (J) variation vid en bestämd förekomst (f) och olika värden på rättolknig (r) och antal tolkningar (t). Vid en förekomst av 100 ger t. ex. en rättolknig av 80 på 80 tolkningsförsök jämförelsetalet 0.90, medan samma rättolknig på 120 försök ger jämförelsetalet 0.73. $J = \sqrt{r/f \times r/t}$.

Diagram showing the variation of the comparison index (J) with a known occurrence (f) and different values of correct interpretation (r) and number of interpretation attempts (t). At an occurrence of 100 a correct interpretation of 80 on 80 interpretation attempts gives the comparison index 0.90, while the same correct interpretation on 120 attempts gives the comparison index 0.73. $J = \sqrt{r/f \times r/t}$.

resultaten från en metodundersökning. Vid en tillämpning av metoden kan då de undersökta bildmaterialen rangordnas antingen efter rättolkningsprocenten eller jämförelsetalet beroende på den målsättning som föreligger.

Ett tal som visade sig väl illustrera önskemålen i enlighet med diskussionen ovan består av följande faktorer, vilka normalt kvantifieras i metodundersökningar av denna typ: antalet rättolkningsalternativt rättolkad areal (r), förekomst (f) samt totala antalet tolkningar (t). Med tillgång till dessa värden bildas ett geometriskt medelvärde av r/f , vilket ger rättolkningsprocenten, och r/t . Jämförelsetalet (J) kan således skrivas:

$$J = \sqrt{r/f \cdot r/t}$$

Detta tal varierar mellan 0 och 1, där 0 innebär att ingen rättolknig har skett och 1 en maximal rättolknig utan övertolknig. Variationen sker också

rätlinjigt, vilket var ett primärt krav. I fig. 15 illustreras i ett fingerat exempel hur detta jämförelsetal varierar vid en bestämd förekomst och vid olika värden på rättolkning och antalet tolkningar.

RESULTAT VID JÄMFÖRELSEN AV OLIKA BILDMATERIAL

Resultatet från en undersökning av denna karaktär är starkt beroende av egenskaper hos tolkaren. Mest betydelsefullt är att denna person har geologiskt kunnande och tolkningserfarenhet; egenskaper som helt naturligt är svåra att kvantifiera. Då denna undersökning emellertid haft som huvudmål att jämföra olika bildmaterial och tolkningarna utförts av en och samma person, torde de här presenterade resultaten äga generell giltighet.

Testyta I

Resultaten presenteras i tabeller och kartor samt kommenteras för varje använt bildmaterial. Bildtypen har genomgående varit diapositiv.

Man kan observera att organiska jordarter har karterats relativt dåligt. En bättre karteringssäkerhet borde kunna förväntas, eftersom det normalt finns flera goda indikatorer på dessa jordarter (tabell 3, s. 25). De organiska jordarternas förekomst är dock uppdelad på en mångfald små enheter med därav orsakade tolkningsproblem. Detta framgår delvis av tabell 10.

Tabell 10 visar en klar tendens i ökad detaljrikedom från vänster till höger i tabellen. Dessutom framgår att även i det bildmaterial som av tabellen att döma är lämpligast är det en försvarlig mängd jordartsenheter som ej återfunnits. Fler-talet av dessa är dock mycket små och belägna i skogklädd terräng. De bergtytor som inte återfunnits är ofta av endast några kvadratmeters utbredning.

I fig. 16 presenteras resultaten av tolkning och fältkartering i kartform.

I följande korta kommentarer jämförs för varje bildmaterial tolkningsresultat med fältkarteringsresultat. Kartorna i fig. 16 och tabellerna 7–10 bör samtidigt studeras.

IR-färgfilm 1:60 000: En starkt generaliserad och i många detaljer felaktig bild av geologin. Vad det gäller de stora dragen, framför allt fördelningen sedimentmorän, föreligger dock huvudsakligen god överensstämmelse.

Finsediment: En stor del av finsedimentförekomsterna är rättolkade. Detta har dock delvis kunnat ske på grund av en avsevärd övertolkning. Orsaken till denna övertolkning var att den på finsedimenttytor normalt förekommande karakteristiska ojämna ytuftorkningen vid tidpunkten för fotograferingen även förekom på en del grovsedimenttytor.

Grovsediment: Den nämnda övertolkningen av finsediment har medfört att grovsedimenten blivit klart underrepresenterade.

TABELL 7. Jämförelser (uttryckta i %-tal) av hur fältkarterad areal med de olika jordartsgrupperna tolkats i respektive bildmaterial. Betr. bokstavsförkortningarna: se tabell 1, s. 7.

Percentage comparisons of how in the field mapped area of the different surficial deposits is interpreted with each photographic material. See Table 1, p. 7, for explanation of abbreviations.

IR-färgfilm 1: 60 000
IR colour film

		Tolkning Interpretation				
		F	G	O	B	M
Fält Field	F	70	19	7	-	4
	G	11	77	4	-	8
	O	2	22	56	1	19
	B	-	2	1	51	46
	M	-	6	5	4	85

Pankromatisk film 1: 20 000
Panchromatic film

		Tolkning Interpretation				
		F	G	O	B	M
Fält Field	F	70	26	3	-	1
	G	5	85	2	-	8
	O	2	18	63	-	17
	B	-	1	-	30	69
	M	-	5	1	1	93

Färgfilm 1: 20 000
Colour film

		Tolkning Interpretation				
		F	G	O	B	M
Fält Field	F	38	58	4	-	-
	G	2	88	3	-	7
	O	-	17	64	1	18
	B	-	1	-	65	34
	M	-	3	1	4	92

IR-färgfilm 1: 20 000
IR colour film

		Tolkning Interpretation				
		F	G	O	B	M
Fält Field	F	60	33	6	-	1
	G	2	86	5	-	7
	O	1	15	67	1	16
	B	-	1	-	59	40
	M	-	4	1	6	89

Organiska jordarter: De organiska jordarternas karakteristiska yttextur har ej kunnat iaktas i detta höghöjdsmaterial annat än på ett fåtal av de många små torvmarker som förekommer.

Berg: Ingen av de förekommande, små bergytorna har kunnat skiljas från omgivande morän. De stora enheterna har däremot i huvudsak kunnat karteras.

Morän: Svårigheter att bland annat identifiera block i detta småskaliga bildmaterial har medfört att vissa moränytor tolkats som grovsediment eller organisk jord.

TABELL 8. Rätt tolkad yta i respektive bildmaterial som andel av hela testytan.

Relative proportions of correctly interpreted areas with each photographic material within the total test area.

BILDMATERIAL (DIAPOSITIV) Photographic materials (diapositives)	RÄTT TOLKAT Correctly interpreted (%)
IR-FÄRGFILM 1:60 000 IR colour film	78
PANKROMATISK FILM 1:20 000 Panchromatic film	83
FÄRGFILM 1:20 000 Colour film	84
IR-FÄRGFILM 1:20 000 IR colour film	83

TABELL 9. Rättolkningsprocent (R) samt jämförelsetal (J) för respektive jordartsgrupp i de olika bildmaterialen. För en förklaring av termerna rättolkningsprocent och jämförelsetal hänvisas till s. 38.

Percentage correct interpretation (R) and comparison index (J) for each surficial deposit with the different photographic materials. For an explanation of the term comparison index see Fig. 15, p. 38.

		F	G	O	B	M
IR-färgfilm 1: 60 000 IR colour film	J	0.61	0.77	0.56	0.54	0.86
	R	70	77	56	51	85
Pankromatisk film 1: 20 000 Panchromatic film	J	0.69	0.82	0.72	0.47	0.89
	R	70	85	63	30	93
Färgfilm 1: 20 000 Colour film	J	0.53	0.84	0.70	0.66	0.91
	R	38	88	64	65	92
IR-färgfilm 1: 20 000 IR colour film	J	0.71	0.84	0.70	0.57	0.89
	R	60	86	67	59	89

TABELL 10. Antalet återfunna samt tolkade jordartsenheter (berg och organiska jordarter) i respektive bildmaterial. Å = återfunna enheter; T = tolkade enheter; F = feltolkade enheter (övertolkning).

Comparison of the number of units identified in the field with those derived from the air photographs analysis. Å = number of field mapped units correctly interpreted with the photographic material; T = total number of interpreted units indicated by the interpreter; F = number of misidentified units on the air photographs (commission error).

	Fält Field	IR-färg 1: 60 000 IR colour			Pankro 1: 20 000 Panchro			Färg 1: 20 000 Colour			IR-färg 1: 20 000 IR colour		
		Å	T	F	Å	T	F	Å	T	F	Å	T	F
Berg Bedrock	186	25	18	2	24	22	3	45	42	3	55	51	5
Organiska jord- arter Organic soils	169	52	40	2	56	62	3	75	87	7	96	104	9

Pankromatisk film 1:20 000: Totalt sett ett bättre tolkningsresultat än i IR-färgfilm 1:60 000. Dock har i pankromatiska filmen skett en avsevärd undertolkning av berg.

Finsediment: En hög rättolkningsprocent men en hel del övertolkning förekommer, vilket ger ett lägre jämförelsetal.

Grovsediment: Ett relativt gott resultat. Liksom i övriga bildmaterial har dock grovsedimentens utbredning övervärderats inom den skogtäckta delen av dalgången.

Organiska jordarter: Trots en viss detaljfattigdom är tolkningsresultatet förhållandevis gott.

Berg: I detta bildmaterial har i huvudsak endast indikatorerna ytform och topografiskt läge givit ledning vid identifiering av berg. Av denna orsak föreligger här en klar underskattning av bergets utbredning.

Morän: Bortsett från att några bergtyper klassats som morän kan tolkningsresultatet betraktas som godtagbart.

Färgfilm 1:20 000: Denna har totalt sett givit ett gott resultat. En avsevärd feltolkning av finsediment har emellertid skett.

Finsediment: En övervärdering av egenfärg som indikator, vilket kommenteras på s. 26, har medfört att en stor del av förekommande finsediment tolkats som grovsediment.

Grovsediment: Bortsett från den under finsediment nämnda övertolkningen har ett mycket gott resultat erhållits vid kartering av grovsediment.

Organiska jordarter: En ökad detaljrikedom, i jämförelse med pankromatisk film, vilket dock inte framgår av resultaten från ytmätningen.

Berg: Det bästa tolkningsresultatet med avseende på kartering av förekommande bergtyper har uppnåtts i detta bildmaterial. Detta gäller dock ej detaljrikedomen.

Morän: Resultatet kan betraktas som fullt godtagbart och endast små feltolkningar har gjorts. Blockförekomst är lätt att observera i detta bildmaterial, vilket underlättar tolkningen av moränytorna.

IR-färgfilm 1:20 000: Tolkningsresultatet har här den största detaljrikedomen, trots att vissa delar av de använda bilderna är klart underexponerade.

Finsediment: Den bästa karteringen av finsediment har erhållits med detta bildmaterial, om hänsyn tas till övertolkningar. Dock har 40 % av den verkliga finsedimentarealen ej återfunnits. Detta är ett tecken på hur svårt det är att inom det till stor del skogtäckta området skilja finsediment från övriga jordarter, särskilt från de grövre sedimenten.

Grovsediment: Ett relativt gott resultat. En viss förväxling med organiska jordarter är det allvarligaste felet.

Organiska jordarter: Vad gäller möjligheten att återfinna torvmarker är detta det klart bästa bildmaterialet.

Berg: Även vid kartering av berg ger detta bildmaterial största detaljrikedomen. Att en stor del av den totala bergytan missats beror med säkerhet på den nämnda

Fig. 16. Testyta I; tolkningsresultat och fältkarteringsresultat.

Test area I; interpretation result and field mapping result.

IR-färgfilm 1:60 000

IR colour film 1:60 000

Pankromatisk film 1:20 000

Panchromatic film 1:20 000

Färgfilm 1:20 000

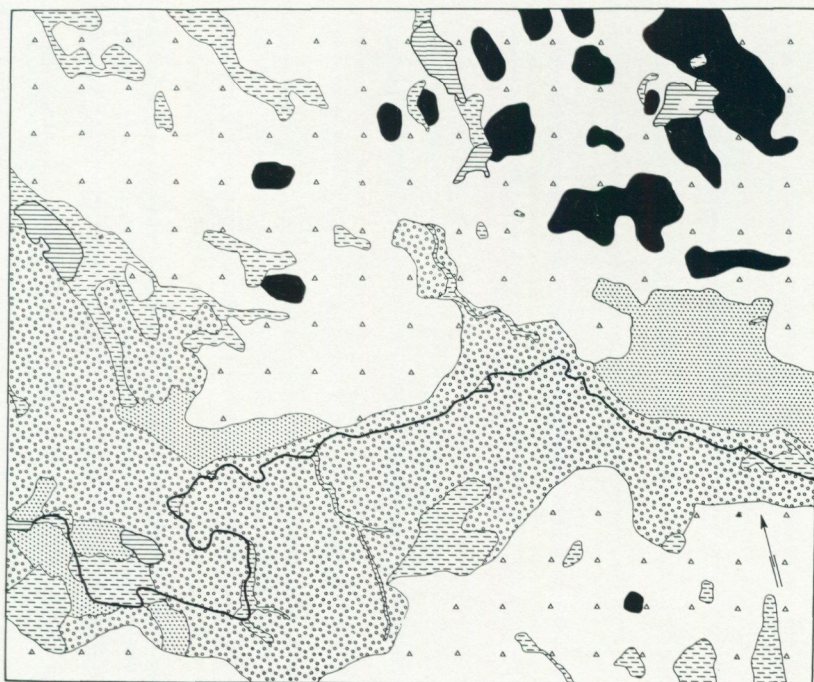
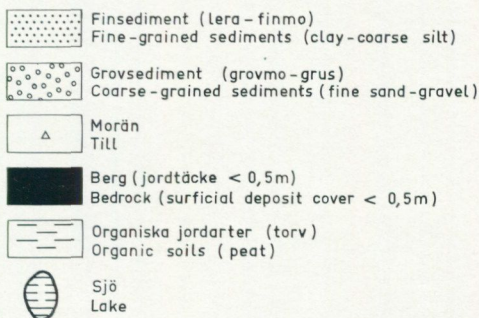
Colour film 1:20 000

IR-färgfilm 1:20 000

IR colour film 1:20 000

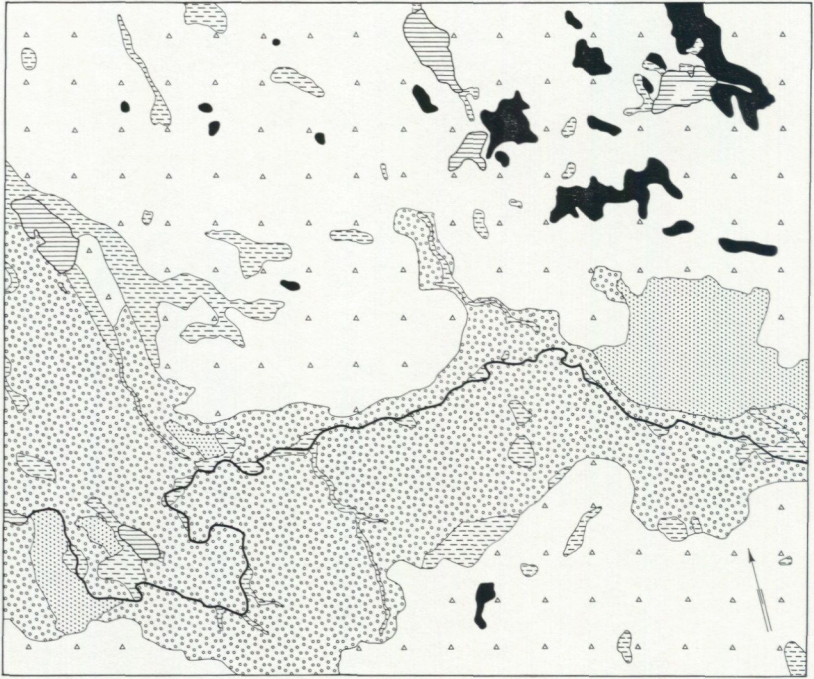
Fältkartering

Field mapping



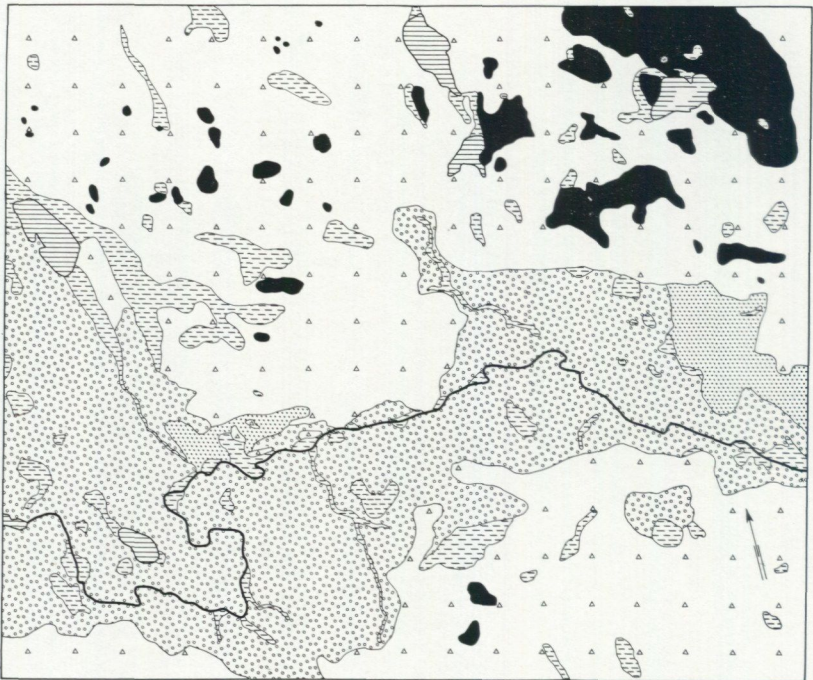
IR-färgfilm 1:60 000

1 km



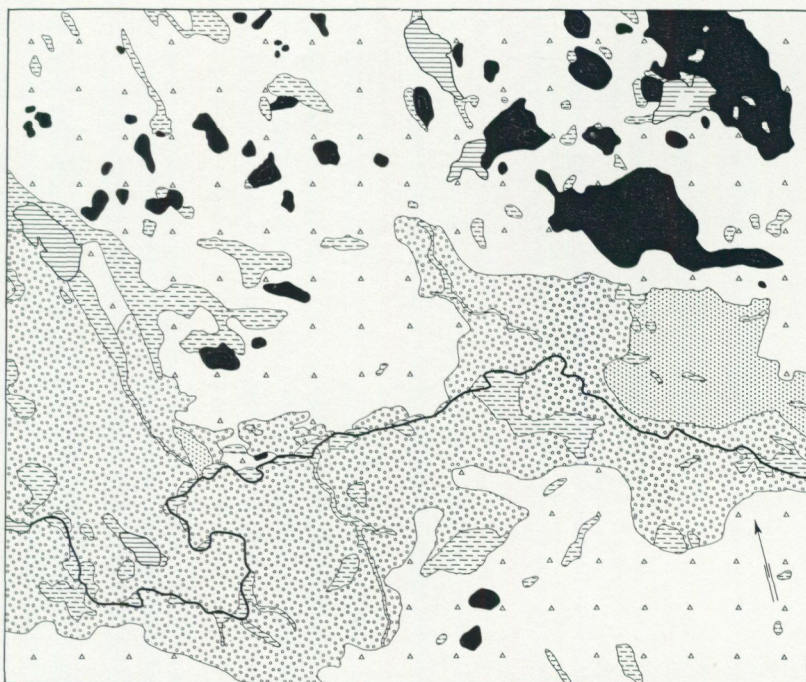
Pankromatisk film 1:20 000

1 km

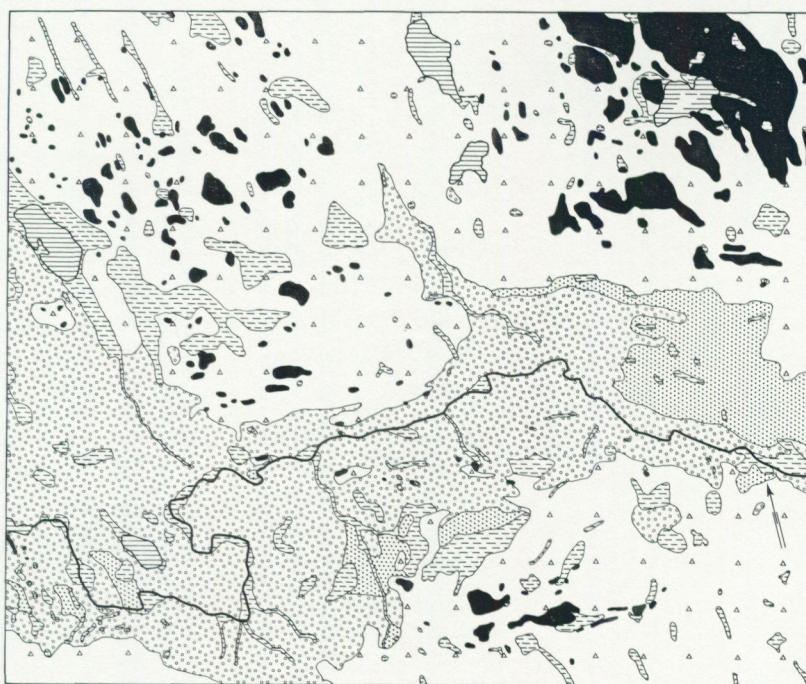


Färgfilm 1:20 000

1 km



IR - färgfilm 1:20 000



Fältkartering

underexponeringen. Ett annat märkbart fel är en övertolkning på bekostnad av morän. Det har då i de flesta fall handlat om stor- och rikblockiga ytor, som i skogtäckt terräng feltolkats som berg. Egenfärg har således övervärderats som indikator.

Morän: Bortsett från den ovan nämnda övertolkningen av berg har moränen karterats med gott resultat, till viss del tack vare att blocken är lätta att identifiera i detta bildmaterial liksom i konventionell färgfilm.

Testyta II

På motsvarande sätt som för testyta I presenteras här resultaten i tabeller och kartor följda av en kort kommentar. Observera att av den pankromatiska filmen har papperskopior använts men av övriga filmer diapositiv.

Vid genomläsning av nedanstående kommentarer, där tolkningsresultaten jämförs med fältkarteringen, bör kartorna i fig. 17 samt tabellerna 11–14 samtidigt studeras.

Pankromatisk film 1:20 000: Detta bildmaterial har gett det sämsta resultatet, vilket delvis beror på att det varit fråga om papperskopior. En avsevärd underskattning av bergförekomst samt en överskattning av torvens utbredning har skett. Det sistnämnda är inget allvarligt fel, då det i många fall av övertolkning varit fråga om ett tunt ytlager med torv på morän.

IR-färgfilm 1:60 000: Att IR-färgfilm ger goda möjligheter för kartering av berg är märkbart vid jämförelser mellan detta höghöjdsmaterial och det avsevärt storskaligare, pankromatiska bildmaterialet. En märkbar detaljfattigdom präglar dock höghöjdsbilderna.

IR-färgfilm 1:30 000, 1:20 000 och 1:10 000: Dessa bildmaterial kan kommenteras gemensamt, då resultaten är direkt jämförbara och den egentliga skillnaden är en med skalan ökande rättolkning och detaljrikedom.

Gemensamt för alla IR-bilder som testats i Malingsbundersökningen är övertolkningen av berg. Den vegetationstyp som förekommer i de lägre skikten i anslutning till berg, normalt en torr till skarp ristyp, kan i detta filmslag utan svårigheter separeras från omgivande friskare vegetation. Förändringen är helt naturligt ej bunden till en jordmäktighet på 0.5 meter, vilket är karteringsdjupet i denna undersökning. De nämnda ristyperna tycks förekomma även vid större jorddjup, vilket har orsakat en märkbar övertolkning av berg. Detta är att betrakta som ett mindre allvarligt fel, då det fortfarande är fråga om en relativt ringa jordmäktighet, huvudsakligen mindre än en meter, vilket kunde konstateras vid fältkontrollen.

TABELL 11. Jämförelser (uttryckta i %-tal) av hur fältkarterad areal med de olika jordartsgrupperna tolkats i respektive bildmaterial. Betr. bokstavsförkortningarna: se tabell 1, s. 7.

Percentage comparisons of how in the field mapped area of the different surficial deposits is interpreted with each photographic material. See Table 1, p. 7, for explanation of abbreviations.

Pankromatisk film
1:20 000
Panchromatic film

		Tolkning Interpretation		
		M	B	O
Fält Field	M	88	2	10
	B	59	40	1
	O	24	1	75

IR-färgfilm
1:60 000
IR colour film

		Tolkning Interpretation		
		M	B	O
Fält Field	M	78	14	8
	B	21	79	-
	O	30	3	67

IR-färgfilm
1:30 000
IR colour film

		Tolkning Interpretation		
		M	B	O
Fält Field	M	74	22	4
	B	10	90	-
	O	24	3	73

IR-färgfilm
1:20 000
IR colour film

		Tolkning Interpretation		
		M	B	O
Fält Field	M	74	23	3
	B	7	93	-
	O	17	3	80

IR-färgfilm
1:10 000
IR colour film

		Tolkning Interpretation		
		M	B	O
Fält Field	M	76	22	2
	B	4	96	-
	O	12	2	86

TABELL 12. Rätt tolkad yta i respektive bildmaterial som andel av hela testytan.

Relative proportions of correctly interpreted areas with each photographic material within the total test area.

BILDMATERIAL Photographic materials	RÄTT TOLKAT Correctly interpreted (%)
PANKROMATISK FILM (PAPPERSKOPIOR) Panchromatic film (paper prints) 1:20 000	72
IR-FÄRGFILM (DIPOSITIV) IR colour film (diapositives) 1:60 000	77
" " 1:30 000	78
" " 1:20 000	80
" " 1:10 000	83

TABELL 13. Antalet återfunna samt tolkade jordartsenheter (berg och organiska jordarter) i respektive bildmaterial. Å = återfunna enheter; T = tolkade enheter; F = feltolkade enheter (övertolkning).

Comparison of the number of units identified in the field with those derived from the air photographs analysis. Å = number of field mapped units correctly interpreted with the photographic material; T = total number of interpreted units indicated by the interpreter; F = number of misidentified units on the air photographs (commission error).

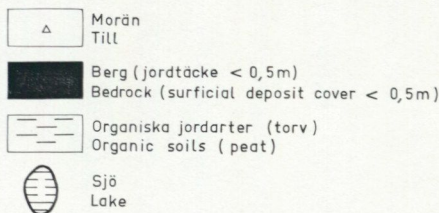
	Fält Field	Pankro 1: 20 000 <i>Panchro</i>			IR-färg 1: 60 000 <i>IR colour</i>			IR-färg 1: 30 000 <i>IR colour</i>			IR-färg 1: 20 000 <i>IR colour</i>			IR-färg 1: 10 000 <i>IR colour</i>		
		Å	T	F	Å	T	F	Å	T	F	Å	T	F	Å	T	F
Berg <i>Bedrock</i>	78	17	31	-	27	21	2	39	27	4	43	40	3	58	64	12
Organiska jord- arter <i>Organic soils</i>	66	40	33	2	29	26	1	38	39	1	47	49	3	59	71	8

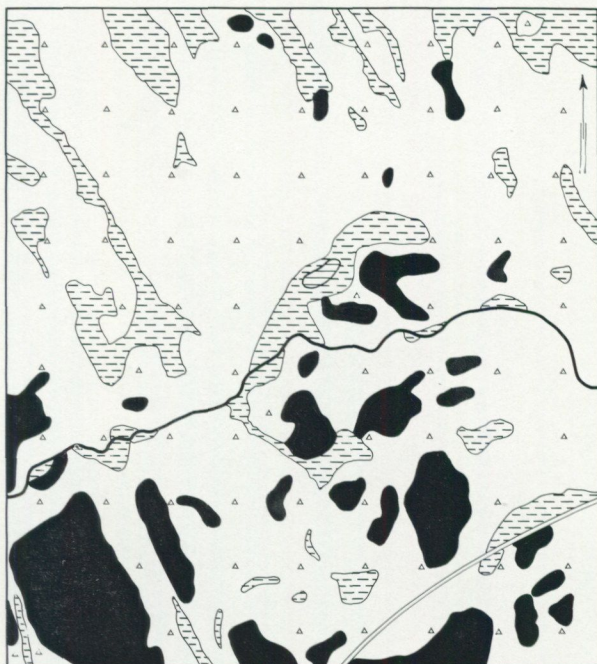
Slutligen kan en jämförelse noteras mellan den på denna yta och den på testyta I utnyttjade IR-färgfilmen i skala 1:20 000. Den senare är som nämnts av dålig fotografisk kvalitet. Då det gäller återfunna enheter med berg och organiska jordarter hittades 30 % respektive 57 % av förekommande enheter på testyta I med hjälp av IR-färgfilm i skala 1:20 000. Med motsvarande film av senare datum och bättre kvalitet återfanns 55 % respektive 71 % av på testyta II förekommande enheter med berg och organiska jordarter. Det är således en avsevärd differens i resultat, som med all säkerhet till stor del beror på nämnda fotografiska kvalitetsskillnader. Tolkarens större erfarenhet vid tolkning av testyta II är också av betydelse. I detta sammanhang bör betonas att testyta I var tolkarens första reella tolkningsuppgift. Resultaten ger således inte rättvisa åt flygbildstolkningens möjligheter.

Fig. 17. Testyta II; tolkningsresultat och fältkarteringsresultat.

Test area II; interpretation result and field mapping result.

Pankromatisk film 1:20 000	<i>Panchromatic film 1:20 000</i>
IR-färgfilm 1:60 000	<i>IR colour film 1:60 000</i>
IR-färgfilm 1:30 000	<i>IR colour film 1:30 000</i>
IR-färgfilm 1:20 000	<i>IR colour film 1:20 000</i>
IR-färgfilm 1:10 000	<i>IR colour film 1:10 000</i>
Fältkartering	<i>Field mapping</i>





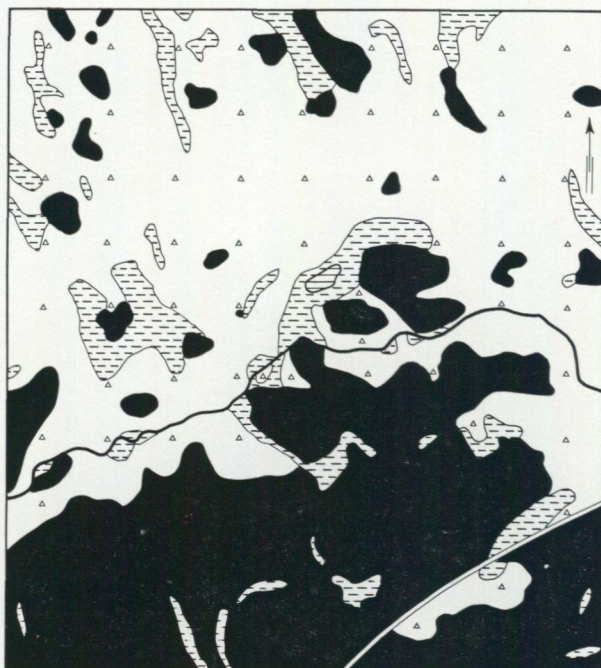
Pankromatisk film 1:20 000

0 500 m



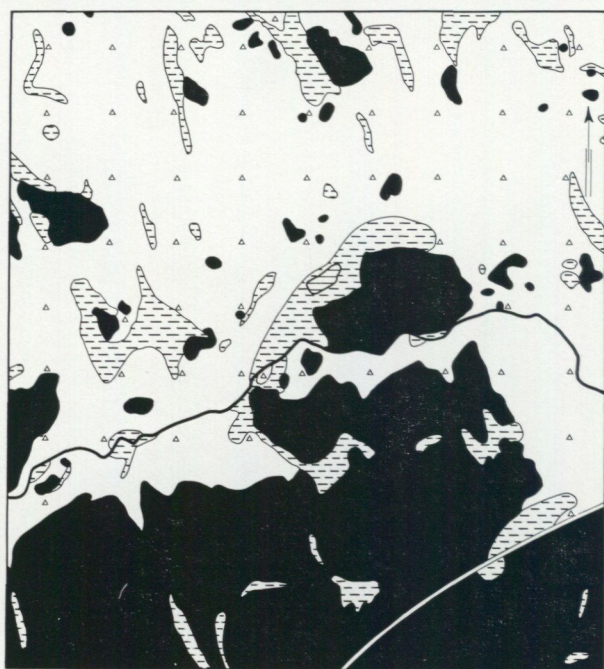
IR-färgfilm 1:60 000

0 500 m



IR-färgfilm 1:30 000

0 500 m



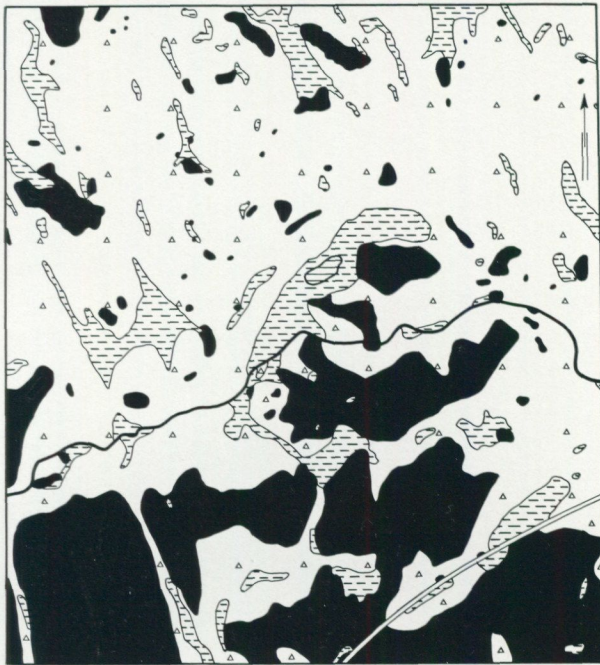
IR-färgfilm 1:20 000

0 500 m



IR-färgfilm 1:10 000

0 500 m



Fältkartering

0 500 m

TABELL 14. Rättolkningsprocent (R) samt jämförelsetal (J) för respektive jordartsgrupp i de olika bildmaterialen. För en förklaring av termerna rättolkningsprocent och jämförelsetal hänvisas till s. 38.

Percentage correct interpretation (R) and comparison index (J) for each surficial deposit with the different photographic materials. For an explanation of the term comparison index see Fig. 15, p. 38.

		M	B	O
Pankromatisk film 1:20 000 <i>Panchromatic film</i>	R	88	40	75
	J	0.80	0.60	0.65
IR-färgfilm 1:60 000 <i>IR colour film</i>	R	78	79	67
	J	0.81	0.75	0.62
IR-färgfilm 1:30 000 <i>IR colour film</i>	R	74	90	73
	J	0.81	0.77	0.73
IR-färgfilm 1:20 000 <i>IR colour film</i>	R	74	93	80
	J	0.82	0.78	0.80
IR-färgfilm 1:10 000 <i>IR colour film</i>	R	76	96	86
	J	0.85	0.81	0.86

LINKÖPINGSUNDERSÖKNINGEN

För att testresultaten skulle få en så långt möjligt generell giltighet var det nödvändigt med tester i områden med olika geologisk uppbyggnad. Som komplement till bergslagsterrängen vid Malingsbo valdes ett område söder om Linköping, då det även där fanns tillgång till vissa specialfotograferingar.

Denna undersökning liksom den vid Malingsbo använder sig ej av de möjligheter som utnyttjas vid tillämpad jordartskartering med flygbildsteknik (jfr s. 34). Detta måste betonas, då resultaten från de här undersökningarna av olika bildmaterial ej kan sägas visa hur långt man kan nå vid jordartskartering med hjälp av flygbildstolkning.

BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDET SÖDER OM LINKÖPING

Landskapet söder om Linköping övergår från utpräglat slättområde till kuperad skogsterräng på en sträcka av ca två mil. På denna sträcka utvaldes tre testytor av olika geologisk karaktär (fig. 20).

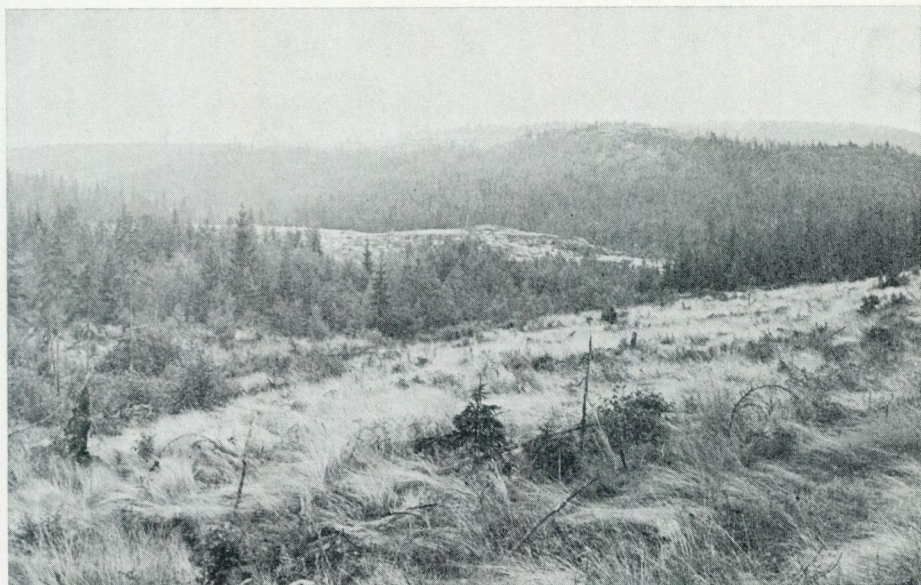


Fig. 18. Bild över del av testyta II. Moränsluttning i förgrunden, torv i närmaste sänkan och markerade bergshöjder i bakgrunden. Markbildens läge visas i fig. 8.

Part of test area II. Till in the foreground, peat in the nearest depression and bedrock hills in the background. The position of the photograph is shown in Fig. 8.



Fig. 19. Bergshöjd med mycket tunt moräntäcke där berget flerstädes går i dagen. Markbildens läge visas i fig. 8.

Bedrock hill with very thin till cover and many outcrops. The position of the photograph is shown in Fig. 8.

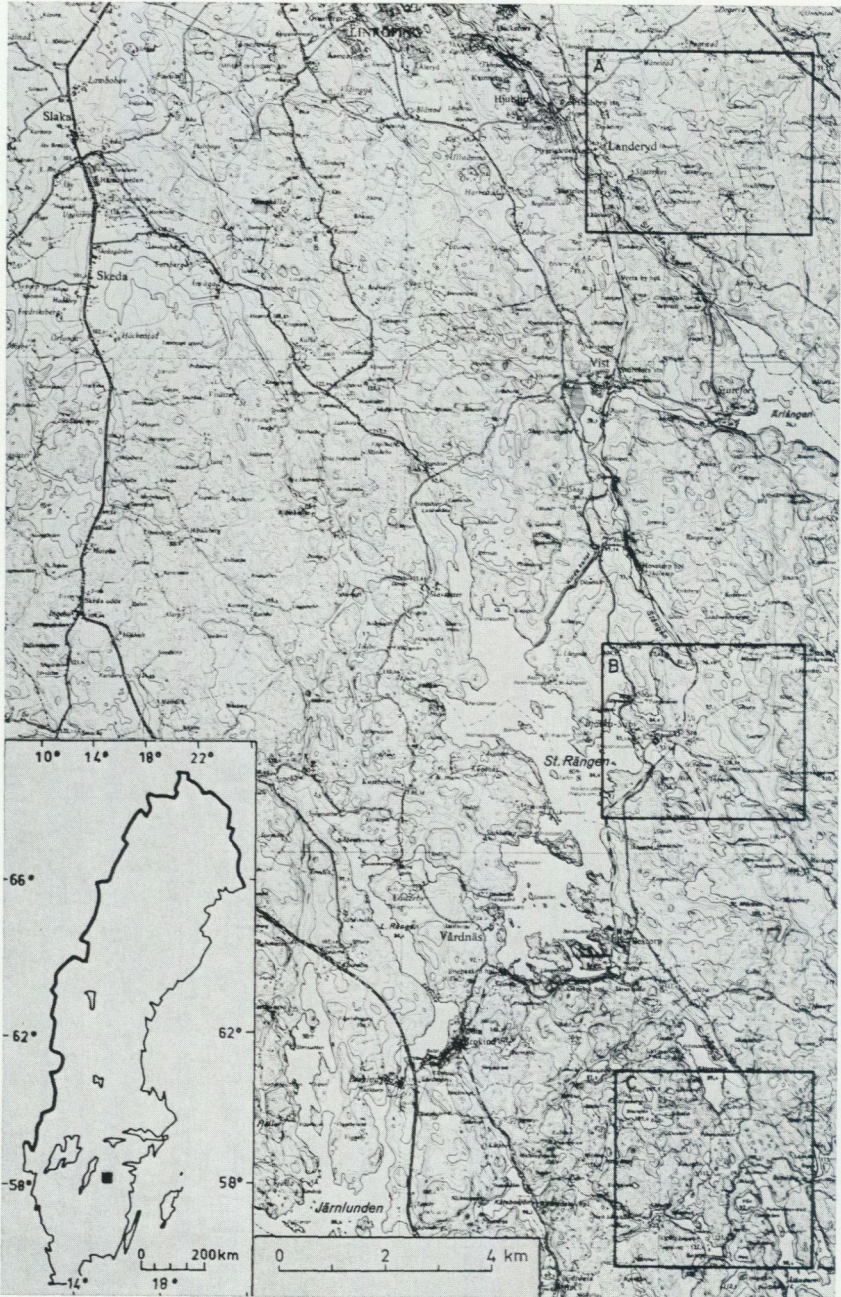


Fig. 20. Förminskad del av topografiska kartbladet 8F Linköping SO med de tre utvalda testytorna.

Part of the topographical map 8F Linköping SO on a reduced scale with the three selected test areas.



Fig. 21. Testyta A söder om Linköping. Fotograferingsdatum 1972-09-02 kl. 12.40. Med < är markerat platser för markbilder som återges i figurer med angivna nummer.
Test area A to the south of Linköping. Date of photo 1972-09-02, 12.40. < indicates terrestrial photographs of localities which are figured separately.

Testyta A, den nordligaste av de tre utvalda försöksytorna, är belägen vid Landeryd strax sydost om Linköping. Ytan är ca 14 km² och området ligger i sin helhet under högsta kustlinjen.

Med hjälp av flygbilden i fig. 21 kan ytans utseende med avseende på markanvändning m. m. utläsas. Jordarten i de uppodlade, huvudsakligen plana områdena utgörs till allra största delen av varvig lera, som också kan fortsätta som "vikar" in i de skogklädda ytorna. Dessa oftast något högre liggande ytor byggs annars huvudsakligen upp av en sandig-moig, normalblockig morän. Inom vissa höjdparter har moränen ett svallat ytskikt och i anslutning till detta förekommer ofta ansamlingar av utsvallat material, framför allt svallgrus och svallsand.

Isrörelsen under den senaste inlandsisens avsmältning från undersökningsområdet har, att döma av isräffelobservationer, varit riktad från nordväst (Johansson 1973).

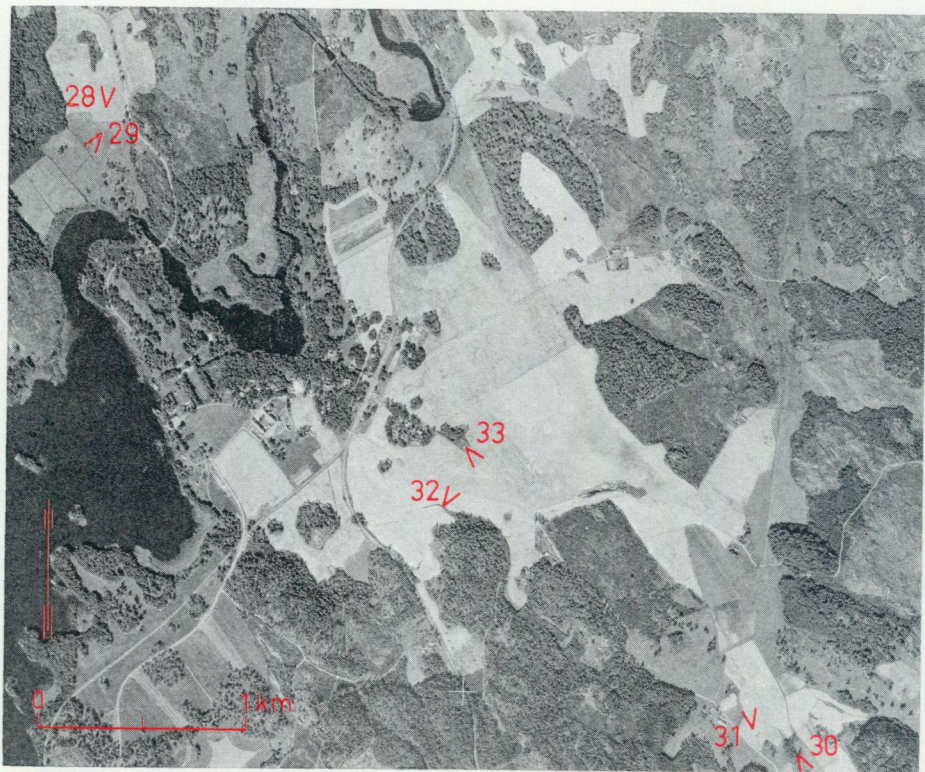


Fig. 22. Testyta B söder om Linköping. Fotograferingsdatum 1972-09-02 kl. 12.40. Med < är markerat platser för markbilder som återges i figurer med angivna nummer.
Test area B to the south of Linköping. Date of photo 1972-09-02, 12.40. < indicates terrestrial photographs of localities which are figured separately.

Testyta B ligger vid Bjärka-Säby, ca 1.5 mil söder om Linköping. Även den ytan, ca 13 km², är i sin helhet belägen under högsta kustlinjen (fig. 22).

Ett glacifluvialt stråk med grövre sediment (sand och grovmo), dock till största delen uppodlat, går snett över ytan. I anslutning till detta stråk förekommer stora ytor med utsvallad grovmo. Även dessa ytor är till största delen uppodlade.

De lägre partierna i området upptas av glacial lera samt av organiska jordarter. Höjderna består huvudsakligen av morän och berg.

Testyta C, den sydligaste av de tre testytorna, ligger omkring två mil söder om Linköping och är ca 14 km² (fig. 23). Landskapet är här uppodlat i mindre utsträckning. Det är delvis starkt kuperat och de högsta höjderna når just över högsta kustlinjen, som beräknas ligga omkring 140 m ö. h. (Johansson 1973).

Inom de starkt kuperade delarna går berget flerstädes i dagen. Sänkorna rym-

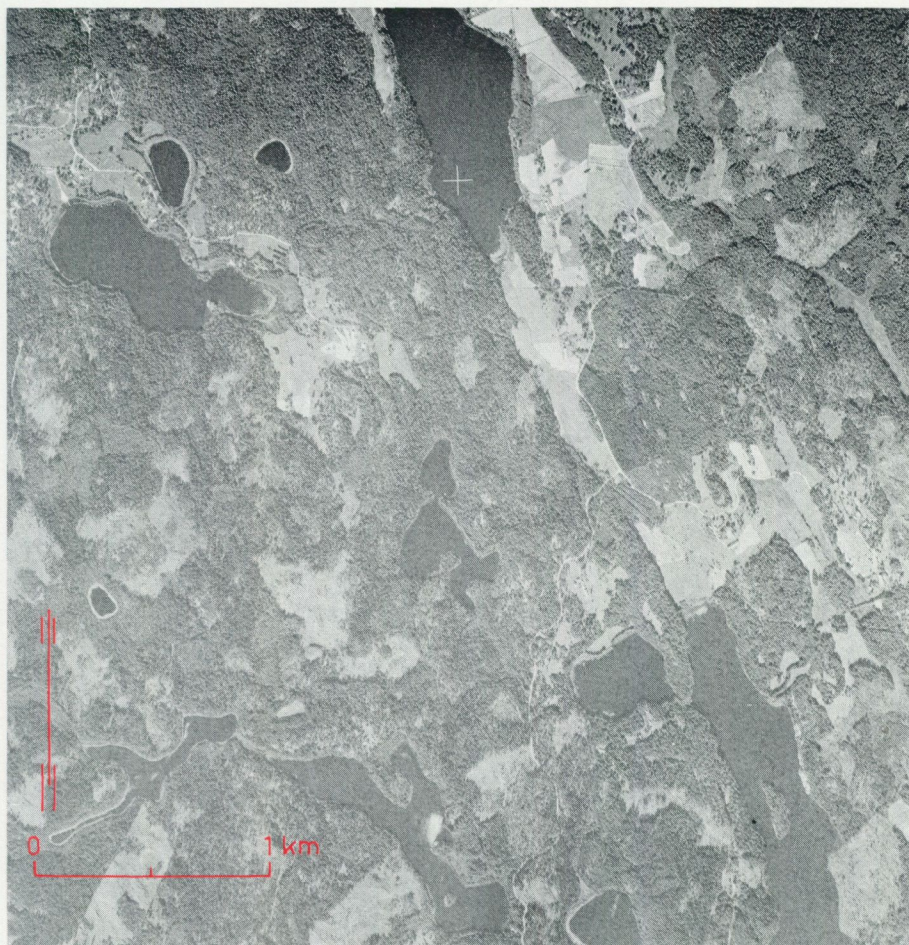


Fig. 23. Testyta C söder om Linköping. Fotograferingsdatum 1972-09-02 kl. 12.40.
Test area C to the south of Linköping. Date of photo 1972-09-02, 12.40.

mer ett antal sjöar samt en mängd torvmarker. Moränen är även här huvudsakligen av sandig-moig karaktär. Den är dock storblockig inom vissa delar. Svallsediment saknas nästan helt och den glaciala leran återfinns till största delen i de lågt liggande dalstråken.

VÄRDERING AV TOLKNINGSINDIKATORER

På motsvarande sätt som i Malingsbundersökningen kunde testytorna studeras och en bedömning göras av värdet hos där identifierbara jordartsindikatorer. Tabell 15 och 16 (s. 59 resp. s. 60) motsvaras i Malingsbundersökningen av tabell 3 resp. 4 (s. 25 resp. s. 33) och för ytterligare förklaringar hänvisas till dessa.

Nedan kommenteras kort de olika indikatorernas värde i de tre testytorna söder om Linköping.

Ytform: Mycket värdefull indikator, framför allt när det gäller att skilja finsediment samt organiska jordarter från morän och berg. För mindre svallsedimentytor i skogklädd terräng ger dock ytformen sällan tillräcklig information.

Yttextur: Moränens ojämna utseende och det kala bergets sprickmönster medger ofta möjligheter till säker identifiering. Då de organiska jordarterna huvudsakligen varit trädbevuxna eller uppodlade, har en bedömning av yttexturen endast ringa areell betydelse för dessa jordarter.

Markanvändning: Denna indikator, som huvudsakligen anger om marken är uppodlad eller ej, kan mycket ofta utnyttjas för att skilja de nästan helt uppodlade finsedimenten från morän och givetvis också från berg. Eftersom något grövre sediment, grovmo och mellansand, och även organisk jord ofta brukas, kan dock markanvändning aldrig ensam ange jordartstypen.

Vegetation: En ofta användbar indikator, speciellt vid identifiering av mindre, ej uppodlade finsedimentytor inom moränområden. Dessa finsedimentytor avslöjas genom sin lövträdsdominans. Lövträd kan i färgfilm, speciellt IR-färgfilm, med lätthet särskiljas från barrträd. I vissa topografiskt gynnsamma lägen, lägst i omgivningen, kan en samling lövträd tyda på förekomst av organiska jordarter, som dock oftast överlagrar ett finsediment.

Topografiskt läge: Den erfarenhetsbundna bedömningen av det topografiska läget ger näst ytform mest information vid jordartsbestämningen. Detta får ses som ett uttryck för betydelsen av bildtolkarens geologiska kunnande och erfarenhet av landskapets uppbyggnad.

Erosionsdetaljer: Endast ett mycket sporadiskt utnyttjande av erosionsdetaljer är här möjligt och då för att punktvis identifiera finsediment och grovsediment.

Dikning: Även detta är en s. k. punktindikator vars positiva information huvudsakligen är en viss förekomst av täckdikning i finsedimentområden samt karakteristiskt dikesutseende i organisk jord.

Egenfärg: Det relativt goda "medelvärde" för denna indikator i tabell 16 beror här framför allt på färgen, i viss mån gråtonen, hos vegetationsfria organiska jordarter och det kala, lavbeklädda berget.

Ytupptorkning: Den karakteristiskt flammiga tonen på vegetationsfria finsedimentjordar under upptorkning förekommer ej genomgående vid här aktuella fotograferingsdatum. Inget utnyttjat bildmaterial kan heller sägas vara fotograferat under optimala förhållanden med avseende på ytupptorkning, som normalt bör råda under tidig vår. En positiv faktor är organiska jordarters vanligen höga

TABELL 15. Kvalitetsbedömning av förekommande jordartsindikatorer.
Evaluation of the various indicators.

1 = ENTYDIGA INDIKATIONER Excellent indications 2 = STARKA " Good 3 = SVAGA " Poor 4 = OANVÄNDBARA " Useless INDIKATORER Indicators	JORDARTSGRUPPER Surficial deposits						
	FINESSEDIMENT (F) Fine-grained sediments (F)	GROVSEDIMENT (G) Coarse-grained sediments (G)	F + G	MORÄN (M) Till (M)	BERG (B) Bedrock (B)	M + B	ORGANISKA JORDARTER (O) Organic soils (O)
YTFORM Landform	2	2-3	2-1-3	2-3	2-1	2-1-3	2
YTTEXTUR Surface texture	3	3	2	2	2-1	2-1	2-3
MÄRKANVÄNDNING Land-use	2-3-4	3	1-2-4	3	3	1-2	2-4
VEGETATION Vegetation	2	4	2-4	3	2-4	2-3	2
TOPOGRAFISKT LÄGE Topographical position	2	3-2	2	3-2	3-2	2-1	2
EROSIONSDETALJER Erosional features	3	3	2	-	-	-	-
DIKNING Ditching	3-2	3	3-2	3	-	3	3-2
EGENFÄRG Colour	3	3	3	4	2-1	4-2-1	1
YTUPPTORKNING Drying characteristics	2-3	3	2	4-3	-	4-3	2
TÄKTVERKSAMHET Quarries	-	2	2	-	-	-	-

vattenhalt. Om denna eller jordarternas egenfärg är huvudorsaken till den mörka tonen hos vegetationsfria ytor är av mindre betydelse för denna undersökning.

Täktverksamhet: Förekomst av ett fåtal täkter vilkas karaktär binder dem vid grovsediment ger inte någon direkt större areell betydelse åt indikatorn. Dock kan en sådan entydig punktindikation fästa tolkarens uppmärksamhet vid ett visst område eller verifiera en misstanke om förekomst av grovsediment.

TABELL 16. Hur ofta har de olika indikatorerna kunnat utnyttjas för att skilja jordartsgrupperna inom de testade ytorna?

Utility of the different indicators in the test areas for the recognition of the type of surficial deposit.

	F/G	F/M	F/B	F/O	G/M	G/B	G/O	M/B	M/O	B/O	"MEDEL- VÄRDEN" "Mean"
YTFORM Landform	2	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1.5
YTTEXTUR Surface texture	4	2	1	3	2	1	3	2	2	1	2.1
MARKANVÄNDNING Land-use	3	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2.5
VEGETATION Vegetation	3	1	1	2	3	1	2	2	2	1	1.8
TOPOGRAFISKT LÄGE Topographical position	2	1	1	2	3	1	1	2	2	1	1.6
EROSIONSDETALJER Erosional features	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3.3
DIKNING Ditching	3	3	3	3	4	4	2	4	3	3	3.2
EGENFÄRG Colour	3	4	2	2	3	2	2	2	3	2	2.5
YTUPPTORKNING Drying characteristics	3	3	3	2	3	3	2	4	2	3	2.8
TÄKTVERKSAMHET Quarries	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3.6
"MEDELVÄRDEN" "Mean"	2.9	2.3	2.0	2.5	3.0	2.2	2.2	2.9	2.6	2.3	

METODIK VID UNDERSÖKNING AV TOLKNINGSSÄKERHET I OLIKA BILDMATERIAL

I detta försök att i de tre testytorna söder om Linköping undersöka vilket bildmaterial som gav det bästa tolkningsresultatet, var tillvägagångssättet i huvudsak detsamma som vid Malingsbundersökningen. Inte heller i denna undersökning studerades något befintligt geologiskt material i förväg eller företogs någon fältkontroll före eller under tolkningen.

Flygbildstolkning

Bildtolkning, gränsdragning och klassificering, har här genomgående skett i diapositiv och i de bildmaterial som presenteras i tabell 17. Tolkningen tog i anspråk ca två arbetsdagar per bildmaterial och testyta.

Som framgår av tabell 17 har filmerna exponerats vid skilda tidpunkter. Malingsbundersökningen visade dock att detta endast medför marginella effekter på tolkningsresultaten i jämförelse med de filmslagsberoende skillnaderna. Det bästa fotograferingstillfället torde här vara den 27 maj. Åkrarna är då fortfarande till stor del vegetationsfria, medan lövträden slagit ut och kontrasterar mot omgivande barrträd.

TABELL 17. För Linköpingsundersökningen använt bildmaterial.
Photographic materials used for the test areas south of Linköping.

NR No.	FILMSLAG (DIAPOSITIV) Film type (diapositives)	BILDSKALA Scale	DATUM Date	TESTYTA Test area		
				A	B	C
2	PANKROMATISK FILM Panchromatic film	1:30 000	2.9.72	X	X	X
5	IR-FÄRGFILM IR colour film	1:20 000	7.8.74	X		
1	"	1:50 000	"	X	X	X
4	"	1:20 000	27.5.75		X	X
3	FÄRGFILM Colour film	1:20 000	"		X	X

NUMRERINGEN ANVÄNDS VID PRESENTATION AV BILDMATERIALDATA I BILAGA.

The numbering corresponds with the more detailed descriptions of the photographic materials in the appendix.

Det pankromatiska bildmaterialet är från den allmänna omdrevsfotograferingen med den därav bestämda skalan. Kritik skulle av denna anledning kunna riktas mot att jämförelser görs med de något storskaligare färgbilderna. Nu visade det sig, att även resultaten från tolkning i höghöjds materialet, IR-färgfilm 1:50 000, i många fall var bättre än de från tolkning i pankromatiska filmen.

Testyta A fältkontrollerades i ett skede då ett bildmaterial återstod att tolka för ytorna B och C. Erfarenheter från fältkontrollen av testyta A kom således enbart dessa sist tolkade bildmaterial till godo, vilket kan märkas på tolkningsresultaten. För yta B var det en IR-färgfilm (nr 4) och för yta C den normala färgfilmen (nr 3) som tolkades sist. Genom att det var två olika filmslag i samma skala och med samma fotograferingsdatum, fanns dock fortfarande möjligheter till direkta jämförelser.

I övrigt har tolkningsmetodiken varit densamma som vid Malingsbunder-sökningen.

Fältkartering

För att erhålla ett "facit" att jämföra tolkningsresultaten med, utnyttjades nykarterade jordartsgeologiska kartor från Sveriges geologiska undersökning (SGU). Genom SGU:s tillmötesgående fick författaren möjlighet att använda fältarbetsmaterialet till dessa kartor. Under 1970-talet har SGU mer och mer utnyttjat ekonomiska kartan i skala 1:10 000 som fältarbetskarta. Numera ritas den karterade informationen genomgående först in på ekonomiska kartan, varvid viss



Fig. 24. Ett stort, nästan helt begravt block som såväl i flygbild som vid fältkartering med svårighet kan skiljas från berghäll. Markbildens läge visas i fig. 21.

A large, almost completely buried boulder which on aerial photo as well as in field is difficult to distinguish from a bedrock outcrop. The position of the photograph is shown in Fig. 21.



Fig. 25. Berghäll; jämför fig. 24. Markbildens läge visas i fig. 21.

Bedrock outcrop; compare with Fig. 24. The position of the photograph is shown in Fig. 21.

generalisering sker med tanke på presentation i skala 1:50 000. Det storskaliga materialet finns att tillgå och medger goda orienteringsmöjligheter, vilket ökar det allmänna värdet av SGU:s karteringar.

Genom fältkontroller, styrda av tolkningsresultat och tillgängligt geologiskt material, kunde SGU:s kartor kompletteras. Fältkontrollerna gällde huvudsakligen platser där avvikelser mellan tolkning och befintliga kartor förelåg.

Den slutliga produkten kan naturligtvis inte i något fall betraktas som helt överensstämmande med verkligheten. Det kan även i vissa fall vara så att gränsdragningen i en flygbild, då jordartsgränsen t. ex. sammanfaller med en vegetationsgräns, är mer korrekt än den fältkarterade.

Utvärdering

Resultaten från flygbildstolkningen av de tre testytorna i de olika bildmaterialen överfördes i karteringsinstrument Wild B8 Aviograf till skala 1:10 000 för direkt jämförelse med fältkarteringsresultatet.

För att kvantifiera skillnader mellan olika bildmaterial med avseende på tolkningsresultat räknades verkliga samt i flygbilden rätt tolkade beskrivningsenheter för varje jordartsgrupp. Även karaktären hos förekommande feltolkningar noterades. På detta sätt kunde man bedöma säkerheten vid framför allt jordartsbestämning, men det togs även hänsyn till gränsdragningen mellan de skilda jordartsgrupperna. Ett sätt att utvärdera möjligheterna till gränsdragning vore att arbeta efter godtyckligt lagda, räta linjer över de tolkade samt fältkarterade ytorna, för att på detta sätt kvantifiera gränsdragningsfelen i antal meter. Att denna metod ej har utnyttjats här beror huvudsakligen på en motvilja att arbeta med orealistiskt hög mätnoggrannhet. Som exempel kan nämnas att det även i fält ofta är mycket svårt att dra gränser mellan finsediment och grovsediment, mellan svallsediment och morän samt mellan berg med tunt moräntäcke och morän.

Den utvärderingsmetod som användes vid Malingsbundersökningen, mätning av rätt- och feltolkade ytor, gav ej något riktigt utslag på de testade bildmaterialens totala kapacitet. Ytmätning kan dock ibland ge värdefulla upplysningar, vilket här har utnyttjats.

Kartredovisning av tolkningsresultaten möjliggör en visuell jämförelse med fältkartan och är kanske det bästa sättet att illustrera tolkningsmöjligheterna i olika flygbildsmaterial.

RESULTAT VID JÄMFÖRELSEN AV OLIKA BILDMATERIAL

Resultaten redovisas i tabellform och som kartor. De resultat, som presenteras i tabellerna, gäller antal beskrivningsenheter och tar ingen hänsyn till enheternas storlek. Ju mindre ytorna är, desto större är chansen att de skall undgå upptäckt. Siffrorna i tabellerna får således ej betraktas som några areella mått.



Fig. 26. De ljusa lövträden visar var finsediment går in som en vik i den barrskogstäckt moränytan. Markbildens läge visas i fig. 21.

The light broadleaf trees show where the fine-grained sediment continues into the till area. The position of the photograph is shown in Fig. 21.



Fig. 27. Svallsediment (sand) med vegetationsfria ytor i anslutning till en liten täkt (ej synlig på denna bild). Markbildens läge visas i fig. 21.

Beach deposits (sand), partly without vegetation, near a small quarry (not visible on this photo). The position of the photograph is shown in Fig. 21.

Testyta A

Resultatet presenteras först i matriser (tabell 18), som ordnats i den följd i vilken bildmaterialet har tolkats. Matriserna tyds enligt följande. Av de enheter med finsediment som påträffats vid fältkartering (44 st) har 27 % tolkats korrekt i bildmaterialet IR-färgfilm 1:50 000. 18 % tolkades som grovsediment, 9 % tolkades som organiska jordarter samt 46 % som morän. Den rättolkningsprocent som redovisas separat för varje bildmaterial visar det totala antalet rätt tolkade enheter i procent av antalet verkligt förekommande.

Som motvikt till det låga procenttalet för antalet rätt tolkade finsedimenttytor kan nämnas att 83 % av den totala finsedimentytan har tolkats riktigt i detta bildmaterial. Det kan också sägas att tolkarens brist på erfarenhet, vad det gäller den rika förekomsten av små finsedimenttytor uppe på moränhöjderna i dessa områden, är en av orsakerna till att så många av ytorna feltolkades. Normalt framträder dessa finsedimenttytor genom lövträdsinslag, som i IR-färgfilm klart kontrasterar mot omgivande barrträd. Möjligheten att skilja lövträd från barrträd är dock avsevärt mindre i pankromatisk film. Det faktum, att det även på organiska jordarter kan växa lövträd i täta bestånd, komplicerar tolkningen. Det är då nästan alltid fråga om albestånd, vilka går att identifiera, speciellt om IR-färgfilm utnyttjas.

Ytorna i tabell 18 och i motsvarande tabeller för testytorna B och C är ej i samtliga fall helt avgränsade ytor. Där det ansetts vara motiverat har vissa mer komplicerade ytor delats upp i två eller flera beskrivningsenheter.

I följande korta kommentarer diskuteras varje jordartsgrupp för sig. Matriserna i tabell 18 och kartpresentationen i fig. 28 bör studeras samtidigt.

Finsediment: De stora uppodlade ytorna av finsediment har kunnat tolkas med hög nöjaktighet i allt bildmaterial. Det låga procenttalet för rätt tolkade enheter beror på svårigheter att urskilja de många små finsedimentytorna uppe på de skogklädda moränhöjderna. I IR-färgfilm 1:20 000 har flertalet av dessa observerats men till stor del tolkats som organiska jordarter. Att detta problem i de flesta fall kan lösas, visar resultaten från de sist tolkade bildmaterialen över ytorna B och C. Då hade tolkaren fått den nödvändiga erfarenheten genom fältkontrollen av yta A.

Grovsediment: I de flesta fall är det här fråga om mindre ytor med svallsediment i skogklädd terräng – tunna och utan egen topografi – vilka är mycket svåra att identifiera. Om täktverksamhet förekommer, kan detta vara en indikation på en anrikning av ett utsvallat grövre sediment. Mindre svallsedimenttytor i skog är dock mycket svåridentifierbara i flygbilder.

Organiska jordarter: Ett synnerligen gott tolkningsresultat erhöles med IR-färgfilm 1:20 000 jämfört med övriga två bildmaterial, dock förekommer en viss övertolkning. Urskiljbara förekomster av lövträd i barrskogen samt en synlig färgförändring hos barrträden inom försumpade områden har här givit värdefulla

TABELL 18. Jämförelser i %-tal av hur i fält förekommande ytor med de olika jordarts-grupperna tolkats i respektive bildmaterial, testyta A. Betr. bokstavsförkortningarna: se tabell 1, s. 7.

Percentage comparisons of how in the field existing units with the different surficial deposits are interpreted with each photographic material, test area A. See Table 1, p. 7, for explanation of abbreviations.

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	27	18	9	46	-	44 st
	G	30	20	-	50	-	40 st
	O	3	6	41	50	-	32 st
	M	8	8	1	82	1	140 st
	B	4	2	-	34	60	607 st

IR-färgfilm 1:50 000
IR colour film

Rätttolkningsprocent 60
Percentage correctly interpreted 60

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	27	23	14	36	-	44 st
	G	32	28	-	40	-	40 st
	O	6	13	56	25	-	32 st
	M	7	7	1	84	1	140 st
	B	2	3	-	49	46	607 st

Pankromatisk film 1:30 000
Panchromatic film

Rätttolkningsprocent 51
Percentage correctly interpreted 51

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	27	16	32	25	-	44 st
	G	27	28	-	45	-	40 st
	O	-	3	97	-	-	32 st
	M	4	1	1	93	1	140 st
	B	1	-	-	15	84	607 st

IR-färgfilm 1:20 000
IR colour film

Rätttolkningsprocent 81
Percentage correctly interpreted 81

indikationer. Att IR-färgfilm 1:50 000 visar ett så avsevärt sämre resultat beror huvudsakligen på att flertalet torvmarker är av ringa utbredning.

Morän: Av moränens här särskiljbara 140 beskrivningsenheter är merparten små moränholmar inom de uppodlade områdena. IR-färgfilm 1:20 000 har givit ett något bättre resultat vid klassificeringen än de två andra bildmaterialen.

Berg: Vissa delar av området är mycket rikt på berg i dagen. Med hjälp av IR-färgfilm, speciellt i skala 1:20 000, kunde flertalet av dessa enheter återfinnas. Stora block som ej höjer sig märkbart över markytan kan dock leda till feltolkning. Även blockrösen tolkades i många fall som berg. Feltolkningar av den arten kunde korrigeras när tolkaren fått ökad erfarenhet av områdets geologi. Det visar de förbättrade resultaten efter fältkontrollen av yta A.

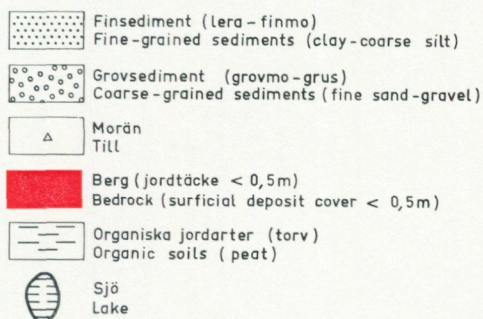
Testyta B

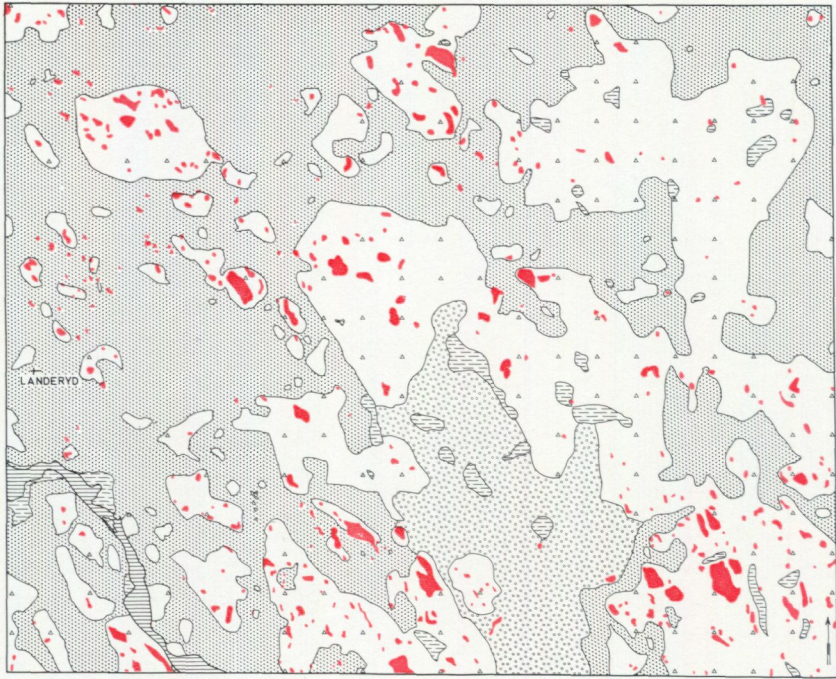
Resultatredovisning sker här på samma sätt som tidigare med matriser (tabell 19), när det gäller beskrivningsenheter, samt i form av en kartpresentation (fig. 33). I de efterföljande kommentarerna diskuteras enbart skillnader eller för denna yta speciella förhållanden.

Den ordning matriserna presenteras i följer även här tolkningsordningen. Vid tolkningen av det sista bildmaterialet för yta B fanns dock erfarenheter från fältkontrollen av yta A, som genomfördes innan det sista bildmaterialet för ytorna B och C tolkades. Detta torde vara en del av orsaken till de goda resultaten för IR-färgfilm 1:20 000 vad gäller återfunna finsedimenttytor och den minskade övertolkningen av berg.

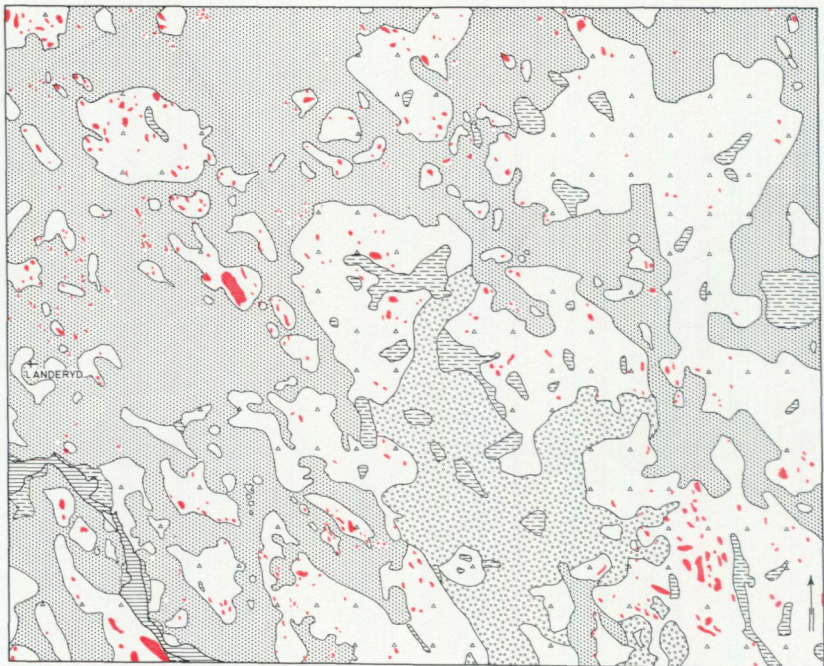
Fig. 28. Testyta A; tolkningsresultat och fältkarteringsresultat.
Test area A; interpretation result and field mapping result.

IR-färgfilm 1:50 000	<i>IR colour film 1:50 000</i>
Pankromatisk film 1:30 000	<i>Panchromatic film 1:30 000</i>
IR-färgfilm 1:20 000	<i>IR colour film 1:20 000</i>
Fältkartering	<i>Field mapping</i>

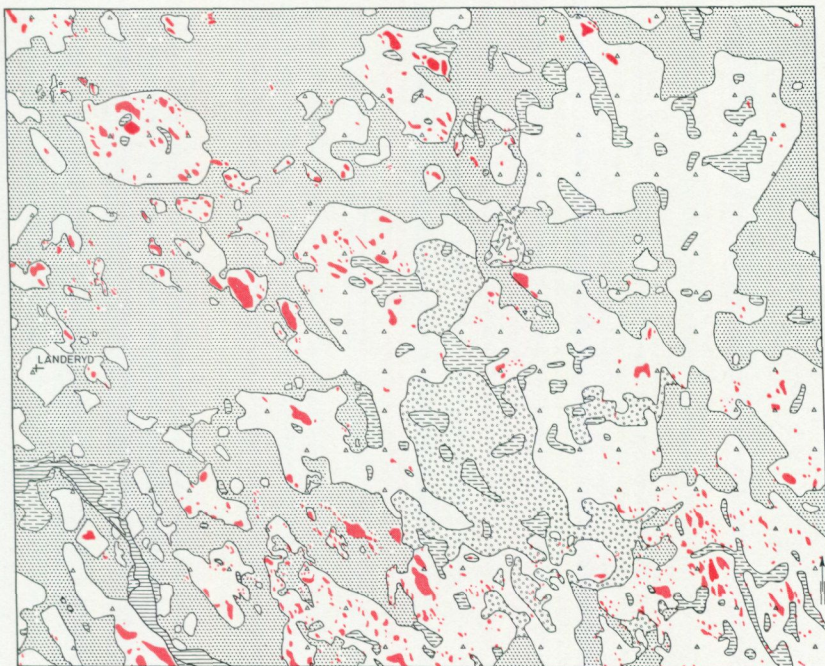




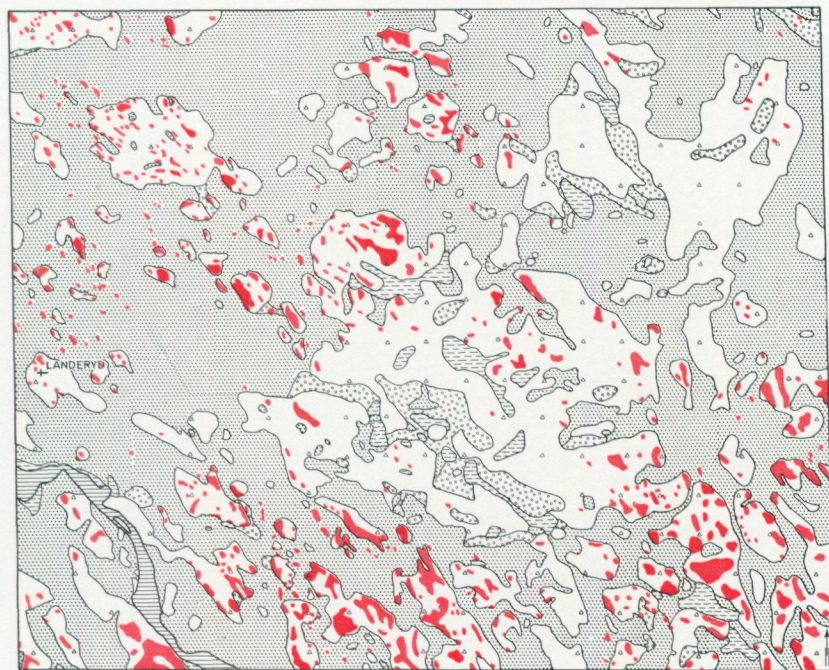
A IR - färgfilm 1:50 000



A Pankromatisk film 1:30 000



A IR-färgfilm 1:20 000



A Fältkartering



Fig. 29. Trädkantad väg framdragen på krönet av en låg rullstensås. Markbildens läge visas i fig. 22.

Tree-lined road on a low esker. The position of the photograph is shown in Fig. 22.

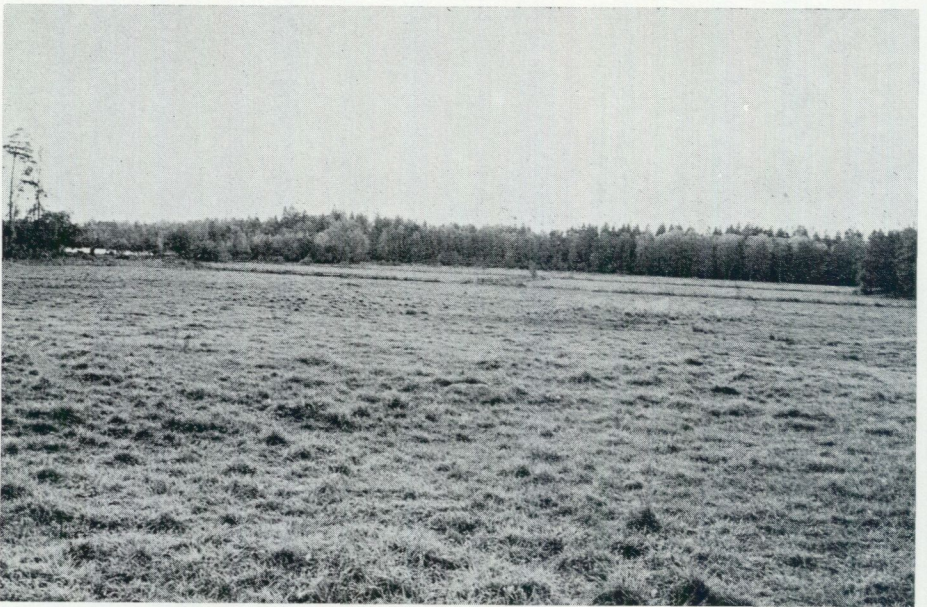


Fig. 30. Torv med karakteristisk tuvighet och dikning i lågt topografiskt läge nära en sjö. Markbildens läge visas i fig. 22.

Peat with a characteristically tufty surface and with ditching, in a low topographical position near a lake. The position of the photograph is shown in Fig. 22.

TABELL 19. Jämförelser i %-tal av hur i fält förekommande ytor med de olika jordartsgrupperna tolkats i respektive bildmaterial, testyta B. Betr. bokstavsförkortningarna: se tabell 1, s. 7.

Percentage comparisons of how in the field existing units with the different surficial deposits are interpreted with each photographic material, test area B. See Table 1, p. 7, for explanation of abbreviations.

IR-färgfilm 1:50 000
IR colour film

Rättolkningsprocent 51
Percentage correctly interpreted 51

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	40	24	9	27	-	45 st
	G	13	61	-	26	-	23 st
	O	13	13	39	35	-	31 st
	M	21	17	3	59	-	86 st
	B	2	4	-	43	51	325 st

Pankromatisk film 1:30 000
Panchromatic film

Rättolkningsprocent 45
Percentage correctly interpreted 45

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	40	11	11	38	-	45 st
	G	22	48	-	30	-	23 st
	O	10	13	55	22	-	31 st
	M	15	9	6	70	-	86 st
	B	3	2	-	56	39	325 st

Färgfilm 1:20 000
Colour film

Rättolkningsprocent 59
Percentage correctly interpreted 59

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	36	18	16	30	-	45 st
	G	9	61	4	26	-	23 st
	O	13	6	65	16	-	31 st
	M	9	8	6	77	-	86 st
	B	2	1	-	40	57	325 st

IR-färgfilm 1:20 000
IR colour film

Rättolkningsprocent 70
Percentage correctly interpreted 70

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	62	7	9	22	-	45 st
	G	26	48	4	22	-	23 st
	O	16	3	71	10	-	31 st
	M	12	5	-	83	-	86 st
	B	2	-	-	29	69	325 st

Finsediment: Det sist tolkade bildmaterialet, IR-färgfilm 1:20 000, har det största antalet rätt tolkade finsedimenttytor, av vilka många är små, ej uppodlade enheter. Erfarenheter från fältkontrollen av testyta A har säkerligen haft en viss inverkan på resultatet för detta bildmaterial. Möjligheten att på IR-färgfilm särskilja vegetation är här även en betydelsefull faktor. En fortsatt undersökning av kopplingen vegetation—jordart kan förmodligen ge ytterligare information med avseende på detta tolkningsproblem.

Grovsediment: Det glaci-fluviala stråket, som går snett över ytan, har kunnat identifieras ganska väl tack vare sin i stora delar karakteristiska ytförm. Det



Fig. 31. Ett parti av en rullstensås framträder som en rygg med ljus gråton i den vegetationsfria åkern. Den mörka gråtonen i åkern indikerar hög organisk halt. Markbildens läge visas i fig. 22.

A part of an esker can be seen as a light ridge in the tilled field. The dark grey tone in the field indicates soil rich in humus. The position of the photograph is shown in Fig. 22.



Fig. 32. Profilen av den mäktiga rullstensåsen vid Bjärka-Säby. Markbildens läge visas i fig. 22.

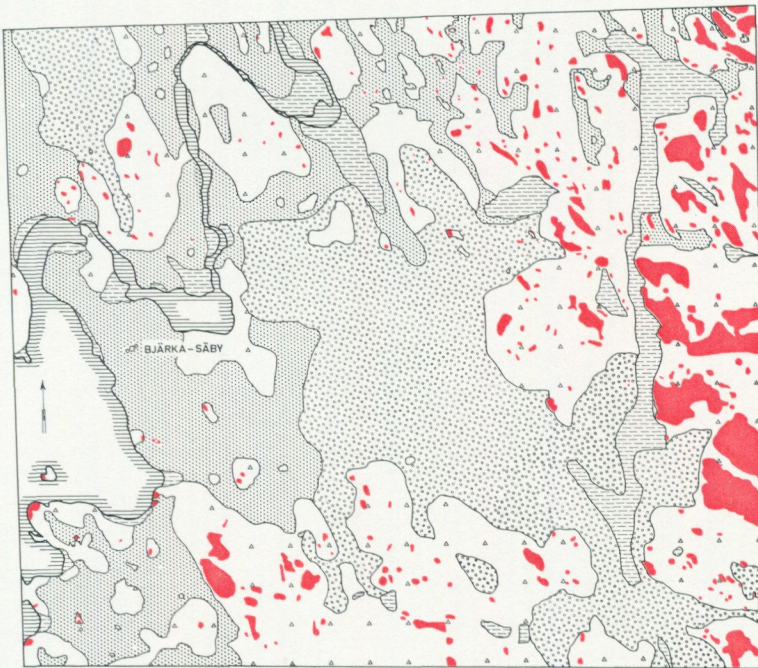
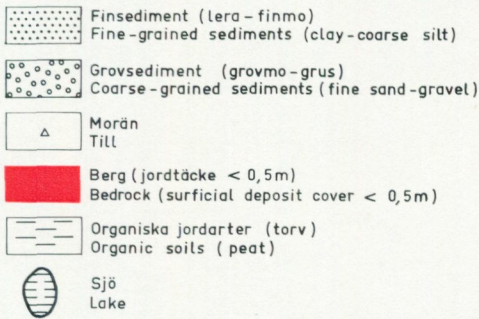
The big esker at Bjärka-Säby. The position of the photograph is shown in Fig. 22.

bästa tolkningsresultatet tycks föreligga för IR-färgfilm 1:50 000 samt normal färgfilm 1:20 000. Det positiva intrycket förts något av en markant övertolkning i dessa bildmaterial.

Organiska jordarter: Vid fältkontrollen av testyta A framkom att många ytor som

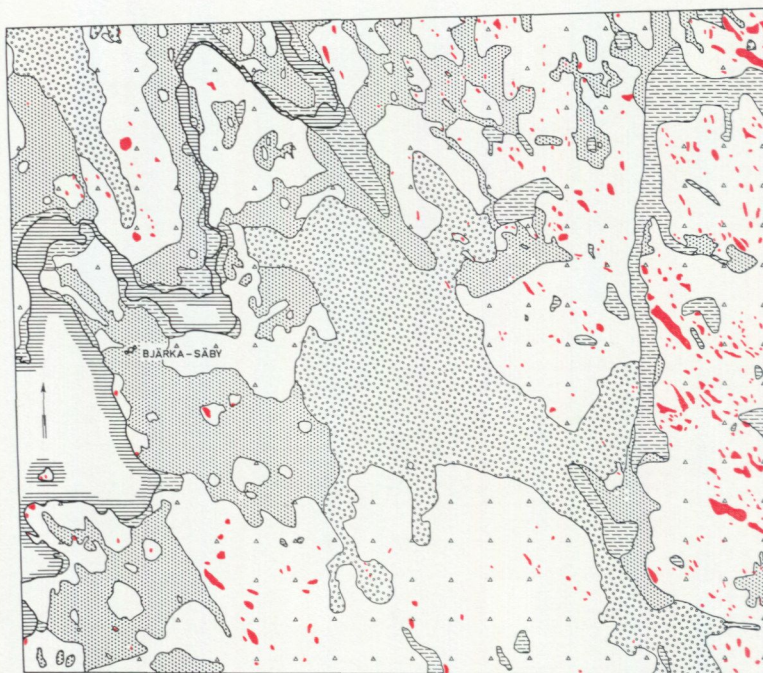
Fig. 33. Testyta B; tolkningsresultat och fältkarteringsresultat.
Test area B; interpretation result and field mapping result.

IR-färgfilm 1:50 000	<i>IR colour film 1:50 000</i>
Pankromatisk film 1:30 000	<i>Panchromatic film 1:30 000</i>
Färgfilm 1:20 000	<i>Colour film 1:20 000</i>
IR-färgfilm 1:20 000	<i>IR colour film 1:20 000</i>
Fältkartering	<i>Field mapping</i>



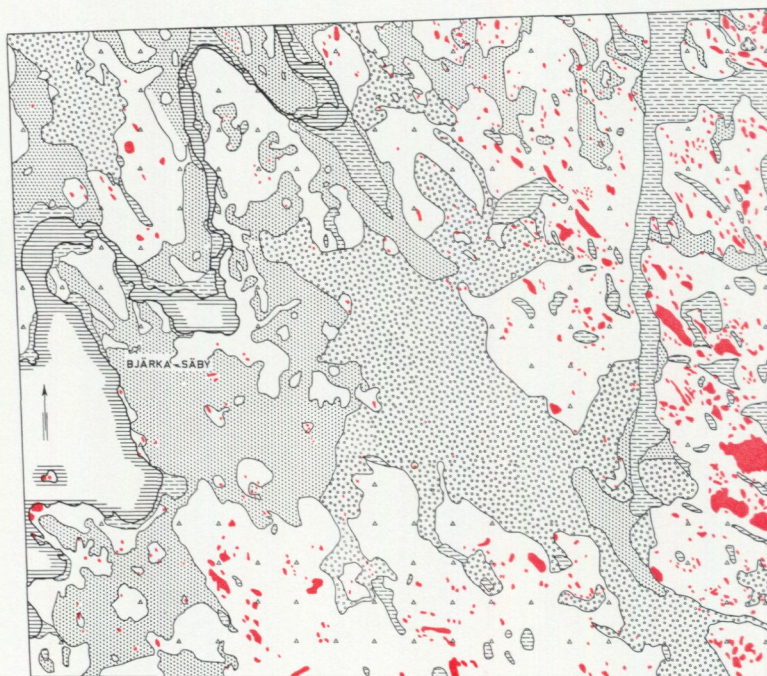
B IR - färgfilm 1:50 000

0 500 1000 m



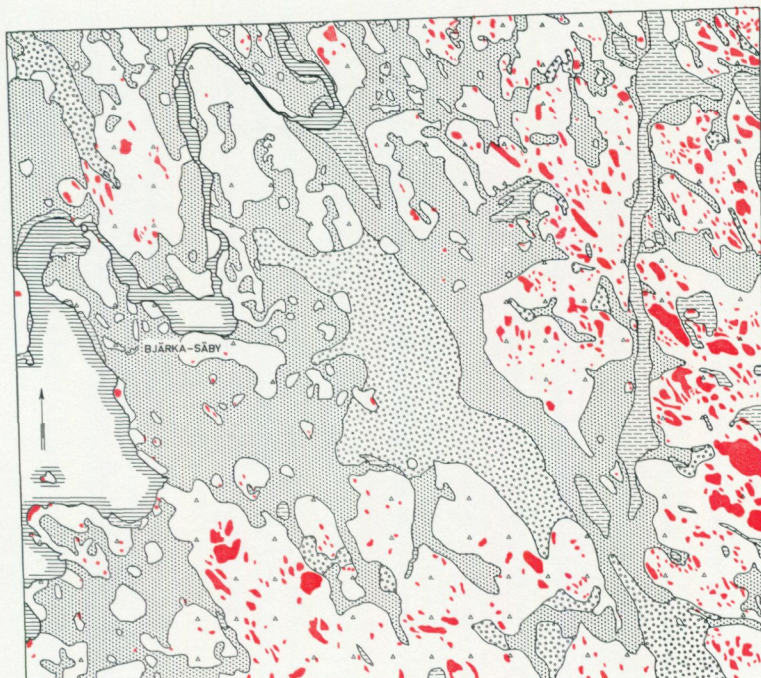
B Pankromatisk film 1:30 000

0 500 1000 m



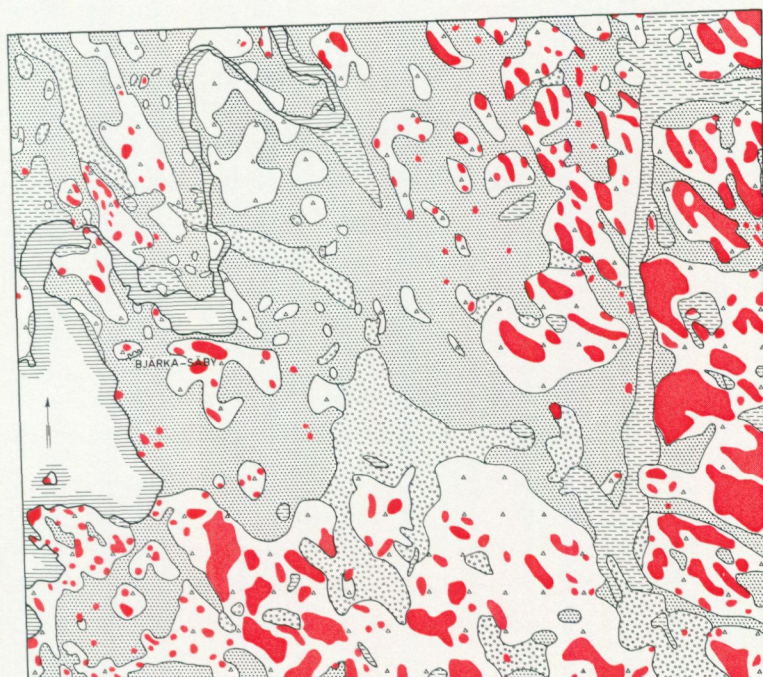
B Färgfilm 1:20 000

0 500 1000 m



B IR-färgfilm 1:20 000

0 500 1000 m



B Fältkartering

0 500 1000 m

hade tolkats som organiska jordarter i verkligheten var finsediment. Antalet övertolkningar vid tolkningen av testyta B blev därför avsevärt mindre för den sist tolkade IR-färgfilmen i skala 1:20 000 än för den normala färgfilmen i samma skala. Trots detta var antalet rätt tolkade enheter fler i IR-färgfilmen, vilket naturligtvis förhöjer värdet av denna film.

Berg: Även för tolkning av berg vanns erfarenheter vid fältkontrollen av testyta A, där en hel del större block samt blockrösen tolkats som berg. Denna erfarenhet medförde att antalet övertolkningar blev minst för den sist tolkade IR-färgfilmen 1:20 000. Att antalet rätt tolkade enheter ändå blev störst i detta bildmaterial är ej förvånande med tanke på IR-färgfilmens tidigare påvisade kvalitet i samband med kartering av berg.

Testyta C

Resultaten presenteras även här med matriser i samma ordningsföljd som bildmaterialet tolkats (tabell 20). Dessa matriser följs av tolkade kartor jämförda med en fältkarterad karta (fig. 36) samt några korta kommentarer.

Det är här den normala färgfilmen som tolkats sist. Fältkontrollen av testyta A bör således ha påverkat resultatet för detta bildmaterial.

Finsediment: Antalet identifierade finsedimenttytor blev här, liksom för testyta B, nästan det dubbla efter fältkontrollen av testyta A. Möjligheterna att klassificera vegetation är klart större med den normala färgfilmen än med t. ex. pankromatisk film. IR-färgfilmen är dock i detta hänseende det bästa materialet, vilket inte framgår då en stor del av de uppe på moränhöjderna belägna finsedimentytorna tolkats som organiska jordarter. Detta är ett fel som skulle ha blivit avsevärt mindre, om detta filmslag tolkats efter den nämnda fältkontrollen av testyta A.

Grovsediment: De fåtaliga (7 st.) enheterna med grovsediment representeras här av små svallsedimenttytor. Dessa är som bekant mycket svåra att identifiera och har också helt undgått upptäckt utom i det sist tolkade bildmaterialet (normal färgfilm) där en viss identifiering har skett på bekostnad av en kraftig övertolkning. Även detta har ett samband med fältkontrollen av testyta A. Då observerades nämligen rika svallsedimentförekomster i vissa lägen. Denna observation hade sedan en viss inverkan på tolkningen av det sista bildmaterialet för ytorna B och C.

Organiska jordarter: Även i denna testyta har det övervägande antalet torvmarker återfunnits i IR-färgfilm 1:20 000. Att det också inom detta område har förekommit en hel del övertolkningar har redan påpekats under rubriken finsediment.

Morän: Svårigheter att i höghöjds materialet, IR-färgfilm 1:50 000, observera en del små moränytter märks på resultatet för detta bildmaterial. Det övriga bildmaterialet uppvisar inte några signifikanta skillnader.

TABELL 20. Jämförelser i %-tal av hur i fält förekommande ytor med de olika jordartsgrupperna tolkats i respektive bildmaterial, testyta C. Betr. bokstavsförkortningarna: se tabell 1, s. 7.

Percentage comparisons of how in the field existing units with the different surficial deposits are interpreted with each photographic material, test area C. See Table 1, p. 7, for explanation of abbreviations.

IR-färgfilm 1:50 000

IR colour film

Rätttolkningsprocent 60

Percentage correctly interpreted 60

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	32	3	16	48	1	77 st
	G	-	-	14	86	-	7 st
	O	4	2	45	48	1	129 st
	M	9	-	4	81	6	32 st
	B	2	-	-	32	65	640 st

Pankromatisk film 1:30 000

Panchromatic film

Rätttolkningsprocent 41

Percentage correctly interpreted 41

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	29	3	18	51	-	77 st
	G	-	-	14	86	-	7 st
	O	4	1	42	53	-	129 st
	M	3	-	3	91	3	32 st
	B	1	-	-	58	41	640 st

IR-färgfilm 1:20 000

IR colour film

Rätttolkningsprocent 72

Percentage correctly interpreted 72

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	26	4	35	35	-	77 st
	G	14	-	14	72	-	7 st
	O	1	1	83	15	-	129 st
	M	6	-	3	91	-	32 st
	B	1	-	-	24	75	640 st

Färgfilm 1:20 000

Colour film

Rätttolkningsprocent 65

Percentage correctly interpreted 65

		Tolkning Interpretation					Antal Number
		F	G	O	M	B	
Fält Field	F	55	12	6	27	-	77 st
	G	29	29	13	29	-	7 st
	O	19	2	49	30	-	129 st
	M	3	-	3	94	-	32 st
	B	1	1	-	29	69	640 st

Berg: Vid kartering av bergets förekomst kan bildmaterialet här, liksom för testyta B, rangordnas på detta vis: IR-färgfilm 1:20 000, normal färgfilm, IR-färgfilm 1:50 000, pankromatisk film. Det är större skillnad med avseende på tolkningsresultat mellan IR-färgfilm 1:20 000 och normal färgfilm i samma skala än mellan det sistnämnda bildmaterialet och IR-färgfilm 1:50 000. Höghöjds-materialet är också för testyta A klart bättre än den pankromatiska filmen i skala 1:30 000. Detta är ytterligare bevis på IR-färgfilmens förtjänster vid klassificering av berg.



Fig. 34. Övergiven täkt i rullstensås. Markbildens läge visas i fig. 22.
Abandoned quarry in an esker. The position of the photograph is shown in Fig. 22.

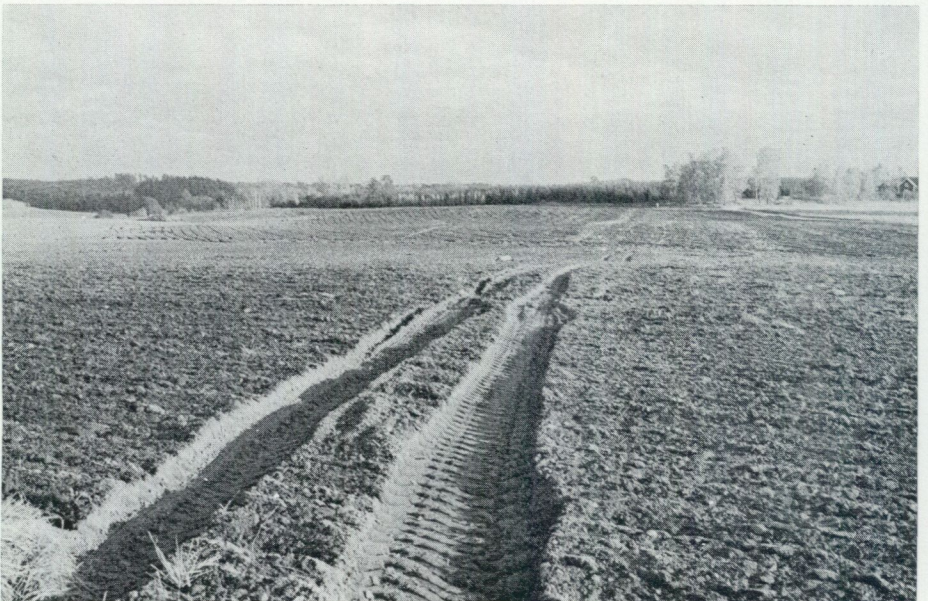


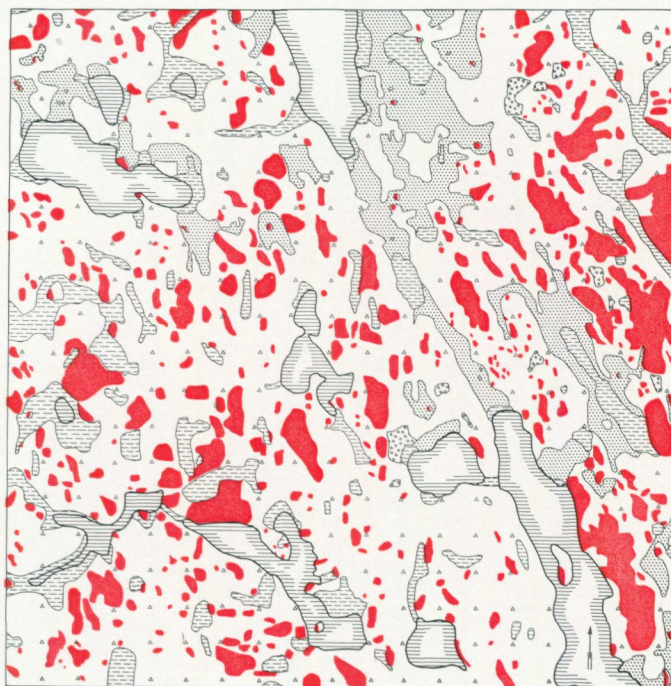
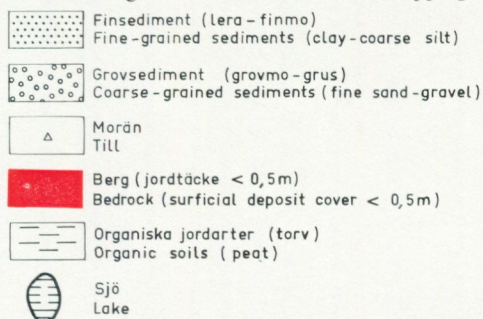
Fig. 35. Traktorspår i grovmo på krönet av rullstensåsen vid Bjärka-Säby. Markbildens läge visas i fig. 22.
Tracks in fine sand on the crest of the esker at Bjärka-Säby. The position of the photograph is shown in Fig. 22.

Resultaten från de tre testytorna i Linköpingsområdet kan sägas vara samstämmiga. Vid jordartskartering i flygbilder tycks således följande gälla:

1. Färgfilm ger avsevärt bättre resultat än svartvit film.
2. IR-färgfilm har inga synbara nackdelar vid jämförelse med normal färgfilm. Däremot föreligger två klara fördelar, nämligen vid vegetationsklassificering (där en koppling till jordart ofta är möjlig) samt vid kartering av berg i dagen.

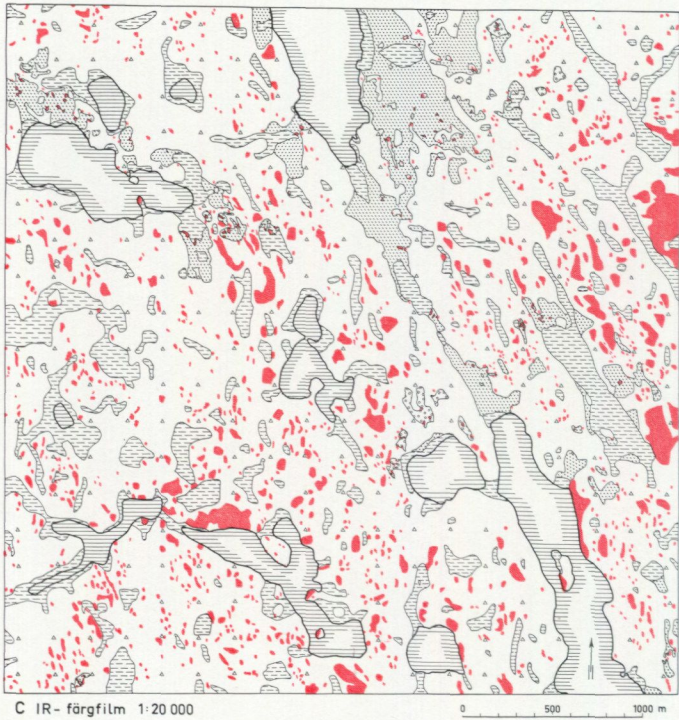
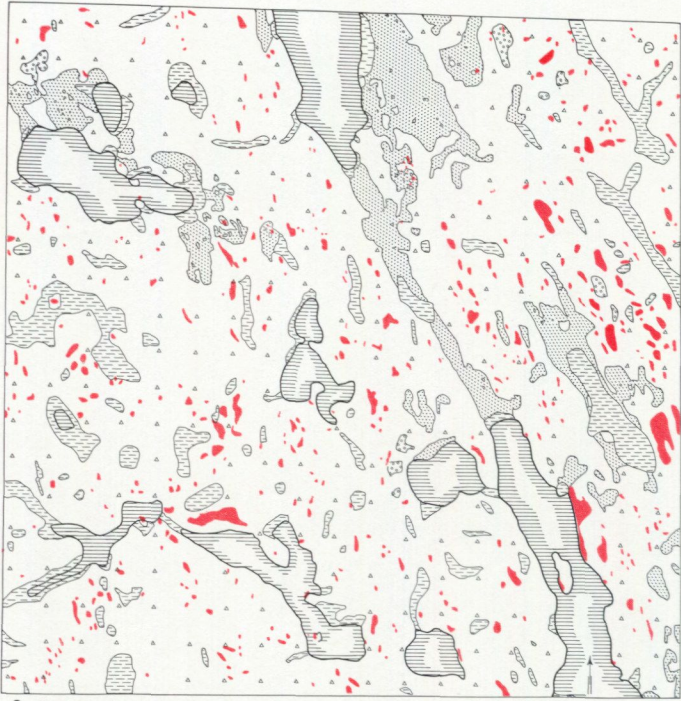
Fig. 36. Testyta C; tolkningsresultat och fältkarteringsresultat.
Test area C; interpretation result and field mapping result.

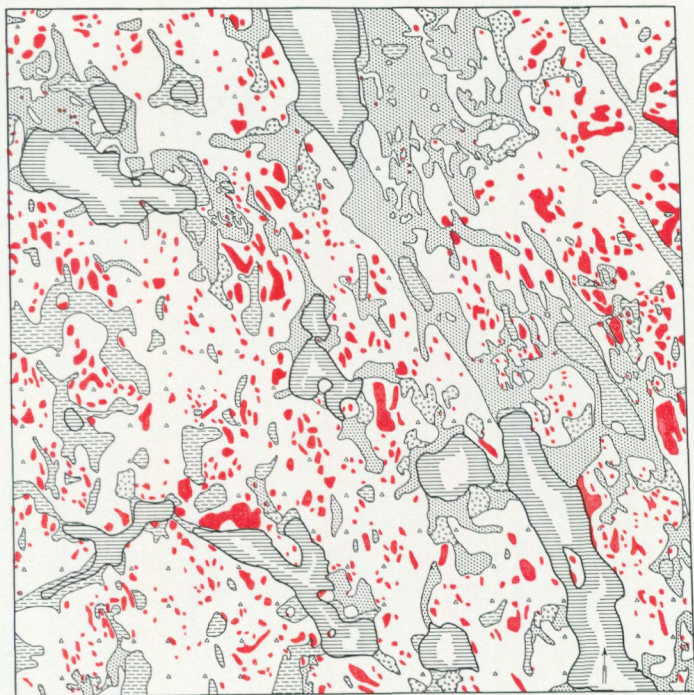
IR-färgfilm 1:50 000	<i>IR colour film 1:50 000</i>
Pankromatisk film 1:30 000	<i>Panchromatic film 1:30 000</i>
IR-färgfilm 1:20 000	<i>IR colour film 1:20 000</i>
Färgfilm 1:20 000	<i>Colour film 1:20 000</i>
Fältkartering	<i>Field mapping</i>



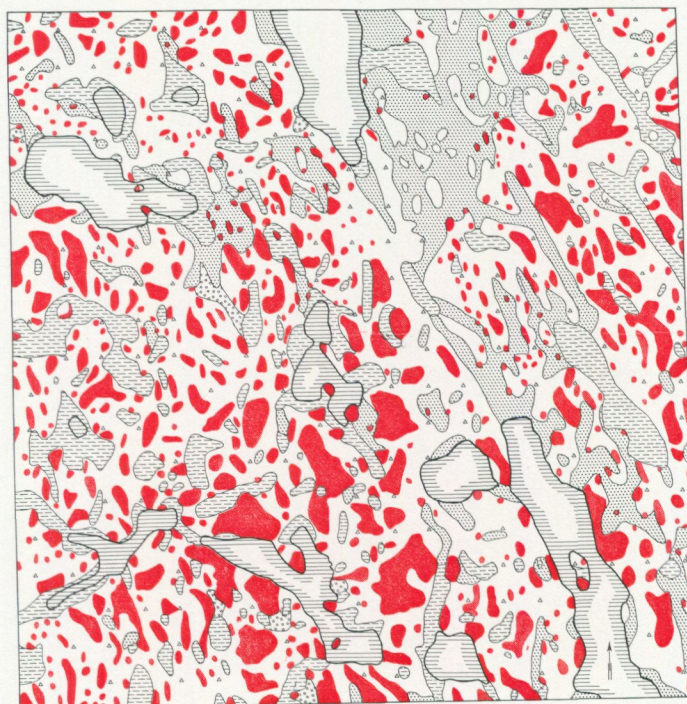
C IR-färgfilm 1:50 000

0 500 1000 m





C Färgfilm 1:20 000



C Fältkartering

TILLÄMPAD JORDARTSKARTERING MED FLYGBILDSTEKNIK

I redogörelsen för de två tidigare refererade metodundersökningarna har betonats, att resultaten inte visar hur långt man kan nå vid flygbildstolkning för jordartskartering. Tillvägagångssättet vid dessa jämförande undersökningar har nämligen varit ett annat än vid "normala" tolkningsuppgifter för jordartskartering, s. k. tillämpade tolkningar.

Normalt föregås en jordartskartering från flygbilder av studier av befintligt geologiskt kartmaterial. Under en inledande tolkning planeras för en begränsad fältkontroll av främst svårtolkade ytor. Vid den efter fältkontrollen fortsatta tolkningen finns möjligheter till extrapoleringar av den i fält erhållna punktinformationen. När ett bra flygbildsmaterial kan utnyttjas ger detta sätt att kartera en produkt av hög kvalitet. Denna kan i flera avseenden vara jämförbar med resultat från konventionell fältkarteringsmetodik av den typ som t. ex. Sveriges geologiska undersökning (SGU) nu använder för framställning av moderna jordartsgeologiska kartblad i skala 1:50 000 (SGU serie Ae).

SGU:s jordartskartor redovisar jordarterna närmast under det av markvittring eller odling förändrade ytskiktet, d.v.s. i regel på 0.3–0.5 meters djup. Som underlag för presentation används den topografiska kartan (1:50 000), medan ekonomiska kartor (1:10 000) utnyttjas som arbetskartor i fält. Redan vid inritning på arbetskartan görs generaliseringar för en reproduktion i skala 1:50 000. Flygbilder används i liten utsträckning som ett hjälpmedel vid kartläggningen.

Karteringen tillgår så att observationer med hjälp av handborr eller spade görs där växlingar mellan jordarter erfarenhetsmässigt kan väntas. Annars sker observationer på högst 200 meters avstånd inom enhetliga ytor. Jordartsgränser dras med ledning av observationerna, terrängformer eller andra informationer. Här, liksom vid flygbildstolkning, används således indirekta kriterier, såsom ytform och markanvändning.

Jordartskartan i skala 1:50 000 är av bl. a. reproduktionstekniska skäl generaliserad. Även orienteringsproblem vid fältkartering i skogsterräng medför ofta nödvungna generaliseringar. I ett område med omväxlande berg och morän kan detta till exempel innebära att berget blir överrepresenterat. Flygbildstolkning kan i många sådana fall göra det möjligt att på ett bättre sätt återge ett områdes allmänna jordartsgeologiska karaktär. Ytterligare upplysningar angående metodik och jordartsindelning vid SGU:s jordartskartering kan erhållas ur den allmänna delen till beskrivningarna till de nya jordartsgeologiska kartbladen (SGU serie Ae).

För att undersöka möjligheterna att utnyttja flygbildstolkning vid den nykartering som SGU nu företar i södra Sverige flygbildstolkades en yta vid sjön Sillen i Södermanland.

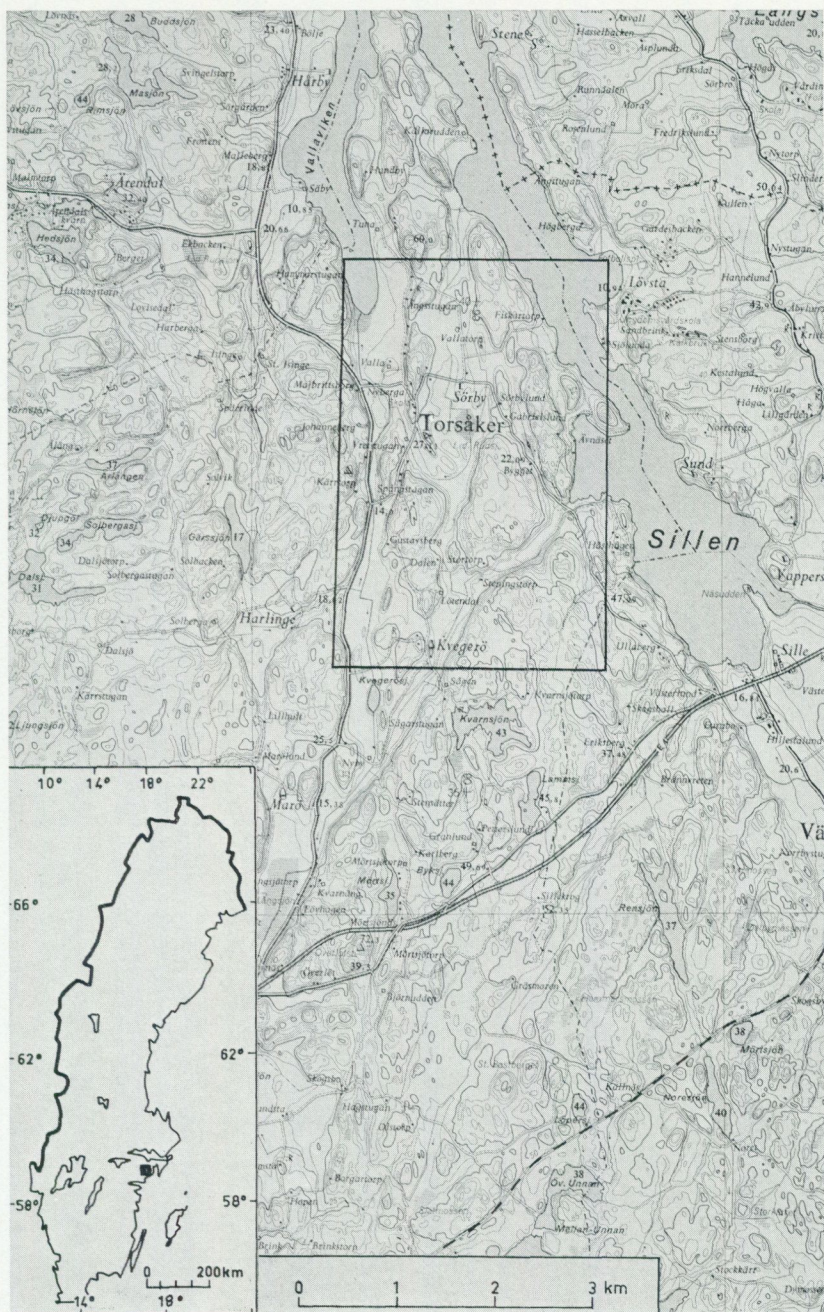
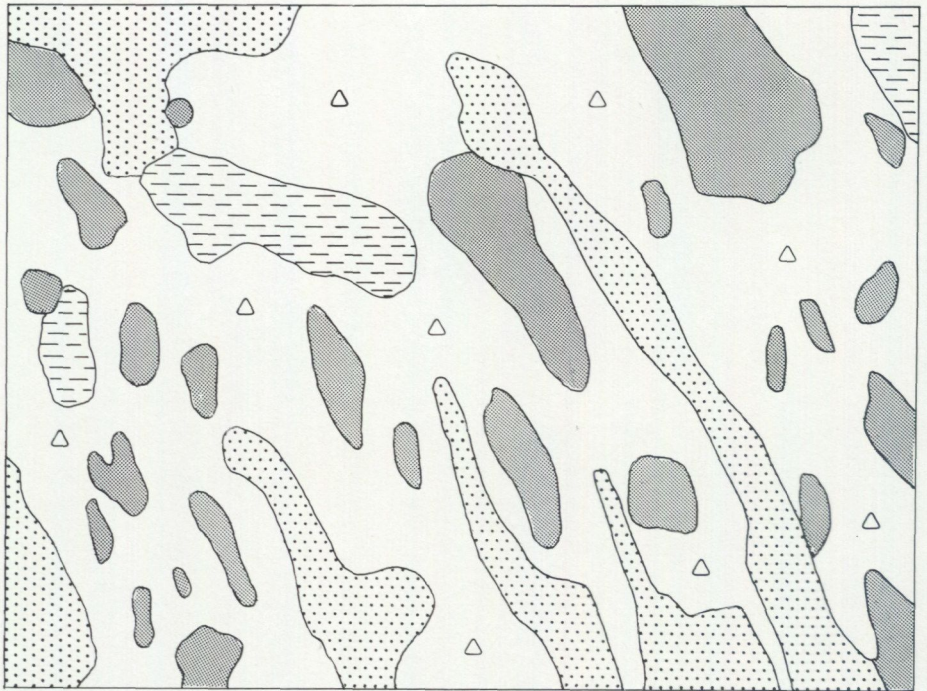


Fig. 37. Förminskad del av topografiska kartbladet 9H Nyköping NO med undersökningsområdet markerat.

Part of the topographical map 9H Nyköping NO on a reduced scale with the test area marked.



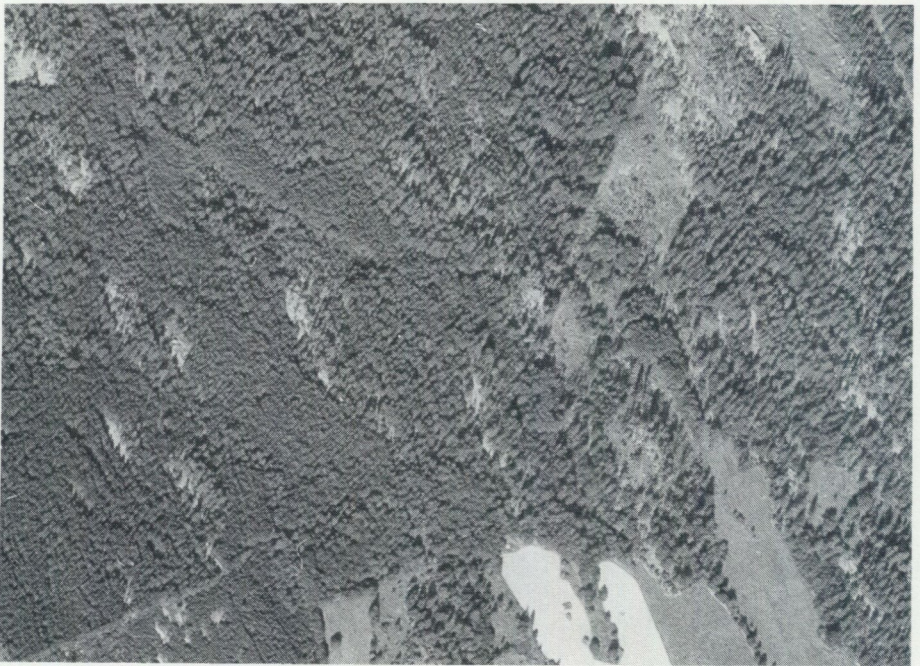
Berg
 Bedrock

 Morän
 Till

 Glacial lera
 Glacial clay

 Torv
 Peat

 0 100 m



Pankromatisk film *Panchromatic film*

På detta uppslag jämförs flygbilder av tre olika filmslag med en jordartskarta. Området ligger inom testyta C, söder om Linköping.

The adjacent air photographs from three different film types are compared to a surficial deposit map. The area is situated in test area C, south of Linköping.



IR-färgfilm
IR colour film



Normal färgfilm
Colour film

BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSOMRÅDET VID SJÖN SILLEN

Inom det nya jordartsgeologiska kartbladet Nyköping NO (Persson 1975) utvaldes en ca 12 km² stor yta vid sjön Sillens södra del (fig. 37). Terrängens utseende inom denna yta framgår av flygbilderna i fig. 38.

Undersökningsområdet är beläget mellan 8 och 50 m ö. h. och ligger i sin helhet under högsta kustlinjen.

Berggrunden, som ofta går i dagen, uppbyggs huvudsakligen av urbergsgnejs. Diabas och diorit förekommer i mindre utsträckning.

Enligt räffelbilden var isrörelsen under deglaciationstiden huvudsakligen riktad från N 10° V – N 25° V.

Moränen är sandig-moig och normalblockig. Den är obetydligt påverkad av svallning.

Isälvsavlagringar förekommer inom området. En markerad glacifluvial avlagring med ett grustag bildar en udde i sjön Sillen. Övriga isälvsavlagringar är avsevärt mindre men också utsatta för täktverksamhet.

I områdets dalgångar finns leror, glaciala och postglaciala, samt kärrtorv. Den glaciala leran återfinns dessutom inte sällan i sänkor uppe på höjderna, där också mossetorv förekommer på några platser. I de lägst belägna delarna av området kan den postglaciala leran vara rik på organiskt material och går då under benämningen gyttjelera.

METODIK

Vid tolkningen användes det stereoinstrument, Interpretoskop, som utnyttjades vid de föregående metodundersökningarna. Möjlighet fanns således till förstoring upp till 16×. Denna maximala förstoring utnyttjades dock sällan.

Tolkningen gjordes i IR-färgfilm, diapositiv i skala 1:20 000. Flygbilden i fig. 38 är från det använda bildmaterialet. Kvaliteten är god vad beträffar exponering och färgåtergivning. Med hänsyn till resultaten från jämförelserna mellan olika filmslag var det naturligt att i denna delundersökning utnyttja IR-färgfilm.

Den gamla geologiska kartan (Hummel 1874) studerades i samband med tolkningen. Nya jordartskartan (Persson 1975) användes inte under tolkningsarbetet utan utnyttjades först efteråt för jämförelser. Den information som den gamla geologiska kartan gav visade sig dock vara av ringa värde. Med tanke på dåtidens kommunikationer och kartunderlag är kartbildens bristande noggrannhet förståelig.

Den ökade markanvändningen under de gångna hundra åren har också påverkat markytans jordartssammansättning. Detta märks direkt vid en jämförelse av kärrtorvens utbredning enligt den gamla kartan och nu. Dikesdränering har kraftigt reducerat torvmäktigheten, och detta i samband med den därpå följande markbearbetningen har medfört att torvförekomsten har minskat.

Av utomordentligt stort värde var däremot den begränsade fältkontroll som

integrerades i tolkningen. Karteringen tillgick på följande sätt. Under en inledande tolkning framställdes en preliminär jordartskarta. Härvid framgick var det var nödvändigt med fältkontroller och hur dessa platser skulle nås. Denna inledande tolkning tog två dagar och gjordes enligt en metod, som visat sig vara lämplig vid kartering med IR-färgfilm. Följande beskrivning av tekniken kan bara ge några exempel på arbets sättet under tolkningen.

Metoden bygger på kunskap om de normalt förekommande lagerföljderna i området. Således avgränsas först berget, vilket vanligen omges av morän. Tveksamma förekomster av berg markeras på det kart- och bildmaterial som skall utnyttjas vid fältkontrollen. Gränsen berg—morän, där berg förutom kalt berg även inbegriper berg med tunt jordtäckte, dras i flygbilden med ytform och vegetation som huvudsakliga indikatorer. Fältkontroll av denna gränsdragning skulle kräva en omotiverat stor arbetsinsats.

Berg inom uppodlade områden kan däremot snabbt kontrolleras, om risk för förväxling med stora block eller rösen föreligger.

Moränens gräns mot omgivande sediment sammanfaller här i regel, liksom i många andra områden, med odlingsgränser. Osäkra fall markeras, t. ex. där ytformen eller vegetationen ger anledning till tveksamhet.

På detta sätt har en mycket översiktlig karta av fördelningen berg—morän—sediment erhållits. Nu övergår tolkningsarbetet i en mer detaljerad fas.

Inom de skogtäckta höjdpartierna med huvudsakligen berg och morän markeras områden med lövträdsbestånd. Vanligen tyder lövträden på förekomst av glacial lera i sänkor. Vissa av dessa ytor kanske kontrolleras, speciellt om deras karaktär — markanta depressioner med täta albestånd — tyder på förekomst av organiska jordarter. För övrigt letas efter eventuella mossar, med spridda tallar och inslag av björk, eller efter spår av grustäkter som ett tecken på förekomst av sorterat, grövre material. Blockfattiga ytor och områden som bör ha varit speciellt utsatta för en intensiv vågverksamhet under landhöjningen är exempel på andra platser som kan vara värda ett besök i fält.

Inom de uppodlade områdena görs under denna inledande tolkning gränsdragningar huvudsakligen efter ytform när det gäller glacial och postglacial lera. På vegetationsfria ytor kan inslag av organiskt material konstateras med hjälp av jordartens egenfärg. Fältkontroller gäller i sådana fall oftast följande frågor. Förekommer postglacial lera i detta lågt belägna område? Är den postglaciala leran gyttjig i detta lägre belägna område? Är torvmäktigheten tillräcklig för att karteras i detta lägst belägna område?

Den påföljande fältkontrollen, som för testytan vid Sillen tog två dagar, kan planeras och göras effektiv med hjälp av det inledande tolkningsarbetet. Vid fortsatt tolkning utnyttjas resultatet av fältkontrollen med möjligheter till extrapoleringar från de fältkontrollerade platserna. Detta avslutande tolkningsarbete tog här en dag. Totalt fem arbetsdagar åtgick således för jordartskarteringen av denna yta, vilket innebär att ca 2.5 km² hanns med per dag. Vid den av SGU utförda



Fig. 38a. Pankromatisk flygbild över undersökningsområdet, fotograferingsdatum 1974-08-21 kl. 09.30.

Panchromatic air photograph over the test area, date of photo 1974-08-21, 09.30.



Fig. 38b. IR-färgbild över undersökningsområdet, fotograferingsdatum 1974-08-20, kl. 11.00.
IR colour air photograph over the test area, date of photo 1974-08-20, 11.00.

fältkarteringen inom samma område var karteringshastigheten ca 0.8 km²/dag (1. statsgeolog Christer Persson, muntlig uppgift).

Valet av denna testyta har styrts av tillgång på IR-färgbilder över ett från Stockholm ej alltför avlägset område. I det tillgängliga flygbildsstråket valdes ytan i övergången mellan det kuperade morän- och bergområdet i väster och det mer låglänta sedimentdominerade området österut. Detta för att testytan skulle få en mångsidig jordartsgeologisk karaktär. Det finns naturligtvis områden vilkas jordartsgeologi är mer komplicerad och där det därför krävs en större fältinsats i samband med flygbildstolkningen. Det finns emellertid också areellt betydande områden, där fördelarna med ett utnyttjande av flygbilder är mycket stora, fördelar som inte bara innebär tidsvinst utan även ett i flera avseenden bättre resultat. I detta sammanhang måste dock påpekas, att endast en ringa del av Sverige för närvarande är fotograferad med IR-färgfilm.

Vid tolkningen ritades gränserna med tusch på transparenta överlägg över den ena flygbilden. Gränserna överfördes sedan till ortogonalprojektion i skala 1:10 000 i karteringsinstrument Wild B8 Aviograf. Detta sätt att överföra information från flygbild till karta ger en produkt med hög geometrisk noggrannhet. Enklare och snabbare överföringsinstrument, tillräckligt noggranna för denna typ av kartering, finns nu att tillgå i marknaden.

RESULTAT

Resultatet av denna jordartskartering med flygbildsteknik kan ses i fig. 39. I samma figur presenteras SGU:s kartering med en för detta ändamål något förenklad jordartsindelning. Förenkligen innebär här att grov- och finleror ej är åtskilda, samt att de grövre svallsedimenten presenteras under gemensam beteckning. Termen silt används i båda dessa kartor utan hänsyn till om jordarten är glacial eller postglacial.

SGU:s karta är ritad för reproduktion i skala 1:50 000 med därav betingade generaliseringar. Den flygbildstolkade kartan innehåller naturligtvis också vissa generaliseringar. Vid flygbildstolkning förekommer dock inga problem att ange rätt läge på kartan för jordartsenheterna. Dylika orienteringsproblem kan vid fältkartering ge upphov till vissa felaktigheter i kartbilden.

Att kalla någon av de två i fig. 39 presenterade jordartskartorna för facit är ej riktigt, då båda innehåller felaktigheter. I några korta kommentarer diskuteras här de två teknikernas för- och nackdelar vid kartering av de förekommande geologiska enheterna.

Berg: En av IR-färgfilmens stora förtjänster är just möjligheten till identifiering av berg genom en i flygbilden karakteristisk blå ton, huvudsakligen orsakad av torr lavvegetation. Jämfört med fältkartering finns här två fördelar: dels i skogs-

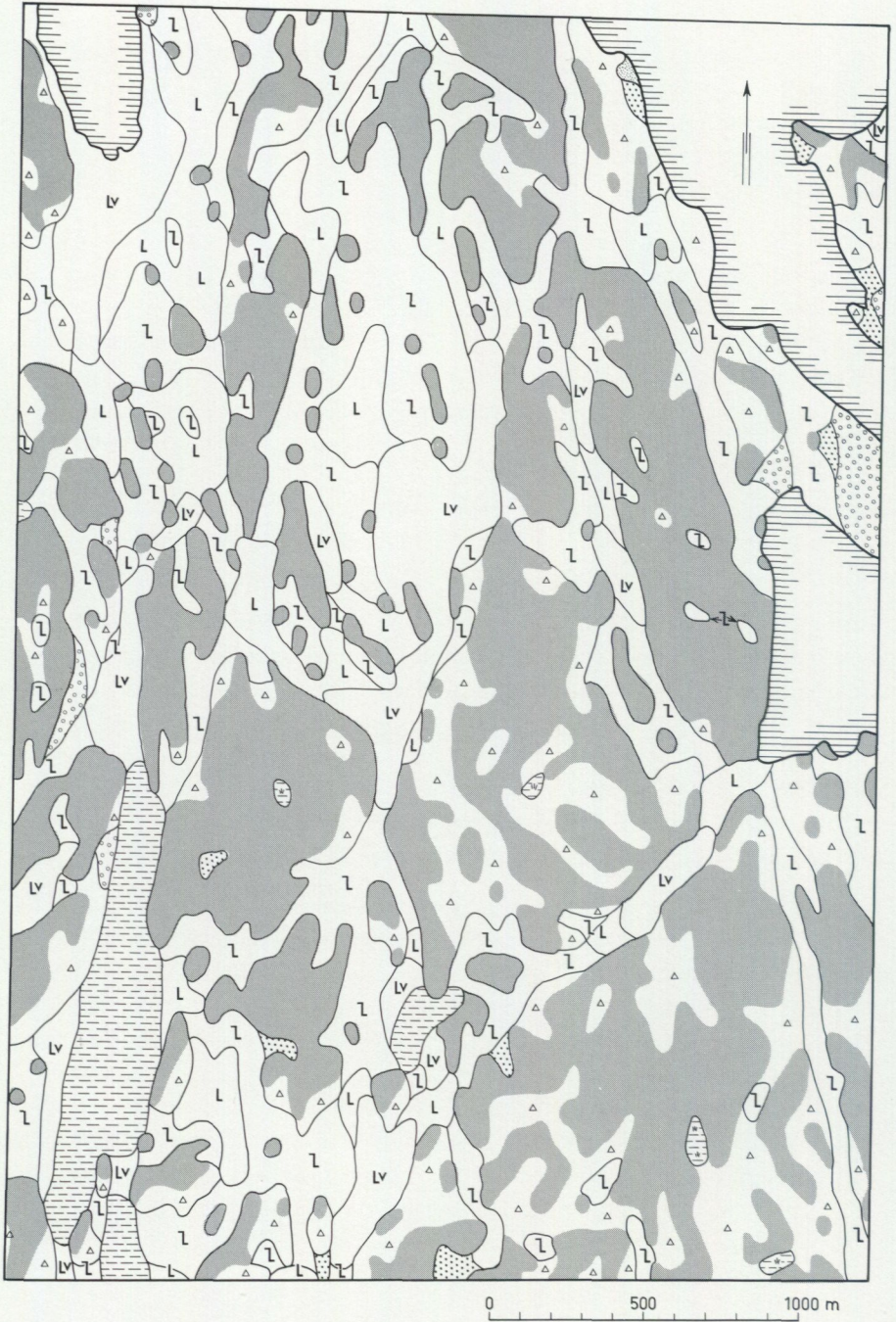
områden, där fältkarteraren kan ha problem med begränsat synfält och svårigheter att på kartan orientera sig för inritning av gränser; dels i åkerområden, där berghällar kan döljas av högväxt gröda, som dock ej påverkar sikten uppifrån. Naturligtvis kan skog dölja mindre berghällar även för flygbildstolkaren. Där IR-färgfilm kan användas vid kartering av berg har dock flygbildstekniken klara fördelar jämfört med fältkartering.

Morän: Då berg innebär att jordtäckets är mindre än 0.5 meter är gränsdragning mot morän helt naturligt mycket svår. Moränen har vid fältkarteringen blivit underrepresenterad då den förekommer tillsammans med berg i skogsområden. Detta torde bero på orienteringssvårigheter i kombination med problem att bestämma jordtäckets mäktighet. Orienteringsproblemen finns, som nämnts, ej vid flygbildstolkning. Däremot är naturligtvis bedömningar av jorddjupet svåra att göra även i flygbilder. Att skilja morän från sediment går i de flesta fall bra även i flygbilden, då denna gräns ofta sammanfaller med odlingsgränser och vegetationsgränser. Sammanfattningsvis kan sägas att moränens utbredning har kunnat karteras minst lika bra med flygbildsteknik som genom konventionell fältkartering.

Isälvsavlagring: Det förekommer en stor isälvsavlagring med karakteristisk ytförm inom området. Denna liksom de flesta av de övriga mindre isälvsavlagringarna har utsatts för täktverksamhet. Ofta är dessa grus- eller sandtag enda indikationen i flygbilden på små glacifluviala avlagringar. Fältkontroller är här alltid nödvändiga, då täkter även förekommer i svallsediment och grovkorniga moräner. Med hjälp av flygbildens möjligheter till översikt kan också fältkontrollen styras till tänkbara platser för isälvsavlagringar. Detta sker då genom skissering av fortsättningar på i flygbilden synliga partier av glacifluviala stråk.

Glacial lera: Den glaciala leran är genomgående uppodlad, utom när den förekommer som mindre ytor i skyddade lägen uppe på höjderna. På de öppna, uppodlade ytorna är det svårt att avgränsa den glaciala leran mot den postglaciala leran. Under fältkartering, såväl som vid flygbildstolkning, utnyttjas vid gränsdragningen ytförmens förändringar. Fältobservationerna ger ju i första hand punktinformation. Naturligtvis måste flygbildstolkningen kompletteras med fältkontroller för att ett gott resultat skall kunna garanteras. Mycket gynnsam visade sig dock flygbildstekniken vara vid karteringen av de mindre ytorna med glaciallera uppe på de skogklädda höjderna. Dessa kunde med stor säkerhet identifieras i IR-färgfilmen, tack vare möjligheten att i detta bildmaterial skilja lövträd från barrträd. På de fuktigare finsedimentpartierna växer i denna terrängtyp tydligen alltid lövträd.

Silt: Finmo och mjäla, som här har den gemensamma benämningen silt, har en ringa förekomst inom området. När förekomsterna är större brukar karakteristiska erosionsmönster skapas i denna jordart. Här uppträder jordarten i ett fåtal



Fältkarterad jordartskarta (från SGU:s arbetskarta i skala 1:10 000).

Field mapped surficial deposit map.

Fig. 39. Jordartskarter framställda med konventionell fältkarteringsmetodik samt med flygbildsteknik.

Surficial deposit maps produced by conventional field mapping techniques and by air photo interpretation.



Flygbildstolkad jordartskarta (enligt tillämpad metod med begränsad fältkontroll).
 Surficial deposit map from IR colour air photo interpretation (with a limited field control).

Berg Bedrock	Morän Till	Isälvmaterial Glaciofluvial material	Postglacial lera Postglacial clay
Svallsediment (sand, grus) Beach deposits (sand, gravel)	Glacial lera Glacial clay	Gyttjelerä Gyttja clay	
Kärr Fen	Mosse Bog	Silt (mjåla, finmo) Silt	

små enheter, som i flygbilden framträder på grund av en friskare vegetation jämfört med den som förekommer på omgivande morän.

Svallsediment: De grövre svallsedimenten, grus, sand och grovmo, kan vara svåra att upptäcka vid jordartskartering med flygbildsteknik, såväl som vid konventionell fältkartering. När de förekommer såsom små ytor undgår de oftast upptäckt i flygbilden. Tåktverksamhet kan då ibland ge information. Flygbildsstudier kan dock alltid ge vissa anvisningar som underlag för planering av fältkontrollen. Platser, som torde ha varit utsatta för kraftig svallning under landhöjningen, kan med hjälp av flygbildernas möjligheter till översikt och stereobeaktande lokaliseras och besökas vid fältkontrollen. Större svallsedimenttytor är blockfattiga och de har en utjämnande effekt på topografin samt en viss inverkan på vegetationen. Dessa ytor, som dessutom ofta är utsatta för tåktverksamhet, kan normalt identifieras vid flygbildstolkning.

Postglacial lera: Den postglaciala leran förekommer i områdets sänkor och dalgångar. Det är huvudsakligen en finlera (lerhalt > 25 %), som dessutom oftast kan betecknas styv (lerhalt > 40 %). Problemet med avgränsningen mot den glaciala leran har tidigare kommenterats. Mot sänkoras lägst belägna delar blir den postglaciala leran normalt rikare på organiskt material och övergår i gyttejlera (2–6 % organiskt material). Denna successiva övergång gör naturligtvis gränsdragningen mycket svår mellan de två jordarterna såväl vid fältkartering som vid flygbildstolkning. Det faktum att gyttejleran karterats så likartat med de två karteringsteknikerna, visar dock att de i flygbilden synliga indikatorerna – topografiskt läge, ytupptorkning, egenfärg – ofta ger tillräcklig information för identifiering och gränsdragning.

Gyttejlera: Kommenteras ovan under postglacial lera.

Kärrtorv: De kärrtorvmarker som förekommer inom området är numera i huvudsak uppodlade. I fält identifieras de genom bestämning av torvslag och läge i terrängen. I flygbilden ger organiska jordarter normalt goda indikationer för identifiering, vilket också resultatet från denna ytas kartering visar. Att skilja kärr från mosse är ej något problem vid flygbildstolkning, när naturlig vegetation förekommer. I uppodlat skick avslöjas kärren, som ofta är igenväxta forna sjöar, på grund av sitt topografiska läge. Det utnyttjade flygbildsmaterialet är fotograferat vid en tidpunkt då merparten av åkrarna bär gröda. Vid identifiering av uppodlade organiska jordarter är skymmande gröda en negativ faktor, då dessa jordarters egenfärg är en mycket stark indikation vid flygbildstolkning. Kartering av kärrtorv har dock givit lika gott resultat med flygbildsteknik som med konventionell fältkartering.

Mossetorv: De fåtaliga, små mossarna ligger i sänkor uppe på höjderna. Den karakteristiska vegetationen, vitmossor och risvegetation med spridda tallar, gör

dylika ytor lättidentifierade i IR-färgbilden. Kartering av mossetorv kan med fördel ske med flygbildstolkning.

I denna typ av terräng ger jordartskartering med flygbildsteknik direkta fördelar — jämfört med konventionell fältkartering — vid kartering av berg samt av finsediment och organisk jord i skogsterräng. Med nuvarande kunskaper kräver dock tekniken grundliga fältkontroller, om man misstänker förekomst av små isälvsavlagringar och svallsedimentytur. Dessa fältkontroller styrs av resultaten från flygbildstolkningen.

SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Vid flygbildstolkning av jordarter utnyttjas flygbildstolkarens geologiska kunnande och möjligheten att i flygbilderna tolka indikatorer som styrs av jordartens karaktär. Exempel på sådana indikatorer är ytförm, yttextur, markanvändning, vegetation, topografiskt läge, erosionsdetaljer, dikning, egenfärg, ytupptorkning och täktverksamhet. I denna rapport redovisas värdet av dessa jordartsindikatorer och tolkningssäkerheten i olika bildmaterial.

Undersökningarna är utförda inom geografiskt skilda områden för att ge resultaten mer generell giltighet. I ett tolkningsinstrument av hög kvalitet flygbildstolkades testytur med avseende på jordarter i olika bildmaterial. För jämförelse vid utvärdering utnyttjades noggrant fältkarterade jordartskartur.

Vid de jämförande undersökningarna, som avsåg tolkningssäkerhet i olika bildmaterial, ingick inga studier av befintligt geologiskt kartmaterial i själva tolkningsfasen, ej heller någon fältkontroll. I den avslutningsvis presenterade undersökningen, som vill visa de reella möjligheterna att utnyttja flygbildsteknik vid jordartskartering, ingick studium av en gammal geologisk karta (Hummel 1874) samt en begränsad fältkontroll. Resultatet jämfördes sedan med en modern geologisk karta (Persson 1975).

Resultaten av delstudierna sammanfattas nedan:

En tolkningsmetod där varje jordartsindikator tolkas separat och där efterföljande kartering baseras på antalet sammanfallande indikatorgränser är ej användbar i svensk terräng. Tolkarens erfarenhet och geologiska kunnande, som därvid ofta måste undertryckas, torde betyda avsevärt mycket mer för resultatet.

En jordartsindikatorns relativa värde är beroende av den jordartsindelning som används och kan även variera inom ett begränsat område för en och samma jordart. Därför torde en bedömning av *hur ofta* de olika indikatorerna kunnat utnyttjas för att skilja jordarterna inom testytorna vara det bästa sättet att kvalitetsgradera olika jordartsindikatorer.

Normalt kan mer än en indikator användas för en yta där en viss jordart domi-

nerar och det är styrkan av den samlade informationen som bestämmer tolkningsresultatet.

Indikatorerna kan delas upp i två grupper, dels sådana som nästan alltid kan studeras och värderas och huvudsakligen ger de för gränsdragning användbara indikationerna, dels de som förekommer mer eller mindre sällsynt och huvudsakligen ger punktinformation för själva jordartsbestämningen. Till den första gruppen hör markanvändning, ytform, yttextur, vegetation och topografiskt läge, till den andra gruppen erosionsdetaljer, dikning, egenfärg, ytuptorkning och täktverksamhet. Vid en indikatorvärdering betyder de gränsgivande indikatorerna mer för tolkningsbarheten än punktindikatorerna.

Ytform, topografiskt läge och vegetation har visat sig vara de värdefullaste indikatorerna vid de jordartskarteringar som utförts i denna undersökning.

Vid en utvärdering av tolkningsresultat med hjälp av en total ytmätning, som tillämpats för delar av denna undersökning, framgår inte den detaljrikedom, som kännetecknar vissa bildmaterial. Denna detaljrikedom är större i IR-färgfilm än i normal färgfilm i samma skala, som i sin tur är betydligt detaljrikare än pankromatiskt bildmaterial.

Rätt tolkning och detaljrikedom ökar kontinuerligt med skalan vid användande av samma filmslag och bildtyp.

Diapositiv är överlägsna papperskopior. Detta framgår särskilt väl, när ett tolkningsinstrument med goda förstöringsmöjligheter utnyttjas.

Färgfilm ger avsevärt bättre resultat än svartvitt film när förhållandena i övrigt är jämförbara.

IR-färgfilm har inga synbara nackdelar vid jämförelse med normal färgfilm. Däremot föreligger två klara fördelar, nämligen vid vegetationsklassificering — där en koppling till jordart ofta är möjlig — samt vid kartering av berg i dagen.

Jordartskartering med IR-färgbilder inkluderande en fältkontroll har gett ett mycket gott resultat. Med detta tillvägagångssätt kan flygbildsteknik ge klara fördelar jämfört med konventionell fältkartering vid framställning av jordartsgeologiska kartblad av den typ som nu görs av Sveriges geologiska undersökning.

SUMMARY: MAPPING OF SURFICIAL DEPOSITS FROM AIR PHOTOGRAPHS

A methodological study of different photographic materials

Surficial deposit mapping by air photograph interpretation techniques makes use of the geological knowledge of the interpreter and his ability to interpret the various elements which characterize each deposit. These elements, which are visible in air photographs, are termed indicators. Examples of such indicators are landform, surface texture, land-use, vegetation, topographical position, erosional features, ditching, colour, drying characteristics and quarries. In this report the value of these indicators is assessed and the value of different photographic materials is examined.

The studies have been carried out in different geographical areas in order to test the general validity of the results. Using a good stereoscope the test areas were examined in different photographic materials. For the purpose of comparing the results surficial deposit maps of high accuracy were used.

Initially when comparing the different photographic materials no map studies or field checks were made during the interpretation phase. In the final study, which shows the advantages of using air photograph interpretation for surficial deposit mapping, an old geological map was consulted and a limited field control was included. The result of this procedure was then compared with a modern geological map.

The results of the study are summarized below:

Interpretation of individual indicators followed by an evaluation based on the number of coincident boundaries of each characteristic is not a useful method for Swedish terrain.

The value of each indicator should consider the frequency of its occurrence during the mapping of the surficial deposits.

Normally more than one indicator is applicable to an area dominated by a specific deposit and it is the sum of all the information that determines the interpretation result.

The indicators can be subdivided into two groups: (a) those of universal presence which enable distributions to be determined, and (b) those of less frequent occurrence which only provide point information.

From the results of the present study the most valuable indicators for surficial deposit mapping are landform, topographical position and vegetation.

The interpretation result improves with increased scale of the images as long as the film and print type remains constant.

If a first class stereoscope is used paper prints are inferior to diapositives.

Colour film gives better results than panchromatic film when all other factors are equal.

Normally infrared colour film is comparable with normal colour film. It has, however, pronounced advantages when it comes to vegetation classification — for frequently there is an association between the vegetation type and parent material — and when rock outcrops are being mapped.

Surficial deposit mapping from infrared colour air photographs integrated with field checks has given very good results. Applied in this way air photograph techniques have definite advantages, especially for the production of the kind of surficial deposit maps presently being produced by the Geological Survey of Sweden. The technique described in this report is less time consuming than traditional field mapping and often it produces more precise distribution maps.

LITTERATUR

- SGU = Sveriges geologiska undersökning
 GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar
- BERGSTRÖM, E., 1961: Kommentarer till kvartärgeologiska kartor över älvdalar i Norrbottens län. — Kungl. Vattenfallsstyrelsen, Stockholm, 7 s.
- BURSTRÖM, G., 1950: Flygbilder som hjälpmedel vid geologisk-geoteknisk kartering. — Svenska Kommunaltekniska Föreningen Handlingar 14, 22 s.
- BURINGH, P., 1960: The applications of aerial photographs in soil surveys. — Manual of Photographic Interpretation. American Society of Photogrammetry, Washington, s. 633–666.
- EKMÄN, S. R., och WÄSTENSON, L., 1968: En fotoelektrisk ytmätningmetod. — Forskningsrapport 1, Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet, 13 s.
- HELLMÄN-LUTTI, K., 1974: Flygbild — vegetation — jordart. Vegetationen som indikator på jordartsförhållanden vid geobildtolkning. — Statens Geotekniska Institut, Stockholm, 55 s.
- HOPPE, G., 1959: Om flygbildstolkning vid jordartskartering jämte några erfarenheter från jordartskartering i norra Lappland. — GFF 81:2, s. 307–315.
- HUMMEL, D., 1874: Beskrifning till kartbladet "Trosa". — SGU Aa 52, 75 s. + karta.
- IHSE, M., och WÄSTENSON, L., 1975: Flygbildstolkning av fjällvegetation — en metodstudie för översiktlig kartering. — Statens Naturvårdsverk PM 596, 134 s. + 3 planscher.
- JOHANSSON, H. G., 1973: Beskrifning till geologiska kartbladet Linköping SO. Kvartära bildningar. — SGU Ae 13, s. 23–71 + karta.
- KIHLBLOM, U., 1970: Flygbildstolkning för jordartsbestämning. — Stockholm (Utbildningsförlaget), 189 s. + 13 stereogramblad.
- 1971: Jordartskartering från flygbilder. Tillförlitlighet, tolkningsmetoder och värdering av jordartsindikatorer i samband med flygbildstolkning för jordartsbestämning. — Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, 41 s.
- 1975a: Färg- och svartvita flygbilder. En undersökning av noggrannheten vid geobildtolkning. — Statens Vägverk, Stockholm, 42 s. + 19 figurer och 37 bilagor.
- 1975b: Jordartsindikatorer i färg- och svartvita flygbilder. En jämförelse. — Statens Vägverk, Stockholm, 17 s. + 15 figurer.
- KORPELA, K., och PAJUKOSKI, T., 1973: A comparison of panchromatic, color and infrared color aerial photographs with references to their applicability for the mapping of Quaternary deposits for purposes of engineering geology. — Bulletin of the International Association of Engineering Geology 7, Krefeld, s. 53–63.
- LAPPALAINEN, V., 1972: Photogeologic interpretation in road planning in Finland. — Photogrammetric Journal of Finland 6:1, s. 85–97.
- 1976: The use of aerial photographs in the planning of protection and recreational use of waters. — Tampere University of Technology, 52 s.
- LARSSON, R. Å., 1975: Flygbildsstudier av fluvial erosion. En metodundersökning inom Klarälvens övre meanderlopp. — Rapport 37, Naturgeografiska institutionen, Uppsala universitet, 178 s.
- LUEDER, D. R., 1959: Aerial photographic interpretation. — New York (McGraw-Hill), 462 s.
- LUNDÉN, B., 1974: Test av tolkningsmöjligheter för jordartskartering i flygbilder. En preliminär rapport från undersökningar inom Malingsbo-området. — Rapport 34, Naturgeografiska institutionen, Uppsala universitet, s. 63–77.
- LUNDQVIST, G., 1930: Beskrifning till kartbladet Malingsbo. Jordlagren. — SGU Aa 168, s. 68–181 + karta.
- MATHUR, B. SEN., och GÄRTNER, J. F., 1968: Principles of photo interpretation in highway engineering practice. — Department of Highways, Ontario, 236 s.
- MELÄNDER, O., 1972: Beskrifning till jordartskarta över Lapträskets representativa område. — Forskningsrapport 14, Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet, 27 s. + karta.
- NORDISKA VÄGTEKNISKA FÖRBUNDET, 1974: Bildtolkning för vägprojektering. — Rapport 1, Bildtolkningsgruppen, Stockholm, 60 s.
- PAARMA, H., RÄVAARA, H., och TALVITIE, J., 1968: On the interpretation of ektachrome infrared aerofilm type 8443 photographs used in mineral reconnaissance and geological surveys. — Photogrammetric Journal of Finland 2:2, 22 s.

- PERSSON, CH., 1975: Beskrivning till jordartskartan Nyköping NO. — SGU Ae 21, 83 s. + karta.
- TROEDSSON, T., och NYKVIST, N., 1973: Marklära och markvård. — Stockholm (Almqvist & Wiksell), 402 s.
- WASTENSON, L., 1966: Kartering av berghällar med hjälp av flygbildstolkning. En metodstudie. — SGU C 606, 44 s. + 3 planscher.
- 1969: Blockstudier i flygbilder. En metodundersökning av möjligheter att kartera markytans blockhalt från flygbilder. — SGU C 638, 95 s. + 2 planscher.
- 1972: Framkomlighetskarter för terrängfordon. — Ymer 72, s. 212—238.
- WASTENSON, L., KLEVEMARK, E., och HOLMGREN, B., 1972: Photo interpretation of tree species, aquatic macrophytes and bedrock outcrops. Comparative studies in different aerial photographs. — Svensk Lantmäteritidskrift 64:2, s. 152—186.
- VIBERG, L., 1972: Geoteknisk flygbildstolkning. En undersökning av metodens tillförlitlighet. — Rapport R6: 1972, Byggforskningen, Stockholm, 144 s. + 9 stereogramblad.
- 1974: Geobildtolkning av mäktighetsförhållanden inom lerområden. — Rapport R9: 1974, Byggforskningen, Stockholm, 82 s.
- VINK, A. P. A., 1963: Aerial photographs and the soil sciences. — UNESCO, Natural resources research VI. Proceedings of the Toulouse Conference, s. 81—141.
- YRGÅRD, A., och WASTENSON, L., 1977: Geomorfologiska kartor — nytt planeringsunderlag. — Svensk Lantmäteritidskrift 69:3, s. 168—173.

Bilaga: Uppgifter om använt bildmaterial.

Appendix: Details of the photographic materials used.

MALINGSBOUNDERSÖKNINGEN Malingsbo research area							
NR No.	FOTOGRAFERAT Date of photo	FILM Film	SKALA Scale	BILDTYPE Type of image	RELATIV SKUGGLÄNGD Relative length of shadow	BILDNUMMER Photo no.	
1	26.5-69 KL. 14.10	DOUBLE X AEROGRAPHIC	1:20 000	DIAPPOSITIV Diapositives	1,0	11F 69 696 01:05-08	
2	" KL. 14.35	EKTACHROME Ms	"	"	1,1	11F 69 696 01f:05-08	
3	" KL. 14.20	EKTACHROME IR	"	"	"	11F 69 696 01fi:05-08	
4	8.6-72 KL. 11.30	DOUBLE X AEROGRAPHIC	"	PAPPERSKOPIOR Paper prints	0,8	11F 72 693 11:04, 06	
5	" KL. 09.50	AEROCHROME IR	1:10 000	DIAPPOSITIV Diapositives	0,9	11F 72 693 01 pfi:06-09	
6	" KL. 10.15	"	1:20 000	"	"	11F 72 693 11 pfi:04, 06	
7	" KL. 10.45	"	1:30 000	"	"	11F 72 693 21 pfi:03, 05	
8	6.9-72 KL. 11.45	"	1:60 000	"	1,4	11F 72 693 31 pfi: 07, 09	
LINKÖPINGSUNDERSÖKNINGEN Linköping research area							
1	7.8-74 KL. 13.30	AEROCHROME IR	1:50 000	DIAPPOSITIV Diapositives	1,1	8F 74 671 11 pfi: 03-08	
2	2.9-72 KL. 12.40	DOUBLE X AEROGRAPHIC	1:30 000	"	1,4	72 Fj 079: 02-10	
3	27.5-75 KL. 12.15	AEROCOLOR NEG	1:20 000	"	0,8	8F 75 679 01f: 02-09	
4	" KL. 12.30	AEROCHROME IR	"	"	0,8	8F 75 679 01 pfi:02-09	
5	7.8-74 KL. 12.55	"	"	"	0,9	8F 74 671 01 pfi: 14-17	

PRISKLASS F

Distribueras genom
LiberKartor
162 89 VÄLLINGBY

Växjö 1977 C Davidsons Boktryckeri AB
Printed in Sweden

ISBN 91-7158-132-4