
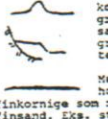

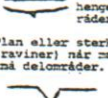



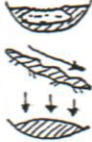
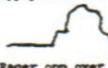


Intern rapport nr. 2073

Flybildetolkning med jordarts- bestemmelse

FLYFOTOTOLKNING: NOEN INDIKASJONER FOR JORDARTSBESTEMMELSE

	UTSEENDE I TERRENET	OVERFLATEFORM	EGENFARGE PÅ SV.-HV. BILDER	OPP-TØRKNING	EROSJONS-MØNSTER
GRUS/SAND	 <p>Delta med eivelsap Grusås (Esker) Terrasse-rester fra dalutfylling</p>	 <p>Positiv (konveks) hos de mer grovkornige som grus/grov-sand. Eks. grusåset og terrasser. Mer plan hos de mer finkornige som mellem- og finsand. Eks. strender.</p>	Lys grå i tørr, grå i fuktig tilstand. Matr. veldrenert og har derfor normalt tørr overflate med lys grå farge.	Jevn gråtone, ikke skjolder pga. ujevn opp-tørrking.	V-fornede, korte og bratte raviner. 
SILT/LEIRE	<p>Store, plane og oppdyrkede sletter, ofte med markerte eivenedskjæringer (raviner).</p>	 <p>Plan til svakt negativ (konkav) når man ser på store, sammenhengende områder. Plan eller sterkt negativ (raviner) når man ser på små delområder.</p>	Lys grå i tørr, mørk grå i fuktig tilstand. Matr. dårlig drenerende og derfor ofte mørk grå farge.	Silt: Veldig jevn gråtone uten skjolder. Leire: Ofte skjoldet pga. ujevn opp-tørrking.	Forgrenet og nøget markert ravinesystem.  SILT LEIRE
MORENE	 <p>Bunnsmorene: Belgende, ofte blokkrike områder. Ingen spesiell overflateform. Unntak er markerte rygger parallellt med brebevegelses retning. Endemorene: Buede rygger på tvers av dalen.</p>	 <p>Bunnsmorene: Ujevnt belgende. Endemorene: Positiv (konveks)</p>	Lys grå i tørr, mørkere i fuktig tilstand.	Ujevn opp-tørrking. Gir seg til kjennetegn ved mørke gråtone i forsøkningsene.	
MYR (ORGANISK MATERIALE)	 <p>Topoglen (gjenvokning) Soligen (i sigevann i skråning) Ombrogen (stor nedbør)</p>	<p>Positiv til negativ, avhengig av myrtype.</p>	Vanlig mørk grå med åpne vannspeil som enten er lyse pga. reflekterende sollys, eller de er svarte. Gressmyrer er lyse grå.		
BERG	<p>Avhengig av bergartstype. Ofte synlig lagdeling (skiffrighet) og sprekkesystemer. Rager opp over omgivelsene, ofte med bratte sider.</p>	 <p>Kraftig positiv (konveks), ofte med svært bratte og oppgrubne flater. Rager opp over omkringliggende ismasser.</p>	Korvult mellom grå, men varierer noe med bergartens egenfarge.		

O.P. Wangen, Vegtekn. a.v.d. - 99.



Flybildetolkning med jordartsbestemmelse

Sammendrag

Flybildetolkning med jordartsbestemmelse betyr direkte identifisering av jordarter og jordartsgrenser på flybilder, og dermed også muligheten til å avgrense de områdene på bildene som har samme geotekniske egenskaper. Identifiseringen av jordartens skjær enten direkte ved hjelp av kjente former, eller indirekte ved hjelp av såkalte jordartsindikasjoner. Slike jordartsindikasjoner gjør det også mulig å foreta en forholdsvis differensiert jordartsbestemmelse i områder som er dekket av vegetasjon.

En annen stor fordel med flybilder er at et bildepar gir en tredimensjonal oversikt over et stort område, ca. 30 km² for bildemålestokk 1:30 000 og ca. 10 km² for målestokk 1:13 000. De gir altså en oversikt over terrenget som helt savnes i felt.

Flybildetolkning med jordartsbestemmelse gir derfor mulighet til på en rask og økonomisk måte å identifisere områder som kan gi geotekniske problemer i forbindelse med f.eks. vegbygging. Tolkningen bør imidlertid følges opp med markbefaring, gjerne kombinert med litt prøvetaking og noen enkle sonderinger. Det bør også hentes inn opplysninger om området fra geoteknisk og geologisk litteratur og kart, osv.

En slik kombinasjon av tolkning, litteraturstudium og markarbeide vil i mange tilfeller gi en god oversikt over lagdeling, jorddybder, stabilitets- og setningsforhold i det aktuelle området, og dette vil igjen gi et godt utgangspunkt for planleggingen av nødvendige grunnundersøkelser.

Innholdet i denne rapporten er i stor grad hentet fra boken "Flybildetolkning för jordartsbestämning" av Ulf Kihlblom 1970. Det er også tatt med opplysninger fra annen litteratur (se liste) og fra egne erfaringer.

Emneord: *Flybilder, tolkning av løsmasser, metoder, utstyr, litteratur*

Kontor: *3520 Geoteknisk kontor*

Saksbehandler: *Ole Petter Wangen*

/ OPW

Dato: *Mars 1999*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

Bruksområde og tolkningsmetodikk	s. 3
Generelle kommentarer	“ 3
Jordartenes inndeling	“ 3
Tolkningsmetodikk	“ 4
Flybilder og film - typer og kvaliteter	“ 6
Flybildenes geometriske kvalitet	“ 7
Fotomålestokken	“ 7
Fotosentrum	“ 8
Flyfotografering i Norge	“ 8
Stereomodellen	“ 11
Stereomodellens geometri	“ 11
Pseudoeffekt	“ 11
Stereoskopet	“ 12
Innpassing av stereoparet	“ 12
Grovinpassing	“ 12
Fininnpassing	“ 12
Årstidenes betydning for informasjonsmengden i bildene	“ 13
Trevegetasjonens forandringer	“ 13
Markvegetasjonens forandringer	“ 13
Variasjonen i fuktighet	“ 13
Jordarter med karakteristisk utseende/overflateform	“ 14
Minerogene sedimenter	“ 14
Organiske jordarter	“ 19
Morene	“ 20
Berg	“ 23
Jordartsindikasjoner	s. 24
Jordartsindikasjoner som skyldes naturlige prosesser	“ 24
Jordartsindikasjoner som går på topografi/overflateform	“ 25
Gråtonegjengivelse	“ 27
Terrengets topografi	“ 27

Markfuktighet og jordartenes og berggrunnens egenfarge	“ 28
Organiske jordarter	“ 28
Leire og silt	“ 28
Stein- og blokkmark	“ 28
Morene	“ 28
Berg i dagen	“ 29
Erosjon	“ 29
Vannets eroderende virksomhet	“ 29
Vassdragenes utseende i kartbildet	“ 29
Skred, ras og jordflytning (solifluksjon)	“ 30
Skred og ras	“ 30
Jordflytning (solifluksjon, fårestier)	“ 31
Vegetasjon	“ 31
Identifisering av trevegetasjon	“ 31
Jordartsindikasjoner som skyldes menneskelige inngrep	“ 33
Bedømmelse av jorddybde	“ 34
Litteratur	“ 34

Bruksområde og tolkningsmetodikk.

Generelle kommentarer

Flybildetolkning innebærer at man fra flybilder innhenter kvantitative og kvalitative informasjonen om andre enn de rent geometriske egenskapene.

Fotogrammetri er bestemmelse av geometriske egenskaper hos fotograferte gjenstander, landskaper, osv.

Flybildetolkning med jordartsbestemmelse innebærer at man på flybilder identifiserer jordarter og jordartsgrenser, avgrensar områder med samme geotekniske egenskaper og at man i visse fall vurderer jordartenes tykkelser.

De opplysninger man søker med en flybildetolkning kan i enkelte tilfeller fåes ved en direkte identifisering av objekter på bildene. I andre tilfeller leter man etter egenskaper som ikke fremtrer direkte, men som kan gjenfinnes ut fra indirekte kriterier. Eksempler på dette er f.eks. såkalte jordartsindikasjonar, som også muliggjør en relativt diffrensiert jordartsbestemmelse i områder hvor marken er vegetasjonsdekket.

En av de store fordelene med flybilder er at man på et bildepar kan få en tredimensjonal oversikt over store terrengpartier (ca. 30 km² for bildemålestokk 1:30 000 og ca. 10 km² for 1:13 000). Man får altså en oversikt over terrenget som helt savnes i felt.

Ved hjelp av flybildetolkning har man gode muligheter til raskt å lokalisere slike områder som kan forventes å bli besværlige sett fra et geoteknisk synspunkt, og som derfor bør undersøkes nærmere. En flybildetolkning bør derfor følges opp med markbefaring, eventuelt med noen prøver og enkle sonderinger, for å få en oversikt over lagdeling, jorddybde og stabilitets- og setningsforhold. Det er tilstrekkelig å undersøke noen få utvalgte områder, særlig slike som på flybildene ser ut til å være representative for større områder.

Jordartenes inndeling

Jordartene kan inndeles etter flere systemer, f.eks. etter

- dannelsesmåte
- sammensetning
- styrke- og deformasjonsparametre

Ut fra dannelsesmåten deles jordartene inn i glasiale, postglasiale minerogene og postglasiale organiske.

Ut fra sammensetningen inndeles jordartene i mineraljordarter og organiske jordarter. Mineraljordartene kan inndeles ut fra kornfordeling, de organiske jordartene ut fra formuldningsgrad i torv, gytje og dy.

Ved flybildetolkning kan det være gunstig å benytte en mindre differensiert jordartsinndeling enn den som er beskrevet ovenfor. Man kan slå sammen slike kornstørrelsesgrupper og jordtyper som har sammenliknbare egenskaper og karakteristika på bildene.

I tabell 1 er vist de jordartsgruppene som kan utskilles med tilstrekkelig grad av sikkerhet på flybilder. Disse jordartene er delt inn i 5 hovedgrupper, for av praktiske grunner regnes også berg med her:

Tabell 1. Jordartsinndeling ved flybildetolkning, dvs. jordarter som med noe trening kan skilles ut på flybilder

<i>Hovedgruppe</i>	<i>Undergruppe</i>
<i>Grovsedimenter</i>	<i>Grus og grov-, mellom- og finsand</i>
<i>Finsedimenter</i>	<i>Silt og leire</i>
<i>Morene</i>	<i>Grov (grusig - sandig) morene Fin (siltig - leirig) morene</i>
<i>Organiske jordarter</i>	<i>Torv, gyttje og dy</i>
<i>Berg</i>	<i>Berg i dagen Berg med tynt dekke av løsmasser</i>

Tolkningsmetodikk

Flybildetolkning for jordartsbestemmelse deles av praktiske grunner inn i følgende arbeidsoppgaver:

- Forberedende studier, dvs. innhenting av data fra litteratur og kart (topografiske og geologiske kart)
- Detaljstudier på flybilder
- Feltkontroll
- Rapportering

Arbeidsmengden i de forskjellige stadiene vil variere fra oppdrag til oppdrag, avhengig av hva som er hensikten med oppdraget, størrelsen på området som skal undersøkes, hvor vanskelig området er å tolke og tolkerens kunnskaper og erfaring.

Forberedende studier

Som grunnlag for denne delen av undersøkelsen benyttes tilgjengelig litteratur, kartmateriale, flybilder og eventuelle rapporter fra tidligere undersøkelser i det området som skal tolkes. Aktuelt grunnlagsmateriale kan da være:

- * Tilgjengelige flybilder.
- * Topografiske kart.
- * Tilgjengelig litteratur/rapporter med opplysninger om geologi og geoteknikk i området, f.eks. data om isavsmelting, marin grense, lagdeling, bordata, m.m.
- * Geologiske kart (berggrunn og løsmasser)

For å få en best mulig oversikt for det videre arbeidet, kan det være nyttig også å se på områdene rundt det aktuelle. Dette kan gi bedre oversikt og forståelse av de geologiske hovedtrekkene, som igjen kan gjøre det lettere å forstå terrengformene og de jordartsdannende prosessene i området.

De forberedende studiene kan altså gi opplysninger som er viktige for forståelsen av det vi ser på flybildene. Eksempler på slike opplysninger er

- isens bevegelsesretning: Forklarer terrengformer som støt-/lesider, og typiske moreneavsetninger (drumliner) osv. Når berggrunnsgeologien i området er kjent, angir den hvilke bergarter vi kan forvente å finne i løsmassene, og dermed også noe om forventet kornfordelingen (og de mekaniske egenskapene) i disse.
- marin grense: Angir hvor vi kan finne finkornige havavsetninger og hjelper oss å vurdere områdene under marin grense m.h.p. bølgevasking (strandavsetninger).
- områdets beliggenhet i forhold til marin grense sier også noe om muligheten til å finne grusforekomster, litt variasjon over/under MG.
- over MG finnes kun løsmasser som er upåvirket av et marint miljø, under kan de være vasket av bølger og dekket av strandavsetninger, leire, o.a.
- data om lagdeling i løsmassene
- data om berggrunnsgeologien kan ha betydning for forståelsen av landskapsformene i området (bergarter, lagdeling, oppsprekning, osv.).
- data om berggrunnstopografien i et område kan gi oss indikasjoner på løsmassetykkelse. I et kuppert landskap kan vi få partier med store løsmassetykkelse, mens i et område med jevn topografi vil løsmassene generelt ha liten tykkelse.

Detaljstudier på flybilder

På grunnlag av den oversikten vi har fått fra de forberedende undersøkelsene, kan vi begynne med den detaljerte fototolkningen. Her vil jeg med en gang få påpeke at tolkning uten etterfølgende feltkontroll kan være av forholdsvis begrenset verdi.

For at bildene skal gi best mulig oversikt over terrenget og samtidig størst mulig detaljrikdom for tolkningen, er det best å bruke bilder i målestokk 1:10 000 - 1:20 000. Ønsker vi fler detaljer, må vi skaffe oss bilder i målestokk 1:4 000 - 1:8 000 for de områdene hvor dette er ønskelig. På slike bilder mister vi imidlertid mye av terrengoversikten, de er derfor til størst nytte ved detaljstudier av begrensede områder.

Identifisering av jordarter og inntegning av jordartsgrenser kan skje med hjelp av dannelser som har en karakteristisk overflateform eller ut fra forskjellige jordartsindikasjoner. Dette vil jeg komme detaljert tilbake til senere. Foreløpig vil jeg bare antyde hva det går ut på:

Jordarter med karakteristiske overflateform er slike hvor form og utseende avgrensene dem tydelig i terrenget. De er derfor lett gjenkjennelige i flybildene. Slike forekomster er dannet på en spesiell måte, de som har samme utseende er derfor bygget opp av tilnærmet samme jordart og kornstørrelser. De forteller oss derfor både om dannelsesmåte og jordart, og dermed også om grunnforhold.

Mange jordarter har imidlertid ikke noen spesiell overflateform, her må vi derfor støtte oss til **indirekte kriterier** i tolkningen, dvs. til såkalte **jordartsindikasjoner**.

Som et første steg i tolkningsarbeidet identifiserer og tegner vi inn alle de karakteristiske overflateformene som forekommer innenfor tolkningsområdet. Dette skjer ved at vi søker gjennom bildene etter de terrengformene vi kjenner igjen og kan klassifisere.

Med utgangspunkt i de kjente avsetningene starter vi et systematisk studium av de øvrige partiene i bildene. Det gjør vi ved å avgrense områder med tilsynelatende samme utseende, og med hjelp av forskjellige jordartsindikasjoner forsøker vi å bestemme jordartstype i disse.

Der vi ikke finner slike indikasjoner og der indikasjonene gir divergerende resultat, må vi avstå fra å tolke. I stedet må vi se på disse områdene i den avsluttende feltkontrollen.

Feltkontroll

All flybildetolkning bør følges opp av en begrenset feltkontroll. Hvor omfattende feltkontrollen skal være er bestemt av slike forhold som hensikten med arbeidet, kravet til tolkningskvalitet og hvor vanskelig det er å tolke avsetningene i området. En opplæring i flybildetolkning bør derfor gi mulighet til å sammenlikne bilder og terreng, dvs. en kombinasjon av tolkning og markbefaring.

Feltkontrollen skal først og fremst omfatte de lokalitetene hvor det har vært vanskelig å bestemme jordart og jordartsgrenser.

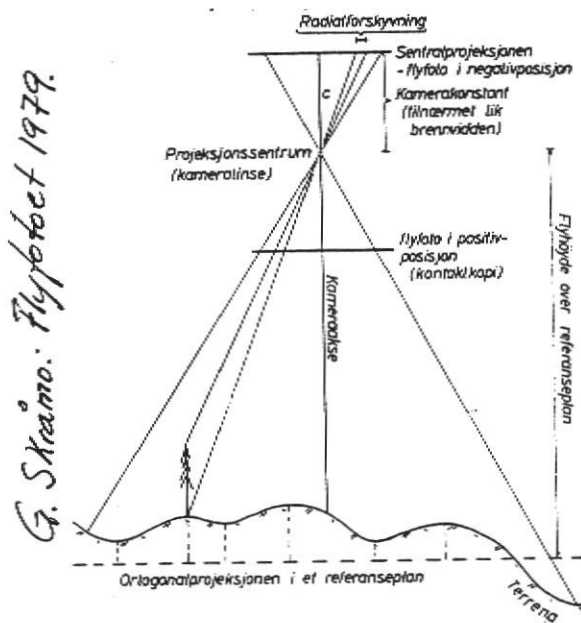
Rapportering av tolkningsresultatene

Ofte er det nok bare å tegne inn tolkningsresultatene på en transparent som ligger over bildene. Om ønskelig kan tolkningen overføres til et topografisk kart. I tillegg kan vi skrive en rapport hvor vi utdyper slike ting som det er vanskelig å tegne inn på kart eller transparenter, f.eks. opplysninger om lagdeling, grunnvann/kilder, materialforekomster, fornminner, marin grense, osv.

Flybilder og film - typer og kvaliteter

Dette kapittelet overlates til selvstudium. Interesserte henvises til oppgitt litteratur.

Flybildenes geometriske kvalitet

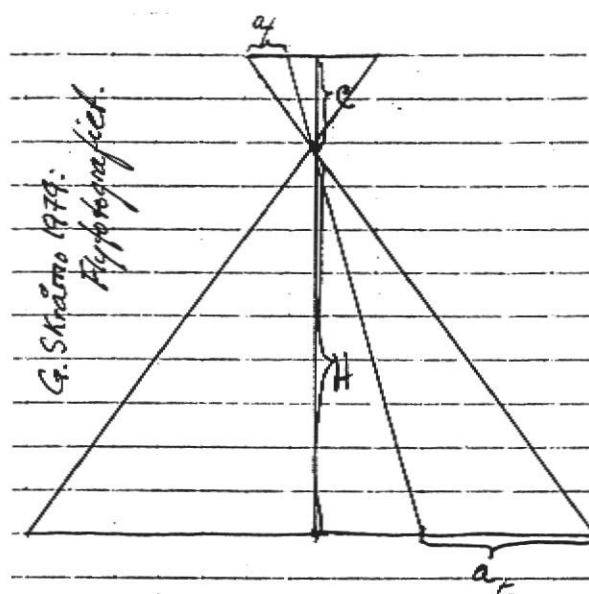


Flybilder er en sentralprojeksjon, dvs. at sentrum i bildet er målriktig. Et vanlig kart er en ortogonalprojeksjon, også kalt en horisontalprojeksjon. I fig. ser vi at sentralprojeksjonen fremkommer når vi trekker rette linjer fra punkter i terrenget gjennom et projeksjonssentrum, dvs. kamerallinsen, og så lar linjene skjære et plan, dvs. filmnegativet. Hvis vi trekker loddrette (ortogonale) linjer fra de samme punktene i terrenget og ned på et plan, får vi en ortogonalprojeksjon (=horisontalprojeksjon).

En meget vesentlig forskjell mellom de to projeksjonsprinsippene fremgår av treet på fig. I ortogonalprojeksjonen er både rot og topp avbildet i samme punkt, og det betyr at målestokken er den samme uansett høyder i terrenget. I sentralprojeksjonen derimot ser vi at treet blir avbildet som en avstand. Vi ser at vi får en radialforskyvning i denne projeksjonen p.g.a. høydeforskjellen. Som navnet sier skjer denne forskyvningen alltid langs radien gjennom fotosentrum for vertikalopptak. Dette medfører at sentralprojeksjonen har varierende målestokk der det er høydeforskjeller i det fotograferte området. Forskyvningen langs radiene blir større jo større høydeforskjellene er jo lenger bort fra fotosenteret vi kommer. Bare der vi har absolutt vertikalt opptak over flatt terreng er sentralprojeksjonen målestokkensart og likedannet med ortogonalprojeksjonen.

Radialforskyvningen p.g.a. høydeforskjeller gjør at enkeltbilder ikke egner seg til avstandsmåling.

Fotomålestokken



Fotomålestokken kan bestemmes på flere måter. Den sikreste måten er å måle noen avstander på fotoet og de tilsvarende avstandene i terrenget eller på kart.

Ved å betrakte likedannede trekanter ser vi at forholdet mellom en avstand i terrenget og tilsvarende avstand på fotoet er lik (tilnærmet lik) forholdet mellom flyhøyde og kamerakonstant. Vi må imidlertid huske på at målestokken kun blir tilnærmet dersom opptaket avviker fra vertikalopptak i flatt terreng.

M_f = målestokken for fotoet	$M_f = H/c$
H = flyhøyden i m	
c = kamerakonstanten	$M_f = at/af$
a_t = avstand i terrenget	
a_k = " på kartet	$M_f = akMk/af$
a_f = " på fotoet	
M_k = målestokktall for kartet	

Eksempel:

$$H = 2\,400 \text{ m}; c = 15 \text{ cm}; a_t = 400 \text{ m}; a_f = 2,5 \text{ cm}; a_k = 8 \text{ cm}; M_k = 5\,000$$

$$M_f = H/c = 2\,400/0,15 = 16\,000$$

$$M_f = at/af = 400/0,025 = 16\,000$$

$$M_f = akMk/af = 0,08 \cdot 5\,000/0,025 = 16\,000 = \text{Målestokktallet}$$

$$\underline{\text{Målestokken} = 1:\text{Målestokktallet} = 1:16\,000}$$

NB!

Flyhøyden registreres barometrisk og er derfor en relativt usikker størrelse. Høydebestemmelse med barometer er basert på at lufttrykket avtar med høyden, men er konstant i en bestemt høyde. I løpet av den tid fotograferingen tar, kan værtype og lufttrykk forandre seg uten at dette er praktisk mulig å registrere. Slike endringer kan være en feilkilde ved høydemålingen. Derfor er det best å bestemme fotomålestokken ut fra målte avstander på kartet eller i terrenget.

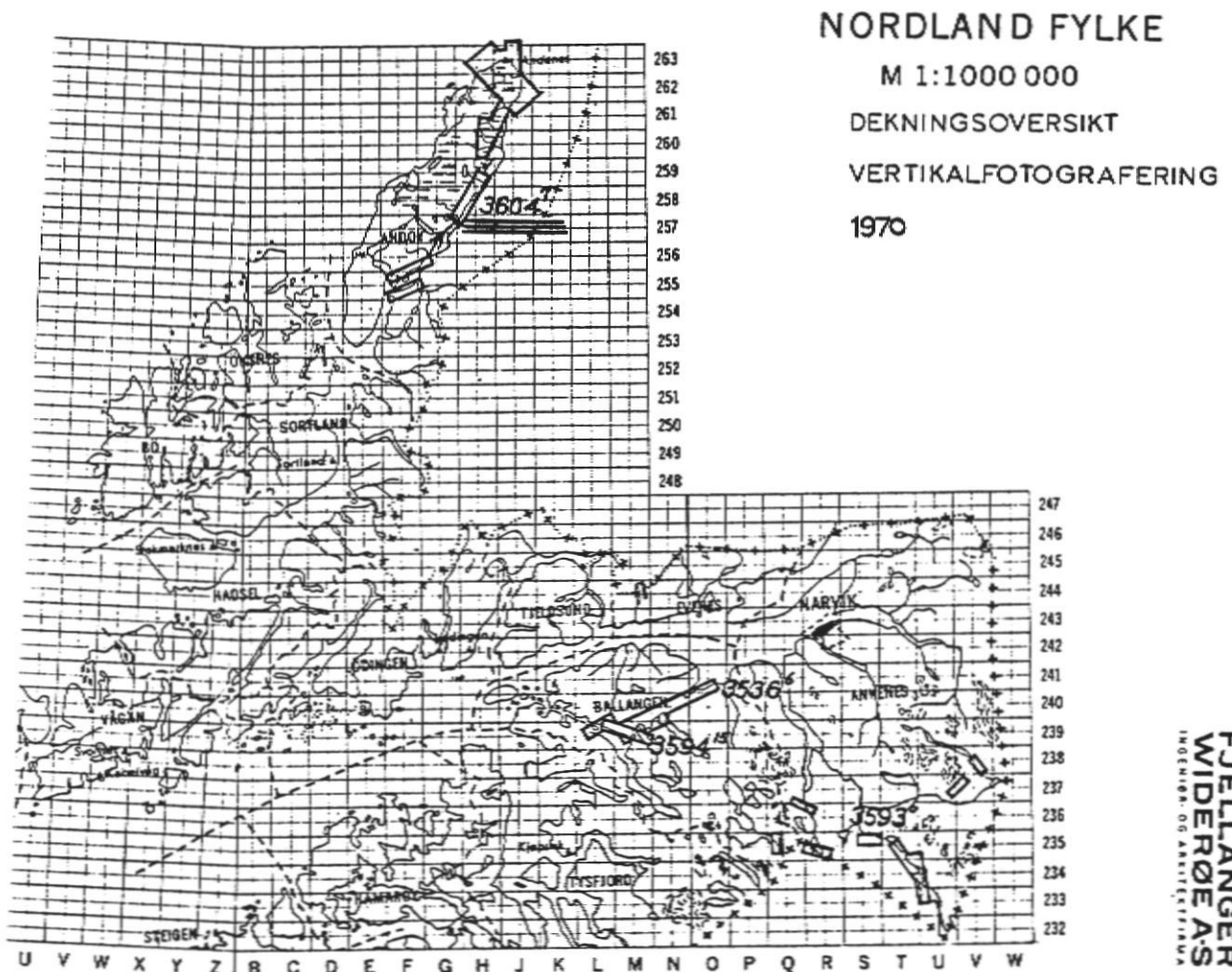
Fotosentrum

Fotosentrum finnes ved å trekke forbindelseslinjer mellom motstående rammemerker. Dette punktet og området tett inntil er tilnærmet målriktig. Kan være nyttig å kjenne dette punktet ved montering av bildene for stereobetraktning.

Flyfotografering i Norge

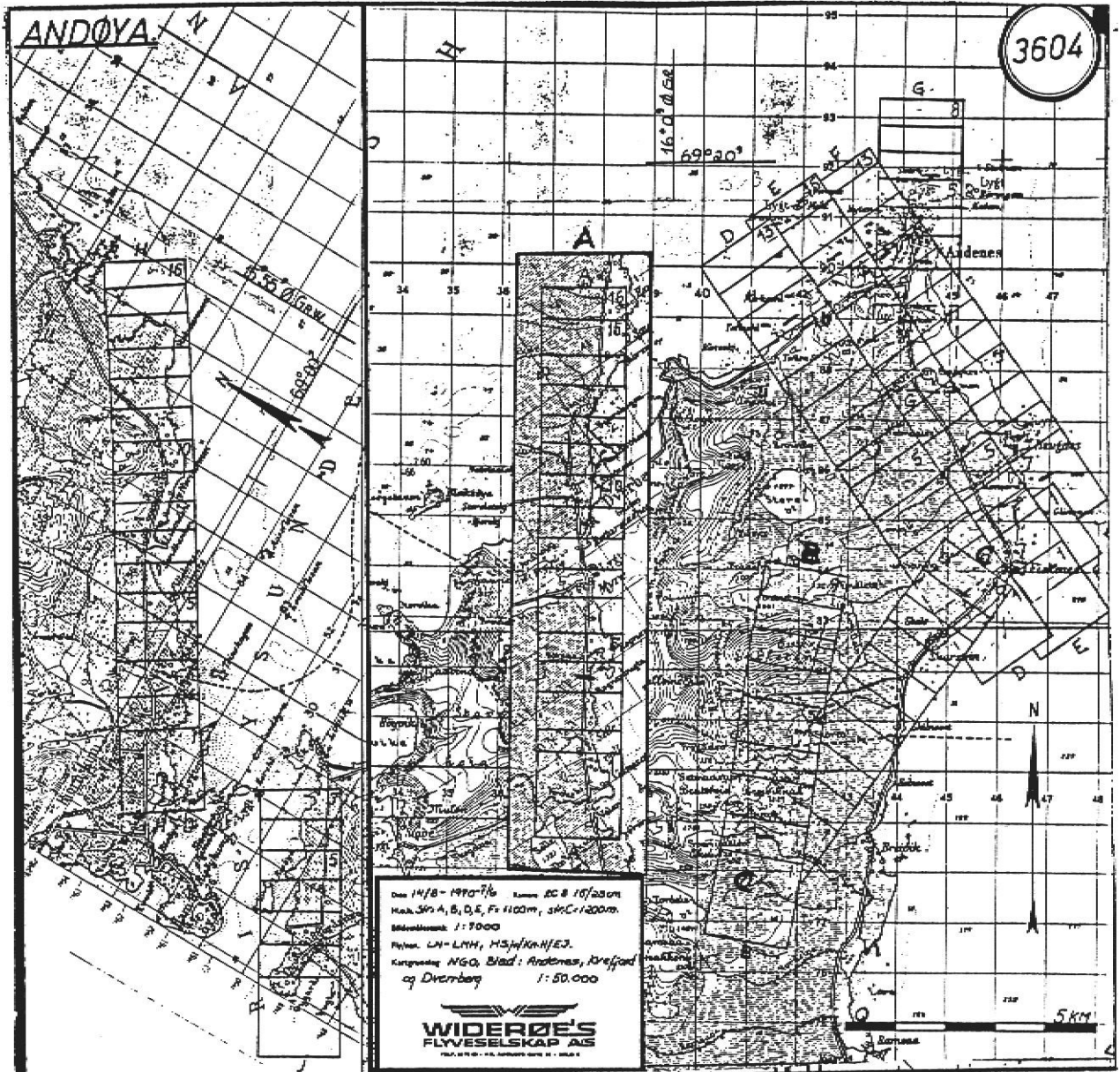
All flyfotografering i Norge utføres som enkeltoppdrag av private firmaer, det er ingen form for regelmessig fotografering i offentlig regi. Vi er derfor henvist til å benytte de fotos som finnes eller bestille nyfotografering. Regelen er at det alltid er billigst å benytte eksisterende fotos. Vi må imidlertid vurdere om fotoenes alder, målestokk og kvalitet er akseptabel for vår bruk. Veger og bebyggelse endres hurtig, så for orienteringens skyld bør ikke fotoene være for gamle. For jordartstolkning betyr imidlertid ikke alderen så mye, selv om terrenget i noen grad kan endres og tolkningsindikasjoner dermed forsvinne pga. kraftig utbygging, materialtak o.l.

Bestilling av flyfotos skjer direkte til fotofirmaene. Disse lager hvert år fylkesvise oversikter, der alle oppdrag er tegnet inn på oversiktskart. På disse og i de tabellene som følger disse oversiktene, kan vi finne ut målestokk og hvor og når de er fotografert.



Oppg.	STED	Dato 1970	Målestokk	Ant. neg.	Kamera 15.2-15.3 cm.
3598	Rana	5. 8	1: 7000	30	15 cm.
3599	Tjongsfjord-Nordfjord	13. 8	1:15000 1:30000	33	"
3600	Skjerstad-Beiarn-Gildeskål	14.21.22.26.07 3. 8,13.08	1:15000	509	"
3601	" " "	13. 8,14.08	1:30000	167	"
3602	Røsvatn	13. 8	1:10000	109	"
3603	Lenvik	14. 8	1:30000	144	"
3604	Andøya	14. 8	1: 7000	107	"

I tillegg til dekningsoversiktene blir det laget detaljerte fotoplaner, der hvert enkelt oppdrag tegnes inn på topografiske kart med stripe- og fotonr. påtegnet.



Stereomodellen

Stereofotografering (Fig. 1) og stereobetraktning (Fig. 2).

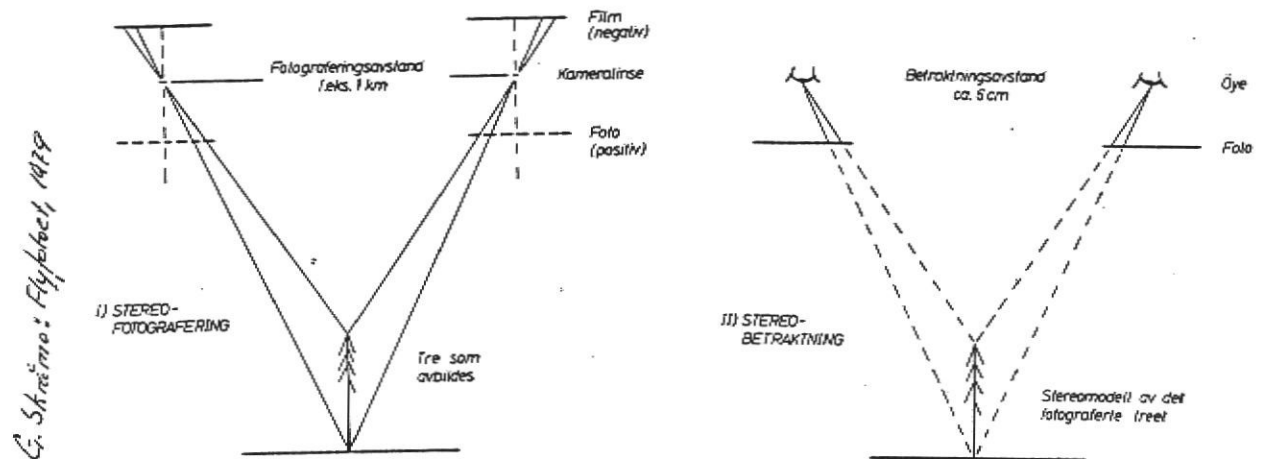
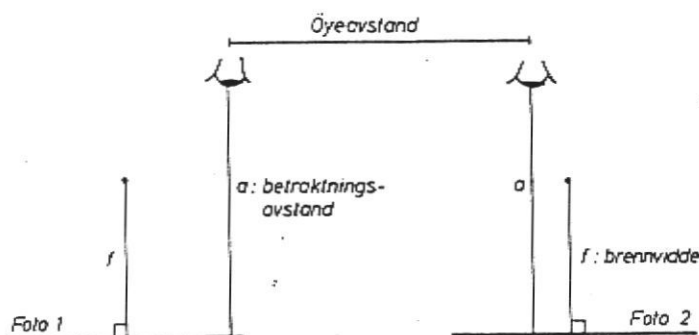


Fig. 1 viser et tre som blir fotografert to ganger fra forskjellig vinkel. Fig. 2 viser hvordan stereomodellen fremkommer ved at vi lar høyre øye betrakte høyre foto, mens venstre øye betrakter venstre foto.

Stereomodellens geometri (overdreven høydeeffekt)

Når vi ser på flybilder i stereoskop vil vi reagere på at høydene virker overdrevet i det tredimensjonale bildet. Det er flere grunner til dette, hvorav noen må angis som psykologiske effekter som ikke kan forklares. Men i hovedsak kan fenomenet forklares ut fra bl.a. følgende forhold:



G. Skråmo, Flyfotoet 1979.

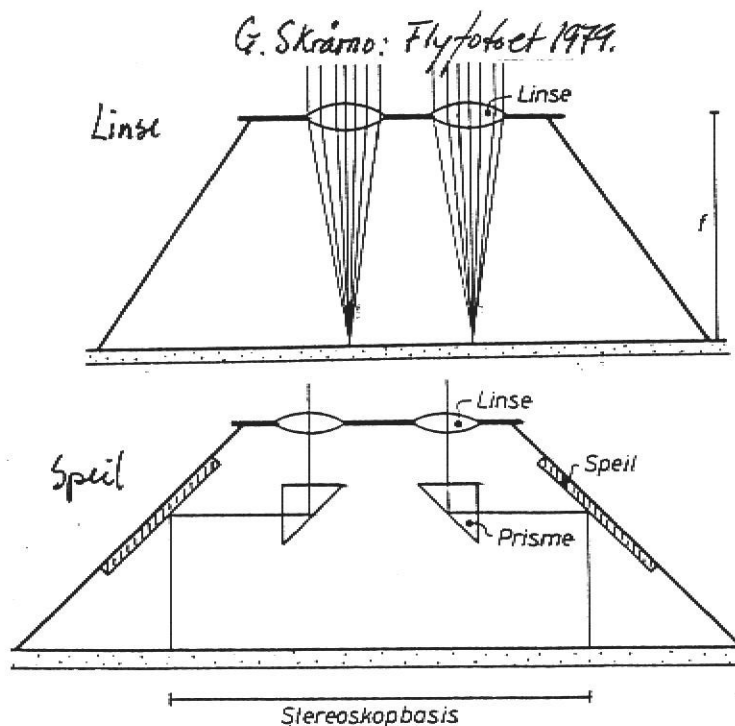
Vi bruker en annen betraktningssavstand a i stereoskopet enn brennvidden f for fotoapparatet. Dette medfører en annen målestokk i dybden enn i planet vinkelrett på synsretningen.

$a < f$: stereomodellen flates ut (dybdevirkningen avtar).

$a > f$: overdreven dybdeeffekt.

Pseudoeffekt

Den såkalte pseudoeffekten gir også et 3D synsinntrykk, men dybdeinntrykket er motsatt virkeligheten. Dvs. at f.eks. bekker renner på åsrygger, mens åsryggene blir til daler og ting som egentlig stikker opp blir til forsenkninger. Denne pseudoeffekten får vi ved å bytte om fotoene i et stereopar, slik at høyre øye ser på venstre bilde og omvendt. Vi har ingen praktisk nytte av denne effekten, men bør kjenne til den.



Stereoskopet

Det viktigste hjelpemiddel ved stereobetraktning av flybilder er stereoskopet, som det finnes mange varianter av. De viktigste typene er linsestereoskopet og speilstereoskopet. Ved øvelse er det mulig for de fleste å se bildene stereoskopisk uten hjelpemidler.

Stereoskopet gjør at vi uten videre kan skarpstille på uendelig. Dette fordi stereoskopet har en brennvidde som er lik betraktningssavstanden.

Fordelen med et speilstereoskop fremfor et linsestereoskop er at vi får en bedre oversikt i modellen, og bildene kan legges ved siden av hverandre og ikke delvis over hverandre som

med linsestereoskop. Vi slipper dermed å brette bildene. Speilstereoskopet er som regel forsynt med en kikkert, noe som gjør det mulig å forstørre opp detaljer 3-8 ganger.

Innpassing av stereoparet

Grovinnpassing

Hvis vi bare skal ha et raskt overblikk, foretar vi en grovinnpassing av stereoparet. Dette skjer ved at bildene skyves og vris i forhold til hverandre til vi får et brukbart stereoinntrykk.

De fleste oppdager fort at de kan bevege fotoene noe i forhold til hverandre uten at stereovirkningen forsvinner. Det betyr at øynene og hjernen kan holde på stereoeffekten innenfor et visst variasjonsområde. Men ut mot yttergrensen for dette området må vi presse øynene våre for å holde på stereosynet, og dette blir fort anstrengende. I verste fall kan dette føre til hodepine.

Vi kan på en enkel måte kontrollere om stereoparet er galt innpasset. Først innstiller vi øynene på langt hold ved at vi ser avslappet på et mål, f.eks. tvers over rommet. Når vi så flytter blikket til stereoskopet, skal vi se stereoskopisk med en gang. Hvis det tar tid før synsintrykkene "glir sammen", betyr det at vi må presse øynene for å få stereovirkning.

Fininnpassing

Vi merker av fotosentrum i hvert foto ved å trekke linjer gjennom motstående rammemerker. Disse finner vi i hvert hjørne eller midt på sidene i fotorammen. Under stereoskopet grovinnpasser vi på områdene omkring fotosentra, ett for ett, og overfører sentrum i venstre foto til høyre og sentrum i høyre til venstre foto. Fotosentra og overførte sentra skal ligge på en rett linje, for derved å gi stereoparet samme vridning innbyrdes som under fotograferingen.

Årstidenes betydning for informasjonsmengden i bildene

Flybilder som er tatt av samme område men til forskjellige årstider, viser store variasjoner i gråtoner og utseende. Dette skyldes variasjoner i løvverk, undervegetasjon, bruksmetoder, jordfuktighet og lengden på skygger.

Flybilder som skal benyttes til jordartsbestemmelse må fortrinnsvis være tatt i den snøfrie del av året. Den aller beste tiden er i perioden fra snøsmelting og frem til overgangen mellom tidlig og sen vår. Kravet fra de fleste bestillere om mest mulig skyfri himmel fører imidlertid til at de fleste bildene tas i løpet av senvåren og sommeren.

Trevegetasjonens forandringer

I områder med løv- og blandingsskog er det best innsyn på bilder tatt i den løvfrie delen av året. Løvtrær som f.eks. or og selje som er interessante ut fra et tolkningssynspunkt, kan vanligvis også kjennes igjen i denne perioden pga. voksested, tette bestander og tett grenverk. Når løvet har kommet forsvinner muligheten for innsyn i løvskogterreng, men da blir til gjengjeld identifiseringen av de enkelte treslagene enklere.

Markvegetasjonens forandringer

Vegetasjonen på udyrket mark følger også årstidene. Dette gjelder først og fremst gress og urter som vokser opp på nytt hvert år, mens busker og lav ikke endres og derfor ikke innvirker på gråtonen i bildene på samme måte.

På udyrket mark avbildes gress og urter med jevn overflate og lys gråtone fra vekstsesongen slutter om høsten til den nye vegetasjonen spirer om våren. I vekstperioden får gresset en noe mørkere gråtone, noe som skyldes både gressets egenfarge og skyggen som det oppreiste gresset lager. Uansett skygge og egnfarge viser markvegetasjonen en forholdsvis lys gråtone i vekstsesongen.

I oppdyrkede områder er forholdene noe anderledes, siden man der pløyer og harver om våren og høster inn sommer og høst. I tillegg kommer at gråtonen varierer noe for de forskjellige planteslagene, og at voksemåten også varierer.

På vårbildene kan man lett se forskjell på høstsådde åkre, beitemark og pløyd eller upløyd mark på grunn av forskjeller i overflatestruktur og gråtoner. På forsommeren når vekstene på åkrene har nådd etpar dm's høyde og alle er mer eller mindre intenst grønne, er det ofte umulig å skille de forskjellige veksttypene fra hverandre. De organiske jordartene lar seg spesielt godt gjenkjennes ut fra vegetasjon, mørk gråtone, vannspeil, grøfting osv.

Variasjoner i markfuktighet

Markfuktighetens variasjoner med årstidene og den betydning dette har for gråtoner, grøfting, osv, utgjør viktige indikasjoner for jordartsbestemmelse på flybilder.

Bilder som er tatt umiddelbart etter snøsmeltingen og under tidlig vår, viser ofte en rik variasjon i gråtoner som for en stor del er mørke. Dette skyldes både høy markfuktighet og varierende grad av opptørring (variasjoner i porøsitet=kornstørrelser/drenering). Brukt riktig er dette et godt hjelpemiddel til bestemmelse av jordarter og jordartsgrenser.

På denne årstiden er det lett å observere gjengravde drengrofter, idet disse fremstår som lyse striper p.g.a. opptøking som skyldes bedre drenering langs grøftene enn mellom dem.

På senvåren forsvinner endel av de gråtonevariasjonene som vi kan se i tidlige vårbilder. Dette skyldes det tørre været som er vanlig på denne tiden. Overflaten på de fleste mineraljordarter (til forskjell fra organiske) som mangler eller bare har litt vegetasjon fremstår da med lys gråtone. På forsommeren dekkes overflaten av vekster, og dette svekker ytterligere kontrastene mellom de forskjellige jordartene.

På høsten øker effekten av nedbøren igjen, og på senhøsten får man igjen endel av de kontrastene man kunne se på de tidlige vårbildene, men ikke like tydelig som om våren.

Jordarter med karakteristisk utseende/overflateform

Vi skal nå se på jordarter som har en karakteristisk og avgrenset overflateform. P.g.a. sitt typiske utseende er de lette å identifisere på flybilder. Her er det altså ikke snakk om tolkning ut fra indikasjoner men på gjenkjenning - altså "trynefaktor". Man må lære seg utseendet på disse formene. Påvisning av slike former har også stor verdi for den videre tolkningen, fordi de representerer ett bestemt avsetningsmiljø som ofte har satt sitt preg på de andre avsetningene i området. For tolkningsarbeidet deler vi inn jordartene i fire hovedgrupper:

- minerogene sedimenter (sediment = vannavsatt materiale i fersk- eller saltvann)
- organiske jordarter (myr, torv, osv.)
- morene (materiale avsatt direkte av breen)
- berg (berg i dagen og med liten overdekning)

I tillegg til et karakteristisk utseende i terrenget og på flybildene, har disse jordartene også en overflateform som kan inndeles i positiv (= oppstikkende), plan (flate sletter) og negativ (skålformet).

Vanligvis har de avsetningene som er bygget opp av grovsedimenter positiv til tilnærmet plan form, mens de finkornige avsetningene er fra plane til negative (skålformet). Den skålformede overflaten skyldes setninger i ensgraderte, leirrike avsetninger.

Minerogene sedimenter

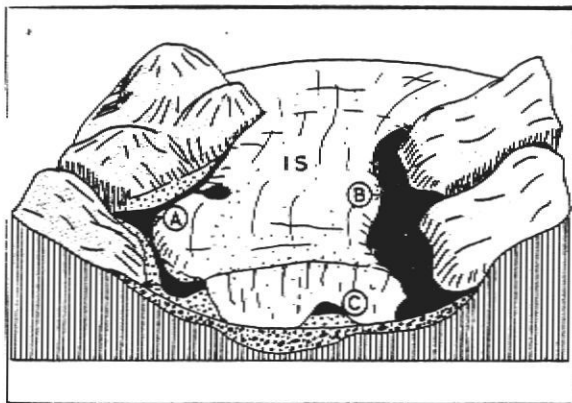
Følgende avsetningstyper har karakteristiske overflateformer som er lett gjenkjennelige på flybilder:

- grusåser (rullestensåser, esker)
- deltaavsetninger
- dalfyllinger (breelvsletter, sandur)
- leir- og siltsletter

De tre førstnevnte er former som er bygget opp av grovsedimenter (stein, grus, sand), mens den sistnevnte er bygget opp av finsedimenter (silt og leire).

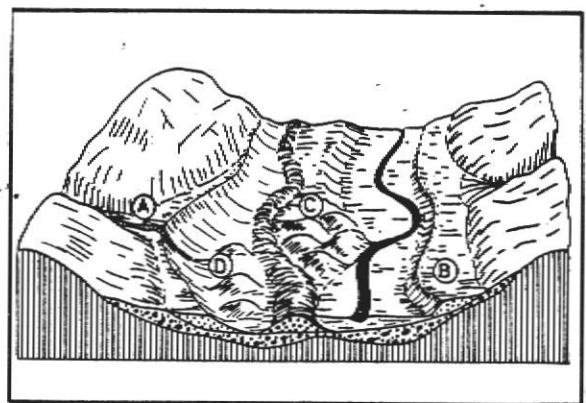
Grusåser (rullestensåser, eskere) - karakteristisk utseende med positiv overflate

Dette er lange, slingrende rygger som er bygget opp av grus, sand og endel stein. Materialet kan vise lagdeling. Ryggene er enten avsatt i tunneler under eller på sprekker i breen. Vi finner slike grusåser i bunnen av dalene, i høyfjellet og enkelte steder i dalsidene. Lengden kan variere fra noen få m til flere km, bredden og høyden fra noen få til flere titalls m.



En del av det eroderte materialet ble avsatt i elver langs isen (A) eller i randsjøer ved iskanten (B). Resten av materialet ble ført inn under isen og avsatt i sprekker eller tunneler (C), eller det ble avsatt utenfor isfronten.

(T. Østerås ca. 1982: Smeltevannsavsetninger langs en bre)



I dag finner vi avsetningene igjen som terrasseflater hvor sedimentasjonen skjedde i elver og og randsjøer (A og B), som grusåser hvor materialet ble bunnfelt i tunneler og sprekker (C), eller som et hauget dødisterreng hvor smeltevannselver førte materialet ut på isen (D).

Dalfyllinger (breelvsletter, sandur) - karakteristisk utseende med positiv til plan overflate

Dette er grussletter i bunnen av daler, som er bygget opp av materiale som breelvene transporterte ut foran breen. Materialet i en slik avsetning er grovest nærmest breen, og blir gradvis finere nedstrøms i dalen. Det har tydelig lagdeling som vanligvis er parallell med overflaten.

Etter istiden har elvene gravd i og fjernet store deler av disse avsetningene. Restene finner vi som terrasseformede sand-/grusforekomster i dalsidene, hvor de er lett gjenkjennelige i terrenget og på flybilder.

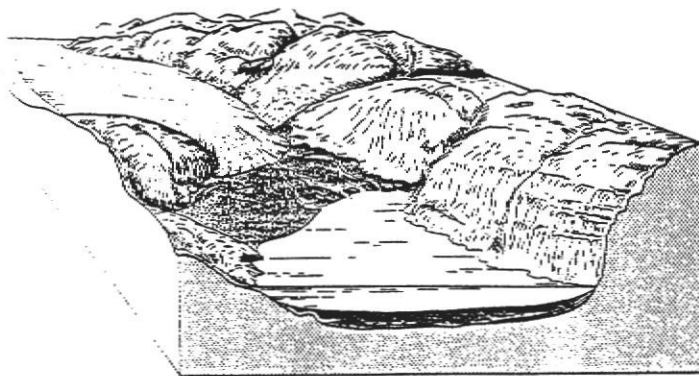


Terrasserester fra en dalfylling.

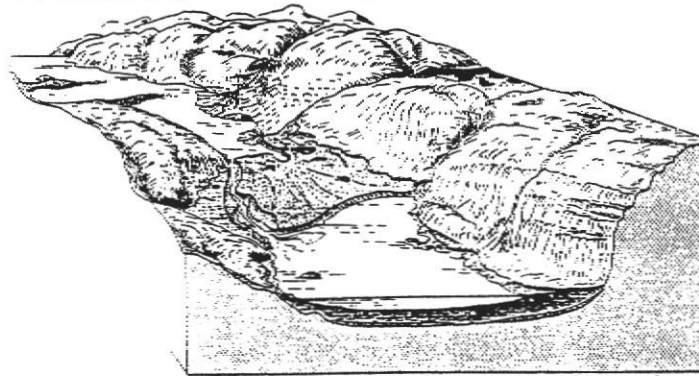
Delta - karakteristisk utseende med positiv overflate

I slutten av istiden da breene smeltet hadde breene stor vannføring. På denne tiden var det lite eller ingen vegetasjon som hindret elvene i å grave, og de førte derfor med seg store mengder materiale. En del av dette materialet ble ført ut i fjorder og innsjøer. Jo nærmere brefronten var en fjord/innsjø, jo grovere var det materialet som ble ført dit av smeltevannet.

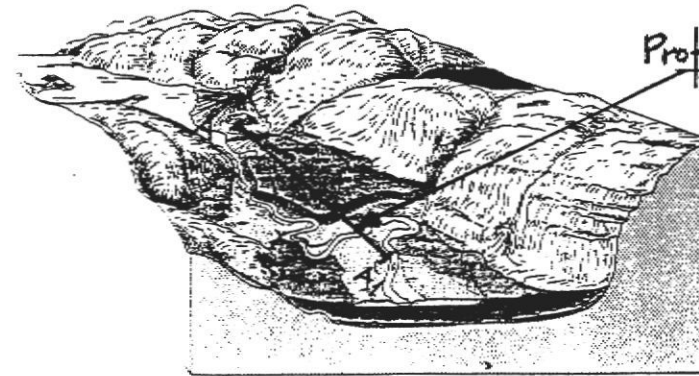
Der smeltevannselvene munnet ut i stillestående vann ble strømhastigheten plutselig redusert til null. De groveste fraksjonene - sand, grus, stein - ble da avsatt umiddelbart, dvs. i strandkanten. De finere fraksjonene ble ført lenger ut. På denne måten ble det over tid bygget opp et delta slik det er vist i fig. nedenfor.



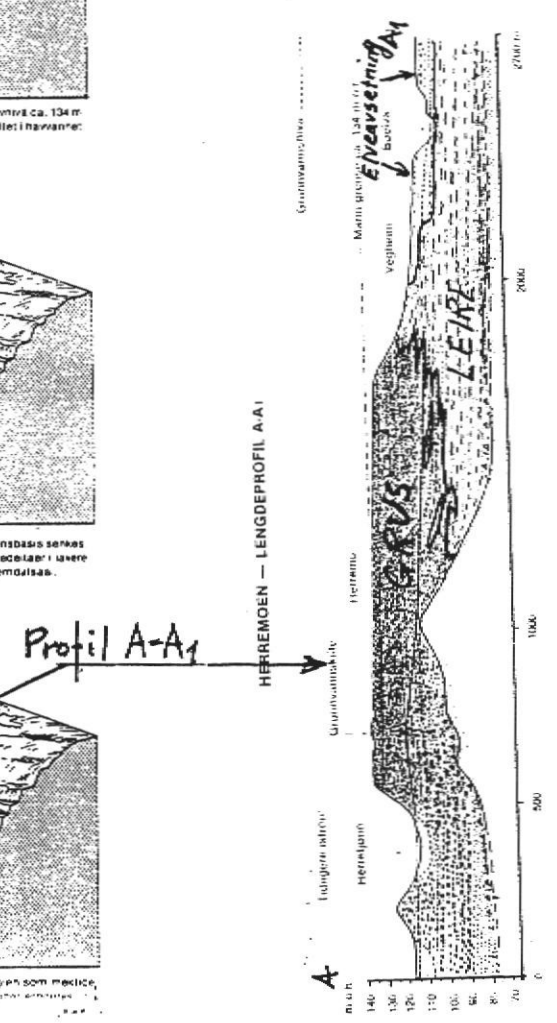
Et gammelt en-kanalselv i en brefront. Sand, grus og stein bygges opp som et delta. Ii dagværende havnivå ca. 134 m. Dette svævede antaken på ca. 2.500 år siden. Flomskanalen, silt og leire blir ført i sidsjøen ut i fjorden. Sletter i havvannet skrevet av barokkens bølger seg sammen i større kornrupper og bunntetter som havavsetning.



Et nytt trunkel seg ut av området. Strandavsetninger ved Liveneidet og Ternes er avsatt. Landet heves og erosjonsbasis senkes. Brene skifter seg gjennom strandetiset og deler delta i to. Herremoen - Øvermoen. Det bygges ut et deldelta i lavere vann. Bølgene kaster ut materialet - strandsonen langs fjorden. Store ørnerfler dannes ved Hønsedal og Bjørndalsaa.



Et nytt trunkel seg ut av området. Havet har trukket seg ut av området. Restene av strandetiset ligger igjen som mødte, og det bygges ut et deldelta i lavere vann. Bølgene kaster ut materialet - strandsonen langs fjorden. Store ørnerfler dannes ved Hønsedal og Bjørndalsaa.

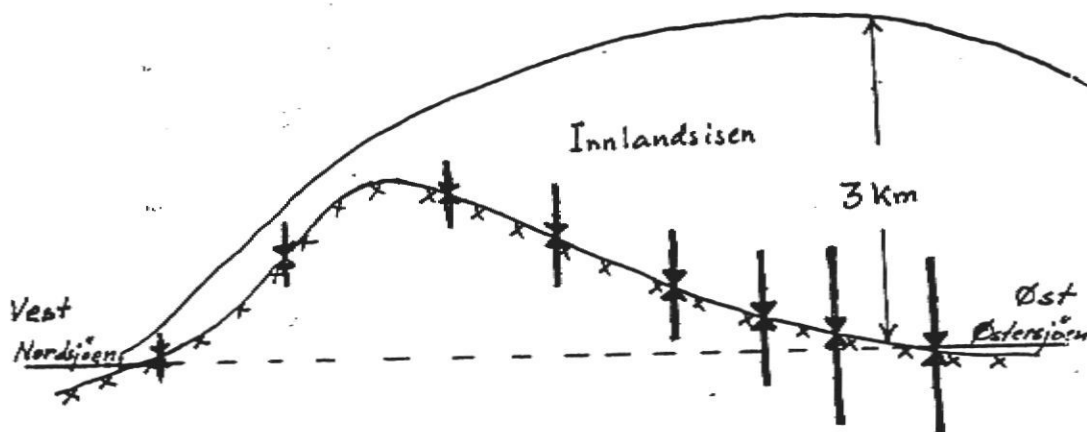


Oppbygning av et marint delta, Øvre Bø i Telemark. I.J. Jansen 1980.

Den lagdelingen som er vist i figuren, med leire langs bunnen og inn under deltaet, får vi bare i saltvann hvor leira fnokker ut nesten umiddelbart. I ferskvann holder leirpartiklene seg svevende og følger vannstrømmen ut i havet hvor de fnokker ut. Ferskvannsdeltaer har derfor bunnlag av sand/silt, ikke leire. Det kan imidlertid finnes cm-tykke lag av stiv ferskvannsleire i bunnlagene i en innsjø.

Silt- og leirsletter (marine avsetninger) - sletter med plan til negativ overflate

Da innlandsisen dekket Nord-Europa under siste istid, hadde den en tykkelse på mer enn 3 km over Bottenviken hvor den var tykkest. Derfra tynnet den radiært ut mot sidene. Den enorme istyngden presset landmassen ned, og fordi jordskorpen i noen grad er elastisk, begynte den å heve seg igjen etter hvert som isen smeltet og tyngden forsvant. Disse bevegelsene kalles **isostatiske bevegelser**.



Jordskorpebevegelser

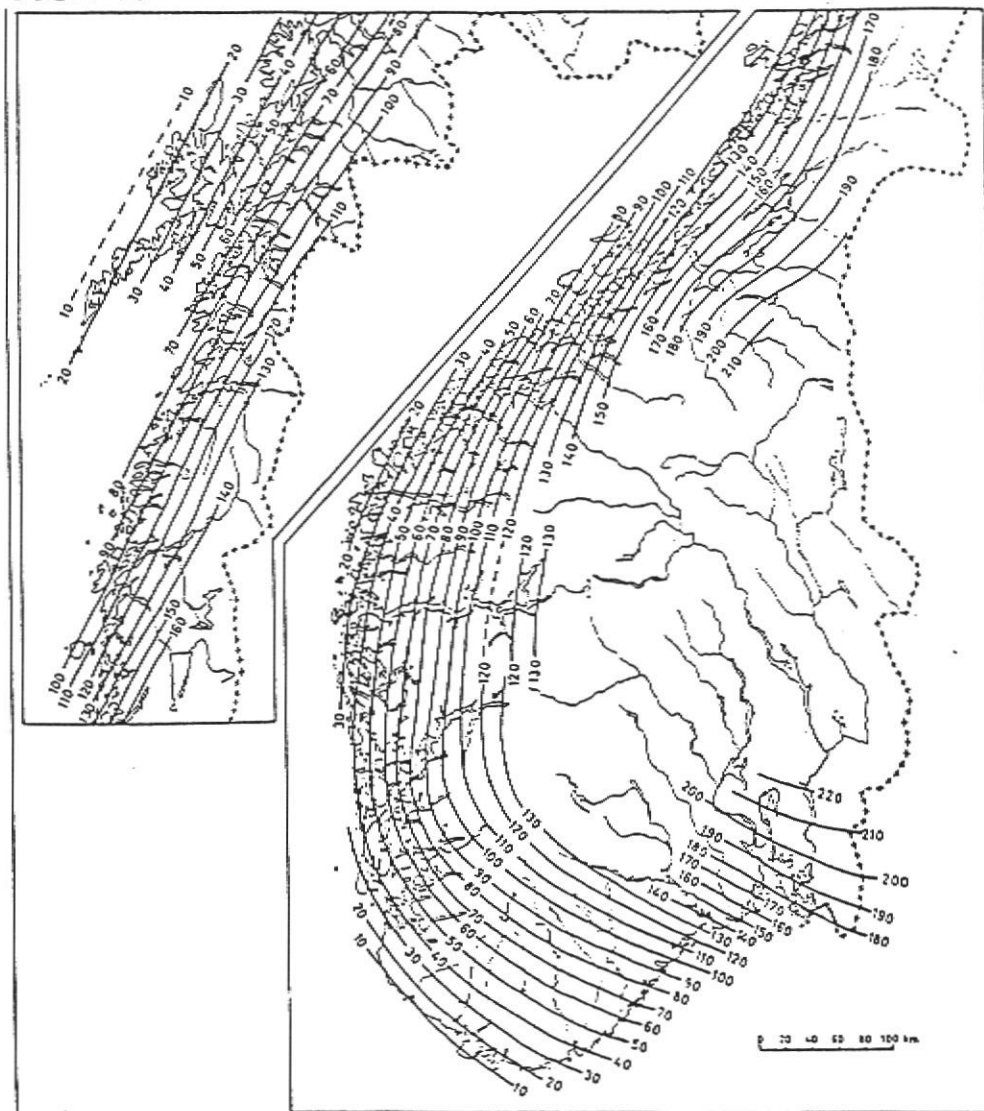
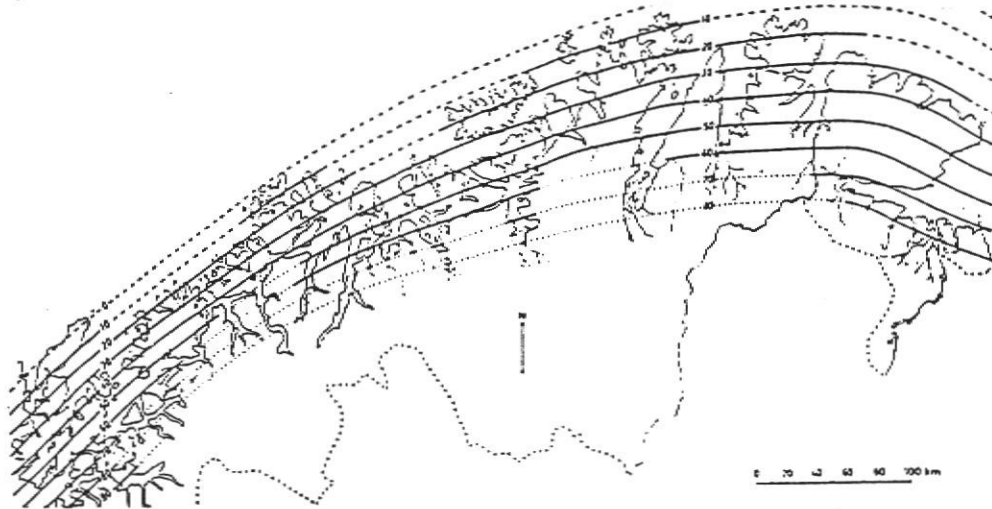
Samtidig med de isostatiske bevegelsene var det store bevegelser i havnivået. Dette fordi store mengder vann ble bundet i innlandsisen slik at havnivået sank. Da isen smeltet steg havet igjen. Disse endringene i havnivået kalles **eustatiske bevegelser**.

De iso- og eustatiske bevegelsene foregikk samtidig, og overlapper derfor hverandre i noen grad. Vi mangler derfor et nullpunkt som de totale bevegelsene kan måles ut ifra. I stedet kan vi måle den relative forskjellen, dvs. hvor mye større den ene har vært i forhold til den andre. I Norge var landhevingen større enn havstigningen i de aller fleste steder av landet. Langs hele kysten kan vi derfor finne havavsetninger som ofte ligger høyt over dagens havnivå. Det høyeste nivået for marine avsetninger på et sted kalles **marin grense (MG)** for dette stedet.

Isobasekartet (se fig. nedenfor) viser beliggenheten av marin grense i Norge, dvs. det høyeste nivået havet har nådd opp til på forskjellige steder i landet. F.eks. viser kartet at MG ligger på ca. 180 m o.h. ved Trondheim og ca. 220 m o.h. ved Oslo. Da det bare er marine leirer som kan bli sensitive viser isobasekartet hvor vi kan finne slike, nemlig under og opp til MG.

Huskeregul: Marine leirer finnes ikke over marin grense.

Isobasekartet viser høyden på marin grense i Norge, at den varierer fra sted til sted i landet, og at den alltid er høyest innerst i fjordene, lavest ute ved kysten. Dette skyldes at istykkelsen var størst inne i landet slik at landhevingen ble størst der.

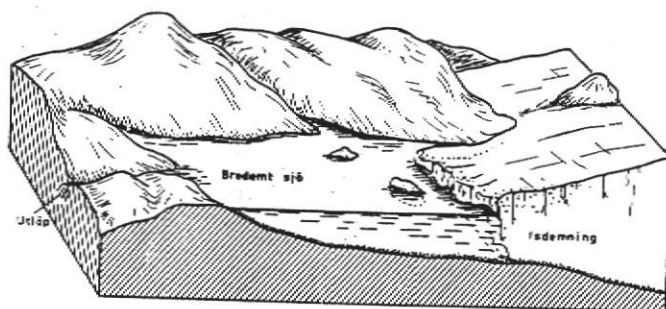


Isobasekart over Norge. Linjene (isobasene) angir - i meter over nåværende havnivå - høyden på marin grense (MG) i forskjellige områder. (O. Jøsang 1963.)

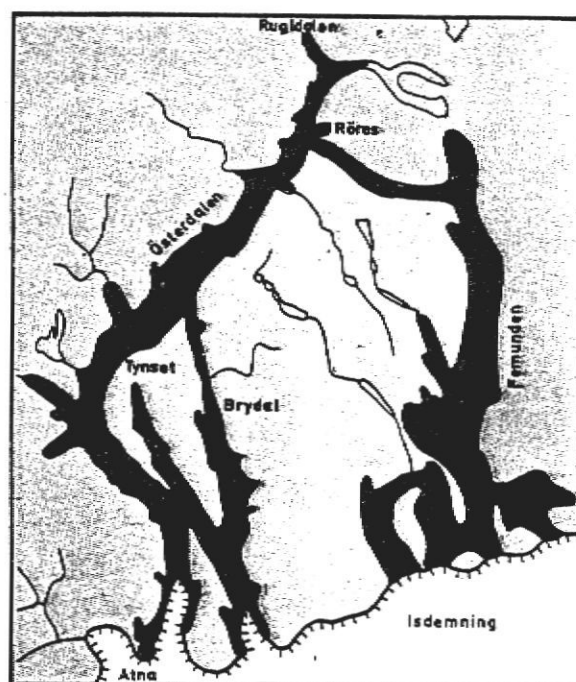
Der de marine marine silt-/leiravsetningene er hevet opp over nåværende havnivå, finner vi dem som plane eller svakt skålformete (negative) sletter. I ettertid har elver og bekker gravd seg ned i disse slettene, slik at de mange steder er gjennomslutt av forgrenede og ofte dype raviner. Både slettene og ravinene er lett gjenkjennelige på flybilder. Der disse slettene er bygget opp av siltige masser er de gjerne plane, med økende leirinnhold blir de skålformet.

Bresjøavsetninger, sletter med plan overflate

I avsmeltingsperioden ved slutten av istiden ble det dannet større og mindre bredemte sjøer mellom breen og vannskillene. Langs hovedvannskillet finner vi avsetninger fra en rekke slike sjøer, bl.a. i Nord-Østerdalen, Følldal og Nord-Gudbrandsdalen.



En bredemte sjø under utvikling.



Bredemte sjøer i Nord-Østerdalen og Femunden. T.Østerås ca. 1982.

Prinsippskisse for bredemte sjø.
T. Østerås ca. 1982.

På bunnen av de bredemte sjøene ble det avsatt tykke pakker med silt/finsand i vekslning med tynne lag av ferskvannsleire. Disse avsetningene kan by på byggetekniske problemer fordi de er sterkt telefarlige, har ofte en høy grunnvannsstand og er vanskelige å få etablert vegetasjon på fordi de er næringsfattige og letteroderte. Som for de marine, siltrike avsetningene har også disse en plan overflate, som ofte er kraftig ravinert av elver og bekker. De er derfor lett gjenkjennelig på flybilder. Bresjøavsetningene skilles fra de marine ved at de ligger inne i landet og over marin grense.

Organiske jordarter - vanligvis negativ til plan men av og til positiv overflate

Med begrepet "organiske jordarter" menes her torvmarker eller myr. Ut fra måten de er dannet på kan det skilles mellom flere typer. Skal ikke gå nærmere inn på dette her, bare konstatere at udyrkede og oppdyrkede myravsetninger er relativt greie å kjenne igjen på flybilder. Måten de har vokst på gjør at de har en positiv til plan overflate og et karakteristisk utseende p.g.a.:

- spesiell og skrinn vegetasjon
- ofte åpne vannspeil
- ofte åpen grøfting
- beliggenhet i forsenkninger i terrenget hvor enten bunnen er tett (berg, leire eller morene) eller grunnvannet står høyt.
- tuemark er typisk på vannsyk mark med mye organisk materiale
- mørk (svart) egenfarge

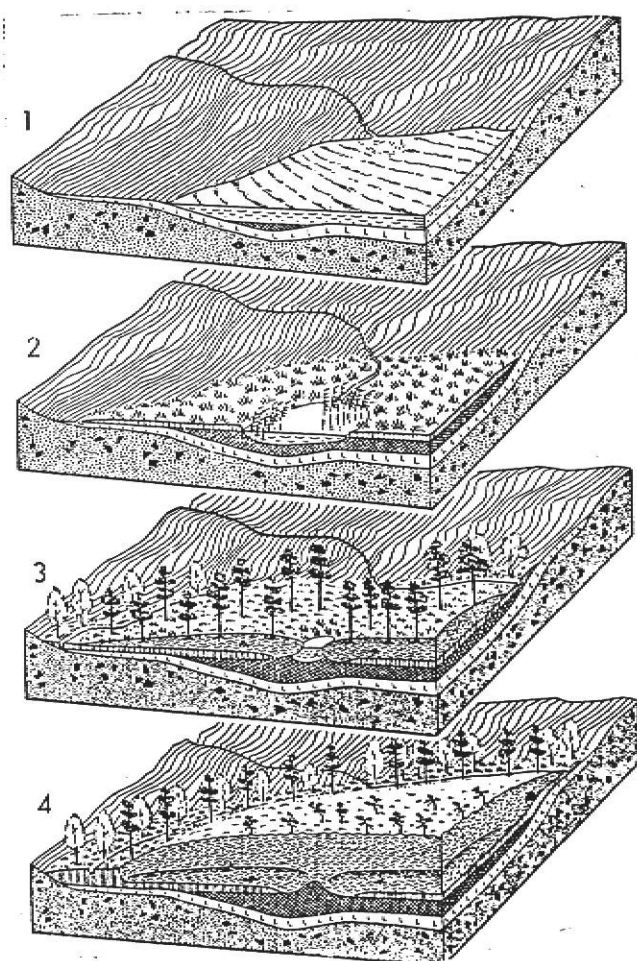


BILD 25. Fyra stadier i en vanlig svensk högmosses utveckling. 1. En sjö med gyttjeavsättning på botten. 2. Ett starrkärr har växt ut över gyttjebotten. 3. Vitmossor har vandrat in, och kärret har förvandlats till en mosse. Denna har växt i höjden och utbrett sig över omgivande fastmark samt slutligen fått tallvegetation på ytan. Endast en liten göl minner om den forna sjön. 4. Mossen har växt vidare, och en vanlig mellansvensk högmosse har utbildats med björk- och albevuxen lagg, tallskogstrand och ett centralt parti med spridda martallar. (Ur Magnusson m.fl., "Sveriges geologi".)

Fire stadier i utviklingen av en myr. U. Kilblom 1970.

På dyrket, usådd mark kan man kjenne igjen organisk jord på den mørke fargen. Skiller seg tydelig ut fra minerogen jord som har en mye lysere gråtone på flybildene. Der marken er tilsådd og vekstsesongen er i gang, er det vanskeligere å skille slik jord fra andre typer.

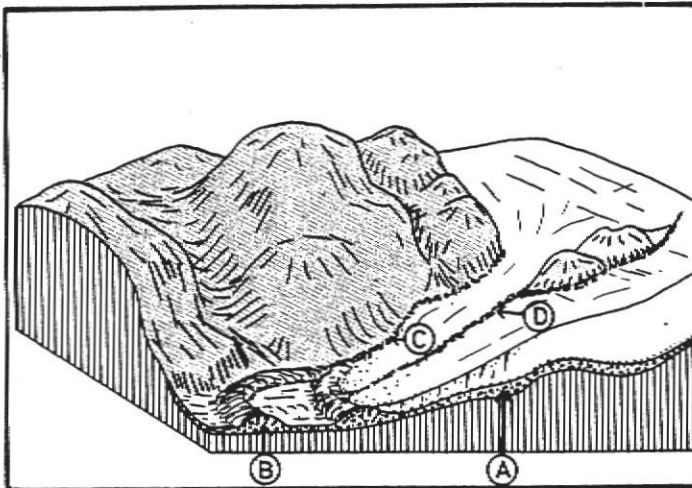
Morene

Morene er materiale som er avsatt direkte av breen. Areal- og volummessig er dette den vanligste jordarten vår. Senere bearbeiding av rennende vann, bølger, vind, skred, osv, har omdannet noe av morenematerialet til de fleste andre jordartene våre.

Det er vanlig å dele morenen inn i tre hovedtyper ut fra hvordan de er dannet:

- Bunnmorene - den vanligste morenetypen
- Utsmeltingsmorene
- Morenerygger (ende- og sidemorener)

Av disse typene er det bare moreneryggene som har en karakteristisk form og en avgrenset utbredelse. Det finnes imidlertid visse typer bunn- og utsmeltingsmorene som også har karakteristisk form, derfor er alle morenetypene tatt med her. De med karakteristisk form vil bli nevnt spesielt.



Lengdeprofil og kartbilde av en dalbre.

Morenen gis forskjellig navn etter hvor materialet avsettes. Bunnmorenen avsettes under issålen (A), endemorenen ved brefronten (B), sidemorenen langs kanten av isen (C) og midtmorenen mellom to bretninger (D).

Zøstera Ca. 1982.

Bunnmorenen (se fig. ovenfor) består av materialet som er transportert under breen, dvs. i breens såle. Dette materialet er slept med breen, og har da virket som et grovt sandpapir på underlaget slik at mer materiale ble løsgjort. Transportmåten har medført at en del av materialet er blitt knust ned, og morenen inneholder derfor alle kornstørrelser fra blokk til leire. Dannelsesmåten har også resultert i at materialet er ganske hardpakket og tett. Generelt kan vi si at i områder med harde bergarter (granitt, endel gneistyper, kvartsitt, o.l.) er morenen blokkrik og finstoffattig, mens i områder med bløte bergarter (kalkstein, leirskifer, fyllitt, o.l.) er den blokkfattig og finstoffrik.

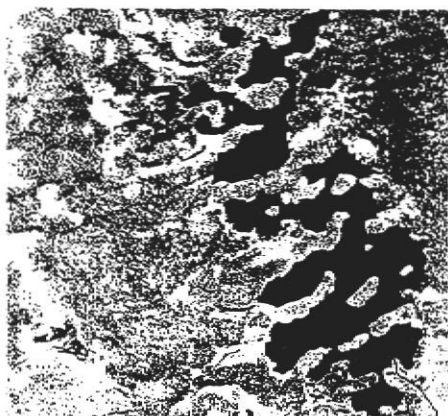


Drumlinrygger og støtsidemorene er bunnmorene med karakteristisk form. Støtsidemorene er tykke bunnmoreneavsetninger inn mot støtsiden av fjellknauser og fjellsider. Man antar at de er dannet som en kombinasjon av trykksmelting, isen smeltet på støtsiden og la igjen materiale, og en slags avskrapingseffekt der breen støtte på hindringer.

Drumliner er markerte rygger av bunnmorene med lengderetning parallell med brebevegelsen. De kan ha en kjerne av fjell - f.eks. en liten fjellknaus - og er da trolig dannet som støtsidemorene.

I mange tilfeller finnes det imidlertid ingen kjerne av fjell, og disse ryggene vet vi ikke hvordan er dannet. Drumlinrygger finnes enten enkeltvis eller som svermer på flere titalls stykker innen et begrenset område. I størrelse varierer de fra noen titall til flere hundre meter i lengde, fra noen få og opptil 20-30 m i høyde og fra noen få til over hundre meter i bredde.

Vanligvis ligger bunnmorenen klistret på den underliggende fjelloverflaten, og har ingen spesiell form. På flybildene kan man imidlertid kjenne den igjen på en rekke såkalte jordartsindikasjoner, se senere.

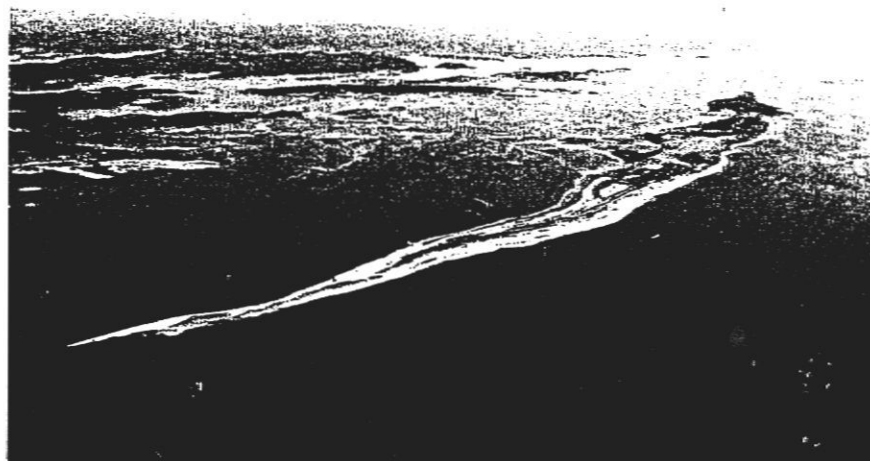


Rogenmorene. U.Kihlblom 1970.

Utsmeltingsmorene består av materiale som befant seg på overflaten og inne i breen da denne var aktiv. Da breen smeltet ble dette materialet liggende igjen som et løst lagret og ofte blokk-rikt lag over bunnmorenen. Fordi det ofte var mye smeltevann tilstede da denne morenetypen ble avsatt, kan finstoffinnholdet variere en god del og er vanligvis mindre enn i bunnmorenen.

Det finnes en type utsmeltingsmorene, rogenmorene, etter den svenske innsjøen Rogen, hvor denne morenetypen er spesielt fint utformet. Morenen består av en rekke større og mindre parallelle rygger vinkelrett på brebevegelsens retning. De er dannet som sprekkefyllinger i de parabelformede sprekke ved brefronten.

Morenerygger: Ende- og sidemorener er rygger av morenemateriale som breen har skjøvet opp langs kanten. Endemorenene ligger som buformede rygger på tvers av dalene og brebevegelsens retning, og fortsetter ofte som sidemorener oppover i dalsidene. Materialet i ryggene er i sammensetning og pakning svært likt det vi finner i bunnmorenen. Ryggene som ofte demmer opp innsjøer, er svært lette å kjenne igjen på flybilder. De kan i noen tilfeller forveksles med rogenmorener, men dette har ingen byggeteknisk betydning.



Jomfruland, en del av Raet (endemorene) B.G. Andersen og H.W. Borns Jr. 1997.

Berg

Identifisering av berg på flybilder skjer enten direkte, dvs. at man ikke er i tvil, eller indirekte ved hjelp av en serie indikasjoner som vi skal se nærmere på etter hvert:

- overflateform - positiv, dvs. oppstikkende
- gråtone - vanligvis lys
- sprekke mønster - markert og rettlinjert
- overflatestruktur - varierer med bergartsstruktur = skifrig, massiv, osv.
- vegetasjon



Overflateform: I Norge er berggrunnens overflateform i stor grad utformet av isen. Dette har bl.a. medført at fjellet, særlig mindre knauser, mange steder har fått støt- og lesider. Støtsiden som vendte mot isen, er vanligvis godt avrundet, mens lesiden som vendte bort fra isen gjerne er oppsprukket og skarpkantet.

Gråtonen er lys på de fleste bergartene våre, men varierer noe med bergartenes egenfarge.

Sprekkemønster er det sikreste kriteriet ved bestemmelse av berg i dagen. Mønsteret fremstår med forskjellig grad av tydelighet avhengig av bildemålestokk, belysning, vegetasjon, osv. Ofte vokser trær og busker på sprekkenes, som på denne måten blir svært tydelige på bildene. Skyggevirksomheter kan også tydeliggjøre sprekker, til og med på svært små fjellblotninger. Sprekker kan oppstå i flere retninger, og skjærer hverandre vanligvis i et repeterende mønster.



Blankskurt fjelloverflate med tydelig sprekke mønster i flere retninger.

Overflateform og sprekkemønster gir tilsammen bergets overflate en overflatestruktur som for de enkelte bergartene kan variere med sprekketetthet og -mønster, skifrihet og lagdeling, og som gjør det enkelt å se på flybildene hva som er berg i dagen.

Vegetasjonen vil ofte konsentreres på sprekkene hvor det finnes fuktighet og litt jord. Dette er til stor hjelp ved identifiseringen av berg i dagen på flybildene.



Et spesialtilfelle er der det finnes små blotninger av fjell på dyrket mark. Ofte vil det vokse et tre eller noen busker på slike blotninger, fordi bonden ikke bryr seg om å fjerne dem. I andre tilfeller har han lagt opp steinrøyser som han har plukket ut av åkeren på disse punktene. Disse forholdene gjør at det ofte er lett å se slike fjellblotninger på flybilder.

Dyrket mark med små fjellblotninger. U. Kihlblom 1970.

Jordartsindikasjoner

Rent systematisk deles jordartsindikasjonene vanligvis inn i følgende to grupper:

- Jordartsindikasjoner som skyldes naturlige prosesser, og
- Jordartsindikasjoner som skyldes menneskelig aktivitet.

Jordartsindikasjoner som skyldes naturlige prosesser

De jordartsindikasjonene som skyldes naturens egne prosesser kan deles i fem grupper:

- indikasjoner som skyldes måten jordartene er dannet på
- indikasjoner som skyldes erosjonsprosesser i jordartene
- indikasjoner som skyldes ras, solifluksjon, o.l.
- indikasjoner som skyldes opptørking (gråtoner)
- indikasjoner basert på hva slags vegetasjon vi finner på jordartene

Til den første gruppen indikasjoner regnes også dannelser med karakteristisk overflateform som direkte identifiserer jordarten. Dette er gjennomgått tidligere.

Terrengets utseende er bl.a. et uttrykk for de forskjellige jordartenes evne til å motstå erosjon. De former som oppstår på grunn av erosjon sier noe om jordartenes evne til å tåle påvirkning av vann, vind og ras.

De forskjellige jordartenes porøsitet eller evne til opptørking/holde på fuktigheten, viser seg

som forskjellige gråtonesjatteringer på vegetasjonsfrie overflater. Indirekte sier da dette også noe om kornstørrelser. Spesielt for de mest finkornige jordartene er at de gjerne viser et spraglede eller flammete gråtonemønster.

Det samme kan i noen grad leses ut av vegetasjonen. Visse typer vegetasjon er tørkesvak, og trives derfor best på finkornede avsetninger som marin silt og leire. Eksempler er or og selje som kan kjennes forholdsvis lett igjen på flybilder. Furu f.eks. klarer seg godt på tørrere steder, noe som skyldes peleroten som kan trenge seg mange meter ned til grunnvannet i løsmassene, og finnes derfor på tørre grusbakker hvor den ikke har konkurranse fra andre trær.

Gran skal ha kort veg etter vann, og finnes derfor på tørkesterke jordarter som morene og marine avsetninger. Det vi må huske på når vi bruker vegetasjonen som tolkningsindikasjon, er at den endrer seg både med høyde over havet og i kaldere klima i de nordlige landsdelene.



Marine leirer er skredutsatt, og skredgroper er derfor en god jordartsindikasjon.

Foto: Widerøe.

Jordartsindikasjoner som går på topografi/overflateform

Topografi - eller terrengets overflateform - er resultat av en rekke samvirkende faktorer, bl.a. jord- og bergartenes dannelsesmåte og egenskaper, erosjon og ny avleiring, vegetasjonstype, menneskelig påvirkning, osv.

Terrengets overflateform er muligens den viktigste indikasjonen ved identifiseringen av jordarter på flybilder. Også for grensetrekking mellom forskjellige jordarter har det stor betydning å studere overgangen fra positiv til negativ form.



Grus- og sandavsetninger har vanligvis tydelig positiv overflateform. Mest markant er grusåser (eskere). Sletter som er bygget opp av slike grove, vannavsatte avsetninger, f.eks. delta- og elveavsetninger, har ofte en temmelig jevn og svakt positiv overflate, gjerne med en småkuppert overflate pga. gamle elveløp.

Grusås, Finland. B.G. Andersen og H.W. Boms Jr. 1997.

Siltavsetninger er avsatt i et roligere miljø enn sand-/grusavsetningene, og overflaten er derfor jevn og flat. Silt er imidlertid en svært letterodert jordart, og siltslettene er derfor vanligvis kraftig ravinert pga. elve- og bekkeerosjon.



Raviner. Foto Widerøe.

Marine siltavsetninger er vanlige mange steder, og i tillegg kan vi finne siltavsetninger som er avsatt i ferskvann i de områdene hvor det har vært bredemte sjøer.

Jevn, flat overflate og markerte raviner er, sammen med oppdyrking, fuktrevende vegetasjon, jevn og lys gråtone og manglende steingjerder gode tolkningskriterier for siltavsetninger.

Overgangen fra en siltslette til en tilgrensende jordart eller til berg er ofte skarpt markert i terrenget. Overgangen er ofte negativ og det er vanlig å se at elver/bekker følger/har fulgt denne jordartsgrensen. Det er derfor vanlig å finne en ravine langs grensen mellom to jordarter i områder hvor jordartene har en plan overflate.

Leiravsetninger. Leiravsetningene har i utgangspunktet en flat til negativ overflate. Topografien påvirkes lett av underlaget, slik at rygger i leiroverflaten viser at her er det rygger i underlaget. Denne påvirkningen blir imidlertid mindre jo tykkere leira er. Man har forsøkt å bruke dette som et kriterium til å bestemme leiras tykkelse på flybilder, men foreløpig er dette på forsøksstadiet.

De laveste delene av en leiroverflate faller sammen med leiras største mektighet, som igjen faller sammen med de dypeste partiene i underlaget. Her har setningene vært størst. I forsenkningene finner vi ofte elver og bekker og/eller vassjuk jord med ore- og seljekratt.

Som for siltavsetninger finner vi også raviner i leira. På grunn av kohesjonskrefter er imidlertid ikke ravinene like utviklet her som i silten. Overgangen til tilgrensende jordarter og berg er heller ikke like skarp som i silt.

Flat til negativ overflate, mindre markerte raviner enn i silt, skjoldete gråtoner i svart-hvittbilder, tørkesvak vegetasjon, skredgroper, uskarp overgang til tilgrensende jordarter/fjell osv, er tolkningsindikasjoner for leire.

Morene viser både positive og negative overflateformer, men de positive er vanligst. I kupert terreng er morenetopografien i stor grad avhengig av den underliggende berggrunnen. Bl.a. er morenedekket tynnere på høydene enn i forsenkningene. Morenetykkelsen kan i noen grad bedømmes ut fra at tykt morenedekke har et jevnere utseende enn grunnere områder hvor berggrunnstopografien gir seg til kjenne som ujevnheter i morenedekket.

Forskjeller i overflateform henger ofte sammen med forskjeller i kornfordeling. Finkornige morener er hårdere pakket enn de grove, og får en jevnere overflateform fordi blokkene er presset inn i det finere materialet. Blokkrike, finstoffattige morener har en mer småkuppert og ujevn overflateform med mye store blokker i overflaten.

Gråtonegjengivelse

Svart-hvite flybilder er bygget opp av ulike gråtoner som varierer fra helt hvitt for tørr sand til svart for vannspeil. De faktorer som tilsammen gir gråtonene i bildene skyldes en eller flere av følgende faktorer:

- tekniske faktorer
- meteorologiske og klimatiske faktorer
- terrengfaktorer

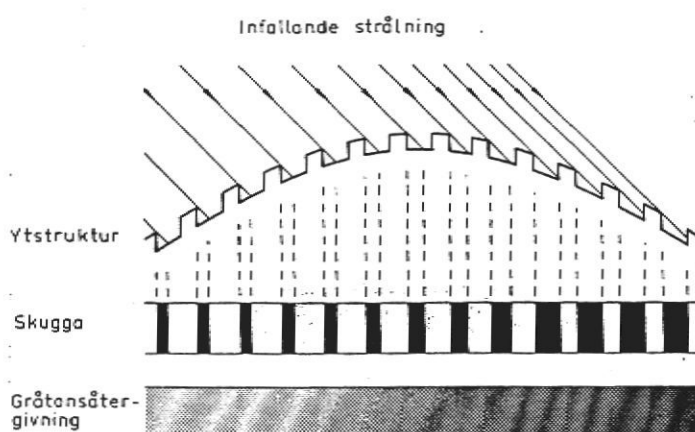
De tekniske faktorene påvirker gråtonene ut fra måten bildene er fremstilt på. F.eks. har eksponering, fremkalling, kopiering, filmtype m.m. stor betydning.

Klimatiske og meteorologiske faktorer av betydning er f.eks. dis, tåke, skyer, årstider, solens plassering, osv.

De viktigste terrengfaktorene er:

- terrengets topografi (skråningsforhold)
- terrengets overflatestruktur (jevn, ruglete, osv.)
- jordartens/berggrunnens egenfarge
- markfuktighet
- vegetasjon

Terrengets topografi



De gråtonene som skyldes topografien tilsvarer de som skyldes solens plassering på himmelen. På grunn av terrengets helning i forhold til det innfallende sollyset, vil skyggelengden øke på skråninger som vender bort fra solen, og avta på solvendte skråninger. På denne måten får vi lyse og mørke gråtoner.

Gråtonegjengivelse. U.Kihlblom 1970.

Markfuktighet og jordartenes og berggrunnens egenfarge

Egenfargen til jord og berg kan bare iakttas der hvor vegetasjonen mangler eller er tynn, f.eks. på nysådde åkre, hogstfelt, o.l. Dette er vanligst på vår- og høstbilder både av dyrket mark og av materialtak og erosjonssår. På svart-hvittbilder gjengis jordfargen som ulike nyanser i grått. Markfuktigheten i de øverste jordlagene påvirker også denne gråtonen ved at den blir mørkere ved økende fuktighet.

Organiske jordarter har den mest karakteristiske egenfargen. De avbildes med en svært mørk gråtone fordi jorden er så mørk i tillegg til at den er svært fuktig.

Leire og silt har ikke like karakteristisk gråtone, her er variasjonene store avhengig av bl.a. innholdet av organisk materiale i overflaten og fuktigheten i overflaten. I tørkeperioder kan imidlertid disse jordartene, og da særlig silten, bli svært lyse.



Skjoldete gråtoner i leire. U. Kihlblom 1970.

De gråtonene disse jordartene får under opptørring, gir bedre muligheter til å skille dem. Her får silten raskt en jevnt lys gråtone, mens leira får et flammete utseende pga. forskjellig grad av uttørring som kan skyldes enten små variasjoner i topografi (daler og rygger) eller kornstørrelse.



Lys gråtone på grus. U. Kihlblom 1970.

Grus og sand har i hovedsak en lys egenfarge fordi de er bygget opp av lyse mineraler som kvarts og feltspat. Pga. stor porøsitet (god egendrenning) tørker disse jordartene raskt opp, noe som ytterligere forsterker den lyse fargen.

Stein- og blokkmark er i liten grad dekket av skog/trær. Derimot er de ofte dekket av forskjellige typer lav med samme gråtone som steinene og blokkene, og gjengis derfor med en forholdsvis lys gråtone.

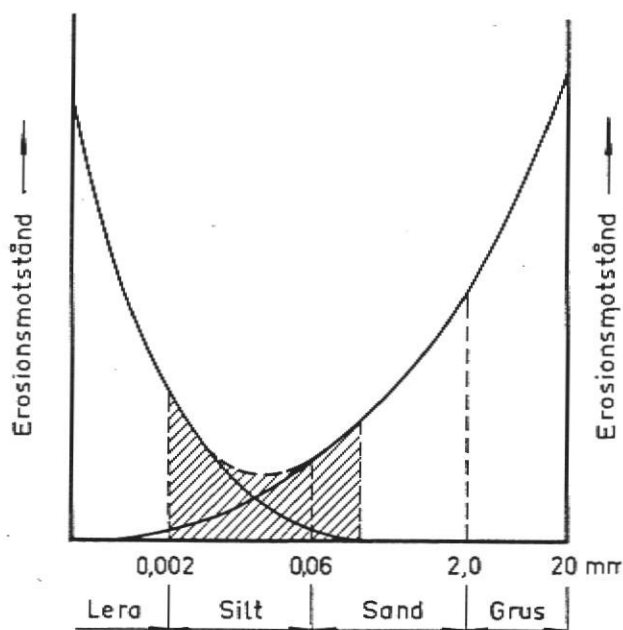
Morene: Morenen er vanligvis oppdyrket eller skogbevokst. Der den er blottet er den vanligvis lys, omtrent som grus, men pga. at den er forholdsvis tett holder den på fuktigheten i forsenkningene som derfor fremstår som mørkere flekker.

Berg i dagen gjengis med lys gråtone for de fleste norske bergartene. Egenfargen kan imidlertid variere i distinkte lag i noen bergarter, og dette vil være godt synlig på bilder.

Erosjon

Vannets eroderende virksomhet

De erosjonssporene vi kan se i tilknytning til vassdrag, gjenspeiler de forskjellige jordartenes evne til å motstå vannets gravende virksomhet. Dette gjelder alle vassdrag, både store og små.



U. Kihlblom 1970: Erosjonsmotstand som funksjon av partikkelstørrelse. Motstanden er satt sammen av en kohesjonsandel (venstre kurve) og en friksjonsandel (høyre kurve).

Vassdragenes utseende i kartbildet

I tillegg til at siderelvene til de større vassdragene viser ravinemønstre som er typiske for forskjellige jordarter, viser også hovedvassdragene et mønster i kartbildet som er typisk for de forskjellige jordartene. De store vassdragene gir imidlertid færre og mer diffuse jordartsindikasjoner enn de mindre og mer umodne sidevassdragene.

Hovedelvene våre er knyttet til de store dalene, hvor de i de nedre delene renner gjennom vannavsatt sand og grus og/eller finkornige marine avsetninger. Her har de derfor gjerne et rolig og harmonisk løp, som bare forandres der det er store hindringer. I de øvre delene, over MG, renner elvene over morenemark og berg, og viser derfor ofte fosser og stryk.

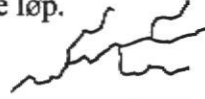
De mindre bekkene og elvene er mer påvirket av hindringer i terrenget, og gir derfor mer informasjon om jordartene. I *morene* er disse vassdragene kjennetegnet av et "rykkete" og

Som vist i fig. er silt og finsand de jordarter som lettest lar seg erodere. Både avtagende og økende kornstørrelser gir økende motstand. Det skyldes at de større kornstørrelsene gir en økende friksjonsmotstand, mens de mindre gir en økende kohesjonsmotstand. Mest utsatt for erosjon er mineraljordarter med lite eller ingen vegetasjon, dvs. særlig i de oppdyrkede områdene. I områder med mye marin silt og leire, f.eks. på Romerike, anbefaler man bl.a. derfor vårløsning for å unngå den kraftige erosjonen i vårløsningen.

Der overflatevannet samles i elver og bekker får det evnen til å grave, og her får vi da erosjonsmønstre som varierer med jordarten. Dette gjør seg særlig gjeldende i de mindre sideelvene.

uregelmessig løp, ettersom de må bøye av selv for relativt små hindreinger. I *grov sediment* (*grus og sand*) har de mindre vassdragene et harmonisk løp med jevnt avbøyde svinger. Bare der det er kraftige hindringer, som oppstikkende berg eller morenerygger tvinges de til å gjøre bratte svinger. I et forholdsvis flatt landskap med *ensgraderte og letteroderte jordarter* (*finsand og silt*) danner elver og bekker et meandrerende løp. I brattere terreng stanser meandringen, her oppstår det i stedet et rettere løp.

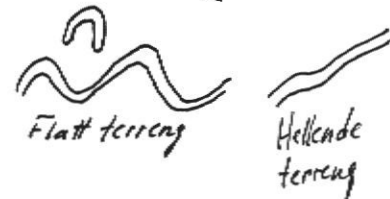
Elve- og bekkeløp i morene, uregelmessig:



Elve- og bekkeløp i grovsedimenter (grus og sand), harmonisk:

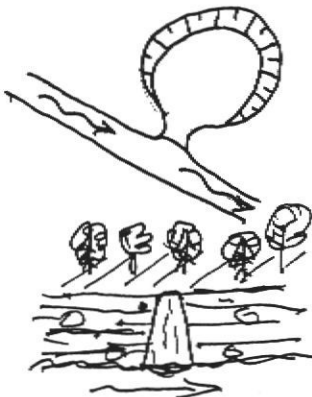


Elve- og bekkeløp i finsedimenter (finsand/silt): meandrerende i flatt terreng, rett i hellende terreng:



Skred, ras og jordflytning (solifluksjon)

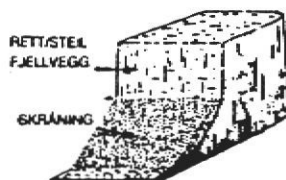
Skred og ras



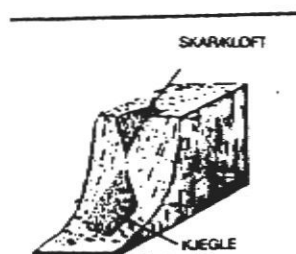
Skålformede groper etter kvikkleireskred er vanlige i leiområdene over hele landet. I disse områdene er det også vanlig å finne spor etter små teleskred i de bratte leirskråningene i raviner og rasskråninger.



Ras i friksjonsmateriale får vi ofte der elver og bekker underminerer elvebredder i grus og sand. Ras i friksjonsmateriale fremstår som lyse, ofte smale striper i grusskråninger, f.eks. elvebredder.



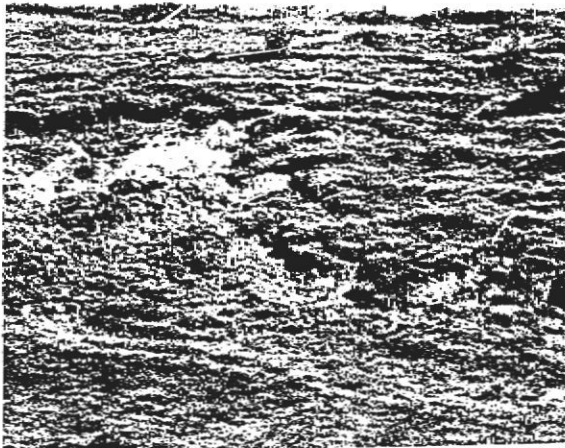
I morenedekkede fjellsider går det av og til jordskred, vanligvis i forbindelse med kraftig snøsmelting eller regn. På flybilder er de synlige som smale, rette skredspor ned fjellsiden, og i bunnen av skredsporet er det akkumulert en raskjegle.



I fjellområdene er det vanlig å finne urer langs foten av bratte fjellsider. Disse er akkumulasjoner fra steinsprang og -ras. Der vi ser slike urer som er lyse i de øvre delene, vet vi at det raser aktivt fra fjellsiden bak. Der gråtonen er jevn i hele ura, er det liten eller ingen rasaktivitet.

Jordflyting (solifluksjon, fårestier)

Jordflyting forekommer særlig i rene siltjordarter og i jordarter med høyt siltinnhold. I oppbløtt tilstand siger jorden nedover, og danner på denne måten valker (solifluksjon,



Solifluksjonsvalker og overflateskred.
U Kihlblom 1970

fårestier) i hellende terreng. En forutsetning for at slike valker skal kunne oppstå, er at ytterlaget er gressdekker og tørrere enn massene innenfor. Slike valker er vanligvis godt synlige på flyfotos, ofte i kombinasjon med små overflateskred.

Vegetasjon

For jordartstolkning på flybilder skiller man vanligvis mellom to typer vegetasjon, nemlig:

- trevegetasjon
- mark- og buskvegetasjon

De opplysninger som vegetasjonen kan gi om jordbunnsforholdene, baserer seg på forskjeller i krav på tilgang i vann og næringsstoffer. Næringsforholdene påvirkes sterkt av mineralinnholdet i jorden, og dette er igjen avhengig av opphavsmaterialet som er bergartene i området. Det er særlig kalkholdige jordarter og silt- og leirholdige jordarter som har et høyt næringsinnhold. Vanninnholdet i jordarten er betinget først og fremst av høyt finstoffinnhold, nedbør og avstand til grunnvannet.

Tettest vegetasjon finner vi derfor på finstoffrike, fuktige jordarter. På porøse, tørkesvake jordarter finner vi skynnere vegetasjon av typer som klarer seg med mindre vann (lav, lyng) eller som har dype røtter som når ned til grunnvannet (furu).

Vegetasjonen varierer også med breddegrad og med høyden over havet.

Identifisering av trevegetasjon

Treslag som det er viktig å kunne bestemme på flybilder er furu, gran, løvtrær uansett art, samt den spesielle gruppen av løvtrær - or, selje og bjørk - som forekommer på vannsyk jord. Identifiseringen kan enten skje indirekte ved hjelp av formen på trærnes skygger på marken, eller direkte på skråbilder, her gir ofte ytterkanten på bildene god informasjon. I tillegg kan ofte gråtonene og trekronenes utseende gi indikasjoner på treslaget. Dette må læres gjennom studie av flybilder. Nedenfor kommer endel tips om hva vi kan se etter når vi skal forsøke å bestemme treslagene.

Furu gjengis vanligvis med en lysere gråtone enn gran. Sammen med grenstillingen kan dette ofte vise treslaget. Furutrær har en mykt rundet og luftig krone som gjør at den ofte kan skilles fra gran. Imidlertid kan den i stedet forveksles med løvtrær. Treslaget er typisk for tørre grusmoer med noe dybde til grunnvannspeilet. Furua greier seg fordi den har en lang, vertikal pelerot i tillegg til røtter som følger langs bakken.

Gran har en mørkere gråtone på flybildene enn furu og løvtrær. På grunn av det tette grenverket gir granen vanligvis også en hardere (mørkere) skygge enn furu og løvtrær. Dette er i mange tilfeller den sikreste indikasjonen på gran. Treslaget er typisk for næringsrike, tørkesterke, dvs. finkornige jordarter, eller grove jordarter med kort avstand til grunnvannet.

Løvtrær gjengis på bildene med en lys gråtone. De slipper gjennom mer lys til bakken enn bartrærne, og fremviser derfor en lysere og mykere skygge enn disse. De har en myk rundet krone, som kan forveksles med furu. Treslagene finnes på de samme jordartene som gran,

Løvtrær på vannsyk mark får et karakteristisk utseende på flybildene fordi de vokser i svært tette bestand, på sommeren danner derfor kronene deres et tett og jevnt sammenvokst tak. Her er de dominerende treslagene or, selje og bjørk, av og til med innslag av gran.

Vegetasjonen på grovsedimenter og grovkornige, finstofffattige morener

Bortsett fra i forsenkninger påvirkes grovsedimenter og grovkornige morener i liten grad av grunnvannet. Grus og grovsand er svært tørre jordarter, mens finsand kan ha noe høyere fuktighet. **Markvegetasjonen** på disse jordartene - heri også grovkornig og finstofffattig morene - er lyse lavarter og noe lyng. Buskvegetasjon mangler så og si helt. Ettersom lyng gjengis med mørke gråtoner på flybildene, kan de lett forveksles med en rekke andre vegetasjonstyper. Det er derfor den lyse lavvegetasjonen som er karakteristisk på bildene av disse sedimentene, men den igjen kan forveksles med gress som også har lys gråtone.

Trebestanden på disse grove sedimentene og på grov, finstofffattig morene, er relativt glissen furuskog. Dette gir et ganske godt innsyn mot bakken som er dekket av lys lav og litt lyng.

Vegetasjonen på finsedimenter og finstoffrike morener

De finkornige jordartene har bedre evne til å holde på fuktighet og større næringsinnhold enn de grovkornige. De viser derfor en helt annen vegetasjonstype, som varierer noe med h.o.h. og breddegrad. **Skogen** består av og til av bare grantrær, men det vanlige er blandingsskog av gran, løvtrær og furu hvor gran dominerer. Det vanligste løvtreet er bjørk.

Det er ofte vanskelig å kjenne igjen de enkelte løvtretypene på flybildene. Dette er imidlertid ikke viktig, fordi ingen av løvtrærne, bortsett fra or og selje, er spesielt gode jordartsindikatorer.

Markvegetasjonen i disse blandingsskogene varierer noe med jordartene og topografien. Den består i stor grad av mose, forskjellige lyngarter (røsslyng og forskj. bærlyng), forskjellige urter, og endel buskvegetasjon. Det er ikke mulig å avgjøre hva som er hva på flybildene, alle har imidlertid det til felles at de gjengis med mørk gråtone på de steder hvor det er innsyn mellom trærne. En viktig jordartsindikasjon i disse skogsområdene er at hugstfelter raskt får gressvegetasjon, som har lys gråtone og er forholdsvis lett gjenkjennelig.

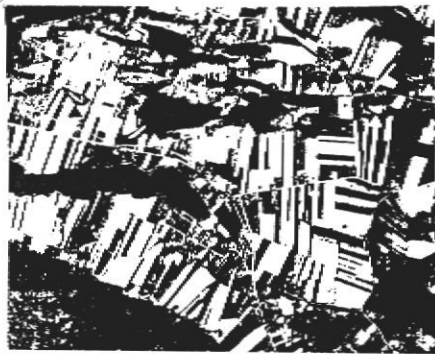
Jordartsindikasjoner som skyldes menneskelige inngrep

Dyrket mark

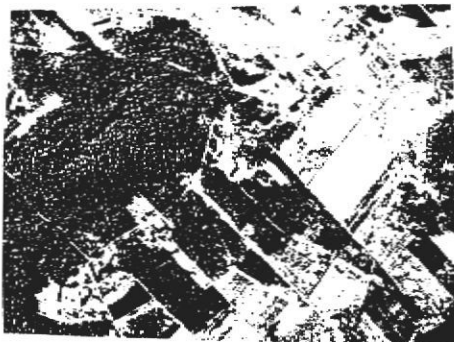
Mange av de geoteknisk sett mest problematiske jordartene finner vi i de oppdyrkede områdene, fordi disse områdene i hovedsak består av finsedimenter og organiske jordarter. I tillegg er det mye byggevirksomhet i disse områdene, både av hus, vegger, industri, osv. Dyrket mark fremtrer svært tydelig på flybilder gjennom det karakteristiske mønsteret som oppdyrkede områder gir p.g.a. åkrenes forskjellige former og gråtoner. I tillegg finner vi en rekke andre elementer i disse områdene som letter gjenkjennelsen, så som vegger, grøfting, bebyggelse, osv.

Dyrking skjer i hovedsak på tre jordartstyper, som ofte kjennes lett igjen på bildene p.g.a. formen (kartbildet). Disse er:

- sedimenter (finkornige, vannavsatte jordarter: leire, silt og sand (finsand))
- organiske jordarter (forskjellige typer myrjord)
- morene (finstoffrik morene)



Åkre på finkornige sedimenter (marin silt og leire eller bresjøsilt) har vanligvis en regelmessig planform, de mangler steingjerder, steinrøyser og skogholt, og de enkelte åkrene har en jevn gråtone. Åpne grøfter mangler vanligvis, og de gjennomgående bekkene har erosjonsmønster som er typisk for jordarten. Lukket drenering er ofte synlig som lyse striper, fordi opptørkingen først skjer langs de lukkede grøftene.



Åkre på morene har vanligvis en uregelmessig planform, de er ofte adskilt av små skogholt, og steingjerder og -røyser er vanlige.



Åkre på organisk jord har ofte en tett, åpen grøfting, og med typisk tre-/buskvegetasjon langs grøftene. De har en svakt flammete og uregelmessig overflate, og de er ofte omgitt av udyrket myr.

Bedømmelse av jorddybde

Interesserte henvises til Ulf Kihlblom 1970.

Litteratur

Andersen, B.G. og Borns H.W. Jr. 1997: The Ice Age World. Scandinavian University Press.

Jansen, I.J. 1980: Kwartærgeologisk kart Øvre Bø 1:20 000, Telemark distriktshøgskole.

Jøsang, O. 1963: Dannelsesmåten for en del av våre grusforekomster og leting etter disse.
Meddelelse nr. 14 fra Veglaboratoriet.

Kihlblom, Ulf 1979: Flygbildstolkning för jordartsbestämning. Utbildningsförlaget i samarbete med Statens vägverk.

Skråmo, Gunnar 1979: Flyfotoet. Landbruksforlaget, Oslo.

Østerås, T. ca. 1982: Innføring i kvartærgeologi.

Vedlegg 1

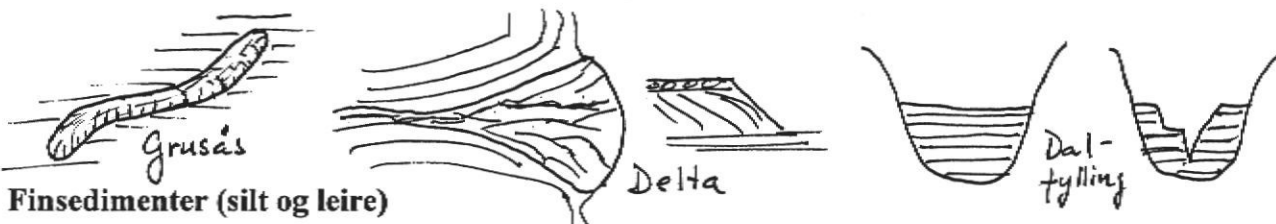
Jordartsindikasjoner

Modifisert etter Ulf Kihlblom 1970

I. Utseende i terrenget (morfologi)

Grovsedimenter (grus og sand)

Grusåser (eskere), deltaer, deltaflater, dal-fyllinger, terrasser



Finsedimenter (silt og leire)

Store, flate sletter med jevnt grå eller flammete grå overflate. Vanligvis oppdyrket, ingen steingjerder.

Morene (alle fraksjoner fra blokk til leire)

Bunmorene: Ujevnt bølgende overflate med mye store blokker. Ofte oppdyrket, da vanlig med steingjerder.

Drumliner er rygger av bunmorenemateriale, orientert med lengderetning parallell brebevegelsens retning.



Endemorener: Markerte, bueformede rygger på tvers av dalen og brebevegelsens retning.



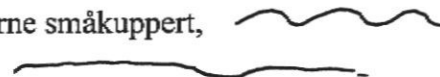
Fjell i dagen

Utseendet sterkt avhengig av bergart/dannelsesmåte (massiv/lagdelt, bløt/hard, osv.).

II. Overflateform

Grovsedimenter (grus og sand)

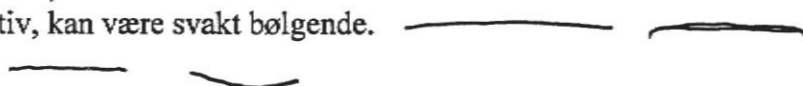
Oftest positiv. De groveste avsetningene er gjerne småkuppert, de finere har jevn og tilnærmet flat overflate.



Finsedimenter (silt og leire)

Silt: Flat eller svakt positiv, kan være svakt bølgende.

Leire: Flat til negativ.



Morene

Positiv eller vekslende positiv-negativ.



For de blokkrike morenetypene er overflaten vanligvis meget ujevn, for de blokkfattige jevnere.

Fjell i dagen

Positiv overflate, ofte ujevn pga. sprekker.

**III. Egenfarge****Grovsedimenter (grus og sand)**

Lys grå, nesten hvit i tørr tilstand.

Finsedimenter (silt og leire)

Lys grå i tørr tilstand, mørkere grå i fuktig tilstand. Leira mørkere grå enn silten, silten blir mørkere med økende leirinnhold.

Morene

Lys grå i tørr tilstand, men ofte mørkere grå i forsenkningene pga. fuktighet.

Fjell i dagen

Normalt lyse grått, men noe variasjon avhengig av bergartstype.

IV. Opptørking**Grovsedimenter (grus og sand)**

Jevn, ikke flammete opptørking.

Finsedimenter (silt og leire)

Silt: Forholdsvis jevn opptørking, avhengig av leirinnhold.

Leire: Ujevn opptørking, gir overflaten et flammete utseende.

Morene

Ujevn opptørking fordi morenen ofte holder på fuktigheten i forsenkningene.

Fjell i dagen

Forholdsvis jevn opptørking, men holder på fuktighet i sprekkenes som derfor kan stå frem som mørkere eller vegetasjonsdekkede striper.

V. Erosjonsmønster**Grovsedimenter (grus og sand)**

V-formede, korte og bratte raviner ut mot terrassekanter, mangler ellers.

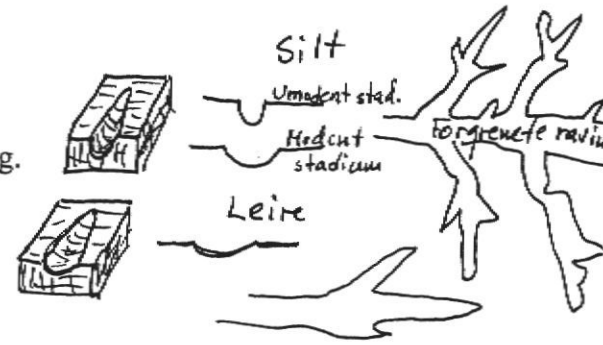


Finsedimenter (silt og leire)

Silt: Markerte raviner med U-formet tverrprofil.

Sterkt forgrenet ravinesystem med forsumpning.

Leire: Bred og mer utydelig ravinedannelse.

**Morene**

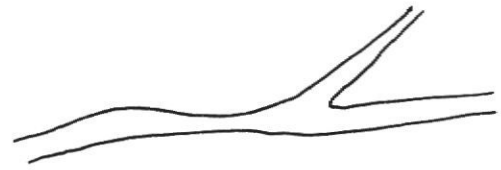
Dårlig utviklede raviner, ikke typisk.

Fjell i dagen

Elvegjel i berg - canyons - har bratte/vertikale sider (kan til og med ha overheng).

VI. Elver og bekkers kartbilde**Grovsedimenter (grus og sand)**

Grus: Harmonisk løp uten skarpe avbøyninger.



Sand/finsand: En forsiktig meandrering vanlig.

**Finsedimenter (silt og leire)**

Silt: Kraftig meandrerende løp, ofte med kroksjøer.



Leire: Harmonisk løp uten skarpe avbøyninger.
Økende siltinnhold, økende meandrering.

**Morene**

Uregelmessig løp.

**Fjell i dagen**

Uregelmessig løp, ofte skarpe knekk pga. sprekker i bergarten.

**VII. Ras****Grovsedimenter (grus og sand)**

Smale ras i bratte kanter, fremstår som lysere partier.

**Finsedimenter (silt og leire)**

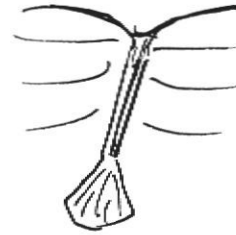
Leire: Skredgroper etter kvikkleireskred vanlig.



Silt og leire: Sår etter små overflateskred (teleskred) vanlig i elve- og bekkeskråninger. Jordflyting (solifluksjonsvalker).

Morene

Smale og ofte langstrakte skred i bratt terreng, karakteristisk rasvifte i bunnen av skredsporet. Jordflytning (solifluksjon) vanlig i finstoffrik morene.

**Fjell i dagen**

Urdannelse viser til steinsprang og -skred i bratte fjellsider.

UR

VIII. Vegetasjon

Dette er jordartsindikasjoner som må brukes med varsomhet, fordi vegetasjonen endrer seg både med høyde over havet og breddegrad.

Grovsedimenter (grus og sand)

Normalt furuskog med lyng og lav. Lav gir lys farge. I høyfjellet og Nord-Norge: Enkelte steder furuskog, ellers bjørkeskog. Undervegetasjon: Lyng og lav.

Finsedimenter (silt og leire)

Gran og/eller løvskog. I bresjøområdene også furu, lyng og lav. Gressvegetasjon på gamle hogstfelt.

Morene

Finstoffrik, blokkfattig morene: Gran- eller blandingsskog med lyng og moser. Gress/lyng på gamle hogstfelt.

Finstoffattig, blokkrik morene: Som på grovsedimenter.

Fjell i dagen

Vanlig med furu, lyng og lav. Endel gran kan forekomme der det er sprekker og/eller moreneoverdekning. Vekstlighet fremhever sprekker på bildene.

IX. Forsumpningsgrad**Grovsedimenter (grus og sand)**

Selvdrenerende, forsumpning kan forekomme i forsengkninger der det er kort veg til grunnvannspeilet.

Finsedimenter (silt og leire)

Sterkt varierende, men ofte myr/sumpmark i raviner og forsengkninger.

Morene

Som for silt og leire.

X. Dyrking

Grovsedimenter (grus og sand)

Usikker indikasjon fordi man i dag kan dyrke de fleste løsmassetyper ved hjelp av gjødsling og kunstig vanning. Oppdyrking dog vanligst på finsand.

Finsedimenter (silt og leire)

Oppdyrking meget vanlig, rette grenselinjer mellom åkrene. Steingjerder mangler.

Morene

Oppdyrking av finstoffrik morene vanlig under marin grense (MG), ikke så vanlig over MG men forekommer. Oppdyrkingen av morene er sterkt økende pga. anvendelige maskiner. Uregelmessige grenslinjer og små skogteiger mellom åkrene. Fortsatt vanligst med skog (gran) på morene over MG.

XI. Grøfting

Grovsedimenter (grus og sand)

Grøfting kan forekomme på finsand.

Finsedimenter (silt og leire)

Tett grøftenett som vanligvis er lukket. Lukket grøfting kan være synlig pga. forskjellig uttørking/gråtoner langs og mellom grøftene. Vanligvis er grøftene synlig som lysere striper fordi de tørker først.

Morene

Vanlig i forsenkninger.

Myr

Åpen grøfting vanlig i forbindelse med skogplanting eller dyrking, aldri lukket grøfting.

XII. Massetak

Grovsedimenter (grus og sand)

Ofte grustak, særlig nær tettbygde strøk. Størrelsen avhengig av forekomstens størrelse. Godt synlige på flybilder som lysere partier.

Finsedimenter (silt og leire)

Teglverksgrøper kan forekomme i leire.

Fjell i dagen

Pukkverk vanlig mange steder, særlig nær tettbygde strøk.

Vurdering av jordartsindikasjonene:

Indikasjonene er inndelt slik:

0. Indikasjoner som alene identifiserer jordarten.
1. Sterke, men ikke entydige indikasjoner.
2. Svake indikasjoner.

Grovsedimenter (grus og sand)

0. Overflateform, utseende i terrenget, grus-/sandtak.
1. Furuskog, lav forsumpningsgrad, erosjonsspor (raviner), beliggenhet hovedsaklig i bunnen av dalene og i dalsidene, manglende grøfting, lys til meget lys gråtone, meandering på sand.
2. Dyrking - mangler på de grove, forekommer på de fine,

Finsedimenter (silt og leire)







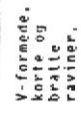
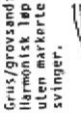


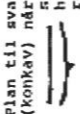
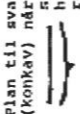


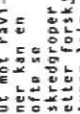














0. Tett grøftemønster - vanligvis lukket, forgrenede og markerte raviner i silt, mindre markerte i leire, skredgroper, teglverksgroper, kraftig meandering på silt.
1. Overflateform (flat til negativ), oppdyrking med rette åkergrenser, høy forsumpningsgrad, beliggenhet under MG (bortsett fra i bresjøområdene), ujevn opptørking på leire, mindre markert meandering på leire.
2. Manglende steingjerder, ingen blokker i overflaten, vegetasjon.

Morene

0. Overflateform - endemorener, drumliner, rogenmorener.
1. Blokkinnhold, uregelmessige bekkeløp, klistret oppetter dalsider, oppdyrking med steingjerder - vanligst på finstoffrik/blokkfattig morene.
2. Vegetasjon/treslag, gråtone - lys med mørkere partier i forsenkningene.

Fjell i dagen

0. Sprekkemønster, steinbrudd, urdannelser, strukturelle trekk (skifrihet, lagdeling, osv.), tilnærmet vertikale sider i elvegjel, åpne sprekker o.l.
1. Overflateform (positiv), manglende eller glissen skog, ofte furu, gran-/løvskog på sprekker, gråtone, varierer i noen grad med bergartenes egenfarge.
2. Manglende dyrking, myr i forsenkninger.

UTSEENDE I TERRENGET	OVERFLATEFORM	EGENFARGE PÅ SV.-HV. BILDER	OPP-TØRKNING	EROSJONS-MØNSTER	ELVER OG BEKKERS KARTBILDE	RAS/SKRED	VEGETASJON	FORSUMPNING	OPPSPREKKNING	OPPDYRKNING	GRØFTING	MASSE-TAK	
<p>GRUS/SAND</p> <p>Delta med elveløp</p>  <p>Gruså (Esker)</p>  <p>Terrasse-roster fra dal-fylling</p> 	<p>Positiv (konvek) hos de mer grov-kornige som grus/grov-sand, eka. Grusåer og terrasser.</p> <p>Mar plan hos de mer finkornige som mellom- og finsand. Eka. slynder.</p>   	<p>Lys grå i terr, mørk grå i tuktig tilstand. Matr. har derfor normalt mørk overflategrå farge.</p>	<p>Jøvn gråtone, ikke skjolder på. Ujevn opp-tørring.</p> 	<p>Grus/grovsand: harmonisk løp uten markerte svinger.</p>  <p>Hellom-/finsand: typisk meandrerende (svingende) løp.</p> 	<p>Smale skred i bratte skråninger (terrasser/skråninger)</p> 	<p>Furu- og/eller bjerkeskog. Noe variasjon fra nord til sønn. I landet, der det er med undervegs, høyt grunn-tasjon av lyst vannspill- og lyse lav-arter.</p>	<p>Forsumpning/ myrdannelse i forsumpningene. bl.a. i ravine.</p>	<p>Oppdyrkning meget vanlig. Oppdyrking av mest fin-kornige avsetningene, dvs. mellom- og finsand.</p>	<p>Ikke.</p>	<p>Vanlig</p>	<p>Enkelt-tegliverk-grøper.</p>		
<p>SILT/LEIRE</p> <p>Store, plane og oppdyrkede sletter, ofte med markerte elvenedskjæringer (raviner).</p> 	<p>Plan til svakt negativ (konkav) når man ser på store, sammenhengende områder.</p> <p>Plan eller sterkt negativ (raviner) når man ser på små delområder.</p> 	<p>Lys grå i terr, mørk grå i fuktig tilstand. Matr. dårlig drenerende og derfor ofte mørk grå farge.</p>	<p>Silt: Vanlig jevn gråtone uten skjolder.</p> <p>Leire: Ofte skjoldet på jevn opp-tørring.</p> 	<p>Forgrenet og meget markert ravinesystem.</p> 	<p>I skråningen ut mot ravin, mer kan en lett under-vegetasjon av busker i for-senkningene. Vanligvis oppdyrket på de flattere områdene.</p> 	<p>Blandingsskog av gran og løvtrær og tett under-vegetasjon av busker i for-senkningene. Vanligvis oppdyrket på de flattere områdene.</p>	<p>Forsumpning/ myrdannelse i forsumpningene.</p>	<p>Oppdyrkning av mest fin-kornige avsetningene, dvs. mellom- og finsand.</p>	<p>Oppdyrkning vanlig i jevn-land. Ofte forsumpning mellom åkrene.</p>	<p>Kan fore-komme. Vanligst i lys-skjolder på åkrene.</p>	<p>Enkelt-tegliverk-grøper.</p>		
<p>MORENE</p> <p>Bunmorene: Belgende, ofte blokkrike områder. Ingen spesiell overflateform. Uinntak er markerte rygger parallelt med brebevegelses retning.</p>  <p>Endemorene: Buete rygget på tværs av dalen.</p> 	<p>Bunmorene: Ujevnt bel-gende.</p>  <p>Endemorene: Positiv (konvek) vekk</p> 	<p>Lys grå i terr, mørkere i fuktig tilstand.</p>	<p>Ujevn opp-tørring. Gir seg til kjelle med mørk gråtone i forsenkningene.</p>	<p>Uregelmessig løp.</p> 	<p>Smale, ofte langstrakte, jevne Karak-kjette med kjegle ved bunnen av skred.</p> 	<p>Gran og/eller bjlandingskog, ofte med tett undervegetasjon av busker i forsenkningene. Ofte oppdyrket eller vegetasjon av gress og lyng på mer flate partier.</p>	<p>Forsumpning/ myrdannelse vanlig i forsumpningene.</p>	<p>Oppdyrkning forholdsvis vanlig i jevn-land. Ofte forsumpning mellom åkrene.</p>	<p>Kan fore-komme. Vanligst i lys-skjolder på åkrene.</p>	<p>Apent grøftesyste er meget vanlig.</p>	<p>Torvuttak forekommer</p>		
<p>MJR (ORGANISK)</p> <p>Topogen (gjenvokning)</p>  <p>Soligen (i sigevann i skråning)</p>  <p>Ombrogen (stor nedbør)</p> 	<p>Positiv til negativ, avhengig av myrtype.</p> 	<p>Vanlig mørk grå med åpne vannspeil som enten er lyse på reflekterende sollys eller da er svarte. Gressmyrer er lyse grå.</p>	<td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> <p>Vanlig mose, lyng og/eller gress. Spradte trær, oftest bjerk eller furu avhengig av klima.</p> </td> <td> </td> <td> </td> <td> <p>Noe oppdyrking av myr, særlig i lavlandet.</p> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td>				<p>Vanlig mose, lyng og/eller gress. Spradte trær, oftest bjerk eller furu avhengig av klima.</p>			<p>Noe oppdyrking av myr, særlig i lavlandet.</p>			
<p>BERG</p> <p>Avhengig av bergartstype, ofte synlig inngjelling (ekklifighet) og sprakkemønstre. Rager opp over omgivelsene, ofte med bratte sider.</p> 	<p>Kraftig positiv (konvek), ofte med svært bratte og oppsprukne flater.</p>  <p>Rager opp over omkringliggende løsmasser.</p>			<p>Uregelmessig løp, ofte med skarpe, rette knekk. Levene følger sprakkene, skirringhet, bløte lag, osv.</p> 	<p>Urer under bratte bergsider.</p> 	<p>Lavlandet: Mye skogdekkede (lav-, gran- og furuskog). Høyfjell og Nord-Norge: Mye bart fjell og endel skog. Vanligvis av bjerk, og en god del myr</p>	<p>Forsumpning/ myrdannelse vanlig i forsumpningene. langstrakte myrer i sprekkedaler.</p>	<p>Sprekker meget karakteristisk.</p>				<p>Enkelttegliverk, kjennes på de bratte veggene i taket.</p>	