TOPOGRAFISKE KART I HYDROLOGIEN

Ved J.M. Santha

NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN

Oslo 1974

FORORD

Ved sin utdannelse og mangeårige arbeid i Ungarn har J. M. Santha tilegnet seg betydelige kunnskaper og erfaring innen kartografien. Dette har kommet godt med i hans snart 17. årige arbeid i Staten derav 13 år ved Hydrologisk avdeling.

Santha har i den foreliggende trykksak forsøkt å samle en del nyttige opplysninger om oppmålinger, konstruksjon og bruk av kart. Hensikten har vært å gjøre dette enkelt og på en slik måte at kartet kan bli et mer nyttig grunnlag for hydrologen.

Vi håper Santhas arbeid vil bli til nytte for alle som på en eller annen måte arbeider med våre elver. For ordens skyld vil vi gjøre oppmerksom på at de meninger som er kommet til uttrykk i trykksaken må bli å betrakte som forfatterens egne.

Oslo juni 1974

J. Otnes

INNLEDNING

Alle som arbeider med hydrologi er avhengig av kart i sitt arbeide. Meningen med dette heftet er å gi hydrologen bedre kjennskap til kart i sin alminnelighet. Meget av det som vil bli beskrevet her er muligens kjent av de fleste hydrologer, men enkelte ting vil sikkert være av interesse.

Kjennskapen til terrengformasjonen er det viktigste i hydrologien, da man ut fra denne kan finne vannskiller og foreta arealberegninger o. s. v. Hydrologen må også kunne utføre målinger i marken som gir grunnlag for diverse kart og kartskisser. Som eksempel kan nevnes kartlegging av elveleier, profiler, salpunkter o. s. v. Det kan også ofte være aktuelt å foreta oppmålinger for å korrigere eller supplere eksisterende kart p. g. a. at kartene er gamle, har en upassende målestokk eller er uleselige.

GENERELT OM KART

Det finnes mange typer kart som er konstruert for forskjellige formål og behov. Som eksempel kan nevnes: topografiske-, geografiske-, geologiske-, politiske-, økonomiske-, meteorologiske-, historiske- og hydrografiske kart samt turistkart o. s. v.

Til hydrologisk bruk (hydrografisk kartframstilling) er det mest de topografiske kart som blir benyttet. De forekommer i målestokkene 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:250 000, eventuelt 1:500 000.

Et topografisk kart viser en større eller mindre del av jordoverflaten med sine terrengformasjoner (senkninger og hevninger) grunnriss (kulturarter av mark, bebyggelse, vann, kommunikasjoner, grenser o. s. v.) og skrift. På moderne kart skilles vann fra grunnrisset med blå farge.

FRAMSTILLING AV KART

1. Geodesi

Geodesi kalles vitenskapen som har til oppgave å bestemme jordens størrelse og form ved målinger. Geodet kalles de som befatter seg med geodesi.

I den høyere geodesi utføres det målinger på store deler av jorden for å gi grunnlaget for den store helhet innen kartkonstruksjonen. Det utføres også astronomiske observasjoner for å fastsette punkter på kloden. Vi har målinger helt fra år 800-900 f. Kr. og fram til dags dato. Det er merkverdig at de gamle målingene som ble utført av Homer og Pytagoras m. fl. avviker relativt lite fra de moderne satellittmålingene.

Den lavere geodesi (som kalles landmåling) arbeider ut fra høyere geodesi og sørger for detaljene og fastmerkene for kartlegging. Ved triangulering fastsetter trigonometriske punkter (horisontal) og ved presisjonsnivellement bestemmes høyden (vertikal) til disse. De horisontale målingene beregnes og hvert trigonometrisk punkt får X og Y koordinater. Koordinatverdiene blir bestemt og disse punktene danner grunnlaget for kartkonstruksjon i hvilken som helst målestokk. Høydeverdiene oppgis i m med tre desimalers nøyaktighet, men på kartene er høyden angitt med forskjellig nøyaktighet alt etter kartets formål.

Da det er en klar sammenheng mellom projeksjon og jordens form, hører også kartprojeksjonen inn under geodesien. Til topografens og fotogrammeterens arbeidsfelt hører både projesering og annen fastmerkebestemmelse.

2. Topografi

Når geodetene har sørget for tilstrekkelige mengder med trigonometriske punkter, overtar topografen. Han tar til med selve kartleggingen ved å måle inn detaljene i terrenget, både grunnrisset og terrengformasjonene. Terrengformasjonene får man ved å måle inn en rekke høydepunkter på karakteristiske deler av terrenget samt tegne inn høydekurvene med et godt "3-dimensjonalt syn". Dette er en meget krevende kunst, og en må ha evne og stor øvelse for å kunne konstruere et godt kart. Når grunnrisset og detaljene er klassifisert og inntegnet, samler topografen de nødvendige navn og "originalmålingen" blir således skrittvis ferdig. Alt dette skjer på et målebord ute på marken og metoden er den klassiske "målebordmetode".

Etter århundreskiftet er fotogrammetrien blitt mere og mere anvendt. I dag benyttes hovedsakelig fotogrammetri ved framstilling av kart og denne teknikken har lettet topografens arbeide betraktelig.

3. Fotogrammetri.

Her vil terretisk fotogrammetri bli nevnt ganske kort. Opptakene blir gjort fra bakken. Metoden var anvendt på kupert terreng og den var i bruk i Norge i 1920 årene, men måtte vike for flyfotogrammetrien. I fotogrammetrien blir terrenget fotografert fra luften vanligvis med fly. Bildene blir så omkonstruert til kart.

Flygingen skjer i en bestemt høyde og linje. Fotoopptakene tas så raskt at bildene får en 60% overlapping. Kartleggingsflyet flyr fram og tilbake langs paralelle linjer over det området som skal kartlegges. Disse "billedparene",

hvor 60% på begge bildene viser det samme terrenget, egner seg til stereoskopisk bruk. (Se bruk av stereoskop side . . .) Flybildene kan brukes til mange formål og det var ønskelig at flere hydrologer tok disse i bruk i sitt daglige arbeide. Kontaktbildene som kopieres direkte fra filmen (som regel 30x30, 23x23 eller 18x18 cm) kan brukes bl. a. til stereoskopisk bruk (f. eks. bestemme vannskille eller salpunkt) eller montere sammen flere enkeltbilder til fotomosaikk-kart. Disse kartbildene har en del feil, og nøyaktige målinger kan ikke utføres på dem. Dette kan skyldes bl. a. at flyet var ustabilt under opptakene, eller at høyden fra bakken kan variere noe mellom opptakene. Kontakbildenes målestokk varierer fra bilde til bilde. Målestokken er også forskjellig innenfor samme bilde. Flybildene kan rettes opp (transformeres) for å elimenere flest mulig av feilene. Først når dette er gjort, kan kartkonstruksjonen ta til.

Før flyfotograferingen kan ta til, må faste punkter i terrenget være fastlagt. Da kartkonstruksjonen, både horisontalt og vertikalt bygger på disse, må punktene kunne lokaliseres på bildene.

I all moderne kartografi blir det nå benyttet kostbare stereografiske konstruksjonsmaskiner. De er benyttet sammen med tegnemaskiner som overfører målingene og tegningene på kartpapiret. Disse tekniske vidunderene av optikk og finmekanikk har revolusjonert kartframstillingen helt. Etter at de moderne tegnemaskinene ble tatt i bruk, er kartene blitt mere nøyaktige samtidig som de er langt raskere å framstille. Kart som bare er konstruert fotogrammetrisk egner seg ikke som topografisk kart. Topografen må derfor ut i terrenget for å skaffe de nødvendige supleringsdataene, men markarbeidet er mye enklere nå enn tidligere. Ved terrengbefaringen fyller han ut detaljene som har vært skjult på bildene eller som bildene ikke kan gi i det hele tatt som f. eks. navn, grenser, klassifisering av hus, veier og jernbaner. Flate områder må også måles opp av topografen og terrengdetaljer som er skjult av skog.

Fotogrammetri vil bli behandlet senere under kapitlet "Om flyfoto".

4. Kartografi

Under begrepet kartografi kommer all virksomhet (fra geodesi til offsettrykk av kart) i en institusjon som framstiller kart. I alminnelighet er "kartography" en avdeling hvor kartene rentegnes for trykking av karttegnere. Yrket var beundret og verdsatt fra før middelalderen. Vi finner dem ved de kongelige hoff og ved statlige institusjoner. "Kartographen" tegnet kart fra et fugleperspektiv. Han var oppmåler selv, men han i dag få topo-

K

graens originalmålinger å arbeide ut fra. For ikke så lenge siden ble kartoriginaler gravert i kobberplater eller litografert på stein. Alt måtte da tegnes (graveres) speilvendt inklusivt skrift. Senere var det tegning på papir (papir med aluminiumsinnlegg med tusj). Bare tegningen av et kartblad kunne ta 3-5 år. I dag blir det vanligvis benyttet safirnåler og spesialkniver til å risse på voksbelagte filmplater eller plastfolier som har den topografiske originalen påført.

Nøyaktigheten spiller fortsatt en meget stor rolle og det snakkes om 1 tiendels mm. Teknikken har også satt sitt preg på dette. Skriften f. eks. tegnes ikke lengere med hånden, men den trykkes først på filmfolie og limes på kartet senere.

Under kartografi sorteres også de høyere utdannets kartografer. De arbeider som redaktører, planleggere o. s. v. Deres arbeidsoppgaver er å framstille kart i en annen målestokk enn originalen eller redigere kart til et annet formål. De må også sørge for gradnett, konstruksjon, magnetisk misvisning o. l. til hvert kartblad. Her er det også en stab som kontrollerer trykkferdige kart, men likevel forekommer det ofte feil ved kartene.

5. Kartteknisk arbeid

Når det kart et rentegnet og skriften, gradnettet og diverse data er påført, blir det utarbeidet en tegning for hver fargeplate. Tegningene blir gjennomgått av en rekke kontroller før de overlates til den tekniske staben og offsettrykkeriet. Ved hjelp av forskjellige avanserte fototekniske metoder kan karttegningen overføres på aluminiums- eller tinnplater. Hver av fargene får sin egen plate. Ved hjelp av de moderne roterende offsetmaskinene kan en trykke 5-6 farger samtidig og flere tusen ferdigtrykte kart kan produseres i løpet av en times tid. Selve trykkingen er også et krevende presisjonsarbeide. Trykkingen foregår under en bestemt lufttemperatur og fuktighetsgrad. Dette er nødvendig for at de enkelte fargeplatene skal passe nøyaktig sammen.

Å framstille kart er en lang prosess, tross moderne teknikk. Det tar et par års tid fra geodeten starter opp sitt arbeide med kartet til det kan kjøpes hos bokhandleren. Omkostningene er store og utsalgsprisene på kart svarer ikke på noen måte til utgiftene, men de aller fleste land i verden betrakter framstillingen av topografiske kart som en kulturoppgave. Topografiske kart egner seg ikke bare til grunnmateriale til et annet kartverk, men også f. eks. til ingeniørbruk ved diverse arbeidsoppgaver, turkart og til militære formål m. m.

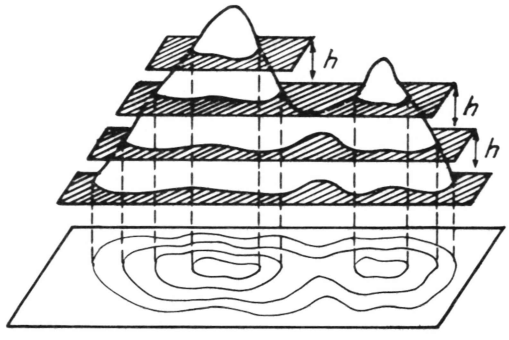
TERRENGFORMASJON

Ved konstruksjon av karter har det vært brukt forskjellige måter å illustrere terrengformasjonene (terrenget) på. Tidligere var den mest anvendte metoden å skravere inn terrengformasjonene på kartet. Dette vil bli behandlet til slutt. I forrige århundrede tok den østerriske kapteinen Lehman i bruk kurver på kartene for å vise terrengformasjonene. Høydekurvene ble i den første tiden benyttet sammen med skravering.

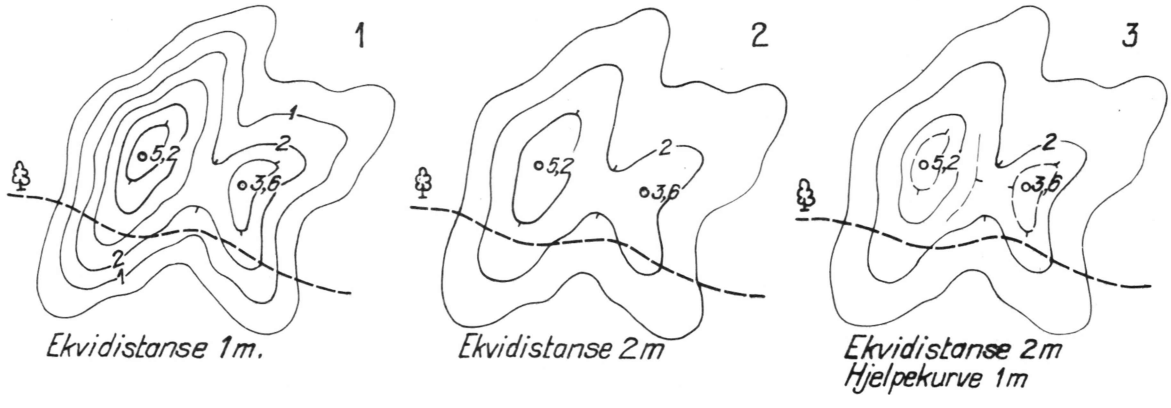
Høydekurver

En høydekurve er en linje som går gjennom punkter i terrenget som har samme høyde over havet. På nyere karter får høydekurvene sin egen farge, vanligvis brun.

Den loddrette høydeforskjellen mellom to høydekurver kalles ekvidistanse. Ekvidistansen varierer etter kartets behov, men dennes verdi er alltid oppgitt på kartrammen.

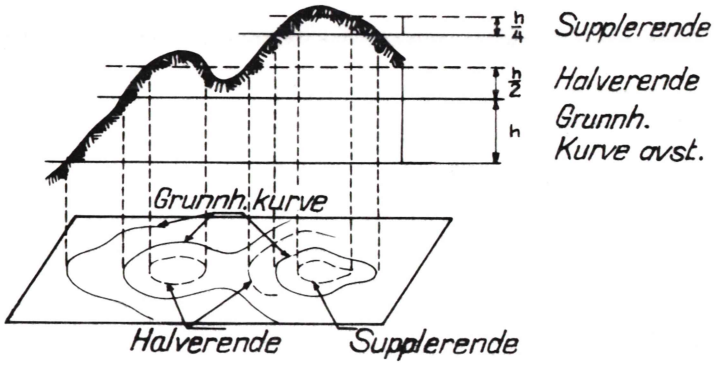


Illustrasjon til h. kurver og ekvidistanser



Fremstilling av samme fjell med forskjellige ekvidistanser.

En hjelpekurve kan være "halverende" når den deler høyden mellom to høydekurver, eller "supplerende" når den skal gi nærmere orientering om enkelte detaljer i terrenget. Men den behøver ikke å ha halverende verdi.



Grunn, halverende, og supplerende (hjelpe)kurve.

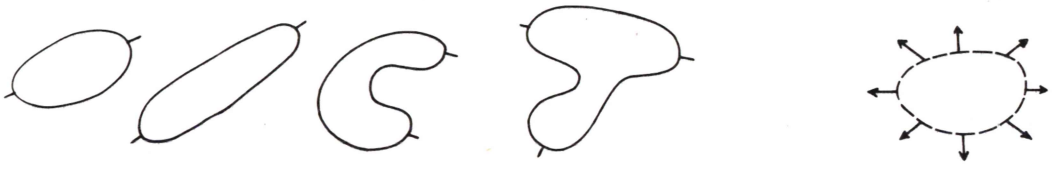
Nedenfor følger eksempler på ekvidistanser på norske topografiske karter:

1 : 250 000 = 50 m kurver
1 : 100 000 = 30 m kurver
1 : 50 000 = 20 m kurver
1 : 25 000 = 10 m kurver

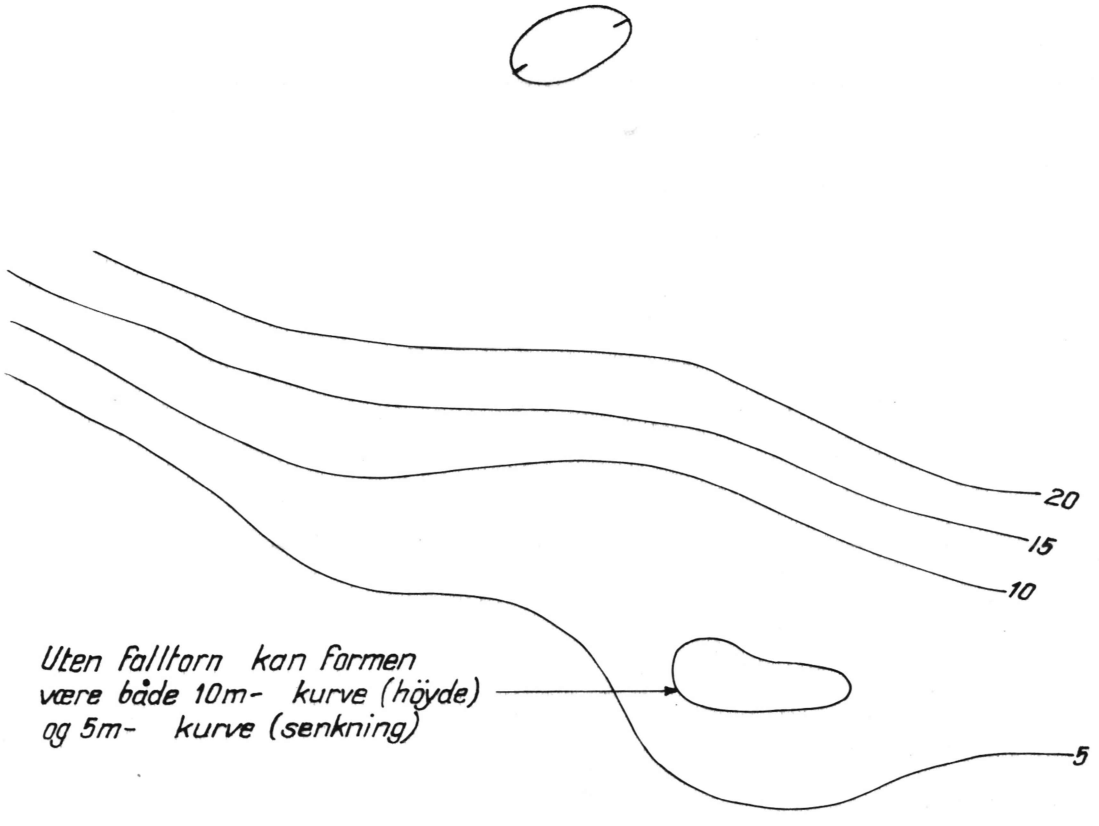
Diverse uttrykk for fjellformasjoner

I det følgende skal de viktigste uttrykkene vedrørende fjellformasjonene beskrives.

Kuppel
Karakteristikken er at fra kuppelens høyeste pkt. faller i alle retninger.



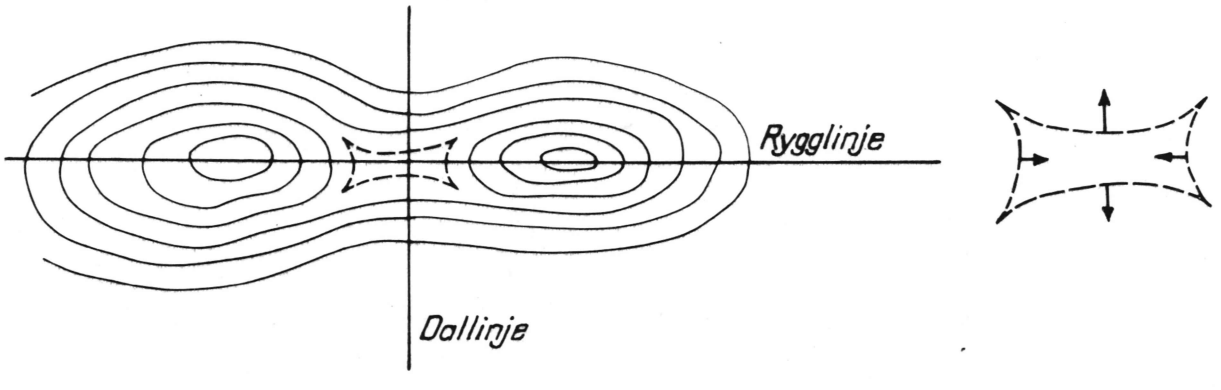
Mange land anvender såkalte "falltorner" for å vise fallretningene. En høydekurve har minusform (forsenkning) falltornene peker da innover.



Eksempel på falltornens nødvendighet.

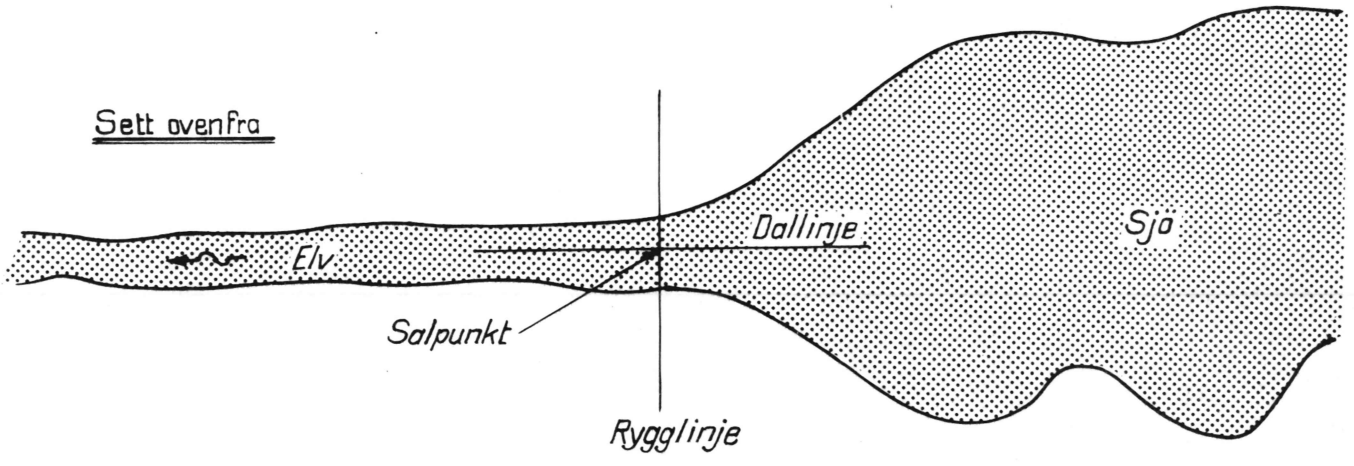
Sadel eller sal

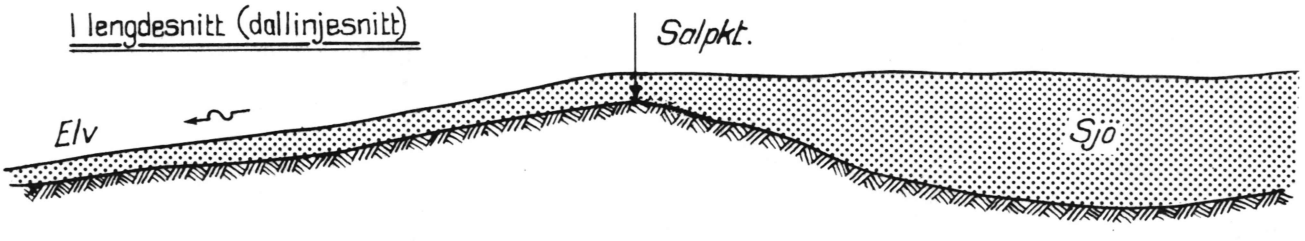
Den laveste delen som ligger mellom to eller flere kupler hvorfra terrenget heller nedover vinkelrett fra en linje som går over kuplene kalles sadelen.

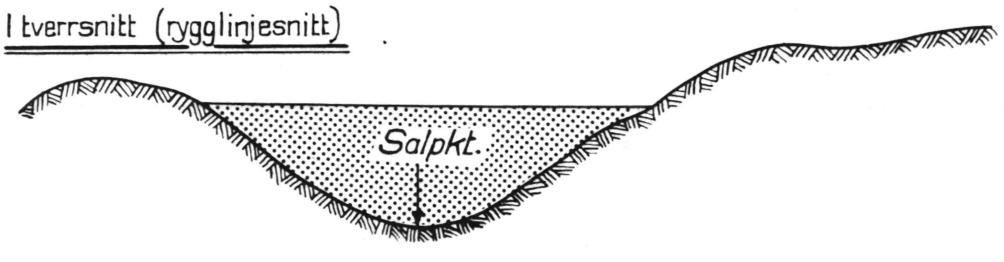


Salpunkt

Salpunktet er det laveste punkt som ligger på linjen trukket gjennom kuplene, altså skjærepunktet mellom rygglinjen og dallinjen. Det som arbeider med hydrologi må ofte finne salpunkter f. eks. ved utløpet av et vann o. l. Dette finnes ved å ta ut det punktet på dallinjen som ligger høyest samtidig som det er det laveste på rygglinjen.







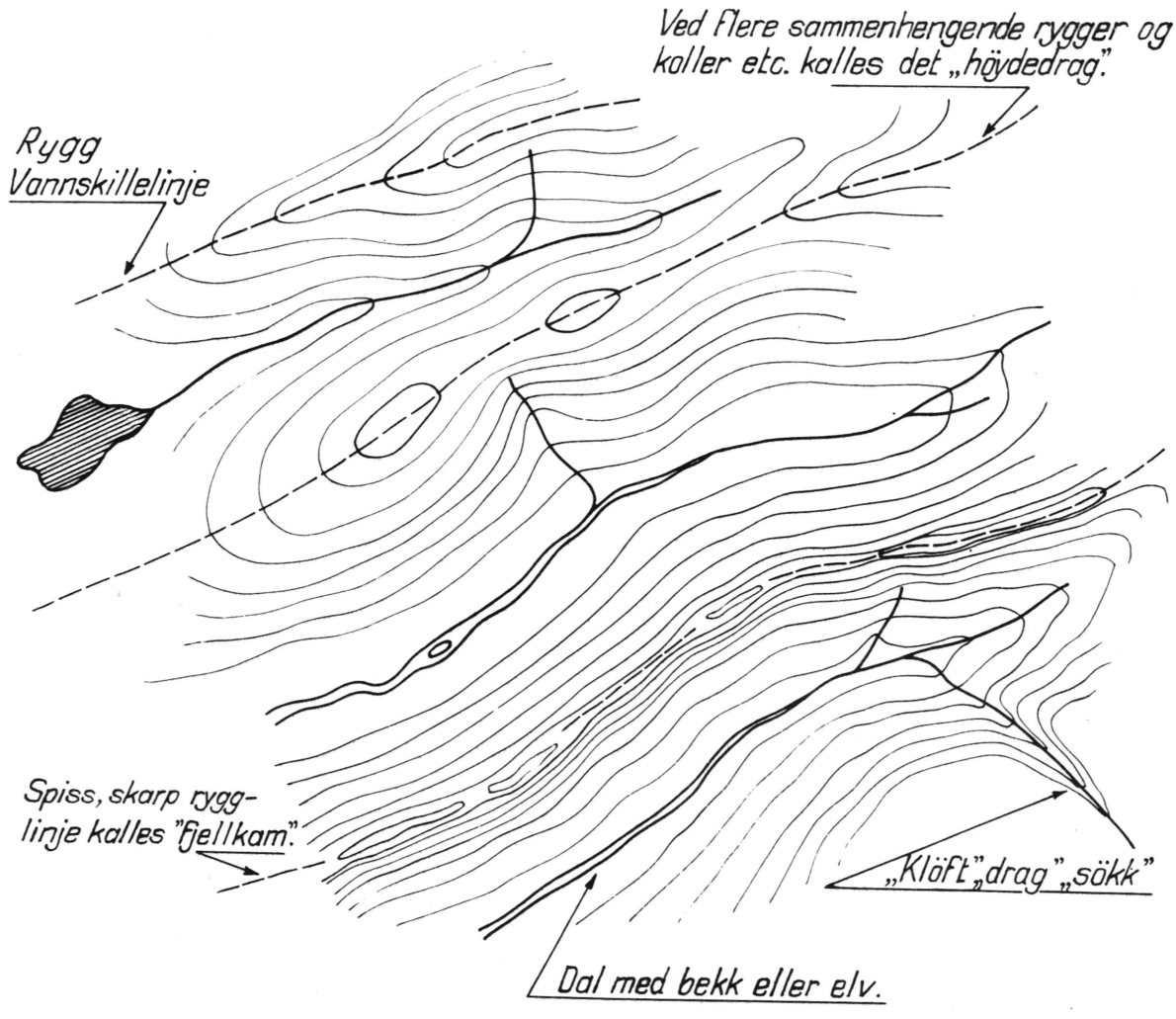
Dal

En dal med større vassdrag får ofte betegnelsen dalføre. Hver side av bekken eller elven blir kalt dalside. Området nærmest elven/bekken er dalbunnen (som regel den oppdyrkede delen).

En mindre trang dal kalles kløft. Kløfter forekommer som regel i bratte skråninger og starter fra en sal.

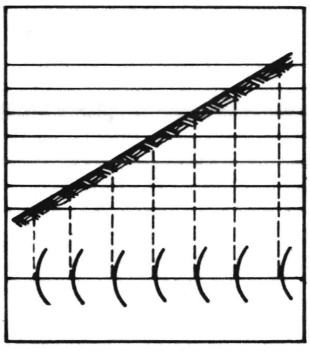
Rygg (høyderygg)

Flere sammenhengende rygger og koller kalles et høydedrag. Den linjen som kan trekkes gjennom vannskillet kalles vannskillelinjen. En spiss, skarp rygglinje kalles fjellkam.

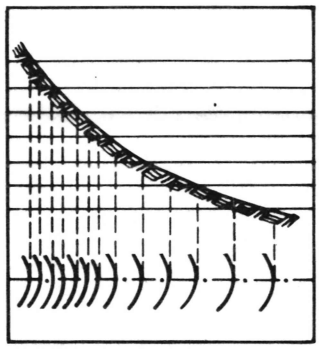


Skråning

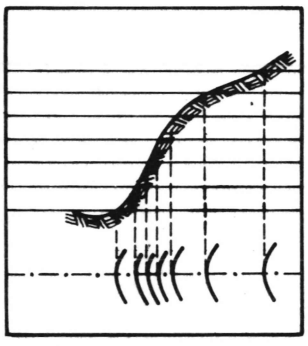
Høydekurvenes tetthet viser om en skråning er bratt eller slak. Eksempler



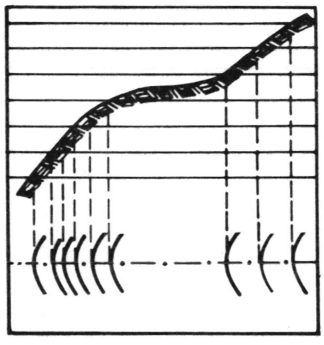
Jevn skråning.



Skråning med innhellende (konkav) overgang.

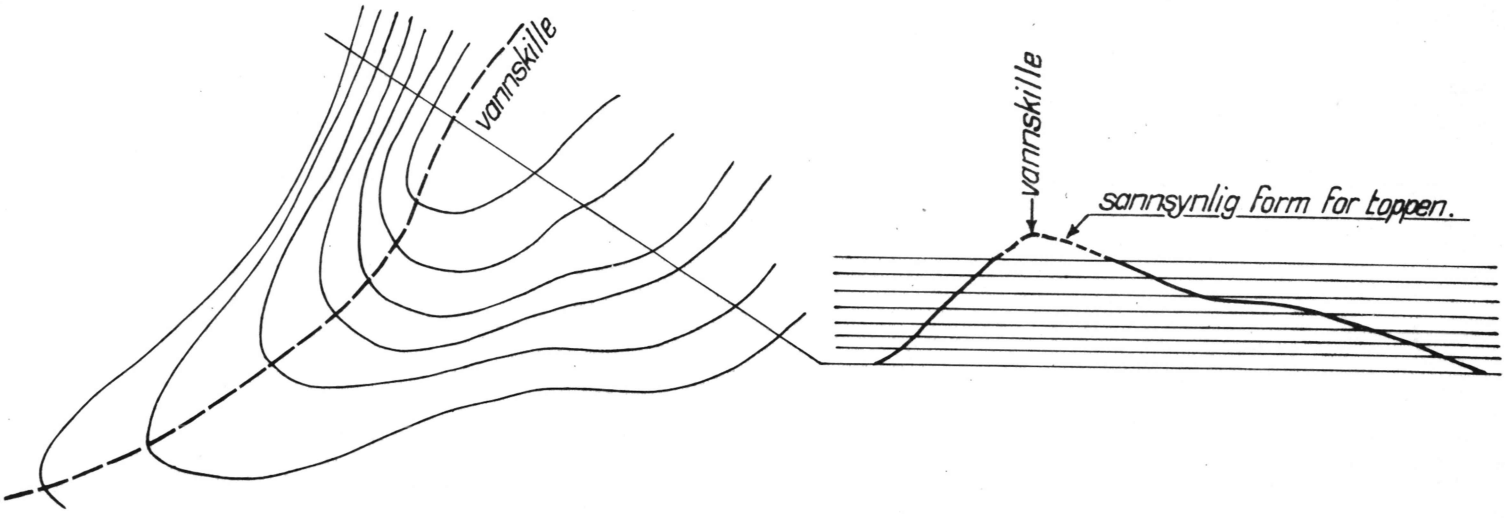


Skråning med oppadgående (konveks) overgang.

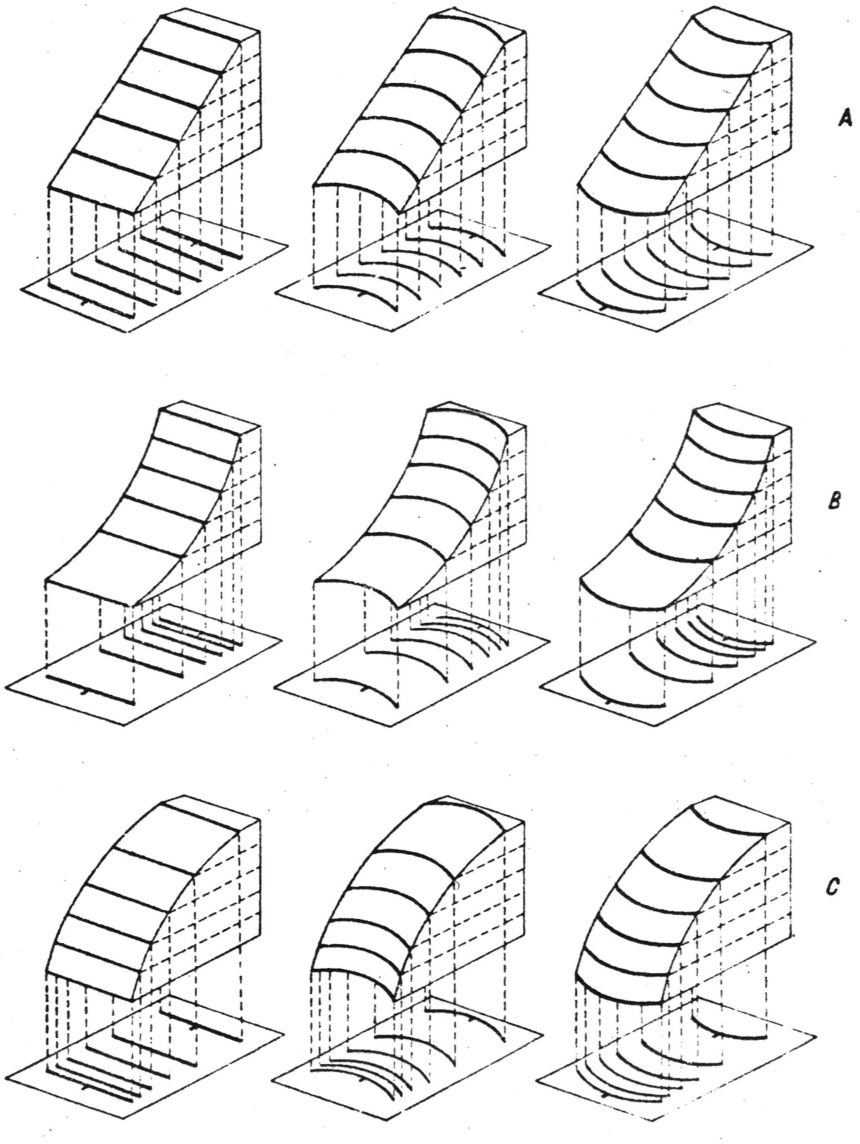


Bölgende skråning.

Når det mangler kurver f. eks. på toppene eller viddene er det mulig å gjette hvor terrenget er høyest og på denne måten tegne inn vannskillet. Som er alltid nærmest til den bratte siden.

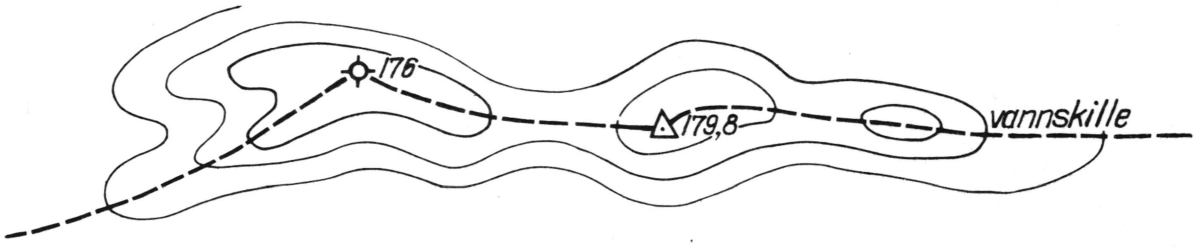


Skråningseksempler

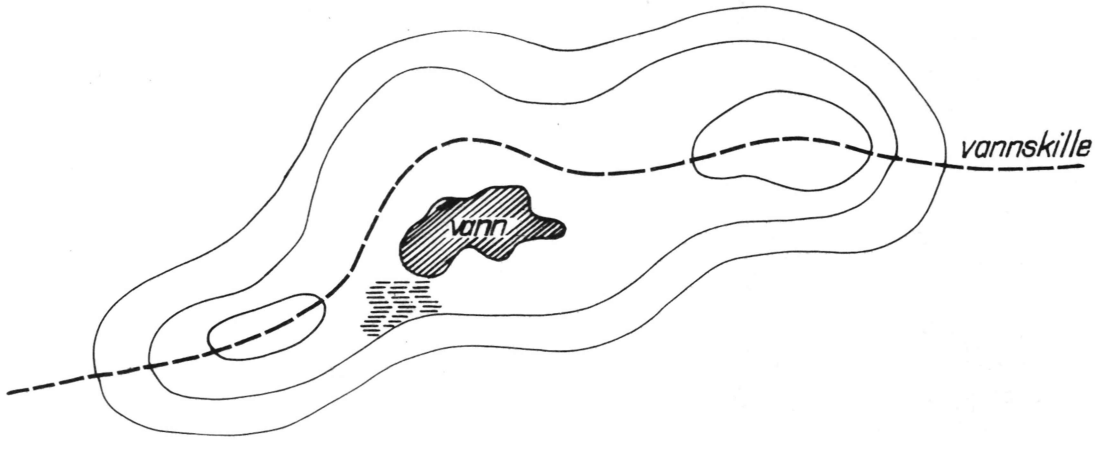


Den rette Den konkave Den konvekse

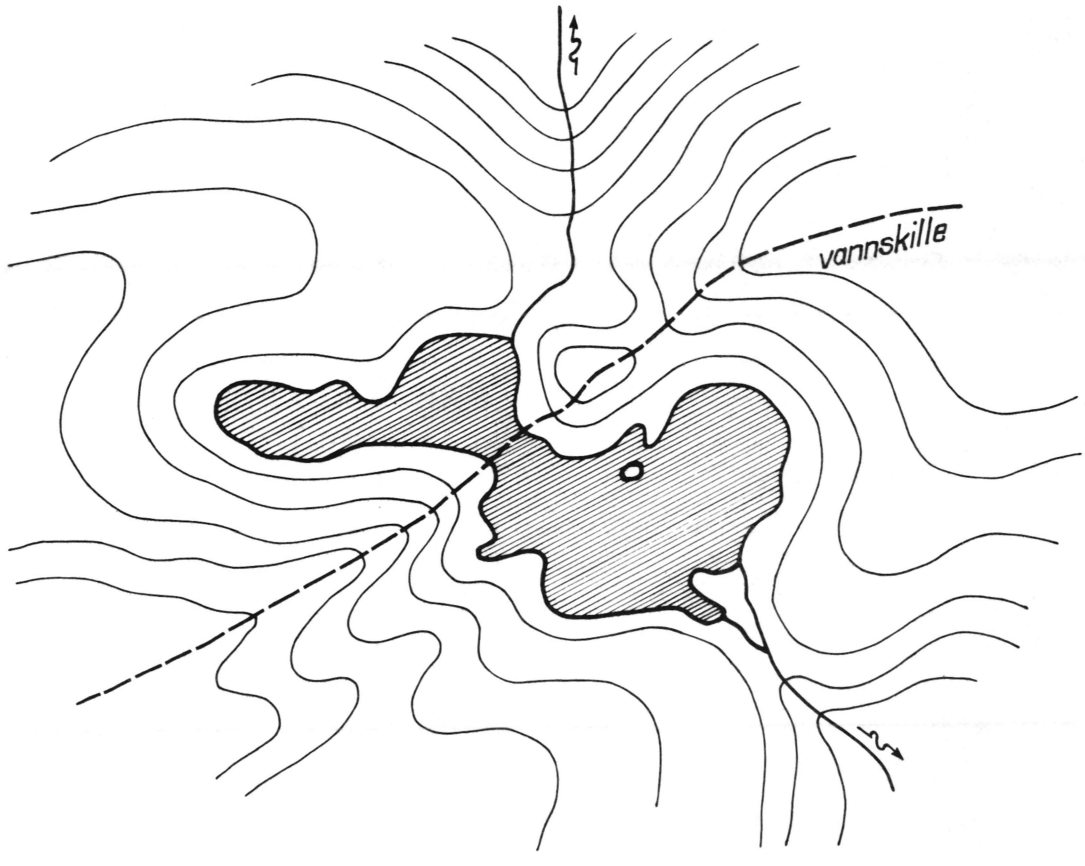
Et godt hjelpemiddel er også de vanlige høydepunktene og de trigonommetriske punktene. Disse står som regel på de høyeste toppene. Vannskillelinjen må således gå igjennom disse punktene (se figur 12). Hvis man ikke følger de forannevnte rådene, kan det bli flere km^2's feil ved arealberegningen.



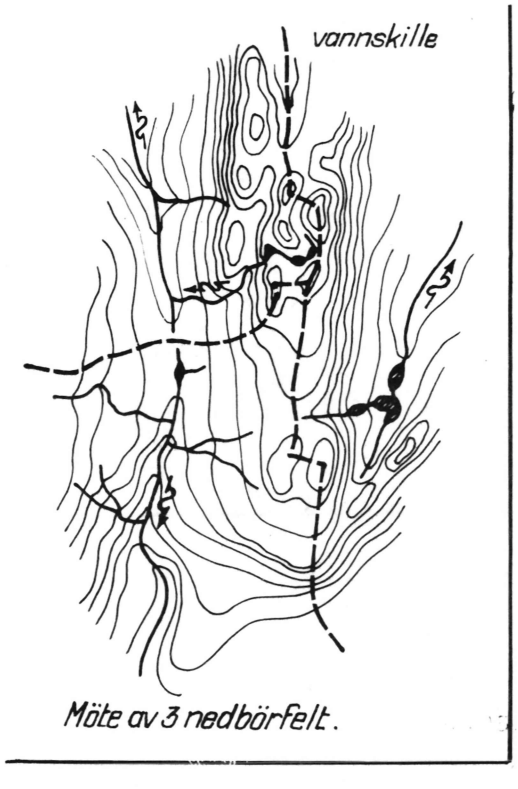
Når man ikke har noe annet å støtte seg til, bør man se på vannenes beliggenhet, da disse alltid ligger lavest. Det er enkelt når vannene har utløp, men et stillestående vann eller en pytt kan by på problemer. Da må man se etter den myrlendte siden av vannet. Dette er da sannsynligvis avløpsveien for vannet ved høyere vannstander.

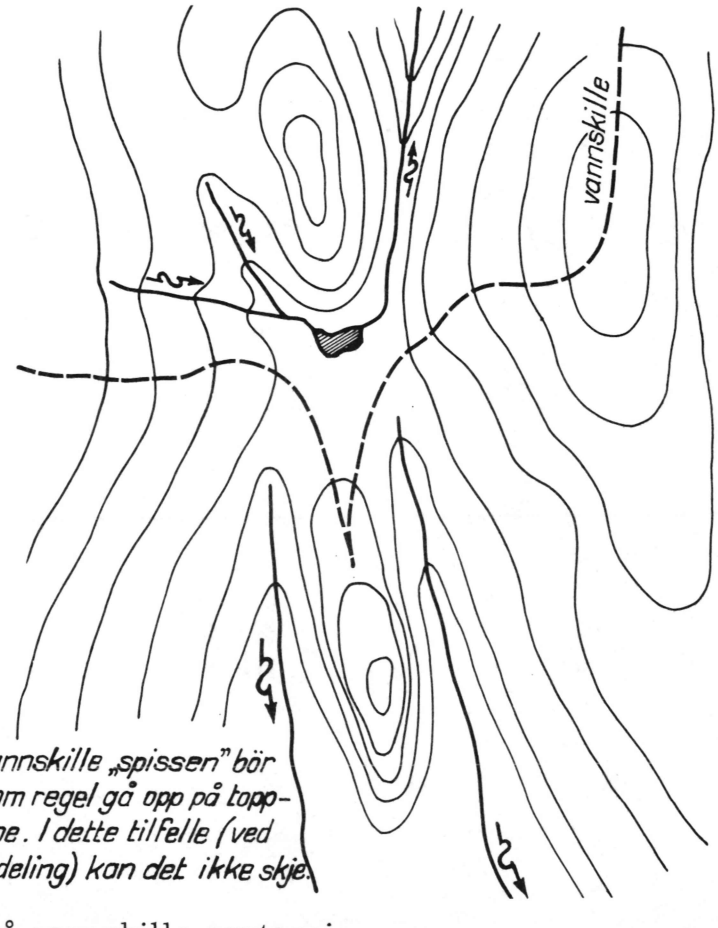


Dersom et vann ikke har en definert avløpsvei, må man dele vannet, noe som må gjøres med stor forsiktighet. Ved en større innsjø, som har avløp i to eller flere retninger, er salpunktenes høyde det avgjørende. En eventuell rygg eller (terskel) i vannet kan også være avgjørende for bestemmelsen av avløpsveien. Man må da huske å se på terrenget rundt vannet.



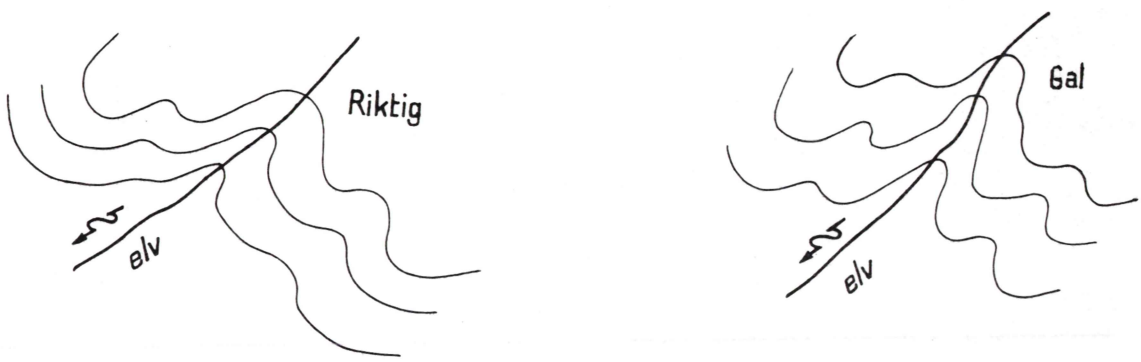
Et eksempel hvor vannskillet ligger på terskelen mellom to rygger.





Eksempler på vannskille opptegning.

Som vi alle vet renner vannet nedover. Når vassdrag og høydekurver skal tegnes må man alltid huske at disse skjærer hverandre vinkelrett. Syndes det mot denne regelen, er også den enkle naturlov brutt idet man på kartet har "dirigert" vannet oppover.

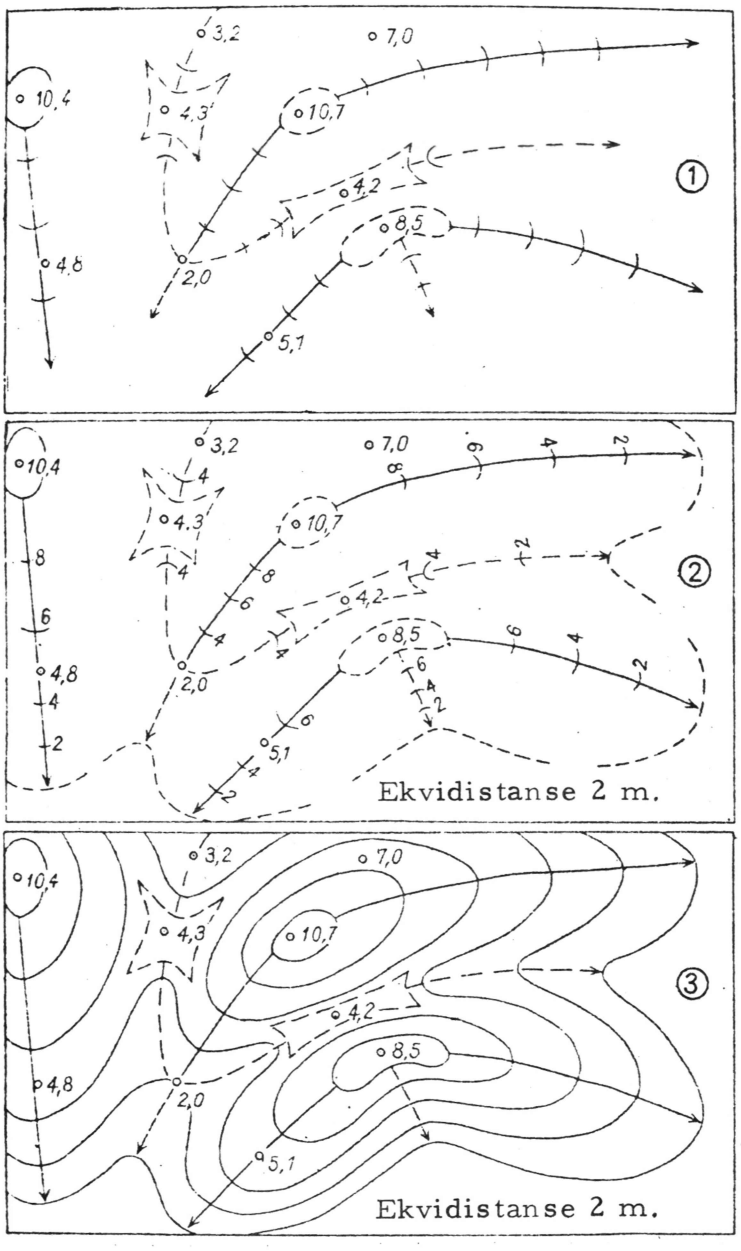


Når man skal skissere opp et terrengstykke med høydekurver, kan man gå fram på denne måten:

Først retter man opp et skjelett med elver og vann. Hvis man har høydepunkter, settes disse på skissen. Rygglinjer antydes med hele linjer, eventuelte kulper, saler o. s. v. med stiplede linjer. Skjæringspunktene mellom kurvene og elvene merkes med små streker. Hvis man har et lavt og høyt punkt, kan man interpolere mellom disse.

Det er viktig å huske at man alltid har en dallinje mellom to rygglinjer.

Etter at man har laget en slik skisse, kan man tegne opp vannskiller og foreta arealberegninger med en nøyaktighet som er avhengig av skissens kvalitet. høydepunktenes mengde, deres nøyaktighet og til slutt målestokken.



Fremgangsmåten ved opptaking av høydekurver

Terrengframstilling ved hjelp av skravering

Denne metoden var benyttet inn til høydekurvene ble tatt i bruk. Først ble høydekurvene anvendt som supplering til skraveringen, mens det i dag er omvendt. Skraveringen blir nå benyttet som hjelpemiddel for å illustrere bratte ustabile fjellpartier, morener, ras, skarpe fjellkammer o. s. v. Skraveringen består av korte streker vinkelrett på høydekurvene. De korte strekene faller således nøyaktig sammen med vannets fall. På denne måten kan faktisk gammeldags kart med skravering være mere tjenelig for en hydrolog enn de nyere kartene. Legg merke til hvordan strekene langs en fjellrygg (akkurat som regnvannet) deler seg.

Terrengfremstilling med strektegning (Skravering)

a.) Strekenes tykkelse ensartig, deres lengde og avstandene fra hverandre er ubestemt,

b.) Strekenes tykkelse avhengig av fallvinkel, deres største lengde 5 m/m og avstandene fra hverandre er bundet.

Skraveringen viser også hellingsforholdet. For å illustrere dette kan man tenke seg en lampe plassert i luften over terrenget. Toppene blir da lyse (tynne streker med stor avstand) og når helningen blir brattere får det mindre lys ovenfra og terrenget blir mørkt (tette, tykke streker).

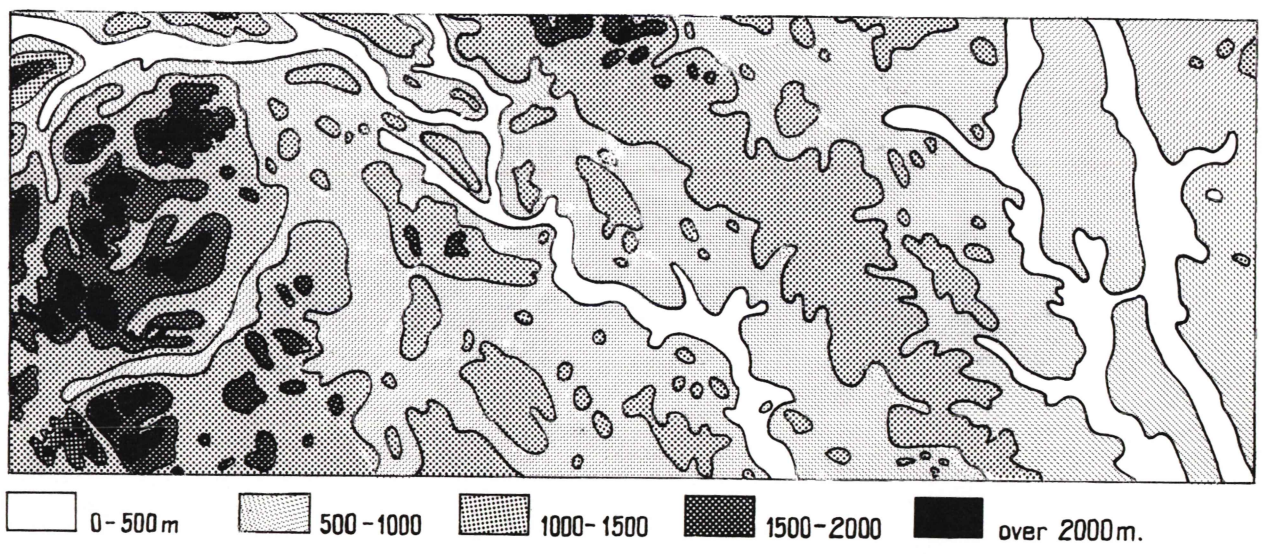
Skraveringen har imidlertid den ulempen at det ikke lar seg gjøre å foreta skikkelige målinger av høyder eller helninger. Til dette må man ha høydekurver.

Terrengframstilling ved hjelp av skyggelegging

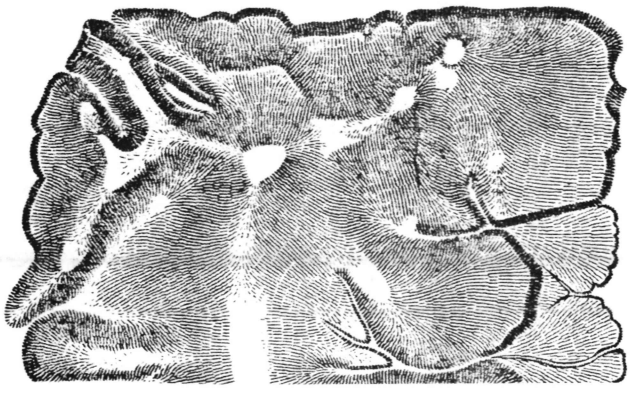
Ved å anvende en skyggelegging på fjellsidene på grunnlag av en tenkt belysning får man en relieffvirkning (tredimensjonal). Ulempen ved denne framstillingsmåten er den samme som ved skravering at man ikke har adgang til målinger av høyder og helninger. Men ved å kombinere skyggelegging og høydekurver kan man oppnå et meget godt resultat. Kartet blir effektivt og pent og man får målbare høydeforhold. Metoden er tidkrevende og kostbare særlig p. g. a. at oppgaven bare kan utføres av de beste kartografikere. Figur 19 viser et eksempel på kombinasjonen av kotehøyder og skygger.

Terrengframstilling ved hjelp av farger.

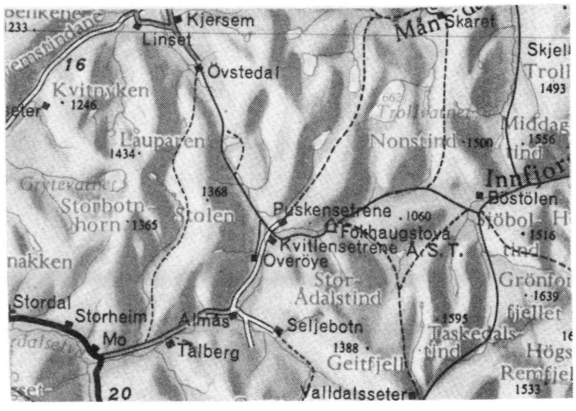
Prinsippet får ut på at hver ekvidistanse har sin egen farge. For eksempel fra 0-10-m's høyde er alt gult, fra 10-20 m lyst brunt, fra 20-30 m brunt o. s. v. Prinsippet kalles også det hypsometriske systemet. Denne karttypen gir et meget oversiktlig og greit bilde av høydeforholdene. Som man vet benyttes det hypsometriske systemet svært ofte i hydrologien. Først til å framstille et hypsometrisk kart som så gir grunnlaget for å konstruere en hypsometrisk kurve. (På figuren ndf. er farvene erstattet med raster.)



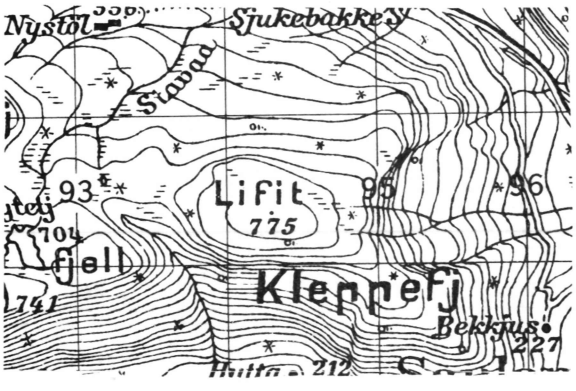
En del av terrengfremstillingsmetoder:



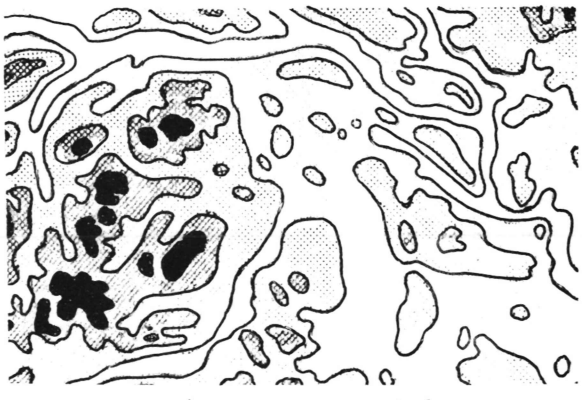
1.) Strektegning



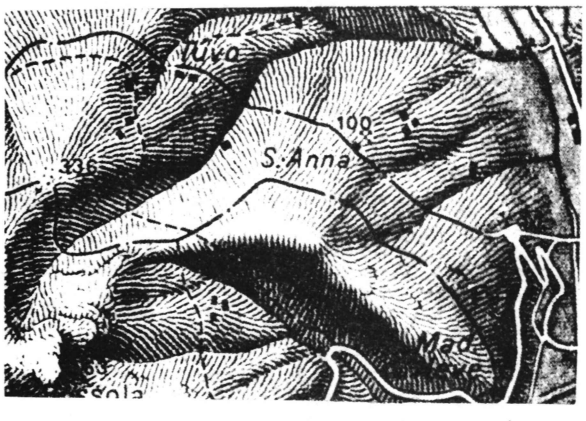
2.) Skyggelegging



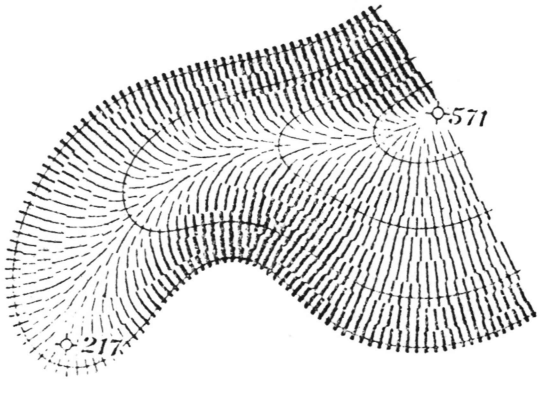
3.) Høydekurver



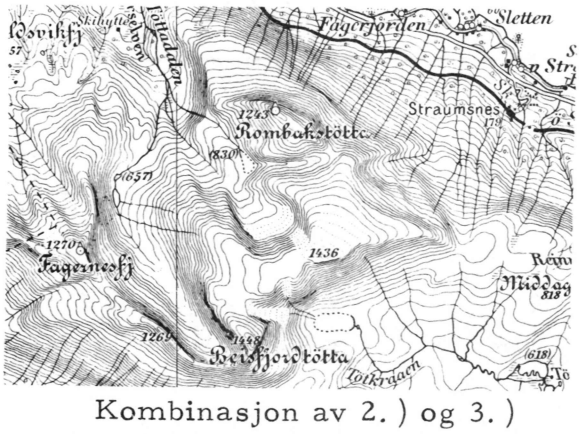
4.) Hypsometrisk



Kombinasjon av 1.) og 2.)



Kombinasjon av 1.) og 3.)



Kombinasjon av 2.) og 3.)

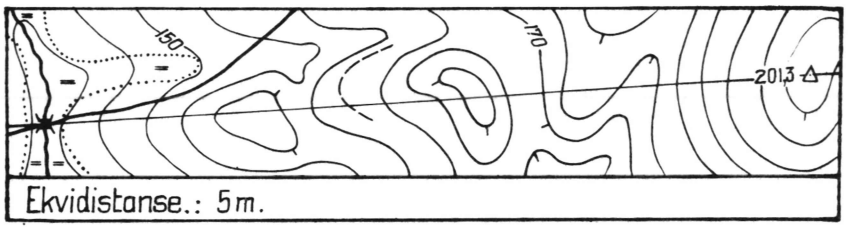
Samme som 4, bare kurver også innenfor farven. (Farven erstattet med raster).

Kombinasjon av 3.) og 4.)

Konsturksjon av terrengsnitt

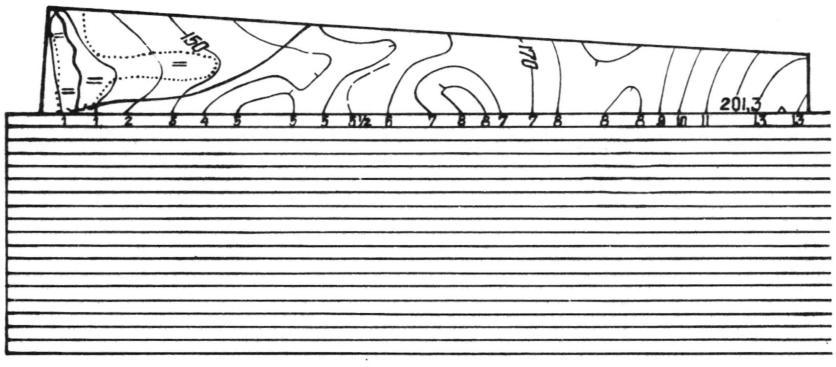
Det kan ofte være aktuelt å ta opp snittprofiler av terrenget for å se f. eks. fallforholdene. Ved et "totalt snitt" skjærer man hver eneste høydekurve, men ved "delsnitt" skjærer man bare de karakteristiske stedene som f. eks. helningsovergangene. Det kan også være aktuelt å legge et delsnitt hvor høydekurvene er meget tette. Framgangsmåten er den samme ved "delsnitt" som ved "total snitt": Snittet legges på en rett linje mellom to aktuelle punkter. Skal man legge et snitt langsetter en dal eller en elv, som ikke er rett, må man legge flere rette linjer mellom de karakteristiske punktene.

Som eksempel det skal konstrueres et snitt fra △-pkt. til brua.
De to punktene bindes sammen med en tynn strek.

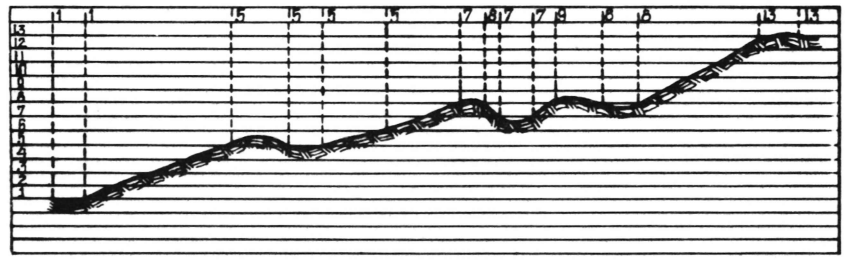


Man finner så verdien til den laveste høydekurven som i dette tilfellet er ved brua. Dette blir da utgangspunktet.

Man tegner så parallelle linjer på et millimeterpapir. Disse linjene representerer ekvidistansene. Millimeterpapiret legges inn til skjæringslinjen og skjæringspunktene merkes av på papiret. Samtidig skrives høydene på kurvene som starter på nr. 1 ved brua. Kurvene som har samme høyde får alltid samme nummer



Man fjerner så kartet og de horisontale linjene nummereres nedenfra og oppover med tilsvarende verdier av høydekurvene. Fra hvert enkelt skjæringspunkt (høydekurvens skjærepunkt med snittlinjen) legger man loddrette linjer ned til den aktuelle horisontale linjen. Disse støttepunktene bindes sammen og man får således et snittprofil av terrenget.



Hvis man har høyde- og dalpunkter i snittet, tar man selvfølgelig hensyn til disse. Et slikt snitt er som regel forvrengt fordi avstandene mellom de parallelle linjene på papiret ikke svarer til ekvidistansene på grunnlagskartet. Man kan selvfølgelig bruke samme målestokken på høydeskalaen som på lengdeskalaen, men dette ville resultere i et meget flatt snittprofil. Skal terrengformasjonene i snittet komme tydelig fram, må man benytte en større høydemålestokk. Ofte anvendes en 10 ganger forstørrelse av ekvidistansen. På den måten får man et godt bilde av fallforholdene. I eksemplene foran er målestokken på kartet 1 : 25 000, de parallelle strekene som skulle tegnes måtte da ligge 0,2 mm fra hverandre for å få samme målestokken på høyde- og lengdeskalaen. På figuren er linjene imidlertid tegnet med en avstand på 2 mm. Altså, 10 ganger forstørrelse av ekvidistansen.

Hvis man ikke har tid til å lage et skikkelig terrengsnitt, kan man lage en frihåndsskisse av terrenget på et millimeter - eller rutepapir. Skjæringspunktene tegnes da inn på frihånd. Snittprofil laget på denne måten kalles en terrengsskisse.

FLYFOTO (eller Luftfoto)

Et flyfoto har en del interessante egenskaper.

1. Friskheten.

Det trenger ikke gå mere enn noen få timer eventuelt dager fra et opptak er gjort til det ferdige flyfotoet foreligger. Et flyfoto viser terrengets nyeste detaljer. Til enkelte oppdrag kan flyfoto være langt bedre egnet enn kart.

2. Detaljer

På et flyfoto kan man finne alle synlige detaljer i terrenget.

3. Objektivitet

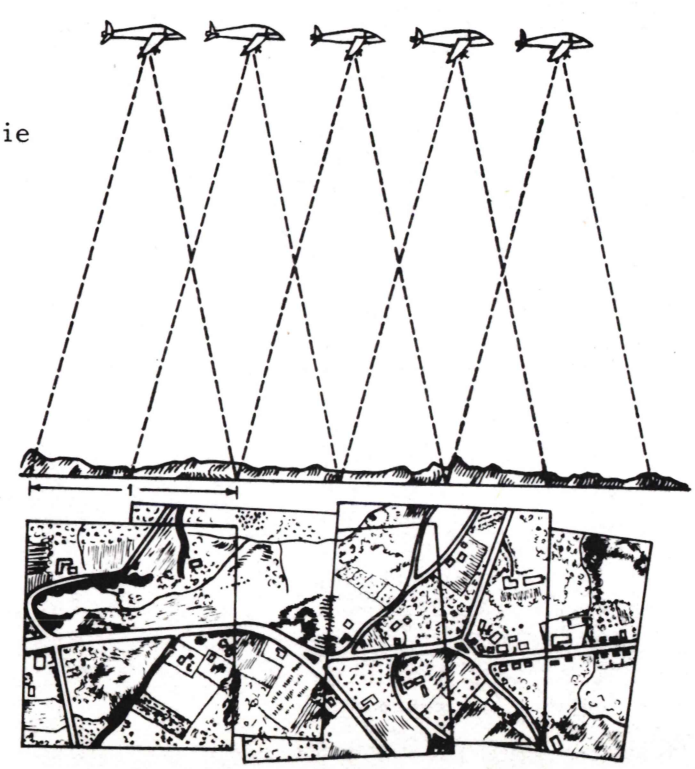
Et flyfoto er objektivt og framstiller terrenget slik som det er i virkeligheten. Det er ikke påvirket av oppmålerens inntrykk.

4. Tredimensjonalt

Ved å bruke stereoskop kan man få tredimensjonal virkning av flyfotoene. Dette er et hjelpemiddel som kommer godt med i hydrologien når man f. eks. skal finne vannskiller, utløp, overløp o. l.

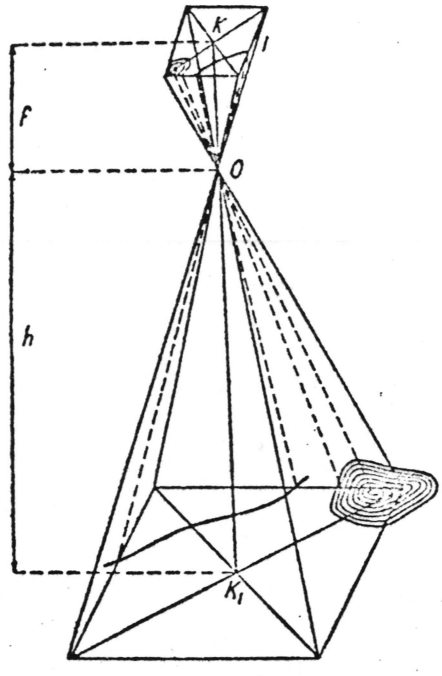
Bruken av flyfoto kan med fordel kombineres med kart. Man kan da overføre detaljer på kartet f. eks. gradnett, høydetall osv. til flyfoto. Det kan også være aktuelt å overføre detaljer fra flyfotoet til kartet.

Flyfotoserie



Flyfoto som har sentral projeksjon

Et øye som ser på bildet fra hovedpunktet får samme inntrykk som et øye i virkeligheten ville få av det samme terrenget. Strålene er ikke parallelle, men har en vinkel. Retningene mot de punktene som er avbildet på den fotografiske platen er fastlagt i forhold til objektivets optiske akse. Kjenner vi dennes plass og retning i rommet i det øyeblikket eksponeringen er skjedd, kan de nevnte retninger tjene til rekonstruksjon av de tilsvarende terrengpunkter og framstilling av terrengets horisontalprojeksjon og høydeforhold kan utføres og kart kan konstrueres.



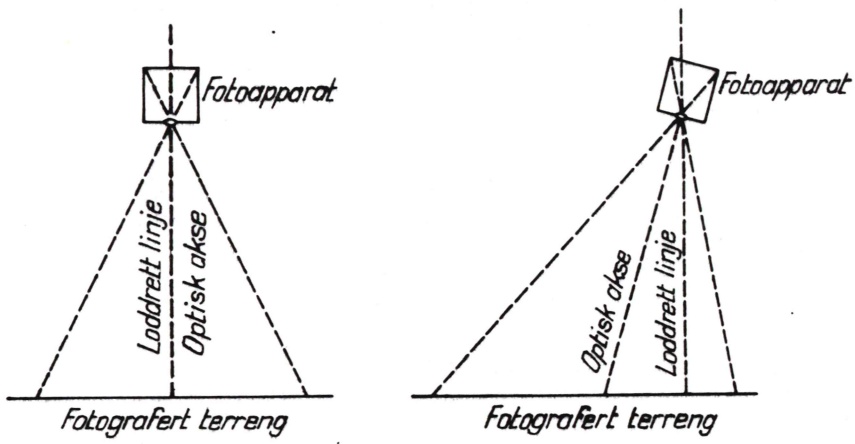
Figuren viser prinsippet av et flyopptak. 0-punktet er fotoapparatets linse (objektiv) eller projeksjonens midtpunkt. 1 er fotofilm (plate) som er projeksjonens plan. Den linjen (KO) som går gjennom objektivets midtpunkt og videre gjennom midtpunktet av objektivets kuleoverflate og loddrett på filmens (platens) plan, kalles optisk akse. Den delen av de optiske akse som strekker seg mellom filmens (platens) plan og objektivet kalles brennvidde (objektivbrennvidde) eller fokusavstand som merkes med f. Den forlengede del av den optiske aksen (mellom objektivet og terrenget) kalles for fotograferingshøyden som er merket med h. Det punktet hvor optiske aksen treffer filmen (platen) kalles flyfotoets hovedpunkt.

Flyfotoets art

Vi kan dele flyfotoene inn i følgende to hovedgrupper.

1. Loddrett (nær loddrett) akset flyfoto får vi når fotoapparatets optiske akse i eksponeringsøyeblikket har en nær loddrett stilling (loddbilde). I dette tilfellet fotograferer man det området som ligger rett under flyet.

2. Skråakslet flyfoto får man når fotoapparatets optiske akse i opptaksøyeblikket er skjevt. I dette tilfellet har man fotografert terrenget som ligger foran, bak eller til sidene av flyet. På disse bildene får man en relativ stor forvregning av perspektivet. Man må derfor være forsiktig med å foreta avstand eller vinkelmålinger på slike bilder. Som nevnt tidligere kan også disse bildene rettes opp.



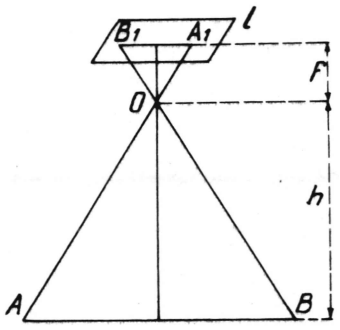
Loddrett og skråakslede opptak.

Flyfotoenes forvregning

Et loddrett akset flyfoto eller opprettet flyfoto kan bli fri for forvregning, men bare i de tilfeller hvor terrenget er helt flat. Det er svært sjelden at terrenget er flat og i Norge forekommer det nesten aldri.

På grunn av høydeforskjellene får man en forvregning til som kalles horisontalforvregning. Forvregningen øker med de relative høydeforskjeller og dens avstand fra bildets sentrum.

Målestokkbestemmelse på flyfoto



På figuren finner vi avstandene i terrenget AB. 0 er fotoapparatets linse og 1 er projektsjonsplanen (filmen). A, B, er linjen på flyfotoet som svarer til AB-linjen på marken.

$\frac{AB}{A, B,}$ gir oss M som er flyfotoets målestokk. Man ser videre at $\frac{AB}{A, B,} = \frac{h}{f.}$

Når målestokken merkes med M, får vi

$$M = \frac{AB}{A, B,} = \frac{h}{f}$$

Dette betyr at målestokken kan bestemmes på to forskjellige måter:

1. $M = \frac{\text{Terrenglengde}}{\text{lengde på fotoet}}$ eller $M = \frac{AB}{A, B,}$

I praksis tar man ut en lengde på kartet, eller måler ut avstanden på marken og dividerer dette med det tallet som ble målt på flyfotoet på samme strekning.

Eksempel:

Vi måler en avstand på flyfotoet som er 7 cm. Det svarer til 1425 m på marken.

$$\frac{1425 \text{ m}}{7 \text{ cm}} = \frac{142500 \text{ cm}}{7 \text{ cm}} = 20357$$

Altså flyfotoets målestokk er 1:20357, eller avrundet til 1 cm = 204 m.

Metodens nøyaktighet er i høy grad avhengig av målingenes nøyaktighet på flyfotoet. Ved utvalg av avstanden på flyfotoet må man ta hensyn til følgende:

a) den må ligge i midten av bildet

b) den må være så lang som mulig

c) endepunktenes relative høydeforskjeller må være minst mulig.
d) endepunktene skal være markert og godt synlig som f. eks. Veikryss, skoghjørne osv.

2. Den andre metoden er: $M = \frac{\text{Fotograferingshøyden}}{\text{brennvidde}}$

I dette tilfellet må man kjenne brennvidden som vanligvis er oppgitt på flyfotoet i millimeter.

Fotograferingshøyden, som enten finnes på flyfotoet (barometerhøyden) eller at flyselskapet kan oppgi høyden i hvert tilfelle.

Målestokken finnes da slik:

$$M = \frac{h}{f}$$

Den første metoden anbefales da flyhøydene ofte er upålitelige.

Bestemmelse av lengdegrad (meridian) eller N-S retningen på flyfoto.

Dersom man skal orrientere et flyfoto, må man tegne opp lengdegradslinjen (Nord-Sydlinjen). Dette kan skje på følgende tre måter.

a) Orientering av foto i marken. Flybildet orienteres etter terrenget som ved bruk av vanlige kart. Legger så på et kompass og nålens retning tegnes på bildet. Denne linjen skal peke mot den magnetiske nordpolen. For å få den geografiske meridianen, må man dreie flybildet så meget mot øst eller vest at det tilsvarer de gradene som den lokale misvisingen tilsvarer.

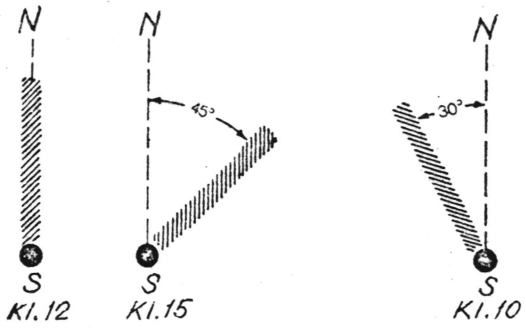
b) Ved hjelp av kart. Man finner to klare punkt på flyfotoet så langt fra hverandre som mulig. Man går så inn på kartet og finner de samme punktene. Disse punktene bindes sammen med tynne,rette linjer både på kartet og bildet. Flyfotoet legges opp på kartet slik at de to linjene faller sammen. Når dette er gjort, tegner man en linje som er paralell med kartets Ø eller W side (rammen). Denne streken blir da den geografiske meridianen.

c) Ved hjelp av skygge på flyfoto. Man bør kjenne fotograferingens tidspunkt (klokkeslett). Dette skal være oppgitt i rammen av flyfotoet. Ved denne metoden benytter man seg av skyggene fra f. eks. enslige trær, kirkespir, fabrikkpiper m. m.
Her følger tre eksempeler på bestemmelse av retningene:

1. Fotograferingen skjedde kl. 1200. Det vil si at solen befinner seg rett i syd (Tidsforskyvningen må tas i betraktning.) Skyggen faller da sammen med den geografiske meridianen.

2. Fotograferingen skjedde kl. 1500. Solen befinner seg da vest for meridianen og skyggen faller i østlig retning for meridianen. Når divergeringsvinkelen er 15°/time blir vinkelen i løpet av tre timer (fra 1200-1500) følgende: $15^{o} \times 3 = \underline{45^{o}}$. Legger man så en vinkel på 45° fra skyggen og vestover vil man få den geografiske meridianen.

3. Fotograferingen skjedde kl 1000. Da er solen øst for meridianen og skyggen kastes vestover. Skyggens vinkel bestemmes som før: $15^{o} \times 2 = \underline{30^{o}}$. Graden måles østover og den geografiske meridianen kan bestemmes.



Tyding av flyfoto

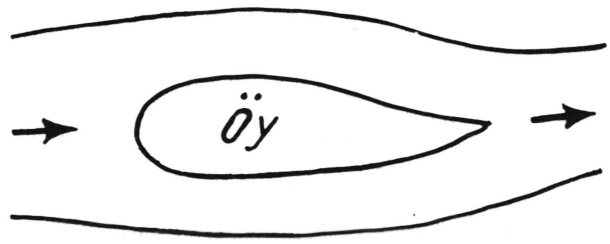
Det finnes en hel del litteratur som omhandler tyding av flyfoto for spesielle formål som f. eks. militære, arkeologiske, meteorologiske osv. I det følgende skal man bare konsentrere seg om de terrengobjekter som kan være av interesse i hydrologien.

1) Vassdrag og sjøer. Vassdrag, bekker og innsjøer kan gjenkjennes på formen. Fargene (tonen) kan variere meget fra hvit til sort etter varierende lysbrytninger og andre årsaker. Vassdragene kommer som regel tydelig fram og særlig sandbankene i elvene skiller seg ut i helt lyse farger (hvit).

Strømretningen av elvene kan man finne på følgende måter:

a) Den spisse vinkelen som er mellom hovedelva og sideelva peker alltid med strømretningen.

b) Spiss-siden av øyene peker alltid i fallretningen.



c) Der hvor elvene svinger, blir den utvaskede bratte elvekanten jevnt over dypere i strømretningen.

d) Sandbankens skarpe, konkave ender peker i strømmens retning, mens den flate rette enden peker mot strømmen.

e) På nedstrømsiden av brokar, pilarer og steiner i elvene får man hvite flekker på flyfotoene som skyldes virvler og skum. Det samme gjelder ved sten i elven.

f) Isbrytere som er montert på brukarene står alltid på oppstrøms side.

Ved mindre bekker og elver kan man ofte bare støtte seg til formen av disse og at vegetasjonen øker langs kanten og bredden nedover.

Innsjøene kjenner man først og fremst av formen og at overflaten har en jevn tone. Innsjøer som er omgitt av myrlendt terreng skiller seg fra myr-områdene med en jevn tone på flyfotoet.

2) Skog og buskdekkede områder

Som regel viser flybildene et markert skille ved overgang til skogsterreng. Dette er tilfelle både for vinter- og sommerbilder.

Lauvskog gir skarpest kontrast om sommeren, men også etter løvfallet om høsten gir stammene, grenene og skyggen fra disse et godt inntrykk av forholdene.

På flyfotoene framkommer barskogen langt mørkere enn lauvskogen. Skyggen av grantrærne er mørkest og har den mest markerte spissingen. Furutrærne gir ikke så mørke skygger og formen er ikke så jevn. Hogstflater i skogen kommer tydelig fram som lysere områder, og viser en småkornet virkning. De enkelte trærne som står igjen i en hogstflate vises tydelig med sine lange skygger. Alléer framkommer som lyse striper og gir en meget god orientering. Småskog, krattskog viser seg med mindre kornet virkning.

3) Mark og vegetasjon

Myr og sivområdene får en grå tone og skiller seg tydelig fra dyrket mark. Derimot er det vanskelig å skille myr- og sivområdene fra beitemark. Myrlendte områder synes på flyfotoene ved at de våte stedene blir mørkere enn de tørre. Det er viktig å være oppmerksom på dette ved bestemmelse av vannskiller ved hjelp av flyfoto.

Dyrket mark vises meget lett på flyfotoene. Det skyldes bl. a. de rette grenselinjene og fargenyansene som varierer fra hvit til mørke grått alt etter vegetasjonens farger, tetthet og jordens våte eller tørre tilstand.

4) Kommunikasjon

På flyfotoene vises jernbanen som en lys eller grå linje i jevn tykkelse (bredde) og med geometriske store buer i svingene. Ved større forstørrelser kan man se selve skinnegangen. På sommerbildene kommer denne fram som to lyse striper og på vinterbildene som to mørke. Typisk for jernbanen er at vegene krysser den i en nær rett vinkel.

Landeveiene vises som hvite linjer med mørke kanter hvis det eksisterer grøfter. Mindre avanserte veganlegg kan bli ganske kronglete og svingete, og som ofte følger terrengformasjonene. På sommerfotoene er bredden på kjerrevegene noe varierende og i en lys farge. Deres tydelighet er meget avhengig av hvor ofte veien er i bruk.

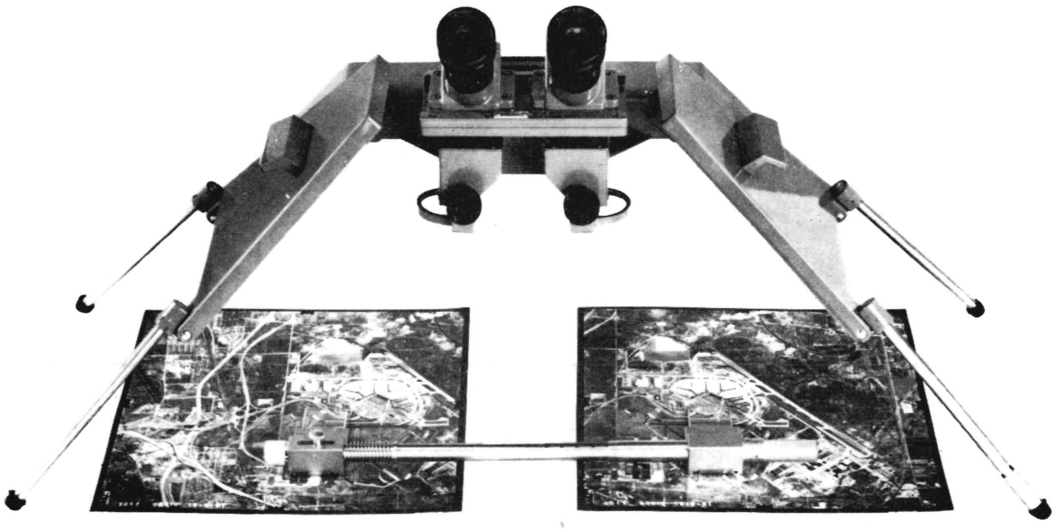
Hvis en kjerreveg eller en traktorveg stopper ved en elv og fortsetter på den andre siden, kan det tyde på at det er et vadested og at elven er grunnest her.

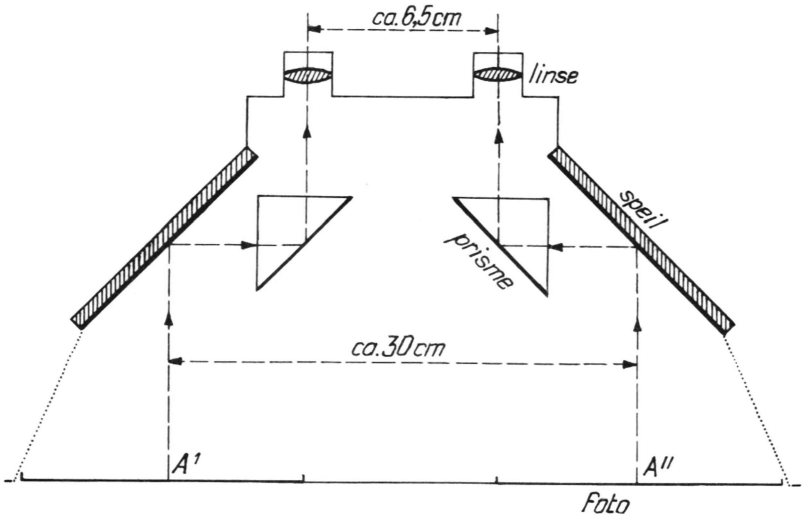
5) Tyding av terrenget

Terrengformen på et loddakslet flyfoto kommer fram på samme måten som beskrevet i avsnitt: "Terrengframstilling ved hjelp av skyggelegging". Skyggeleggingen på et kart skjer etter en antatt skråbelysning fra en bestemt retning. På et flyfoto er det solen som er lyskilden. Solen beveger seg, og skyggevirkningene varierer med solen. Skyggene blir godt synlige når fjellsidene og skråningene er tilstrekkelig bratte. (Denne kan dekke viktige detaljer).

STEREOSKOP

For å få en stereoskopisk virkning må man ha to flyfoto fra den samme serien eller fra naboserien som har et felles "dekningsområde". Man legger de to bildene under føttene på et stereoskop og betrakter dem gjennom de to linsene (som vanligvis har 1,5 forstørrelsesstyrke.) på toppen av stereoskopet. Avstanden mellom linsene og avstanden til bildenemå justeres.





Når man bare bruker det ene øyet, kan man ikke føle rommets dybde og heller ikke de plastiske fjellformene. Det samme er tilfelle med et flyfoto. Det gir ingen stereovirkning. Har man to bilder av samme området som er tatt fra to forskjellige oppstillinger, vil det ene bilde tilsvare det man ser med det ene øyet og det andre bildet det man ser med det andre. Når man så observerer disse to bildene under et stereoskop, blir det bildet som man ser med to øyner framstilt kunstig. Det venstre øyer virker som linsen i det ene opptaket og det høyre øyet som linsen i det andre. Ved stereoskop har vi en øyeavstand ca 6, 5 cm. Med en rekke speil, prismer og linser forsøker vi dette ca. 5 ganger. Slik formidles for våre øyne to forskjellige opptak over samme område.

Innstilling av stereoskop

1) Det ene bildet legges over det andre slik at de felles motivene faller sammen.

2) Man flytter enten det høyre bildet til høyre eller det venstre bildet til venstre som tilsvarere avstanden mellom speilene i stereoskopet. (Uten å dreie i annen retning).

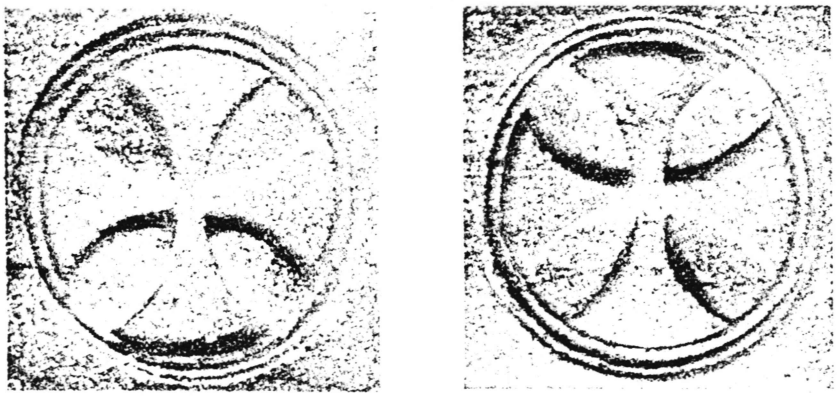
3) Stereoskopet settes så over bildene.

4) Linsen stilles slik at man får et skarpt bilde.

Når dette er gjort kan man begynne å evaluere bildene. I det følgende skal det beskrives en enkel måte å gjøre dette på: Etter at bildene er grovt innstilt under stereoskopet, legges høyre pekefinger på høyre bilde og venstre pekefinger på venstre bilde. Begge fingrene holdes på et felles valgt terrengpunkt for de to bildene. Man flytter så bildene fra hverandre med pekefingrene på de samme punktene. Når de to fingrene faller sammen på det bildet man får gjennom stereoskopet, er det som regel svært lite som skal justeres før man har et fullkommet stereobilde. Dette kan rettes opp med små dreininger av bildene.

Ved anvendelse av stereoskop kan man bl. a. studere fjellformasjonene og med øyemål bestemme relative høydeforskjeller. I tilfeller hvor det er aktuelt å bestemme høydeforskjeller er det viktig å kjenne høydekoter i nærheten. I hydrologien kommer teknikken med stereoskopet og flybildene godt til nytte når man bl. a. skal bestemme vannskiller og fallvinkler. Ved bestemmelse av fallvinkler bør man kjenne forvrengningsgraden av høyder.

Man må også passe på at innstillingen av et billedpar har den samme relative situasjonen som ved opptakene. Hvis dette ikke er tilfelle, kan man risikere å få et omvendt bilde, positive former blir negative og omvendt. Som et eksempel kan nevnes at den stereoskopiske virkningen gir uttrykk for at elvene renner ut av havet og ikke ned i havet hvis bildene er lagt feil under stereoskopet.



Til venstre er korset synlig som relief, men til høyre er det inhellet. (Vrir man 180° får man det motsatte bildet)

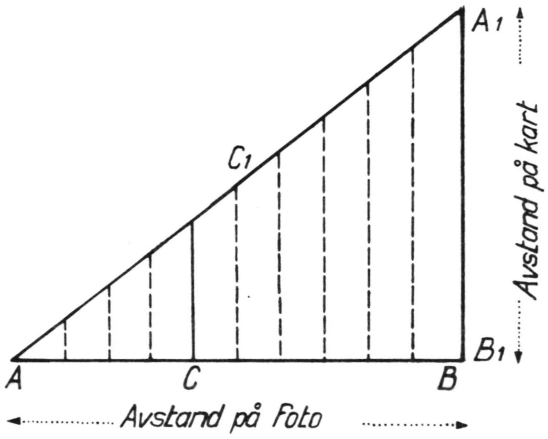
OVERFØRING AV TERRENGOBJEKTER FRA FLYFOTO TIL KART

Et flyfoto inneholder som regel friskere data og mer detaljer enn et kart. Hvis det er bare noen få objekter det gjelder, kan overføringen bli enkel med måle- eller skjæremetoden. Den første kan brukes når man måler på en vanlig terrenglinje, som f. eks. jernbane, vei, elv osv. "Skjæremetoden" er nødvendig når et objekt ligger vekke fra slike linjer som er nevnt ovenfor.

F. eks. dersom vi skal overføre et pkt. D på et kart, velger vi ut to godt synlige punkter på et luftfoto, pkt. A og B, som også er lette å finne på kartet. (A, B.) Deretter tar vi avstanden AD på luftfotoet med en passer og bestemmer den tilsvarende avstand i kartets målestokk. Denne avstanden tar vi i passeren og fra pkt. A_1 på kartet slår vi en bue gjennom der vi anslår stedet til D_1. Slik gjør vi ved overføringen av avstanden BD også. Der de to sirkelbuene skjærer hverandre er da stedet til pkt. D_1, som var D på flyfotoet.

Nøyaktigheten til et slikt bestemt punkt, kan kontrolleres med samme teknikk fra et tredje punkt. Man kan unngå beregningen av målestokken mellom foto og kart dersom;

a) man har en reduksjonspasser til rådighet, eller
b) man konstruerer en "dobbelt målestokk" (overføringstriangel) slik:
På en linje reises en annen linje i 90° (100°). På den ene linjen, avsettes en avstand fra luftfotoet, og på den andre, samme avstand fra kartet. Endepunktene bindes så sammen med en tredje linje og vi får et triangel. Forholdet er allerede etablert.



Nå tar vi en avstand fra luftfotoet med en passer, og måler ut på linjen A-B fra punktet A. Vi antar at vi har fått pkt. C. Fra dette punktet trekkes opp en rett vinkel på linjen A-A_1 og i skjæringspunktet på diagonalen (linjen A-A,) får vi punktet C_1. Avstanden mellom C og C, er den søkte avstanden, altså avstanden på kartet i kartets målestokk. For å gjøre det lettere ved flere overføringer, kan man tegne opp en rekke paralelle linjer på forhånd. Mellom disse linjene kan en bruke øyemål. Når en har en mengde objekter som skal overføres og spesielt formasjoner som slynging av elver o.l., blir det mer hensiktsmessig å fullføre overføringen ved hjelp av et koordinatsystem. I dette tilfellet, bør en overføre kartets koordinatsystem på luftfotoet.

En enkleste og minst nøyaktige metoden, er å overføre kartes koordinatsystem etter identifiserings-metoden, dvs. hvor disse linjene går over (skjærer) en bestemt terrengdetalj på kartet og skal skjære samme sted på luftfotoet.
En mer nøyaktig metode:
Vi velger 4 tydelig synlige punkter på luftfotoet, pkt. 1, 2, 3 og 4. Disse punktene finner en frem på kartet og merker dem pkt. I, II, III og IV. De fire punktene, både på kartet og på fotoet, bindes sammen med rette streker, slik at vi får et rektangel. Hver side av rektangelet, og forlengelsene av disse, skjærer

kartets koordinatnett. Med nettets vertikale linjer, får vi skjæringspunktene på kartene V, VI, VII og VIII. Når vi finner de tilsvarende 5, 6, 7, 8, har vi allerede overført på fotoet de loddrette linjene i kartets korrdinatsystem. Slik gjør vi med koordinatsystemets horisontale linjer. Linjene kan forsynes med nummer etter kartets nummerering. Innen linjene kan en lage en enda tettere inndeling, og hver overføring blir enklere og nøyaktigere slik. (Det er med vilje at man som "lengde" eller "bredde" ikke er brukt, fordi et kart kan ha et km-nett eller et annet koordinatsystem.)

FOTOKART OG FOTOMOSAIKK

Det er ikke alltid nok eller praktisk å bruke enkeltstående luftbilder. En kan oppnå fordeler med det, bare ved å lime sammen en del og bruke dette som "et bilde" igjen.

Fotokart

Et fotokart er limt sammen av bilder som har nøyaktig samme målestokk. Bildene er på forhånd transformert (opprettet), og forvrengninger er fjernet. Slike fotokart lages av kartografiske institusjoner med tilstrekkelig måleutstyr og fagkunnskap. Passpunktene hviler på trigonometriske punkter eller på annet grunnlag. Disse fotokartene kan godt brukes til vinkel- og avstandsmålinger som er vanlig på et kart. På et fotokart er det vanlig å påføre et gradnett, målestokk, og hjørnepunktenes koordinater.

I hydrologien, særlig når kartmaterialet ikke er tilstrekkelig, er et slikt fotokart uunnværlig. Ved bestilling av fotokart, bør en vurdere fordelene ved anvendelsen, økonomien, tidsbesparelsen o.l. Bestillingen bør skje i god tid i forveien, fordi leveringen av et slikt kart kan ta lang tid.

Fotomosaikk

Ved tidsnød, mangel av penger, eller dersom behovet for nøyaktighet er minimalt, kan en selv lage en fotomosaikk. Fotoene limes sammen kanskje med diverse forvrengninger og uten særlig krav til samme målestokk. En kan bruke vanlig fotolim, og til underlag kan det benyttes papp, treplate, lerret el.l.

Først settes de tilstøtende bildene grovt sammen. Man begynner fra midten og går utover. Vi velger ut de delene som overlapper hverandre. Så klipper vi av begge deler og beholder bare en minimal overlapping. Husk at midten på bildene er best. Man kaster et raskt blikk på veier eller skarpe linjer på 2-3 steder ved tilpassingen. En kan ikke vente at alle detaljene skal passe. Dersom det er stor forskjell, kan et foto forstørres ved bløting i vann, eller det kan innskrumpes ved hjelp av et lunkent strykejern. Først limer man opp midten og så går en utover.

Det kan forekomme at en naboserie av luftfotoer viser en alt for stor forskjell i målestokken. Da er det best ikke å benytte disse. Det beste er da å lage to adskilte fotomosaikker. Deretter bestemmer en målestokken. Overføring av meridianer og diverse data skjer som på et vanlig luftfoto. En vellykket fotomosaikk kan betraktes som et bilde (bare større.)

GRUNNRISS ELLER KULTUR

Grunnrisset er alle karttegn som blir trykket med sort på flerfarget kart. Blir det tilføyet skrift, er det vanlig å kalle det "Kultur og navn". Som nevnt før, har fjellformasjoner brunfarve, vann, elver, bekker og myrer blåfarve og "grunnrisset" er sort. Det kan også komme til flere farver; f.eks. grønn for skog, rød og gul for veier osv., men de ovennevnte 3 hovedfarger er de viktigste. Når et kartblad består av mindre enn 3 farger, blir blåfargen som regel borte. Det betyr at alt som er vann også blir sort og går i ett med grunnrisset. Det er også vanlig at blåfargen bare blir beholdt til utfylling av sjøer og større dobbelstrekete elver. Mindre enstrekete elver og bekker blir rett og slett borte i virvaret av grunnrisset. Vanskelighetene begynner for hydrologen, da en får problemer med å skille mellom en bekk og en kjerrevei. Alle karttegn, uten fjell og uten vann, er det egentlige grunnrisset. De standardiserte karttegningene, som er utarbeidet av en komite, skal være trykt på kanten av kartet. Disse karttegn er symboler og svarer ikke til de virkelige størrelser, f.eks. ved en bygning, men de ligger på riktige steder (Deres sentrum eller fot.) Streker som er grenser, veier, jernbaner osv., ligger også på de riktige steder med deres midtakser, men bredden kan bli overdimensjonert etter målestokken. Det forekommer at en også må flytte aksene til disse.

Som et eksempel kan en ta en trang dal hvor det går jernbane og vei ved siden av elven. De må da flyttes en del på grunn av sin overdimensjonerte tykkelse. Disse karttegnene kalles "overdimensjonerte", selvfølgelig da i de bestemte målestokker. F. eks. kan en jernbanelinje, med sin 0,6 mm tykkelse, bli overdimensjonert i en 1:100 000 målestokk, men slett ikke i en 1: 1 000 målestokk (men vi holder oss til topografiske kart). Når bekkene har sort farge og er vanskelig å skille fra terrenget, tar man til hjelp de reglene som ble nevnt under fjellformasjonsreglene, f. eks. skjæringspunkter på høydekurver. Regelen er at når kartet og det virkelig terreng ikke stemmer overens, så er det terrenget som er riktig, enten vi leser kartet galt eller det er inntruffet forandringer i grunnrisset. Det er uhyre sjelden at fjellformasjoner forandrer seg, unntatt ved ras, skred, eller ved kunstig inngrep.

Skrift på kart er noe for seg selv. Topografens oppgave er å samle inn navn under sitt feltarbeid. Det være områdenavn, stedsnavn, navn på fjell, sjøer, elver, bekker, gårder, setre osv. Hvert enkelt land har sine egne regler for rettskriving og forkortelser. Men en ting er felles over alt i alle land, nemlig at navn må brukes i den form som uttales på stedet. Altså stedets dialektform

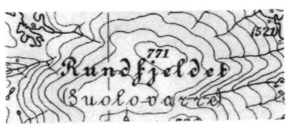
Andre fellesbetegnelser og forkortelser er standardisert og felles på alle kart som er utkommet fra et og samme institutt. Som kjent her i Norge, er dette et ømfindtlig tema og de lærde navnekonsulenter kan ha sine bestemte meninger, særlig når de ikke er enige om ordets opprinnelse eller betydning.

Her er et eksempel på et innsjønavn i flere utgaver etter forskjellige kart.

1) Sæthren's Hydrologiske kart	NORDSJØ
2) Gyldendal's Norgeskart	"
3) NGO 1: 100 000	"
4) NGO 1: 50 000	"
5) NGO 1: 250 000	NORSJÅ
6) Cappelen kartene	NORSJØ

Videre kan nevnes at en elv kan ha forskjellige navn. En kan sammenligne det med ordtak; "kjært barn har mange navn". Like vanlig kan det være at en bonde kaller elven f. eks. for "Langvasselv", men bare et par km ndf. blir den samme elven kalt for "Sjønnståelv". En annen mulighet er at vi står overfor et kartverk som ble redigert og laget om i en annen målestokk. Generaliseringen

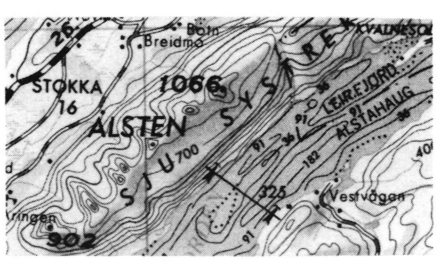
medførte at en del navn måtte strykes. Hovedvassdraget, som hadde flere navn, (ikke på den ovennevnte grunnen, men på forskjellige strekninger mellom forskjellige sideelver) kunne bare få beholde et navn på det nye kartverket. Kartredaktøren skal da avgjøre hvilket av navnene som skal beholdes. Det navnet som er mest karakteristisk eller mest kjent osv. ble valgt ut. Som eks: Ovenfor Krøderen heter elven "Hallingdalselva", nedenfor "Snarumselva". I dette tilfellet blir "Hallingdalselva" valgt. Helt nedenfor Tyrifjorden heter den bare "Drammenselva", men den inneholder jo hele Drammensvassdraget med Etna, Dokka som blir Randselva og Bægna som blir Ådalselva osv. Skrift skilles fra hverandre, ikke bare med farger, men også med typer, som:



fjellnavn, antikk got

vann, bakover hellende skrift

stedsnavn, stående eller foroverhellende



På nyere kart anvendes moderne skrift.

KARTPROJEKSJONER

Kartprojeksjoner er et meget omfattende tema. I vårt daglige arbeid har vi ikke mye behov for dypere-gående kjennskap til dette. En noe generell viten bør en allikevel ha og da spesielt om det som særlig angår landets kartinndelingssystem.

Jordoverflaten, som har en kuleform (til og med, med to krumning), er helt umulig å folde ut i et plan. Kontinentene, eller større deler av disse som f. eks. enkelte land, kan bare avbildes korrekt på en "globus". Vi er nødt til å akseptere at alt vi avbilder på et plan blir deformert. Både linjer og vinkler blir forvrengte, og likeledes flatene. Det som er spørsmålet, er hvor stort stykke vi skal avbilde av jordoverflaten. Vi må finne den grensen når vi kan se bort fra jordkrumningen. Jo mindre areal som skal foldes ut (altså kartlegges) i desto større grad kan en se bort fra jordkrumningen. Til slutt kan en betrakte et stykke som et plan. Forvrengningene blir så små at de i grafisk fremstilling har liten eller ingen betydning. En kan sløyfe bryderiet, om en ikke kartlegger større områder enn ca. 75-80 km2. Kartet kan da fremstilles på et plan uten å ta hensyn til projeksjoner.

Forvrengningene pleier ellers å vise seg ved måling av avstand eller vinkel på jorden. Forvrengningene blir mer og mer merkbare dersom det kartlagte området blir større enn det som er nevnt ovenfor. Det har f. eks. mye å si i landsomfattende målestokk. Derfor er det meget viktig å finne metoder som muliggjør en jevn fordeling av disse forvrengningene.

Det eksisterer en god del forskjellige projeksjoner. Valget av den riktige er avhengig av hva kartet skal brukes til. Den ene projeksjonen er "vinkeltro" (konform) og passer til tekniske, økonomiske kart osv. En annen projeksjon kan være "flatetro" (ekvivalent) og passer f. eks. til geografiske kart.

En projeksjon kan ikke samtidig være både flatetro og vinkeltro. Det vil da si at en feilfri avbildning var mulig, men det er ikke tilfelle. Bare et av kravene kan komme på tale. Når vi f. eks. anvender den flatetro metoden, vil det gå ut over formene osv.

Det finnes overgangsmetoder hvor punktene først overføres på en sylinder (eller en kjegle). Disse kan da foldes ut til et plan (utfoldingsprojeksjoner). Metoder hvor overflatens punkter overføres fra et valgt sentralt punkt (projeksjonssentrum) til et plan kalles perspektiviske projeksjoner. I tidens løp er det blitt anvendt utallige metoder og en kan sortere dem etter deres egenskaper. Da kan en nevne de "spesielle projeksjoner" og derunder hører de fleste som er i bruk i Norge.

Soldner-Cassinis projeksjon:

Her er det nærmest mulig å overføre de rettvinklede koordinater direkte på planet, som rettvinklede plane koordinater, men en må regne med en del målestokkfeil.

Den konforme Gaussiske sylinderprojeksjon

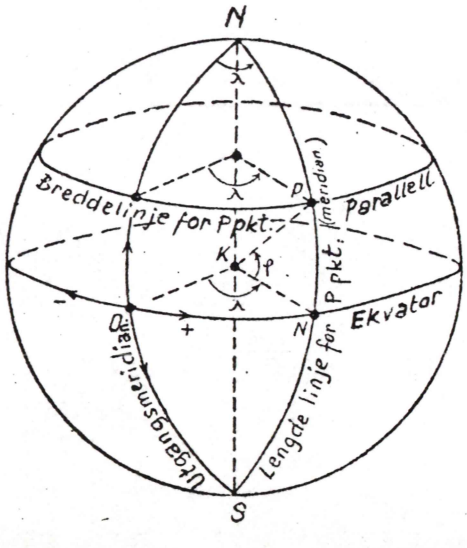
Begge disse projeksjonene er oppstått ved utfolding av en sylinder med akse i ekvatorplanet, som tangerer kulen etter en meridian. Begge egner seg best til land med stor utstrekning nord-syd som f. eks. Norge.

Mercators projeksjon er også en konform sylinderprojeksjon, men den tangerende sylinderakse faller sammen med jordens omdreiningsakse slik at tangeringen skjer langs ekvator. Ekvator og parallellsirkler blir rette linjer ved utfoldingen. Det samme skjer med meridianene og de blir vinkelrette på de første. Dette blir anvendt på sjøkarter, fordi kursen kan tas ut mellom to punkter direkte av kartet. Kurslinjen på kartet skjærer meridianene under den samme vinkel som på kulen. Ved Mercatorprojeksjonen vokser målestokken mot polene.

En bør også nevne Koniske projeksjoner (kjægleprojeksjoner). De passer best til land med stor utstrekning øst-vest.

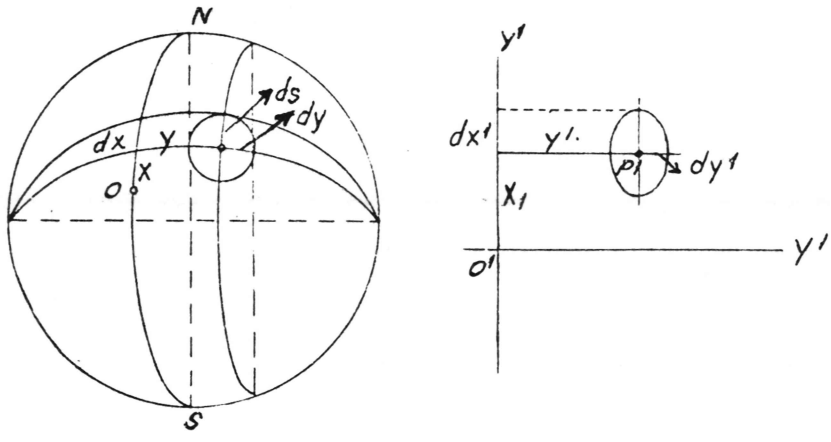
Perspektiviske projeksjoner

Her er avbildningsplanet et tangerende plan. Punkter på jorden projiseres fra et sentralpunkt. Denne projeksjonen kan varieres etter hvor man plasserer sentralpunktet. Er det i kulens sentrum, kalles den gnomomisk projeksjon. Plasseres det derimot på kulens motsatte side, heter den stereografisk projeksjon. Den siste passer best til arealer med noenlunde ensartet utstrekning i alle retninger. Målestokken øker med punktenes avstand fra tangeringspunktet. Til slutt kan en nevne det tilfellet hvor sentralpunktet hverken plasseres innenfor eller på kulen, men uendelig. Det er en ortografisk projeksjon. Hittil er den blitt anvendt bl. a. til månekartlegging.

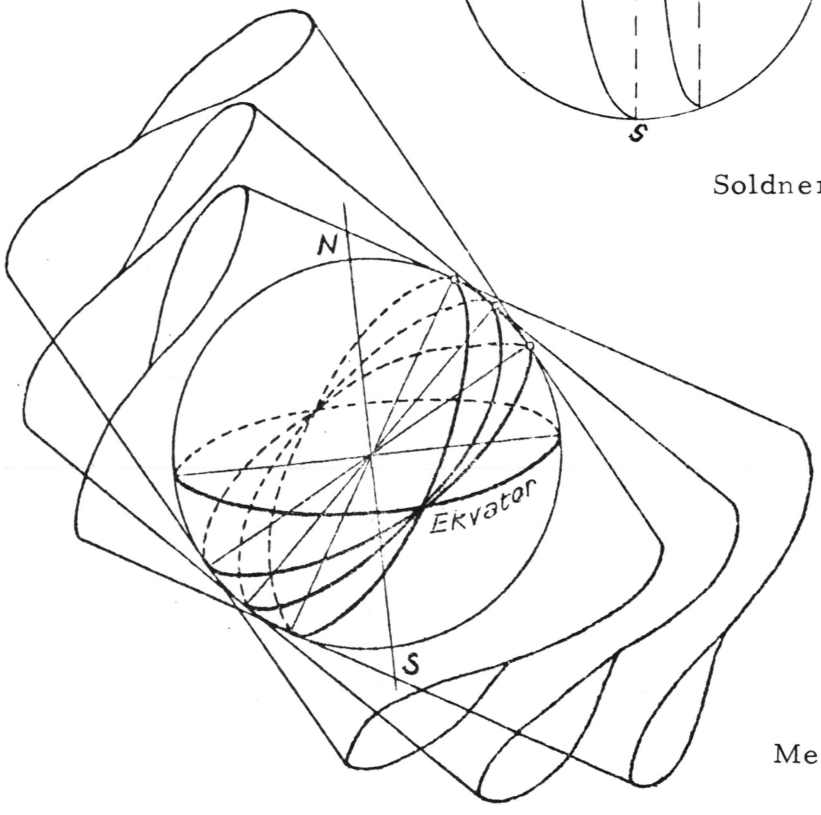


Koordinatsystemer på jordkulen.

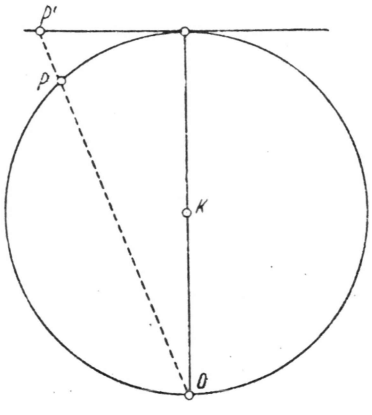
FIGURER TIL EN DEL PROJEKSJONER:



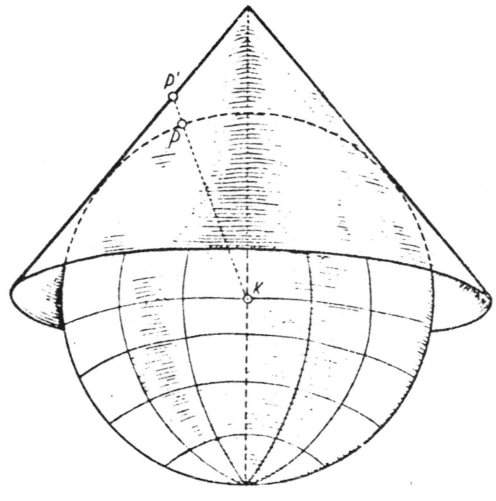
Soldners eller Cassinis projeksjon



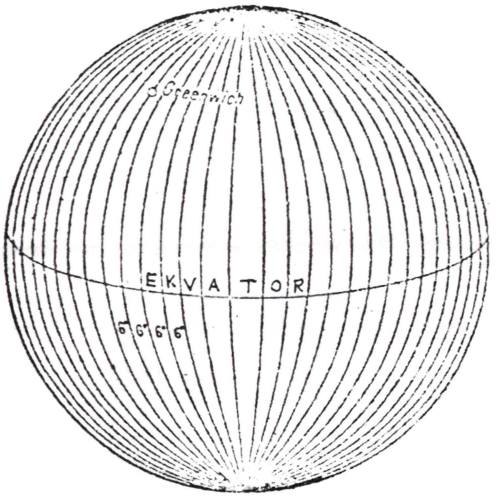
Mercator sylinderprojeksjon



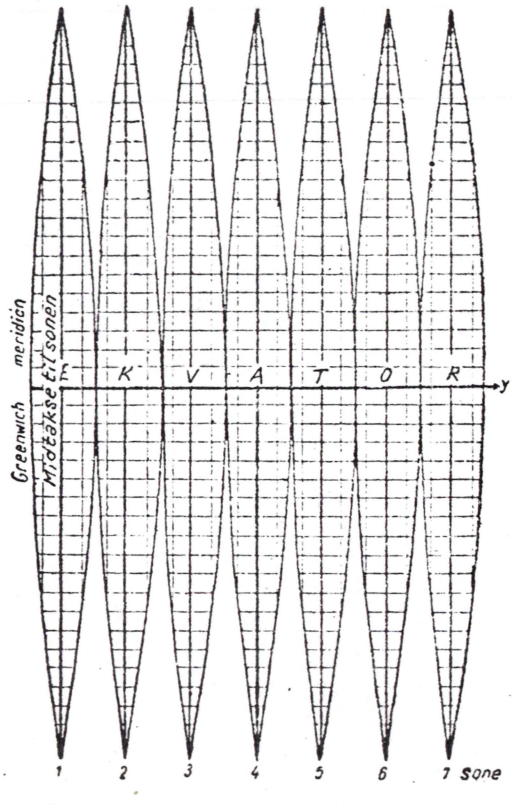
Stereografisk projeksjon
(gruppe "perspektiviske" pr. -er)



Kjegleprojeksjon (koniske pr.)



Soneoppdeling på jordkloden



Sonenes koordinatoppdeling.

DEN RETTVINKLETE GAUSS-KRÜGER KOORDINATSYSTEM.

NORSKE (NGO) KARTERS PROJEKSJONER OG DERES KVALITET

Norges såkalte "Hovedkartverk", helt til 1954, var de topografiske kartene. De var i målestokk 1 : 100 000 - med 30 m høydekurver - som kunne deles i to grupper.

1) Rektangelkart

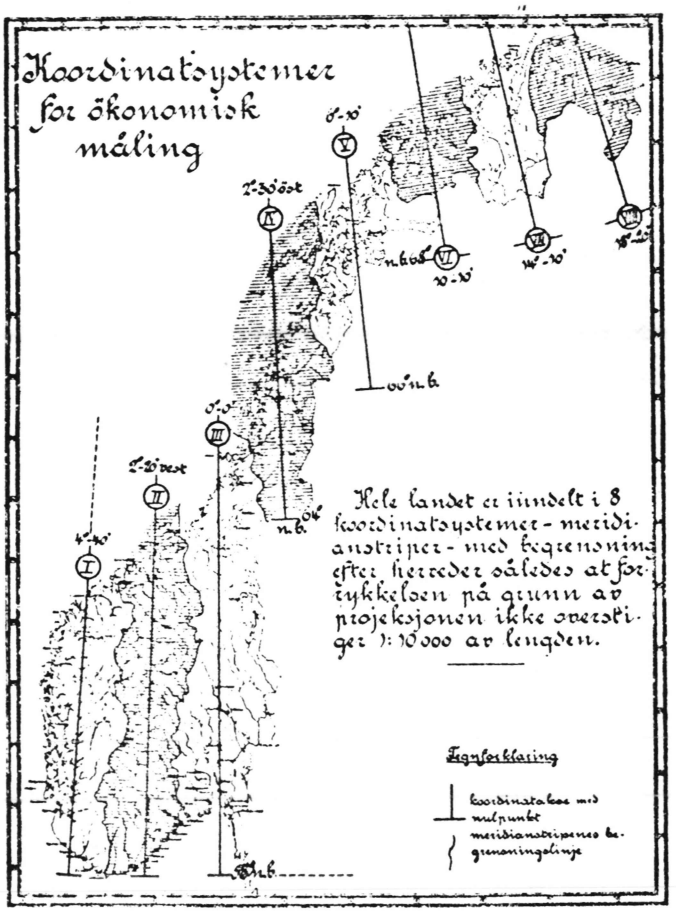
Dette er konstruert i Cassinis projeksjon. Vi har en transversal sylinderprojeksjon med tangering langs meridianen gjennom Kongsvinger festning. Kartenes format er rektangulært og måler 4 x 3 norske mil. Svakheten med disse kartene var at jo lenger man kom bort fra Kongsvinger (tangeringsmeridian), desto større ble fortrekningene på kartene. På de vestlige kartbladene oppsto det en feil på målestokken på ca 1 : 500 og en feil i vinkelene på 6, 7 minutter. **Dette var grunnen** til at projeksjonen ble forlatt i Norge. De eldste rektangelkartene over østlandet bygger på målingene fra første del av forrige århundre. Høydekurvene ble innkrokert bare etter at høydene var målt med barometer. Det samme er tilfellet med de eldste gradteigskartene i Finnmark. Deres nøyaktighet er temmelig svak.

2) Gradteigskart

Omkring 1890 ble rektangelkart avløst av gradteigskart nord for 65 breddegrad og siden 1909 også i Sør-Norge. Begrensninger følger meridianer og parallelle sirkler og de dekker et område på 1/3 breddegrad og $\frac{1}{2}$ lengdegrad i Sør-Norge og 1/3 breddegrad og 1 lengdegrad i Nord-Norge.

Hver sone ble avbildet på en tangerende kjegle. Gradteigskart som tilhører samme sone i øst-vest retning kan settes samme uten at det blir spriking mellom de enkelte bladene (Polykonisk projeksjon). Men i 1916 gikk man over til den konforme Gaussiske sylinderprojeksjonen og beholdt bare gradteigsdelingen i kartbladenes ytre begrensning.

Siden 1913 er det blitt beregnet rettvinklede konforme koordinater for alle geodesiske trekantpunkter (for 1. ordens pkt. ene dessuten geografiske koordinater). Dette blir gjort først og fremst med hensyn til tekniske og økonomiske målinger. For at man ikke skulle få for stor målestokk-forskjell, ble man derfor nødt til å inndele landet i 8 koordinatsystemer. Disse er meridian-striper på 180 km bredde. Grensene mellom stripene følger herredsgrensene. (Dette er blitt modernisert siden. Sonegrenser er også rette linjer. Se under "økonomisk kartlegging"). Denne projeksjonsmetoden kalles den Gauss-Krügerske. Den ble først brukt av Gauss, men Krüger har utarbeidet utførlige beregningsformler.



De nyere gradteigs- og rektangelkart i 1 : 100 000 bygger alle på tidsmessige målinger. Det grunnleggende målearbeid er vanligvis gjort i 1 : 50 000 og alle detaljer er lagt inn med stor nøyaktighet.

I 1955, i tilslutning til samarbeidet innen Nato, begynte man på en ny kartserie i målestokk 1 : 50 000 med 20 m kurver. (Serie M 711). Dette er nå hovedoppgaven til NGO.

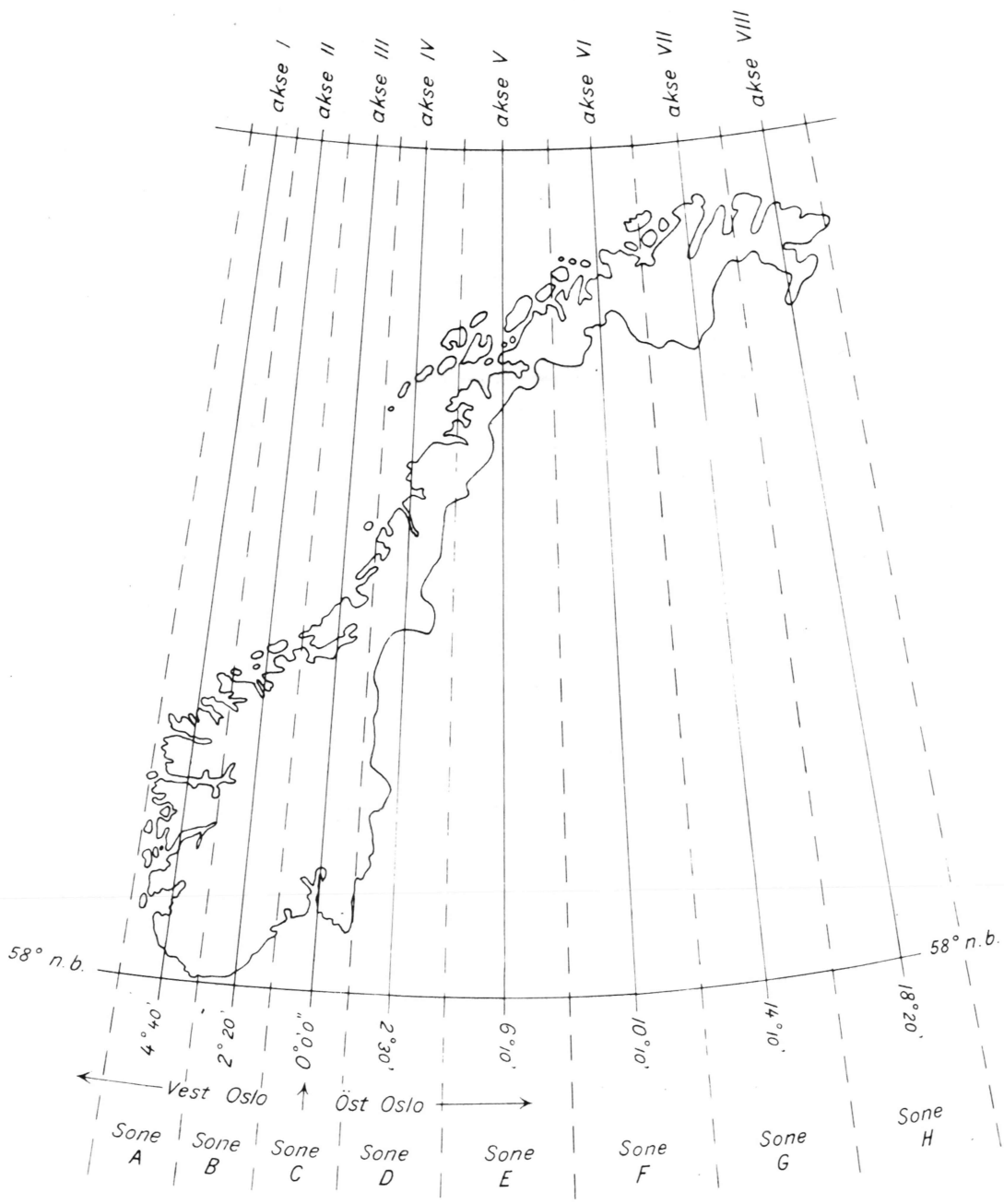
Denne 1 : 50 000 serien er gradteigskart. For hele serien er kartbladhøyden nord-syd 15 breddeminutter, men øst-vest utstrekningen varierer med breddegraden. Syd for 62°N er den 22, 5 lengdeminutter, i området mellom 62°N og 68°N er den 30 lengdeminutter og N for 68°N er den 36 lengdeminutter.

Grunnrissekultur er svart, kontur og vann og myrer blått, kurver brune, skoger grønne, og veier røde etter nærmere kvalifikasjoner. Kartene utgis i to utgaver, en sivil utgave og en militær utgave. Begge utgavene har samme kartinnhold, men militærutgaven har i tillegg km-rutenett og spesiell tegnforklaring på engelsk.

NGO's kartverk i de mindre målestokkene bygger på samme målegrunnlag som kartverkene i 1 : 50 000 og i 1 : 100 000.

Sjøkartene i 1 : 25 000 og i 1 : 50 000 er konstruert med Mercatois projeksjon i en målestokk som refererer seg til midtparallellen på vedkommende kartblad. Målestokken for andre bredder er oppgitt på rammekanten.

Ajourføringen av kartene går ikke i det tempoet som hadde vært ønskelig. Nyoppmålinger er nemlig prioritert først. Likevel foretas det en ajourføring av viktige detaljer, som veier o.l. i marken, før hver ny opplagstrykking. Dette skjer ca. hvert 5. år.
Når det gjelder "Landgeneralkart" i 1 : 250 000 går ajourføringen helt ut og blir istedet erstattet med en ny serie (M515) i samme målestokk. Eventuelle opplysninger om kartbladets ajourtilstand vil være å finne nede til venstre under kartrammen. Det blir ikke noen merknader på kartet ved mindre retninger. Skrivemåten på stedsnavn blir vanligvis ikke rettet etter de skiftende rettskrivninger.
Vær oppmerksom på at NGO er meget takknemlig for å få melding om feil på kart som er faststlått med sikkerhet. Da blir ajourføringen lettere, særlig om rettingen blir skissert av på et kart og dette blir sendt til NGO. Avsenderen vil da få tilsendt et nytt kart.
ØKONOMISK KARTLEGGING av landet i målestokk 1 : 5 000 og 1 : 10 000 startet etter et stortingsvedtak av 1964. Kartverket er beregnet å skulle dekke rundt halvparten av det samlede landareal. Etter den nåværende tempoplan indikerer det et årlig kartleggingsareal på ca. 8000 km2. Den økonomiske kartlegging organiseres og administreres av de fylkene hvor det er etablert eller skal etableres et kartkontor. NGO koordinerer arbeidet sentralt og foretar generell kartkontroll. Ellers medvirker flere andre institusjoner. Selve konstruksjonsarbeidet og reproduksjonen av kartene utføres av private firmaer. Brutto kartbladformat for trykte kart er satt til 58,5 . 75,0 cm. Netto kartbladramme er 48,0 . 64,0 cm. Kartverkets bladinndeling bygger på NGO's 8 akser med noen modifikasjoner. Bladinndelingsoversikt finnes i en kartkatalog (hefte) over økonomiske kart trykt i NGO. Videre henvises det til de fylkesvise bladoversikter for uttak av kartblader. For mer lokale (detaljerte) uttak er det på fylkeskontorene bladoversikter over topografiske kart i målestokk 1 : 100 000. Dette kartverket er ennå ikke oppdaget og benyttet nok. Det kan være til enorm hjelp i hydrologien ved spesielle oppdrag. F.eks. kan det nevnes at i målestokk 1 : 5 000 kommer elver og sjøer frem med en så god detaljrikdom som intet annet topografisk kart kan vise frem.



Oversikt som viser N.G.O.s koordinatakser med origo og soner for ökonomisk kartverk vedtatt 1964.

Landsnettaksene

Samtlige 8 akser har utgang i 58° nordlig bredde. Dette har medfört at aksene IV - VIII som tidligere hadde utgang i andre breddegrader har fått et tillegg i sine tidligere X verdier.

Alle tidligere X verdier i akse IV må ökes med 668 501.87 m.

Alle tidligere X verdier i akse V må ökes med 891 463.36 m.

Alle tidligere X verdier i akse VI, VII og VIII må ökes med 1114 483.06 m.

Alle Y verdier, öst-vest retning er uforandret.

På oversikten til venstre vises: Heltrukne linjer angir aksene I - VIII.

Stiplede linjer angir skille mellom aksene.

Områdene mellom disse stiplede linjer kalles nå soner.

Forholdet mellom landsnettaksene og soneområdene blir da:

N.G.O.s akse	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Sonebokstav	A	B	C	D	E	F	G	H

Oslo meridian 0°00' = akse III = 10°43'22,5" öst Greenwich.

MÅLESTOKK

Målestokken viser forholdet mellom terreng og kart. Dette forholdet blir utrykt i tall mellom kart og terrengavstander. En bør kjenne målestokken for å kunne foreta målinger på grunnlag av et kart. For enklere å kunne betrakte forminskningen, kan vi skrive opp slik: F. eks. $\frac{1}{25000}$, $\frac{1}{50000}$, $\frac{1}{100000}$ osv. Tallet i telleren viser enheten (terrenglinjen) og nevneren viser hvor mange ganger mindre dette er på kartet. På kart bruker en former som 1 : 25 000 og 1 : 50 000 osv. Det betyr at en avstand er forminsket 25 000 ganger, 50 000 ganger osv. på det tilsvarende kartet. Dette kalles numerisk målestokk: Numerisk målestokk er uavhengig av måleenheten. Den muliggjør lengdemålinger fra kart til terreng eller omvendt også med andre enheter. (F. eks. mil. men resultatet blir mil også da).

Vil vi bestemme en avstand på marken, bør avstanden, som måles på kartet, multipliseres med nevneren i målestokken. Om vi omvendt vil bestemme en terrenglengdes tilsvarende lengde på kartet, bør vi dividere denne lengden med nevneren i målestokken. F. eks. lengde målt i terrenget; t_1 = 3168 meter. Hvilken lengde vil det svare til på et engelsk kart som har målestokk 1 : 63360?

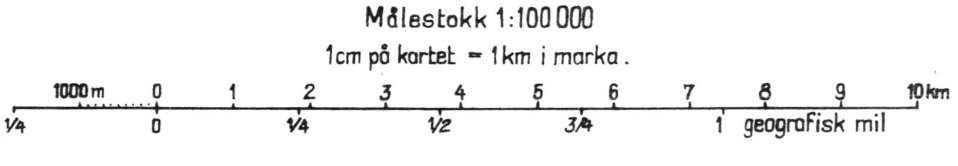
$$t_1 = \frac{3168 \text{ m}}{63360} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

Hvis vi deler opp 3168 m til cm, får vi avstanden i cm umiddelbart.

$$t_1 = \frac{3168 \cdot 100}{63360} \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

Jo mindre nevneren er i en målestokk desto større blir terrengobjektenes størrelse på kartet. Det er grunnen til at når man sammenligner kart kaller dem som har minst tall i nevneren for "stormålestokk-kart".

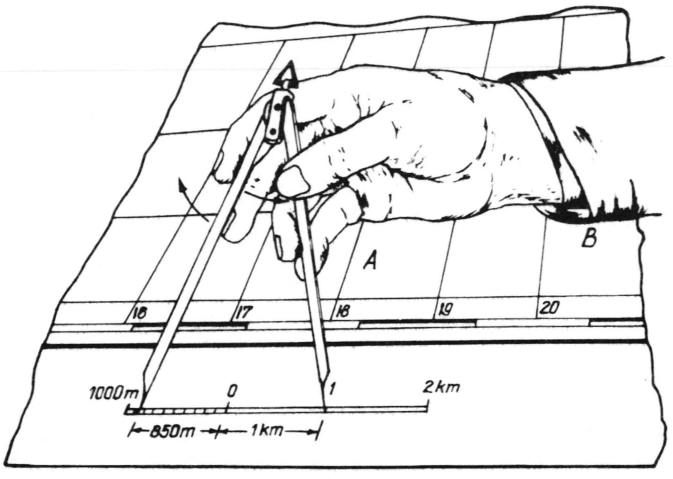
Målestokkskala er en lengdeskala som er konstruert i kartets målestokk. Den er tegnet opp i motsetning til den nummeriske. Derfor kalles den også "grafisk" skala. En målestokkskala er en rett linje hvor inndelingen er påtegnet med jevne avstander i tilsvarende målestokk. For også å kunne foreta målinger av mindre avstander, kan det påføres en ekstra fin deling fra skalaens start, 5- eller 10-deling, til venstre for nullpunktet.



Inndelingens tall viser den verdien av terrenglengden som svarer til delingens lengde. Til mer nøyaktige målinger finnes det linjerte måleskalaer (desimalskalaer) hvor tiendeler av inndelingen er avlesbar. Vi kan fastslå en ting om målestokker sammenlignet fra diverse kart og betraktet i samme lengdeverdi; Jo større målestokkskalaens lengde er, desto større er kartets målestokk.

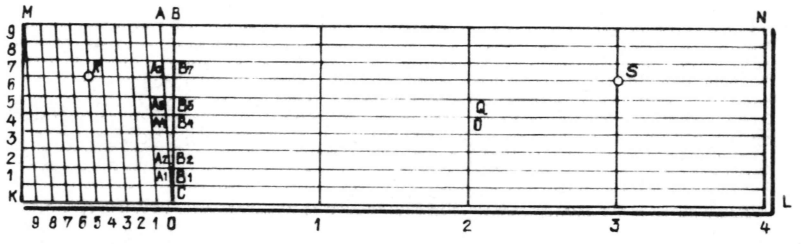
Bruk av målestokkskala

Det er best å bruke stikkpasser helst med låsbar anordning. Passeren er best å holde i den høyre hånden og slik at man kan se begge spissene samtidig. For å unngå eventuelle feil, er det best at den høyre spissen befinner seg på en hel deling (høyre for nullpunktet) og at den venstre spissen kommer på den ekstra delingen (venstre fra nullpunktet). En må huske på at den riktige avstanden er mellom de to spissene. Den avleste findelingen, til venstre for nullpunktet, kommer i tillegg til heldelingen. Dersom spissen faller midt i mellom findelingens streker, kan en anslå verdien med øyemål.

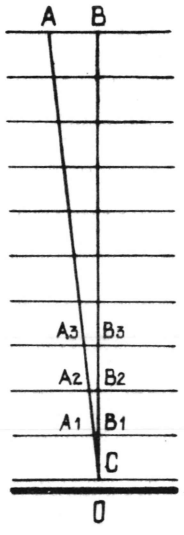


En må ikke bruke større åpning i stikkpasseren enn 75°, maks 80°, hvis ikke spissene er svingbare. Hvis en ikke har stikkpasser for hånden, kan en bruke en papirstripe eller en linjal, i nød et gress-strå.

Linjert måleskala (desimalskala)



En slik skala kan en få inngravert på metall, men en kan lage selv. Til venstre for nullpunktet oppdeles både øvre og nedre linje i ti. Disse bindes sammen med skråstreker (se mønstret). For nærmere undersøkelse tar vi bare ut trekanten ABC.



Av denne bestemmer vi forøkelsen av horisontalene A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, ... A_0B_0, AB mellom strekene. For trekantene ACB og A_1CB_1, kan vi skrive opp:

$$\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{CB_1}{CB}, \text{ altså } A_1B_1 = \frac{CB_1 \cdot AB}{CB}$$

Etter oppbygningen av vår skala får vi:

$CB_1 = 0,1 \cdot CB$ og åpningen blir $AB = 0,1$

Vi setter inn verdien for AB og får:

$$A_1B_1 = \frac{0,1 \cdot 0,1 \cdot CB}{CB} = 0,01$$

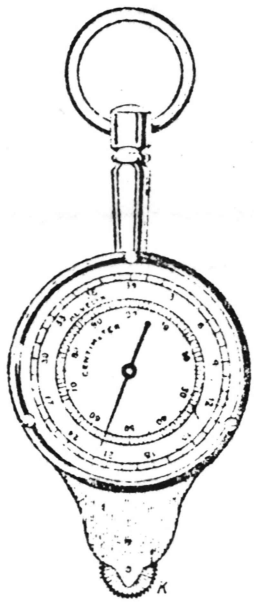
På samme måten kan vi konstatere at $A_2B_2 = 0,02$, $A_3B_3 = 0,03$, $A_gB_g = 0,09$. Hver eneste avstand skiller seg altså med et interval på 0,01 fra den forangående.

Fordelen med denne disimalskalaen, er at den muliggjør på kart en måling med 0,01 skalanøyaktighet. Ved bruk av denne skalaen, må en sørge for at begge passerspissene plasseres på nederste linje slik at den venstre spissen blir til venstre for nullpunktet. Etterpå flytter vi passeren oppover inntil vi finner den søkte avstanden til et skjæringspunkt mellom en horisontal og en skrålinje.

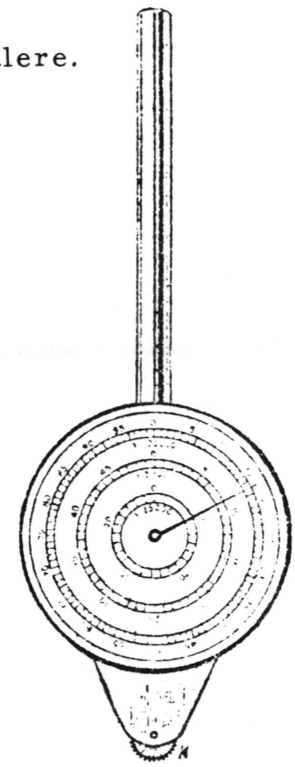
Rullende avstandsmålere

Disse instrumentene passer særlig godt til måling av avstander på ujevne, svingete og lange linjer på et kart eller et flyfoto (F. eks. vassdrag). Nederst på instrumentet finnes det et hjul som er forbundet med viseren. Når dette hjulet føres på den aktuelle linjen, beveger viseren seg fremover og viser den tilbakelagte avstand. Skiven er inndelt på forskjellige måter. Den ene viser den tilbakelagte avstand i cm, den andre i tommer. Det finnes målere hvor en direkte kan avlese terrengavstanden avhengig av målestokken. En må passe på at hjulet er innstilt på 0 ved starten og at man skyver instrumentet slik at viseren får økende retning. Avstanden må omregnes etter kartets målestokk i de tilfellene når avstandsmåleren leverer resultatet i cm. Eksempel: Vi har fått 55,9 cm tilbakelagt avstand på et kart i målestokk 1 : 50 000.

Rullende avstandsmålere.



Med skala i cm. og tommer.



Med skala i km.

Da får vi 500. 55, 9 = 27950 = 27, 95 km i terrenget. Det er klokt å kontrollere disse instrumentene før bruk ved at man måler opp en kjent avstand.

Avstandsmålingens nøyaktighet på kart

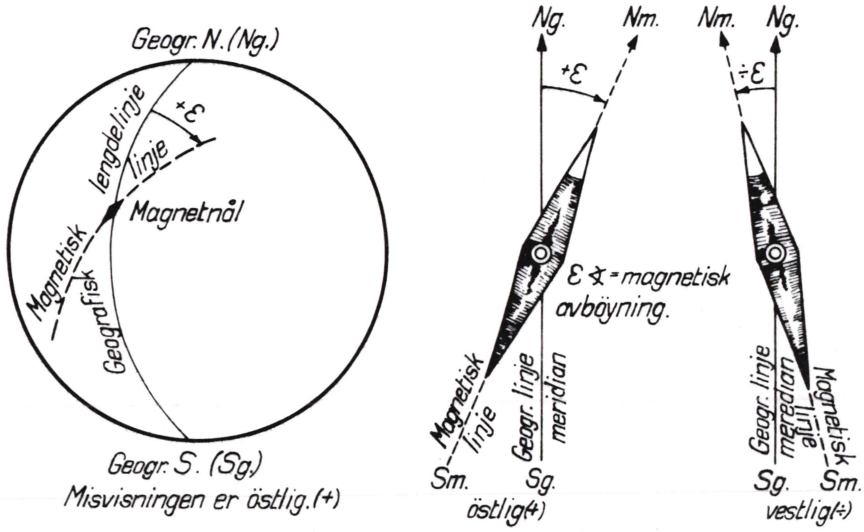
Menneskeøyet kan ikke uten optisk hjelpemiddel avlese smådelinger eller innstille spissene til en passer nøyaktigere enn maks. 0, 1 mm. Dette er den såkalte "grafiske" nøyaktighet på et kart, og dette et nøyaktighetsgrensen. I forskjellige målestokker utgjør dette:

1 : 25 000 = 2, 5 m
1 : 100000 = 10 m
1 : 1000000= 100 m
1 : 50 000 = 5 m
1 :250 000 = 25 m

Avstander som måles på et kart, i virkeligheten kan ha enda større feil enn det som står ovenfor. Dette skyldes unøyaktig avlesning, papirets krymping og utvidelse, selve kartets tekniske unøyaktighet, sammenbretting av kart og diverse ting. Ved avstandsmåling på kart, bør en regne med $\pm$ 5-7 ganger så store feil som ovenstående tabell viser.

DEKLINASJON (MAGNETISK MISVISNING)

Avbøyningsvinkelen mellom det geografiske og magnetiske nord kalles deklinasjon eller misvisning. Den merkes med " E ". Når den nordlige delen av vår magnetnål bøyer seg mot øst for det geografiske nord, kalles det østlig misvisning og merkes +. Når den bøyer seg mot vest, kalles det vestlig misvisning og merkes -.



Denne visvisningen varierer over hele jordkloden og vil også variere fra sted til sted innenfor et land. Videre varierer den fra tid til tid på samme sted. En kan observere en noenlunde jevn tendens, slik at det kan opplyses på hvert kartblad at den magnetiske misvisning i det og det året er så og så mye, vestlig eller østlig og at den øker eller minker ca. x° årlig.

Misvisningen kan vi følge fra sted til sted i samme tid (samme år) og tegne den opp på et kart. Hvis vi til slutt binder dem sammen med en linje, får vi såkalte "Isogoner". En kan f. eks. se på kart i 1 : 500 000 eller i 1 : 1000 000 som flyvere bruker. Der finnes det påtrykt ekstra, slyngete nord-syd-gående linjer som viser misvisningen fra sted til sted.

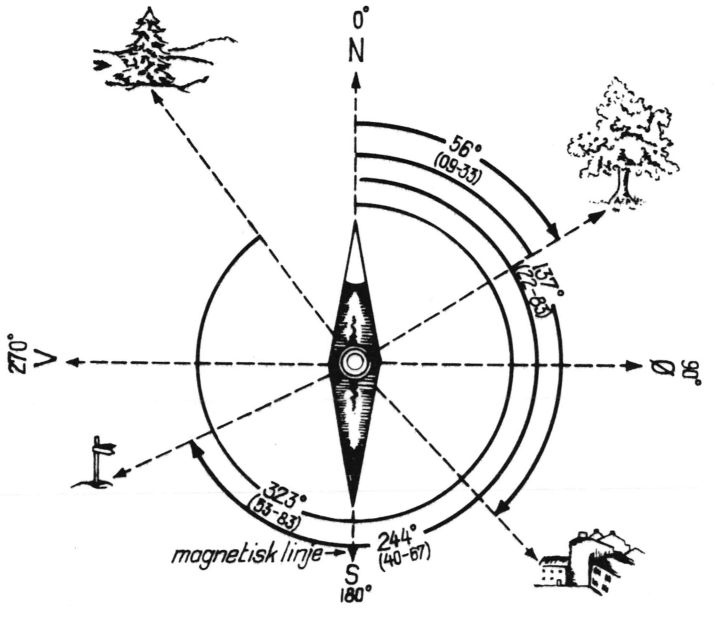
ASIMUT

Vinklene måles fra nord ved orientering eller punktbestemmelse på et kart, likeledes ved kartlegging, skisseopptegning av marken osv. Fra et bestemt punkt (f. eks. stasjonspkt.), kan en måle en horisontal vinkel mellom nordlig retning og et innsiktet terrengobjekt. Den heter "ASIMUT". Asimut måles mellom en av de nordlige retningene og øst-syd-vest-retningen. Vinkelmålingen foregår altså i samme retning som urviseren går og får grader fra

$0\text{-}360^{o}$ ($0^{o}\text{-}400^{o}$) eller i streker fra 0-6000.

To typer asimut brukes. Det er den geografiske og den magnetiske asimut, avhengig av hvilket nord som blir brukt som utgangspunkt.

Måling av magnetisk asimut

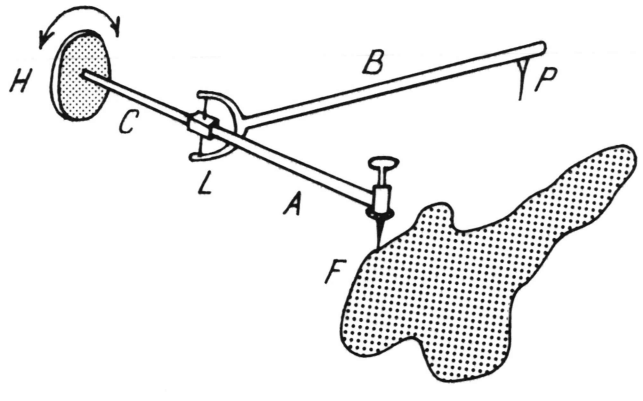


Vi vet at den magnetiske asimut skiller seg fra den geografiske asimut med en verdi som ikke er noe annet enn den aktuelle deklinasjon. På et kart er det best å bruke den geografiske-, men ute i terrenget den magnetiske asimut. I praktisk bruk er det nødvendig med en overgang fra den ene til den annen asimut. Eksempel: Den geografiske asimut = den magnetiske asimut + deklinasjonen. Eller $a_g = a_m + E$, hvor a_g = geogr. asimut, a_m = magn. asimut og E = deklinasjon. Deklinasjonsverdien må anvendes med riktig fortegn (østlig + og vestlig -).

PLANIMETER

For å måle flateinnhold (f. eks. av nedbørfelt), bruker vi et enkelt konstruert apparat, nemlig et "planimeter". Det finnes flere typer av dem. Etter skisseringen av planimeterets prinsipp skal vi konsentrer oss om den typen vi bruker. Prinsippet er at en spiss, eller noe annet optisk merke føres langs flatens grenselinje og samtidig setter et hjul i bevegelse. Antall omdreininger blir registrert av en mekanisk teller. Da kan vi enten utregne arealet ved hjelp av de registrerte tall, eller vi kan avlese arealet direkte. Moderne planimetre er enkle og greie i bruk. De gir meget gode måleresultater. Vår type er "CORADI $\pm$ 0,2%".

Oppbygningen til et planimeter.



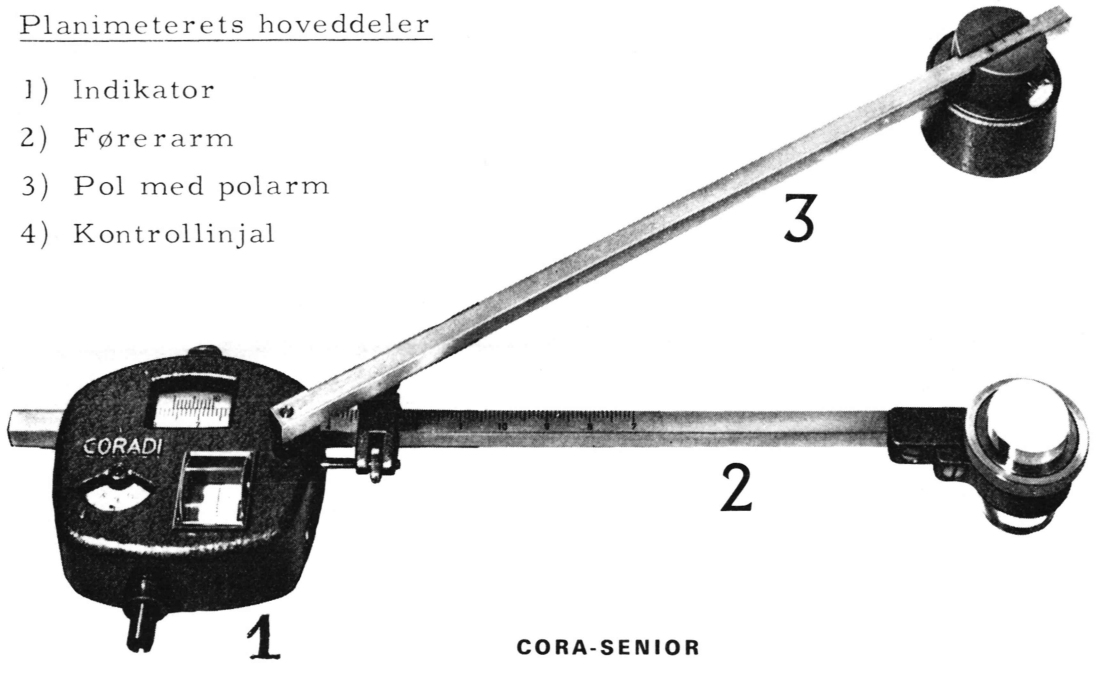
Førestangen "a" med spissen "F" følger konturen av flatens grenselinje. Den er forbundet med polarmen "b" i leddet "L". Hjulet "H" kan dreie seg om en akse parallell med "a" og er forbundet med et telleverk. Enden av polarmen "b" er en fast pol "P". "L" kommer da til å følge en sirkel med sentrum i "P". Under bruken hviler apparatet med P, F og H på underlaget.

Bruk av planimeter (type CORADI)

Det finnes to utgaver av den ovennevnte. Det er a) Junior med fast fører, polarm og nålpol og b) Senior med regulerbar fører og polarm. Senior har automatisk nullinnstilling og med nål eller kulepol etter ønske.

Planimeterets hoveddeler

1) Indikator
2) Førerarm
3) Pol med polarm
4) Kontrollinjal



CORA-SENIOR

1) Indikator.

Indikatoren er innebygget, og bare nederste del av målehjulet som løper mot underlaget stikker frem. Det er lagret i safirer og støtdempere for å sikre måleverkets største nøyaktighet gjennom lang tid og for å beskytte de fine deler mot støv.

2) Førearm.

Cora-Senior's førearm er forsynt med inndeling og kan derfor innstilles på ønsket målestokk. Førelupen muliggjør nøyaktigere målinger enn førestiften, da synsretningen blir loddrett gjennom forstørrelsesglasset mot papiroverflaten. Førestiften derimot tillater raskere omfaring og bedre oversikt over den flate som skal måles.

3) Pol og polarm.

Polen tjener som fikseringspunkt på underlaget under målingen. Polarmen er bindeleddet mellom pol, indikator og førearm. Nålpolen med nålen trykkes mot underlaget. Kulepolen sitter fast på grunn av sin vekt og spesialbelegg.

4) Kontrollinjal.

Med denne utføres kontroll av planimeterets målinger på følgende måte: Nålspissen stikkes inn i linjalens kvadratiske, eller for førestiftens vedkommende kuleformede åpning. Når målingen begynner, markeres linjalens posisjon ved indeksstreken med blyant på underlaget. Førearm og kontroll-

linjal føres så rundt kretsen til indeksstreken igjen faller sammen med det markerte utgangspunkt. De tall som er angitt på kontrollinjalen (200 cm^2 - 40 sq. inch) viser flateinnholdet på den innsirklede flate. Fremkommer de samme tall etter denne omfaring (her tas hensyn til den tillatte avvikelse på $\pm$ 5 noniusenheter), kan planimeteret betraktes som nøyaktig.

Oppstilling og måling med planimeteret.

1. Pol utenfor figuren.

a) Oppstilling: Man stiller opp planimeteret på planen som skal måles. Bordplaten må være horisontal, og pol- og førearm må danne en rett vinkel. Førestift eller -lupe skal stå omtrent i midten av figuren som skal omtegnes. Så foretas en flyktig omfaring for å konstatere om denne kan foregå uten å støte an mot noe. I motsatt fall settes polen på et annet sted.

b) Avlesning: Hver avlesning gir et firesifret tall slik:

Telleren viser tusener
Tallene på måletrommelen gir hundreder
Delestrekene må måltrommelen gir tierne og
Noniusene viser enerne.

c) Måling: Før målingen begynner, settes et blyantmerke på linjen for å markere hvor målingen er begynt. Brukes lupe må det påses at den linje som skal måles går gjennom det sirkelmerke som er inngravert i lupen. Før omfaringen begynner, avleses indikatoren og tallet noteres som første avlesning. Brukes planimeter med automatisk nullinnstilling, løftes indikatoren litt og innstilles på null ved hjelp av trykk-knappen. Hvis likevel ikke indikatoren kommer nøyaktig på nullpunktet når trykk-knappen er sluppet og indikatoren plasert på underlaget, korrigeres dette ved at man forskyver polen forsiktig.

Så følges målelinjen med urviseren inntil utgangspunktet nås. Indikatoren avleses igjen, tallet noteres og den første avlesning trekkes fra. Planimeter med nullinnstilling viser flateinnholdet direkte, hvis det før målingen er blitt stilt på null.

d) Omregning av målestokk når planimeteret har innstilling 1:1:

Hvis figuren som skal måles er tegnet i en bestemt målestokk, så er flateinnholdet = $\frac{\text{Måleresultat x målestokk i kvadrat}}{1000}$

Eksempel: Målestokkenhet 1 : 500
Måleresultat 3785

Som gir flateinnhold $\frac{3785 \times 500 \times 500}{100000} = 9462,5 \text{ km}^2$.

Dette gjelder bare for planimeter med fast førearm (Core-Junior) og for planimeter med innstillbar førearm (Cora-Senior), men bare ved innstilling 1 : 1. Ved denne innstilling utgjør verdien av en noniusenhet et flateinnhold på 10 mm^2.

II) Pol innenfor figuren.

Når figuren som skal måles er så stor at omføringen ikke kan skje i en operasjon, plaseres polen innenfor figuren og omføringen skjer på samme måte som med polen utenfor figuren. Den oppnådde verdi legges til den konstante som er angitt på sertifikatet som ligger i etuiet. Hvis målerullen dreies i negativ retning, må den oppnådde verdi trekkes fra den konstante. For å fastslå om målerullens dreining er skjedd forover (positivt) eller bakover (negativt), kan man avlese telleren på visse punkter på figuren. På tellerens stilling kan man da se om rullens dreining har skjedd positivt eller negativt. Hvis begynnerverdien på telleskriven under omføringen går forbi inndeksen en eller to ganger, skal ved avlesning legges til 10000 eller 20000 (verdien av en eller to gangers omdreining av telleren). Foregår målerullens dreining bakover og nullinnstilling er foretatt, skrives i stedet for "null" 10.000 og andre ganger avlesning trekkes fra dette tall.

Eksempel nr. 2: Det skal måles en krets med 40 cm's tverrsnitt. Målerullen og telleskiven skal stilles på null, og dreining av målerullen skjer bakover. Som første avlesning skrives altså:

	10000	
Etter omføringen er andre avlesning	4020	
Differanse	5980	
"Konstant" tall angitt på sertifikatet		18546
Fratrekk		5980
		12566

Er figuren som skal omfares i målestokk 1 : 1000, multipliseres ovennevnte siffer med den på sertifikatet angitte verdi av noniusenheten= 10 m^2 og man får flateinnholdet 125660 m^2.

Eksempel nr. 1:

Et kvadrat med 50 cm's sider skal måles. Før målingen skal målerull og telleskive stilles på null. Etter omføringen får man avlesningen:

	6454
Med tillegg av konstant tall	18546
	25000

Dette tall multipliseres med 10 m^2, som er verdien av noniusenheten for målestokk 1 : 1000 og summen, 150 000 m^2, er det søkte flateinnhold.

Den regulerbare polarm.

Utregningen med polen innenfor figuren forenkles når den regulerbare polarm benyttes, hvor lengden kan stilles slik at konstanten blir et rundt tall, f. eks. 25 000.

Den regulerbare førearm.

Planimeteret med regulerbar førearm muliggjør forandring av noniusenhetens verdi ved forskyvning av førearmen slik at man også for plan som er tegnet i annen målestokk enn 1 : 1 kan få et lettere tall som multiplikasjonsfaktor for noniusenhetens verdi. Se tabellen på sertifikatet.

Innstilling av førearm.

1. Klemskruen løsnes, og førearmen skyves til den ønskede lengde, omtrent under noniusdelestreken som er markert med "0".
2. Mikroinnstillingens klemskrue festes og førearmen fininnstilles.
3. Klemskruen på dekslet festes.

Beregning av førearmens lengde.

Innstillinger som ikke er angitt på sertifikatet oppnås slik:

L - lengste førearminnstilling
L 1 - korteste førearminnstilling
N - Noniusenhet som tilhører L
N1 - Noniusenhet som tilhører L1
Lx - Søkte førearminnstilling
Nx - Den valgte noniusenhet

$$Lx = L - \frac{(L - L1)\ N - Nx)}{(N - N1)}$$

Den utregnede innstilling kontrolleres ved omføring av en kjent flate.

Justering av planimeteret.

En figur med kjent flateinnhold omfares, event. med kontrollinjal. Under denne måling kan man finne den nøyaktige noniusenhet ved å dividere det teoretiske flateinnhold med det oppmålte. For planimeter med regulerbare førearm kan denne innstilles slik at noniusenheten viser et rundt tall. Den nye førearmlengde Lx beregnes slik:

$$Lx = \frac{\text{Teoretiske førearmlengde x oppmålt flateinnhold}}{\text{teoretisk flateinnhold}}$$

En justering kommer ellers bare på tale når krumpede plan eller figurer skal måles, da nye planimetere uten unntagelse er omhyggelig kontrollert og justert ved fabrikken.

Behandling av instrumentet

Et planimeter er et fint presisjonsinstrument og må behandles deretter. Stålkanten på målehjulet må behandles med største forsiktighet, og bør ikke berøres med fingrene. Hold kassen støvfri og sett instrumentet tilbake i den når det ikke er i bruk.

Et mindre arbeid kan gjøres enklere f. eks. :

1) Ved en større flate som skal måles, kan en anvende den metoden hvor en setter polen utenfor figuren. I dette tilfellet deler en opp flaten kunstig med blyant. En kan også måle mellom gradnett eller markerte skiller som vei, jernbane osv. Til slutt må en summere deleresulatene.

2) Det er en fordel ikke å røre førearmen hvis den er fast innstilt på 1:1. Det er ofte flere som bruker instrumentet og det kan lett oppstå mye kluss med innstillingen som kan bli årsk til feil. Uansett målestokk avleser man en sum som etterpå forandres til km2.

Eksempel: Førerarmen er innstilt på 1:1, 1:10 eller 1:100 osv. En måler et areal på et kartblad i 1:100 000 og får avlest direkte 128, 7 km2 som tilsvarer 128, 7 cm2. En foretar målingen over samme området (flaten) på et kartblad i 1 : 50 000 uten å forandre førerarmens innstilling. Man får da en sum på 5148. Vi vet at målearmen er innstilt på 1:1. Da vil sluttsummen bli 5148 km2 hvis vi har kartgrunnlag i 1:100 000. Kartet vårt er 1: 50 000 og altså kvadratisk 4 ganger større. Resultatet divideres da med 4 og vi får 128, 7 km2.

På samme måten går en frem når det gjelder andre målestokker. Dersom vi arbeider med kartblad hvor flaten blir mindre enn på kart i 1:100 000, må vi multiplisere. Dette vil f. eks. skje med kart i 1:250 000. Har vi her fått et tall som 20, 6, må vi multiplisere med 6, 25 og får 128, 7 km2. Samme flate på kart i målestokk 1: 250 000 er 6, 25 ganger mindre enn i 1 : 100 000. Dette vil se ut slik ved diverse målestokker:

Brukt kartmålestokk:

1: 20 000	må dividere med 25
1: 50 000	" 4
1: 100 000	innstilt
1: 10 000	må dividere med 100
1: 250 000	må multiplisere med 6, 25.

Hvis en er i tvil om dimensjonen, kan en lett trekke opp et sammenligningsgrunnlag på et mm papir.

SKISSEOPPTAKING AV MARKEN

Det er vanlig at en må lage en skisse ute i marken uten noen hjelpemidler. Enkelte av disse skissene blir temmelig mangelfulle. De fleste av oss har sikkert opplevd å holde i hånden en bra skisse uten å greie å finne frem til de riktige stedene ute i terrenget. For å unngå denslags bør en passe på følgende:

1) Før man begynner opptakingen må man gå ut i fra at man er helt utkjent i området. En må huske på at det skal være mulig å finne frem til riktig sted etter denne skissen senere.

2) Fra det sentrale punktet i skissen (f. eks. VM), tar vi inn vinkler og retninger. Avstandene til objektene bedømmes eller måles med skritt. Det anbefales at en måler opp avstander noen ganger med sine egne skritt for å kjenne feilmarginen. Gjennomsnittslengden på et skritt er ellers 0, 75 m. Det er også viktig at vi står nær sentralpkt. -et. En kan også ta stilling eksentrisk, f. eks. på en haug ikke langt fra objektet. Siktelinjene går da fra dette stasjonspkt. -et.

3) Skissen må inneholde en del nærmere avstander oppgitt i meter (Kontr. med skritt).

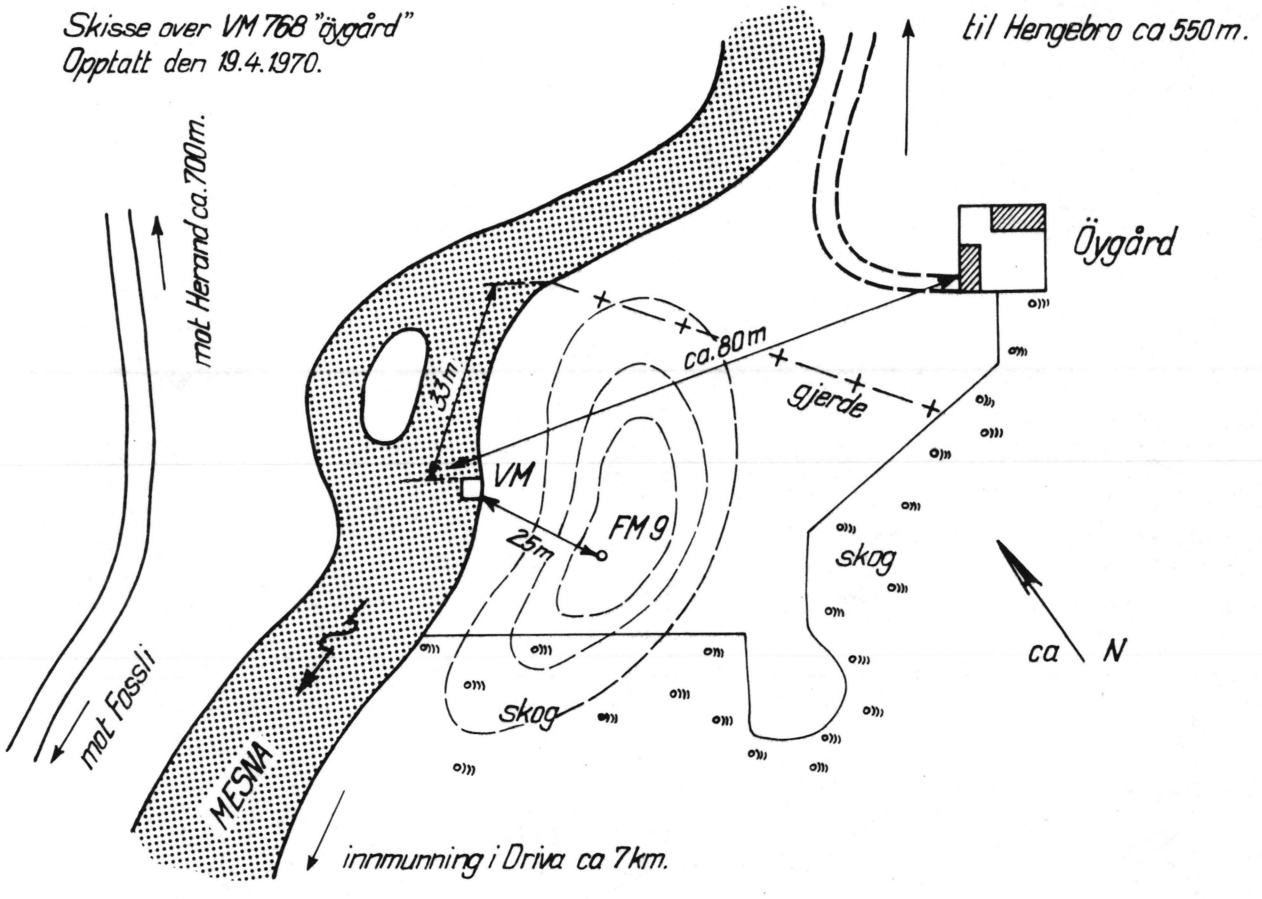
4) Om mulig må skissen vise nordretningen.

5) Skissen må minst vise til et fjerntliggende objekt. Da vet en hvor det skisserte feltet ligger i forhold til topografien.

6) Ved elver bør strømretningen merkes med piler.

7) Tittel og dato oppgis på skissen.

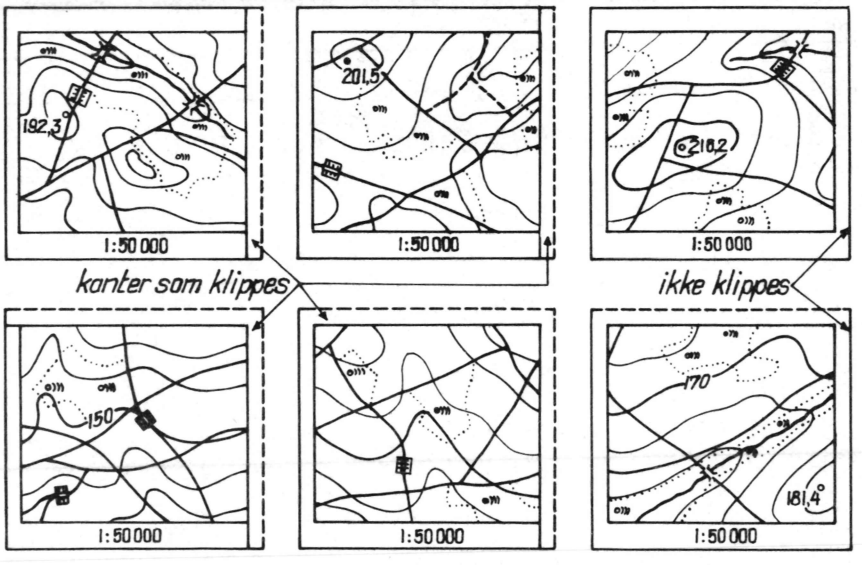
Eksempel


Skisse over VM 768 "öygård"
Opptatt den 19.4.1970.
til Hengebro ca 550 m.
mot Herand ca. 700 m.
Öygård
ca. 80 m
gjerde
33 m
VM
FM 9
25 m
skog
skog
ca N
mot Fossli
MESNA
innmunning i Driva ca 7 km.

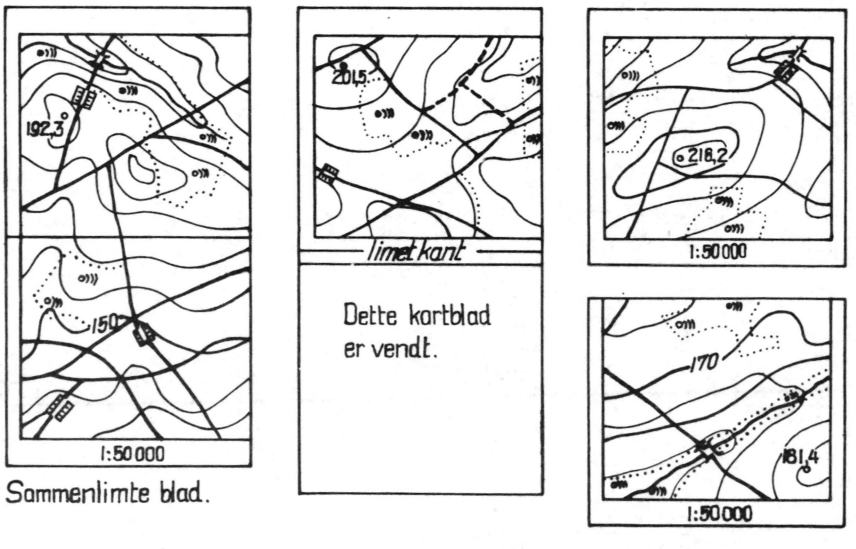
EN DEL PRAKTISKE RÅD TIL KARTBEHANDLING

Sammenliming av flere kartblader

Den nedenstående skisse viser "forberedelse av kartblader som skal sammenlimes".

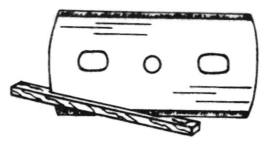


Den nedenstående skisse viser sammenlimingens rekkefølge:

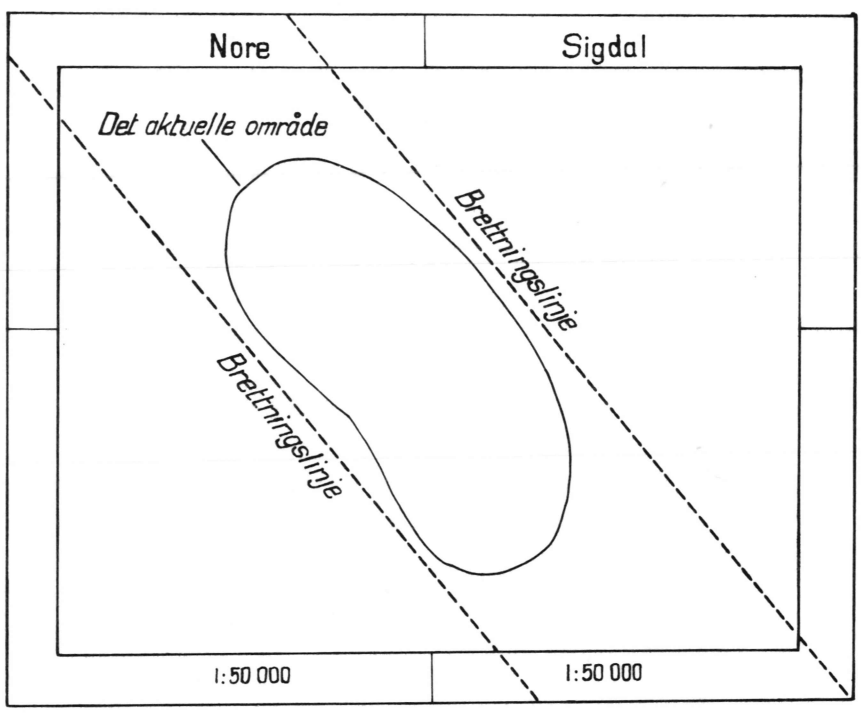


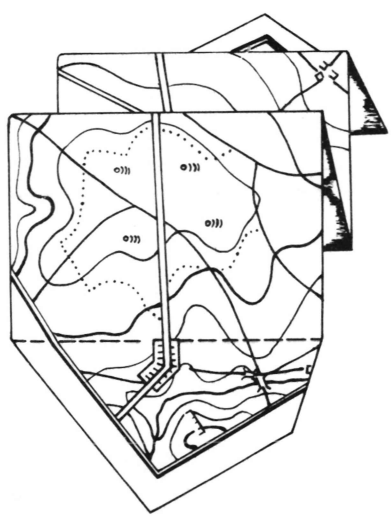
Før limingen begynner legger vi kartbladene ved siden av hverandre. Først klipper vi av kantene på de østlige sidene av første rad. Så klipper vi av

kantene på de nordlige og østlige sidene på neste rad. Ved en slik rekkefølge vil en ikke komme til å skade kantene ved bruk av blyant, viskelær osv. Grunnen til det er at man som regel bruker vest-østlige armbevegelser. En kan skjære med en saks eller en skarp kniv. Ved bruk av kniv eller barberblad må hånden støttes til bordet, ellers blir det vanskelig å oppnå jevn skjærelinje. Man må bruke lineal av plast eller tre. I tillegg er det best å lage en beskytter som glir ved siden av. F.eks. av en fyrstikk slik:

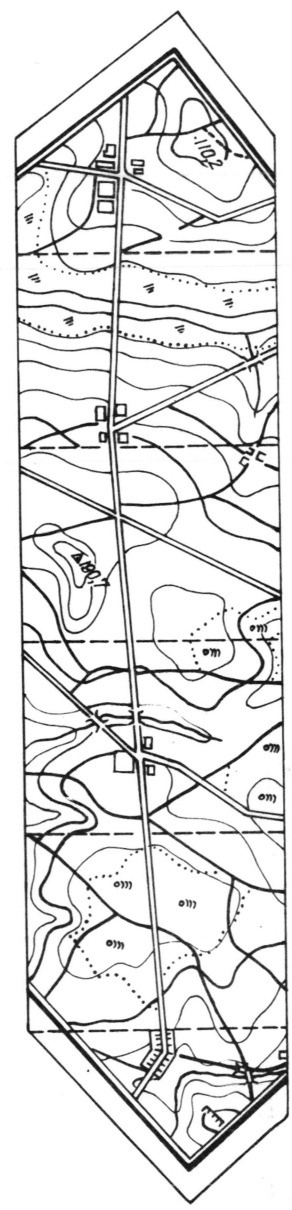


Kartbladet eller kartbladene brettes sammen etter vårt operasjonsområde. F.eks. langs et vassdrag eller en vei.

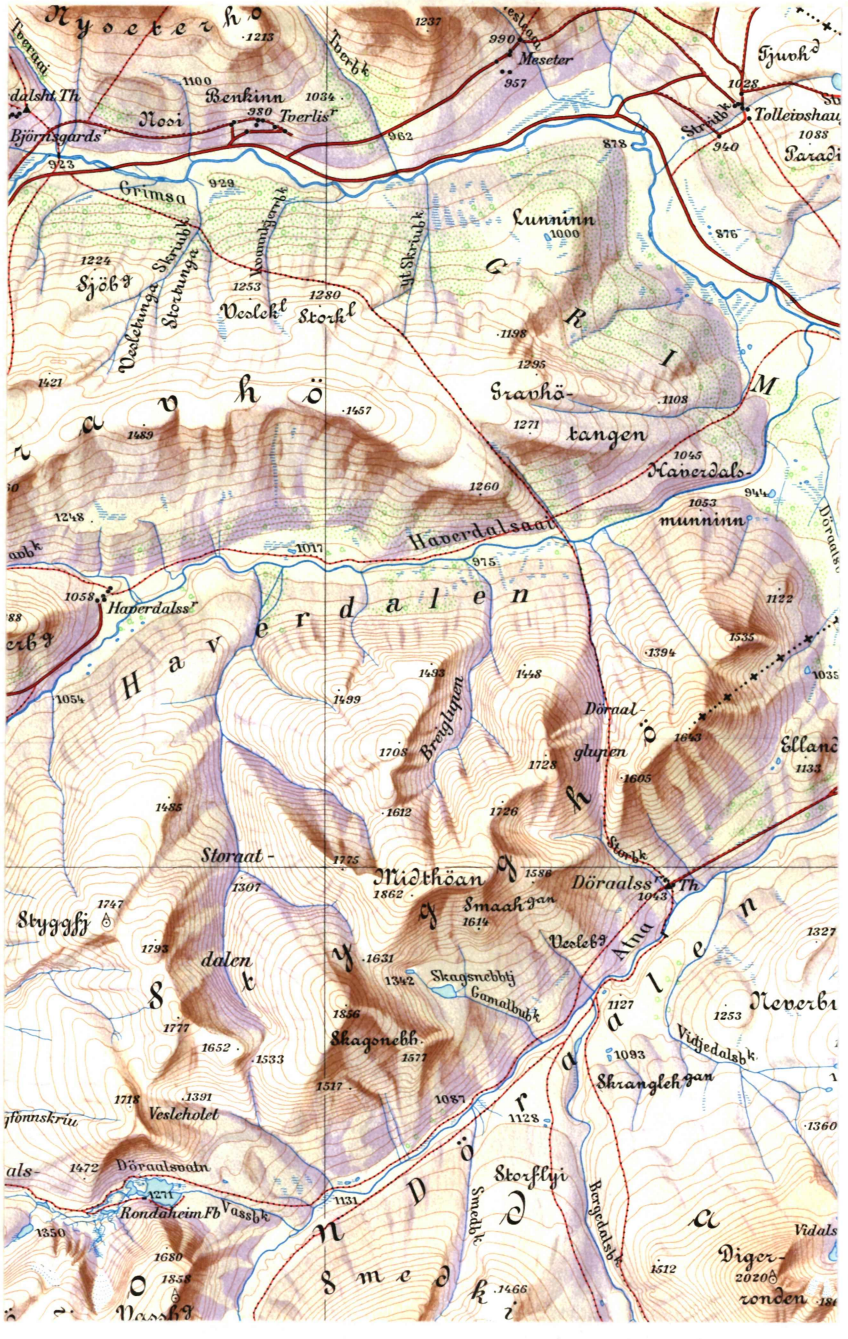




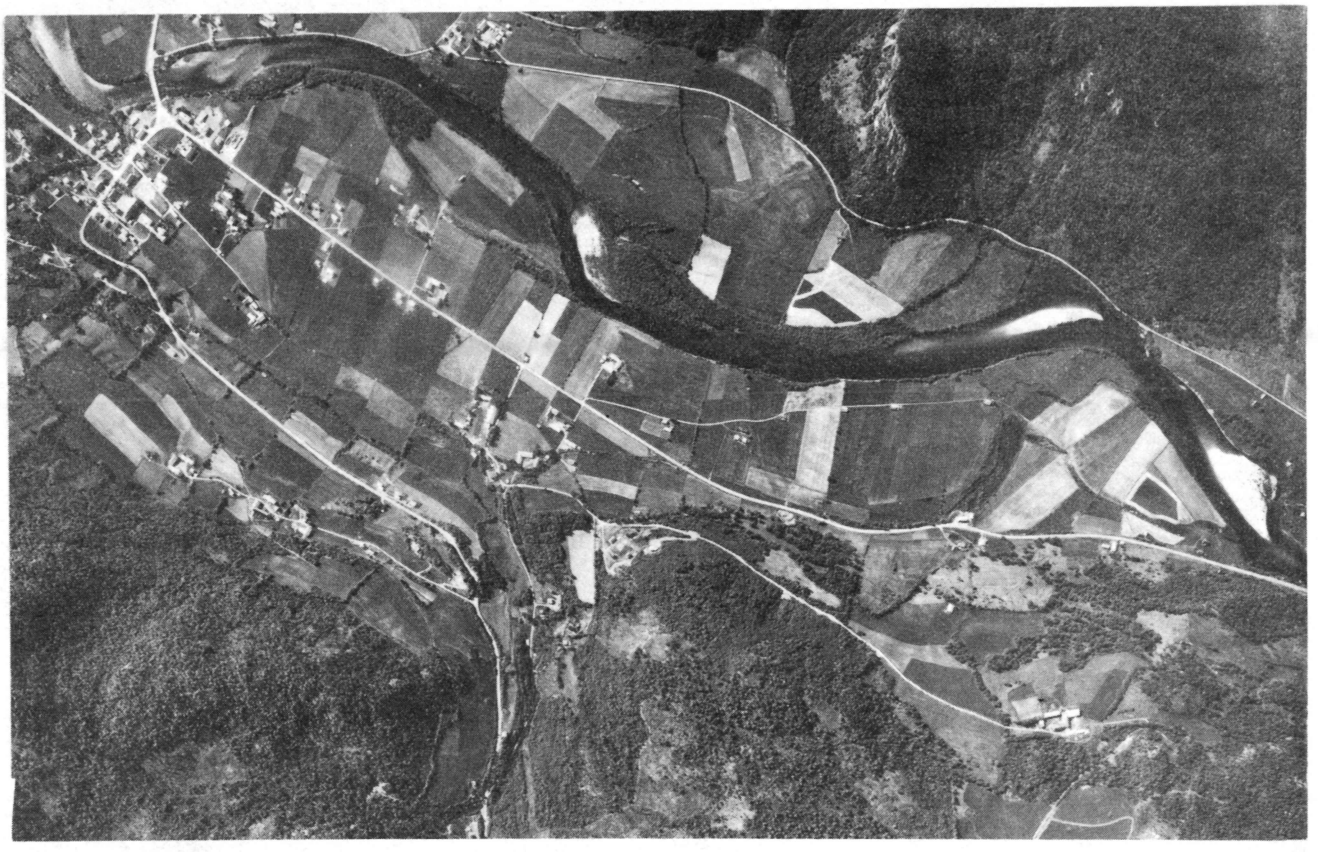
Til slutt det „trekkspillbrettede" kart.



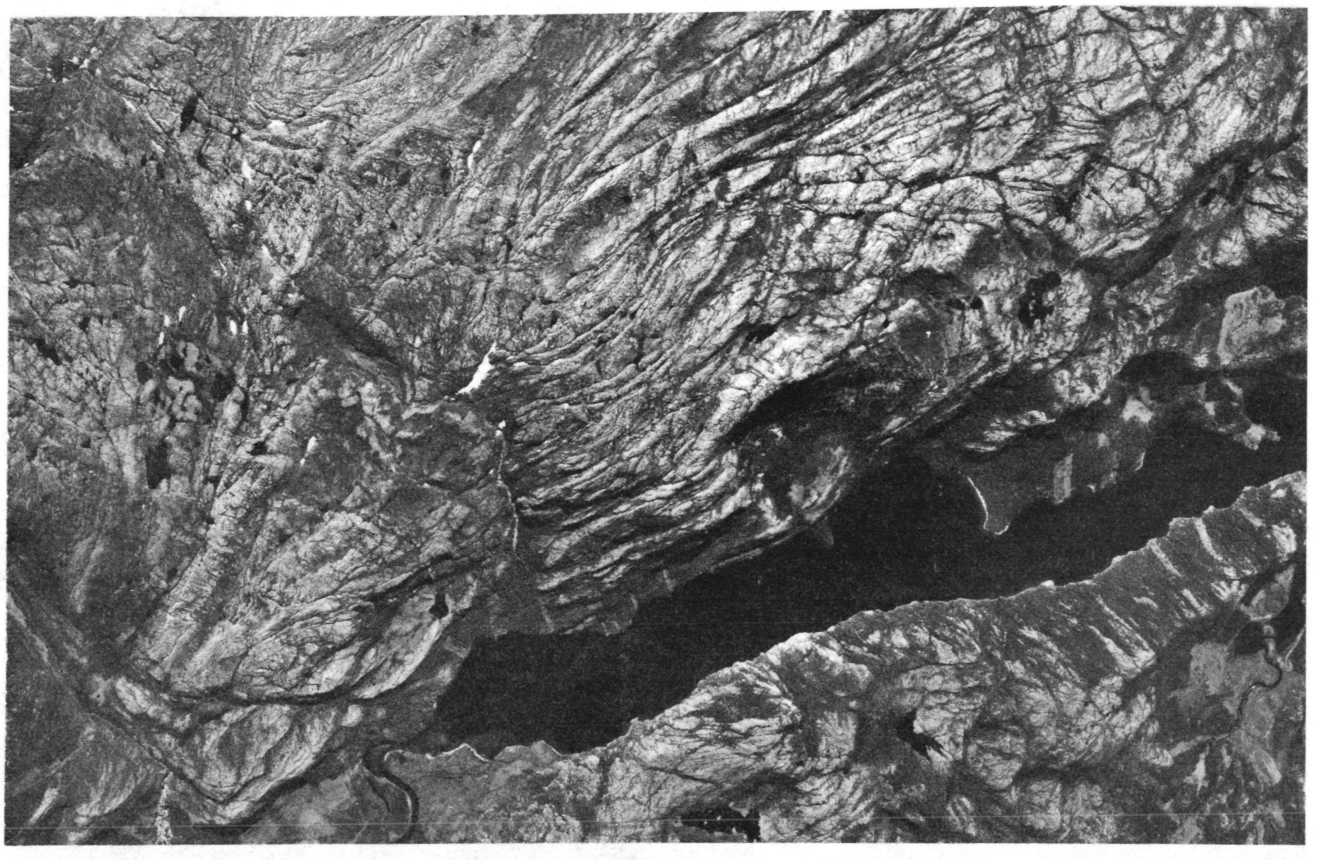
Sammenbrettet kart.



Et eksempel på kombinasjon av skyggelegging og høydekurver
NGO: Rondane 1 : 100 000. Spesialutgave.



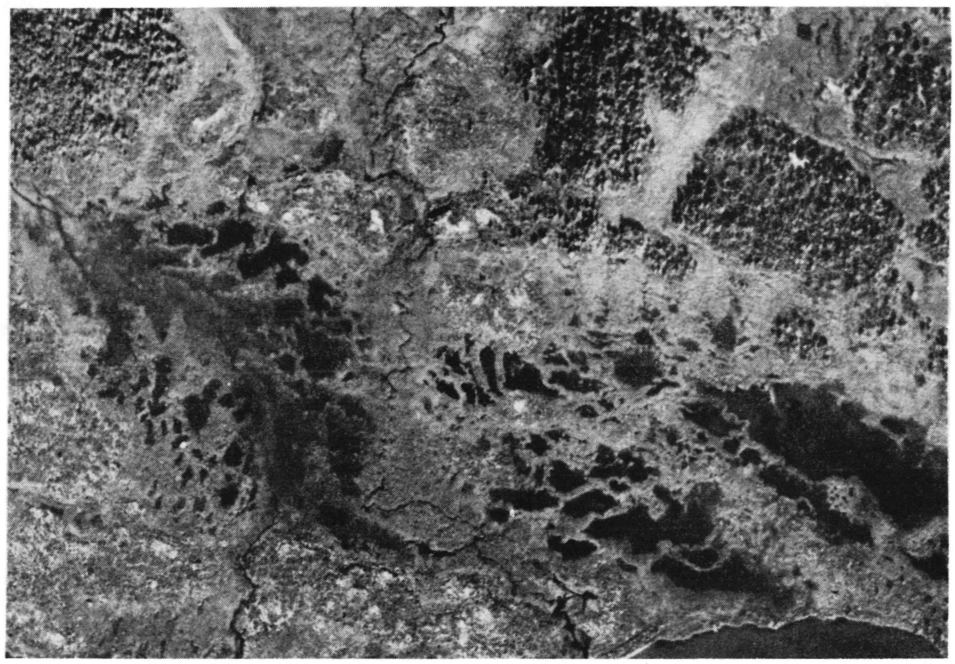
Luftfoto: Et typisk kulturlandskap.



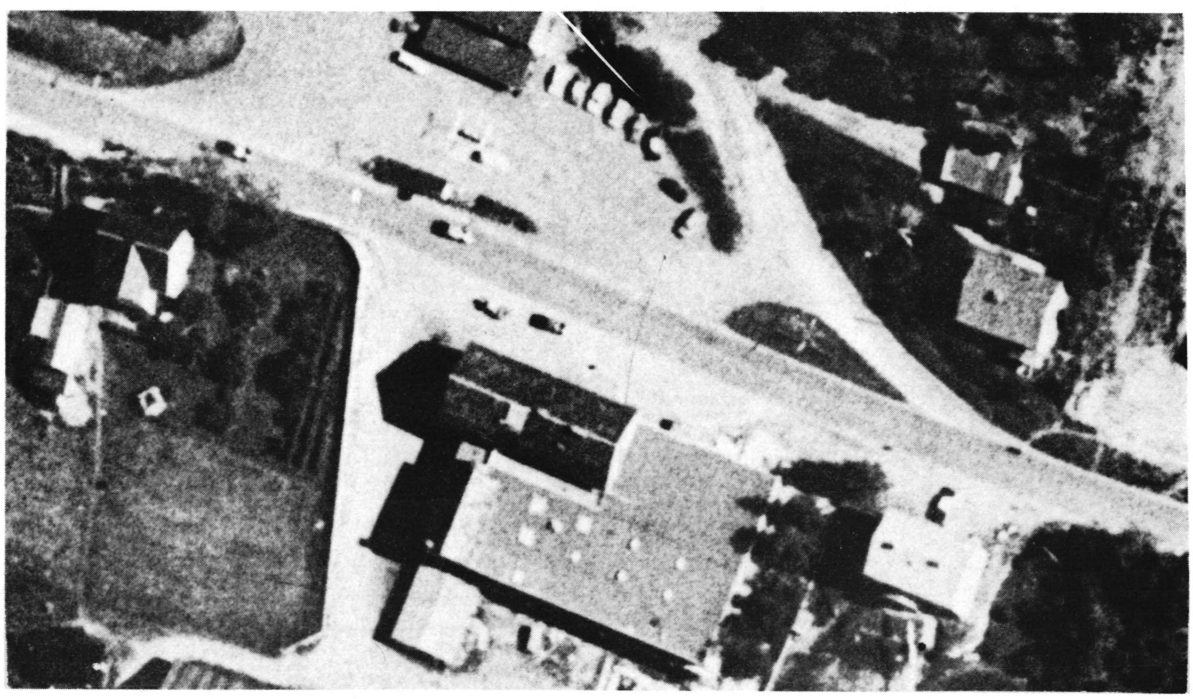
Luftfoto: Et typisk høyfjell-landskap

Elv med sluser, lenser, lektere på slep. Skog med allee.

Skogdrift (hogst)

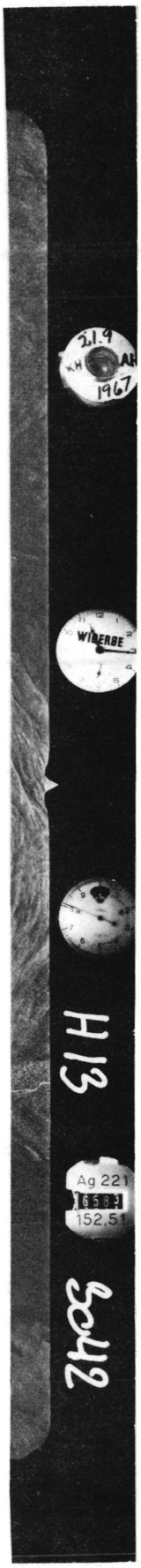


Myrlendt landskap



Detalj av bebyggelse. Forstørrelse. M = 1 : 1000

Følgende data kan avleses på kanten av et luftfoto.



libelle og dato til fotografering. (Navigatør til V, fotograf til H).

klokkeslett

barometer <u>fotograferingshøyde</u>

stripenr.

merke på kamera

telleapparat

brennvidde

oppgavenr.

Adresseliste for henvendelser om Det økonomiske kartverket.

Statlige instanser:

	Norges geografiske oppmåling Avdeling for økonomiske kartarbeider Postboks 8153 OSLO-DEP. Oslo 1	02 67 50 64
	Landbruksdepartementet Jordskifteverket Akersgt. 42 OSLO-DEP. Oslo 1	02 11 90 90
	Jorddirektoratet Boks 115 1430 ÅS	02 94 12 60

Landets fylker har disse adresser for henvendelser om økonomiske kartverk:

Østfold	Jordskifteverket Kartkontoret i Østfold Torvgt. 6 1700 SARPSBORG	031 54 966
Akershus	Akershus fylkes kartkontor Rosenkrantzgt. 11 B OSLO 1	02 33 20 40
Hedmark	Kartkontoret for Hedmark fylke Kartkonsulenten Fylkeshuset Parkgt. 64 2300 HAMAR	065 26 080
Oppland	Oppland fylkes kartkontor Fylkeskartsjefen Kirkegt. 72 2600 LILLEHAMMER	062 53 580
Buskerud	Buskerud fylkes kartutvalg Kartkonsulenten Fylkeshuset Gamle Kirkepl. 7 3000 DRAMMEN	02 83 26 72
Vestfold	Kartverkskomitéen for Vestfold Storgt. 22 Boks 261 3101 TØNSBERG	033 11 009
Telemark	Telemark fylkes kartkontor Fylkeskartsjefen Fylkeshuset 3700 SKIEN	035 21 560
Aust-Agder	Kartkomitéen for Aust-Agder Sekretariatet Kraftverkgården 4800 ARENDAL	041 24 131
Vest-Agder	Kartkontoret i Vest-Agder Utbyggingsavdelingen Skippergt. 21 4600 KRISTIANSAND S	042 25 570
Rogaland	Kartkontoret i Rogaland Lars Hertervigs gt. 3 4000 STAVANGER	045 31 682
Hordaland	Kartnemnda for Hordaland Fylkesingeniøren i Hordaland C. Sundts gt. 29 5000 BERGEN	05 21 67 20
Sogn og Fjordane	Kontoret for økonomisk kartverk for Sogn og Fjordane 6800 FØRDE	70, linje 7
Møre og Romsdal	Jordskifteverkets kartkontor Storgt. 50 6400 MOLDE	072 52 644
Sør-Trøndelag	Kartnemnda i Sør-Trøndelag Kartkonsulenten Fylkeshuset 7000 TRONDHEIM	075 26 500 linje 252
Nord-Trøndelag	Nord-Trøndelag fylkes kartkontor Kongensgt. 33 Postboks 48 7701 STEINKJER	077 62 752
Nordland	Nordland fylkes kartnemnd Fylkeshuset 8000 BODØ	081 23 500
Troms	Kartnemnda for Troms fylke Postboks 559 9001 TROMSØ	083 81 139
Finnmark	Finnmark fylkeskommune Kartkontoret 9800 VADSØ	085 51 761

Adresseliste

Adressen til NGO: Norges Geografiske Oppmåling (Kartsalget)
St. Olavsgt. 32, OSLO Tlf: 20 02 10
Adresse til Norges Sjøkartverk: Klubbgt. 1, eller postboks 60. STAVANGER

Fjellanger Widerøe A/S. Rolfstangen 12, FORNEBU

Postboks 190 1330 Oslo Lufthavn
Tel: (02) 12 11 20

NORKART A/S, Kirkeveien 25, BÆRUM.
Telf.: 12 05 34

NOR FLYSELSKAP, 3500 HØNEFOSS

NORRØNAFLY A/S, 1330 OSLO LUFTHAVN, FORNEBU
Telf.: 53 90 66

VIAK A/S, Kirkeveien 71, BÆRUM
Telf.: 53 40 96
Kontorer i Arendal, Bergen, Molde, Lillestrøm.

FM-KART, 2090 HURDAL

VEGDIREKTORATET, Schwensensgt. 3. OSLO
Telf.: 4658 40

Kopier og trykning.

Kopier og trykning kan bestilles i NGO, Den tekniske avdeling, St. Olavs gate 32, Oslo (telefon 33 03 26).

1. Kopier av NGO's originalmålinger.

Storparten av originalmålingene er i 1 : 50 000. De føres ikke à jour, og kopier av dem er derfor slik de i sin tid ble tegnet. Verdien av kopiene er dessuten sterkt avhengig av tidspunktet da målingen ble gjort.

Foran i katalogen er under gradteigskart, rektangelkart m. v. ført opp årstallet for målingene.

Kopier av originalmålingene leveres som fotografiske kopier (svart strek på hvit bunn) eller som blåkopier (blå strek). Blåkopiene, som bare leveres av originalmålinger til nye kart under utgivelse, er ikke så holdbare som de fotografiske kopiene.

Gradteigskartene i Sør-Norge er målt i 12 felt og er delt i en vestre og en østre halvdel slik:

F. eks. Gradteigskart B 35.

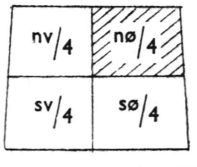
Det skraverte felt betegnes med B 35 felt 12.

Pris for 1 felt ($^1/_{12}$ gradteig) i 1 : 50 000:

1 fotografisk kopi ..... kr. 11,—
1 blåkopi ..... » 6,—

Mange gradteigskart i Nord-Norge er målt i 1 : 50 000 i 4 originalmålinger, slik:

F. eks. Gradteigskart J. 18 Hattfjelldal



Det skraverte felt betegnes med J18 nö/4.

Pris for $^1/_4$ gradteig i Nord-Norge i 1 : 50 000:

1 fotografisk kopi ..... kr. 22,—
1 blåkopi ..... » 12,—

Prisene fra 1970.

2. Forstørrelser og forminskelser av NGO's kart og kartmateriale.

Kopier leveres som fotostatkopier i den målestokk som ønskes.

Minstepris (inntil 10 dm²) kr. 13,20. Pris pr. dm² over 10 dm² kr. 1,20.

Pristilbud gis på forespørsel for ekstra store format.

Til prisen for selve kopiene kommer et tillegg på kr. 24,00 pr. filmnegativ så fremt bestillingen har medført fotografering.

Ved skriftlig bestilling ser en gjerne at det aktuelle område blir avmerket på et vedlagt kart.

3. Kopier av flyfilm.

NGO har flydekning over Sør-Norge opp til 64° N og av visse deler av Troms fylke. Målestokken varierer for de ulike flyoppgaver fra ca. 1 : 33 000 til ca. 1 : 48 000. Opplysninger om målestokk og tiden for fotograferingen gis på forespørsel.

Del II

KARTLEGGING AV ELVER

KARTLEGGING AV ELVER

I de fleste land finnes det minst en hydrografisk gruppe som kan kartlegge elver. Ofte satses det store summer på slike kart, på grunn av skipsfarten. Disse lages med grundig geodesisk forarbeid og spesiell fotografering (lavtflyging) til fotogrammetrisk bruk. Viktige elvestrekninger oppmåles på nytt ved jevne mellomrom. Særlig der hvor forandringer i profilene skjer raskest.

Hos oss stilles det i de fleste tilfeller et helt annet krav. Slike kart og kartskisser må være enkle og rimelige å fremstille. For å fremstille kart over mellomstore elver, må de fleste av oss greie seg uten det kostbare utstyret som hydrografene og topografene bruker. Som regel er det tilstrekkelig med en vanlig nivellerkikkert og en sammenleggbar målestang inndelt i cm.

Vi har utarbeidet instrukser. Den ene er for elveleiekart i sin alminnelighet av Ivar Hagen. Den andre instruksen er for elveleiekart for modellkalibrering. De lyder slik:

Detaljekart over elveleie ved vannmerket

For å kunne analysere en vf. -kurve og foreta nødvendige polasjoner må en som grunnlag ha et detaljekart hvor topografien inntegnes ved koter med ekvidistanse $\frac{1}{2}$ m for mindre elveløp, og 1 m for middels og større elver (avgjøres av H i hvert tilfelle).

Kartet omfatter en elvestrekning som begrenses slik:

a. Oppstrøms ved et tverrprofil gjennom VM-skalaen.

b. Nedstrøms ved et tverrprofil hvis laveste punkt ligger minst 3 ekvidistanser under vannmerkets salpunkt (vst. ved vf. =0).

Vedr. punkt a

Står VM i et vann, begrenses kartet oppstrøms av det profil hvis laveste punkt ligger 1 ekvidistanse under salpunktet. Se figur.

Vedr. punkt b.

Hvis elveleiet har en innsnevring eller "hals" nedenfor den avgrensning som er definert over, - og slik at det bestemmende profil ved høyere vassføringer antas å bli liggende i dette område, forlenges kartet slik at det bestemmende profil ved høyere vassføringer antas å bli liggende i dette område, forlenges kartet slik at det også omfatter dette parti av elven.

Kartets koter angis i høyder referert til VM-skalaen med øvre grense svarende til en høyde 1 m over høyeste vannstand.

Vesentlige detaljer må tegnes riktig inn. Det er derfor meget viktig at kartet tegnes ferdig i marken.

OPPMÅLING FOR MODELLKALIBRERING AV VANNMERKER GENERELLE RETNINGSLINJER.

1. Oppmålingen må omfatte hele det område som har innflytelse på vannstanden ved vannmerket for alle vassføringer.

2. Nedenfor vannmerket må oppmålingen nå noe forbi første tverrsnitt med kritisk strømning (stryk) for alle vassføringer. Dersom kritisk tverrsnitt dannes av en markert endring i helningen, som ved foss, markert stryk, demningsoverløp el. lign. kan oppmålingen avsluttes umiddelbart nedenfor. Er endringen i helning bare såvidt nok til å gi strykende strømning, må oppmålingen som regel fortsette en strekning minst 30 ganger største vanndybde i stryket ved flom forbi det sted stryket begynner. Samme regel, målt fra vannmerket kan benyttes når selve vannmerket ligger i en strykstrekning.

3. Ovenfor vannmerket må oppmålingen omfatte så mye av elveleiet at alle terrengdetaljer som påvirker strømretningen nevneverdig ved vannmerket blir registrert. Er det en skarp kurve eller innsnevring like ovenfor VM kan målingen avsluttes like ovenfor slike detaljer. På rette strekninger måles fra 10-15 ganger dybden ved horisontal vannflate til 20 ganger dybden ved stryk oppover fra vannmerket.

4. Kravene til hvor detaljert oppmålingen skal utføres avhenger av hvilken målestokk som skal benyttes. Denne igjen avhenger mest av de krav til nøyaktighet som stilles, men også av hensynet til modellens størrelse.

   Vanlig målestokkområde for slike modeller vil være 1/40 - 1/100. I stille vann eller i brønn kan en registrere vannstander med en nøyaktighet av 0,1 - 0,2 mm på modell, tilsvarende 4-8 mm i naturen for 1/40 modeller og 10-20 mm for 1/100 modeller.

5. Stort sett vil det være naturlig å bruke 1/40 - 1/50 som modell-målestokk for vannmerker i mindre elver og bekker med vanskelig topografi, mens brede, vannrike elver med jevn bunntopografi kan undersøkes i noe mindre målestokk.

   Et pålitelig kar i målestokk 1 : 1 000 med ekvidistanse 1 m vil i de fleste tilfeller være et godt grunnlag for modell. Spesielle detaljer krever noe tettere koter. Er det klart at modell-målestokken blir så liten som ca. 1/100 kan 2 m ekvidistanse være nøyaktig nok om ikke elvebunn og terreng er særlig flate eller detaljrike.

En særskilt fordel er det om kartet er basert på oppmålte tverrprofiler, med eventuell særlig innmåling av spesielle detaljer mellom profilene. 10-15 profilavstand er som regel passe, ved særlig jevn bunn og regelmessig elveleie kan avstanden økes til 20-30 m. Ved noenlunde enkel topografi kan profilene legges med jevn avstand, ellers plasseres de slik at de gir et best mulig bilde av elveløpets variasjon. Profilene oppmåles så detaljert at bunnens karakter kan vurderes (blokkstørrelse, etc).

6. Detaljene omkring selve vannmerket må kartlegges særlig omhyggelig, spesielt dersom vannhastigheten er stor og strømforholdene uoversiktlige.

7. Viktige detaljer fotograferes fra forskjellige synsvinkler. Spesielt gjelder dette partiet omkring vannmerket, samt vegetasjon etc. på områder som bare blir oversvømmet under store flommer.

8. I den grad det er mulig nivelleres vannstanden inn på en del punkter (4-6) med god spredning både ovenfor og nedenfor vannmerket, samtidig som vannmerket avleses. Punktene velges i mest mulig rolige eller jevnt strømmende partier som har god kontakt med hovedstrømmen. Punkter hvor vannstanden tydelig er influert av detaljer som vanskelig kan bli nøyaktig gjengitt i modell bør unngås. Punktene avmerkes på kartet.

9. Vannmerker i brede, rolige elvestrekninger med lang avstand til kritisk tverrsnitt egner seg oftest dårlig for modellkalibrering. I alle tilfeller bør slike tilfeller diskuteres særskilt med Vassdrags- og Havnelaboratoriet på forhånd.

Det er ikke så lett å lage et kart etter instruks. På et og samme sted kan en komme til å bruke flere uker på å lage et perfekt kart. En kan lage en brukbar skisse på noen dager. Det er grunnen til at det ble utarbeidet en klasse-karakteristikk.

Klasse I. Det kan om nødvendig konstrueres modell etter 1 m + supplerende $\frac{1}{2}$ m's koter. Det gjøres ferdig ute i marken.

Klasse II. Detaljer kan utelates eller begrenses. Ellers blir det på samme måten som under kl. I. 1 m's koter blir også gjort ferdig ute i marken.

Klasse III. Skissebetonet: basert på tverrprofiler, trekkes opp med 1 m. koter og kan gjøres ferdig på kontoret.

I den forbindelse må nevnes at klassekarakteristikken ikke alltid har noe å gjøre med den tid man bruker på kartleggingen. Et vellykket og raskt resultat er avhengig av flere faktorer, som f. eks. forberedelse, luftfoto, værforhold, hjelpemann, vannstand, framkomstmuligheter, beskaffenhet, terrengets utseende osv. Det er viktig med en befaring av det aktuelle terrenget. Valg av målemetode er betydningsfull. Metodene er mangfoldige og de kan varieres. En av de enkleste metodene tillater jeg meg å beskrive nedenfor. Den er basert på en nivellerkikkert som alle har. Det gjelder elveleie eller utløpskart, men ikke såkalt profilering. Metoden er to-delt, a) Med luftfotogrunnlag, b) uten noe som helst grunnlag (målebord).

Forberedelsesarbeid på kontoret

En kan ikke få uttrykt sterkt nok at forberedelsene på kontoret kan spare en for mye tid og ergrelse ute i marken.
1) Luftfotoet bestilles i den ønskede målestokk, f. eks. 1 : 1 000. Det skjer på den måten at man oppgir (begrenser med fargeblyant) det aktuelle feltet på et topografisk kart. Kartet må være minst i målestokk 1 : 50 000, gjerne 1 : 25 000 eller større. Dette sendes med bestillingen.

En kjenner ikke stedet som skal kartlegges, da befarer man det ved en passende anledning. Det er det beste, fordi man da kan måle ut avstanden for å sikre den riktige målestokken på luftfotoet. Dessuten kan en rådføre seg med kolleger som reiser i distriktet.

Et forstørret luftfoto er dyrt. Av den grunn lønner det seg ikke å bestille mer enn det som er strengt tatt nødvendig. Er en heldig så kan en få tak i et meget tydelig og detaljrikt bilde i nøyaktig målestokk. Slike opptak ble

for spesialkartlegging som f. eks. økonomiske kart. Man får et bilde som måtte forstørres kraftig fra en høyflygning, en kan ikke vente særlig mye detaljer eller holdbarhet i målestokken. Befaring av stedet blir det ikke anledning til, og en får heller ikke skaffet seg grundige opplysninger over målestedet (fallforhold, flomområde osv), det lønner seg å bestille først eller å låne uforstørret fotopar og studere det under stereoskop. Et luftbilde kan forstørres eller forminskes dersom man ikke har det i den ønskede målestokk ved hjelp av en reduksjonspasser eller en inndeling med rutenett. Er bildets målestokk ukjent, må man ha en målt strekning på marken hvis man ikke kan fastslå forholdet på en annen måte. (Se avsnitt i boken om flyfoto). Bruk av luftfoto gir en uvurderlig hjelp til opptegning av horisontale former som f. eks. elver med slyngninger, øyer, steinblokker osv. Det er til stor hjelp enten man overfører dette på et tegnepapir (av beste kvalitet) eller legges under en tegnefilm. Luftfotoet gir oss altså grunnrisset og man fritas for horisontal måling.

Helt til slutt skal jeg komme inn på det tilfellet hvor man arbeider uten luftfoto (målebord-system).

2) Det hører med til forberedelsene at man undersøker om andre etater eller institusjoner har laget lignende kart over stedet. Et hvert funn av kartmaterial kan være til hjelp. En kan overføre kotehøyder, høydekurve eller grunnrisset. Ofte har kommuner, veivesen, kraftselskaper, NSB osv. lignende kartmaterial.

3) En må også undersøke om det finnes noe nivellement i nærheten, NVE, NGO, NSB osv. Det er et bedre startpunkt med en FM. bolt i nærheten som har h. o. h. enn et KM. ved VM som bare har relativ høyde. I slike tilfeller kan kartets høyder baseres på h. o. h. Med et dobbelt nivellement overføres høyden på KM-et også.

4) Før man reiser ut i felten, må man samle alle opplysningene om VM-ene med høydebeskrivelser, observatørers navn og adresse osv.

5) En skaffer seg det nødvendige kartmaterialet som er nødvendig til reisen og for orientering på marken. (Hvis en ikke er lokalkjent). Om nødvendig kan navn og retningsnummer for nærmeste poststed og nærmeste telegrafsted noteres.

6) En huskeliste er nødvendig. Før avreisen må en kontrollere at alt er med.
Til elveleiekartlegging anbefales følgende:

Luftfoto
Kart
VM, beskrivelser
Nivell. plansje
Andre kart eller FM-er
Tegnepapir og tegnefilm
Tegnesaker
Stikkpasser
Reduksjonpasser
Vinkellinjal og lang linjal
Dioptra (siktelinjal)
Blyantspisser
Notisbøker
Nivell. bok
Limbånd (tape)
Kompass
Instruks til arbeidet
Båt med årer
Tau
Wire

Redningsvester
Ekkolodd
Batterier
Vadestøvler
Niv. kikkert med stativ
Målestenger
Stikkstang
Målebord med stativ
Landmålerparaply
FM. -bolt
Feisel
Hardmetallbor
Maling, kost og hvite-sprit
Fotoapparat med film
Plastikksekk til ekkolodd og verktøy
I tillegg kommer det vanlige felt-utstyret som regntøy, kollivignetter, forskudd, reiseordre, lommelykt, reiseapotek osv. osv.

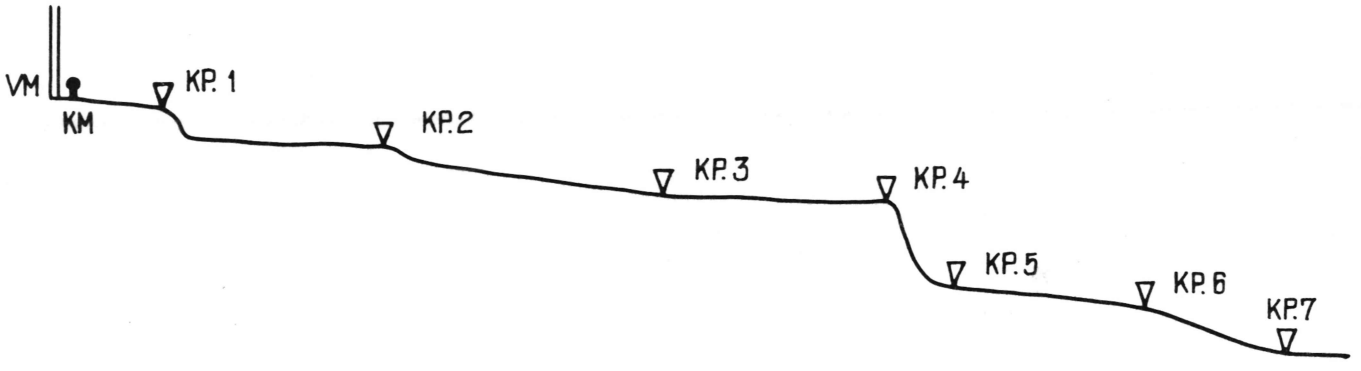
FELTARBEID

Etter at VM-et er kontrollert eller rettet, og man er overbevist om at det står riktig, kan arbeidet begynne. Vi antar at grunnrisset allerede foreligger på tegnebrettet, eller at man har et flyfoto, festet på plate, i hånden.

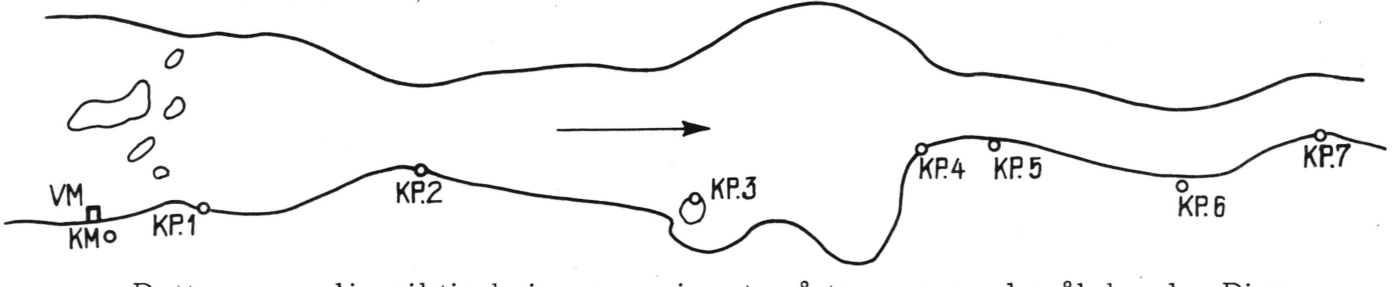
FM. bolten, som blir startpunktet for høydene, oppsøkes enten det er et KM til VM-et eller et annet FM. Med en boks maling og pensel i hånden går man langs den ene siden av elven og oppmerker karakteristiske punkter, KP. Disse pkt. -ene er karakteristiske vertikalt, men om mulig også horisontalt.

Vertikalt

De legges der hvor det er forandring i fallforholdene



Horisontalt legges de på steder hvor de allerede er bestemt vertikalt. Om mulig legges slik at KP-ene ligger horisontalt også karakteristisk på spesielle steder som odder, viker osv.



Dette er særlig viktig hvis grunnrisset må tas opp med målebord. Disse KP-ene er ryggraden i hele kartet. En maler gjerne en liten ring rundt det høyeste punktet på en stabil stein. Om det ikke finnes noe stein i nærheten, eller at de er løse, kan man slå ned en treplugg laget fort på stedet. Nummereringen av disse KP-ene er meget viktig. Som regel tror man at man husker deres beliggenhet, nøyaktige høyde og rekkefølge, men allerede etter en liten stund begynner ofte rotet. Dette arbeide kan ta en time, men det er en god investering. Det påføres kartet.

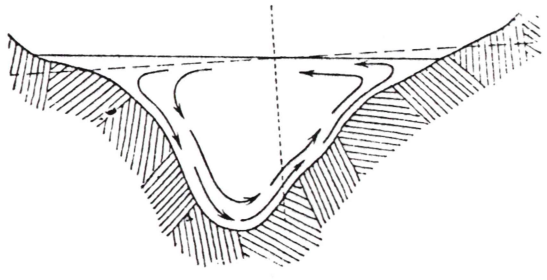
Neste trinn

Man innivellerer alle disse KP-ene fra nærmeste FM - altså forsyner dem med høyder. For å unngå anvendelse av + og - kurver, setter man 10 meter eller 20 meter for startpunktets høyde som er FM. eller KM. når deres høyde ikke er høy nok. Enten ligger det bare noen få meter over havet eller så er det et KM som ikke har h. o. h. i det hele tatt. F. eks. kan KM-et svare til 2, 14 m på VM-et. Da blir KM-ets høyde 12, 14 m eller 22, 14 m etter hva vi velger som startpunktets høyde. Høydene skrives på kartet like ved KP-ene.

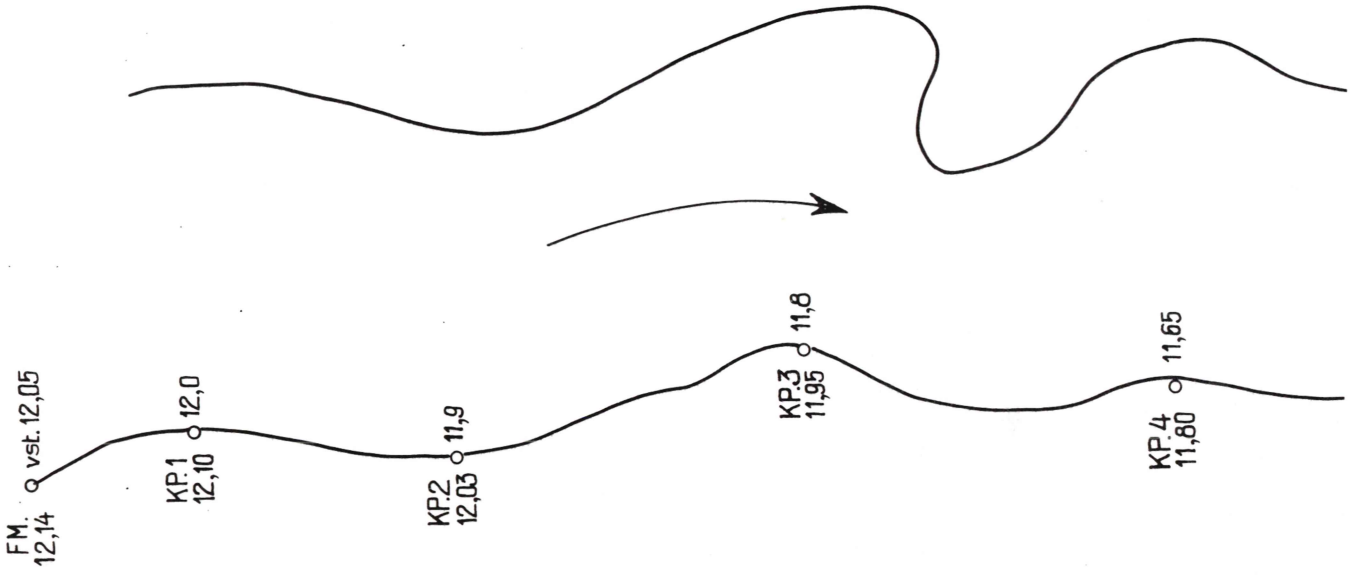
Neste trinn

Så innivellerer man vannstandene til hvert KP. Etter beregningene påføres også disse tallene på kartet. For å unngå forveksling av høyder og vannstandshøyder, skrives de med en annen farge. En blå kulepenn kan gjøre god nytte. Er man avansert når det gjelder nivellement, kan vannstandene tas opp sammen med første nivellering. Disse KP.-ene, med sine høyder og vst.-høyder like ved, tjener som utgangspunkt for videre måling på land og til vanns.

Disse vannstandshøydene har man bare på den ene siden av elven. Allikevel kan man regne med samme vst.-høyde på den motsatte siden. Bruk øyemål! En må likevel være oppmerksom på at der hvor elven slynger seg kan en komme til å få en helt annen vst.-høyde på den motsatte siden. Noen få cm har ikke stor betydning for kurvetegningen, men man kan ikke da bruke dette som utgangspunkt for bedre nivellement.

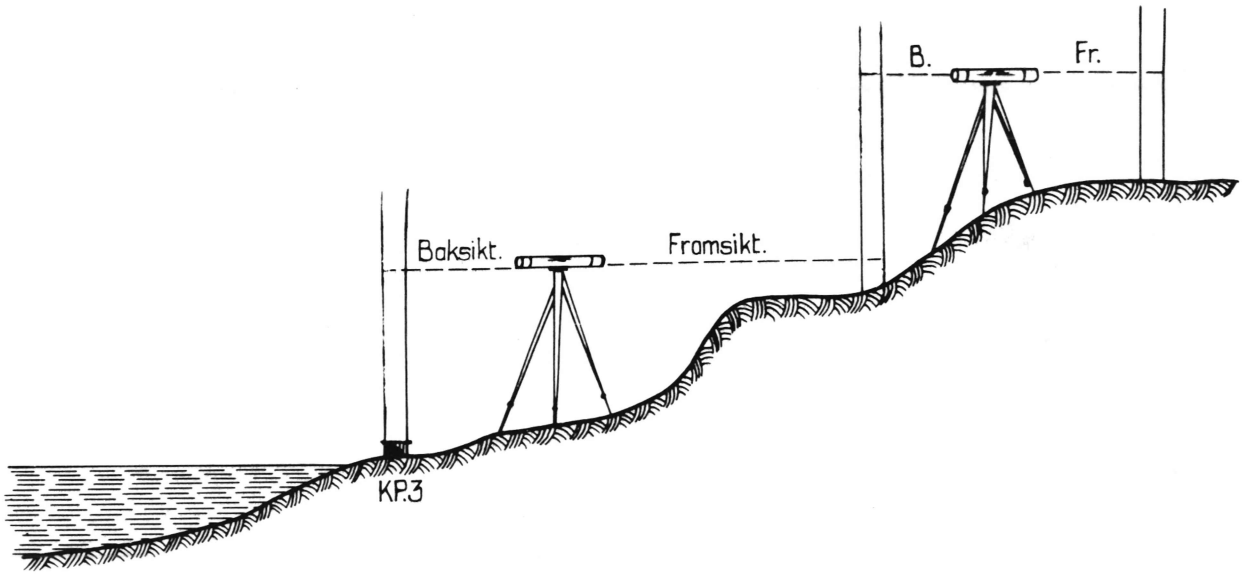


Der hvor vannflaten heller innover, og ikke er vannrett, må en også regne med en vertikal strøm.



Måling på land

En stiller seg opp så høyt som mulig med en kikkert på en linje som går på tvers av strømmen og over et KP. Så sikter man bak på KP. -et og sikter frem på land. (Avstandene bør også avleses).



Er det flere høyder en skal måle, flyttes kikkerten på samme linje. Fremsiktestangen blir stående og vi sikter på denne som baksikte igjen.

De målte punktene i terrenget må påføres kartet fortest mulig og nummereres både i nivell. boken og på kartet. Dette gjentas ved hvert KP. Er terrenget enkelt, kan en benytte en oppstilling til målinger rundt flere av KP. -ene og detaljpunktene herfra. Da må man orientere kartet godt. Man kan da måle avstandene direkte fra tilsvarende KP eller identifisere dem på et flyfoto. Vi må huske på at vi får alle disse høydene ved å trekke alle fremsiktene fra det eneste baksiktet vi har tatt.

Man er best tjent med å sette opp rubrikken på noen sider i en notisbok. Det kan se slik ut:

Nr.	Baksikt.	Avst.	Framsikt.	Avst.	Höyde.
FM.	1,250	23			18,948
KP.1	1,766	21	1,799	22,5	18,399
KP.2	1,132	19	1,501	18	18,664
KP.3	0,811	25	1,580	17	18,216
KP.4	1,216	22	1,011	21	18,016
KP.5			1,180	16	18,052
			osv.		

Eks på nivell. av KP-ene.
Fremsiktene trekkes fra forangående baksikt og h. forskjellene fra forangående høyde.

Nr.	Baksikt.	Avst.	Framsikt.	Avst.	Höyde
KP.3	2,081	14			18,216
1.			2,460	11	17,837
2.			1,310	14	19,987
3.			1,040	9	19,257
4.			0,940	16	19,357
			osv.		

Eks på nivell. av detaljpunkter.
Fremsiktene trekkes fra den eneste baksikt og høydeforskjellene fra den eneste høyde.

Det er ikke nødvendig med nøyaktighet på millimeteren. Tallene avrundes i alle fall før de påføres kartet. Ved høydeforskjeller, som man får ved å trekke fremsiktet fra baksiktet, må en være varsom når det gjelder pluss- eller minus-fortegn. Man kan øve seg opp til en rask avgjørelse slik: Ved det siktet som viste størst tall var stangen lavest. (Derfor ble det avlest mer på stangen.) Punktet ligger altså lavere enn punktet ved det motsatte siktet, og omvendt.

MÅLINGER I VANNET

Mange muligheter og metoder finnes for måling av dybder og deres avstander fra land (KP). Det er enklest når elveleiet er tørt eller elven er så grunn at den kan betraktes som "land". Assistenten stiller seg da opp i bunnen med målestang og måles med kikkert. Ved store floder må den mest avanserte måling til. Båten må da holdes på rett kurs uten tauverk. Avstand og dybder måles fra land med spesialinstrumenter. Ved mellomstore elver kan vi vanligvis snakke om to metoder.

a) Når vading er mulig

I slike tilfelle går en mann, utstyrt med vadebukse, med en 2.-meters lett stikkstang i hånden. En stikkstang, som har halvmeters inndeling, kan inndeles i desimeter med farget plasttape (isolasjonsband). Han kan selv notere avstandene og dybdene langs et tau eller en målewire. Det kan også ropes inn på land og bli skrevet ned der. Det kan f. eks. hende at man ikke har behov for så tette dybdemålinger som annen hver meter, men når man først er igang er det like greit å måle så tett. Dessuten kan de gi detaljer ved opptegning av kurver. De målte og noterte dybdene trekkes fra vannstandshøyden ved denne linjen.

b) Med bruk av båt

Når vading er umulig må en bruke båt. Ved de siste årenes prøver, fikk man bevis for at gummibåt egner seg utmerket til dette formålet. Den er lett å transportere, passer for grunne partier, har flere luftkamre og kan ikke kantre osv. Ulempen ved gummibåten er at den er vanskelig å ro i tilfelle en må over i en stri elv.

Det er ikke nødvendig med nøyaktighet på millimeteren. Tallene avrundes i alle fall før de påføres kartet. Ved høydeforskjeller, som man får ved å trekke fremsiktet fra baksiktet, må en være varsom når det gjelder pluss- eller minus-fortegn. Man kan øve seg opp til en rask avgjørelse slik: Ved det siktet som viste størst tall var stangen lavest. (Derfor ble det avlest mer på stangen.) Punktet ligger altså lavere enn punktet ved det motsatte siktet, og omvendt.

MÅLINGER I VANNET

Mange muligheter og metoder finnes for måling av dybder og deres avstander fra land (KP). Det er enklest når elveleiet er tørt eller elven er så grunn at den kan betraktes som "land". Assistenten stiller seg da opp i bunnen med målestang og måles med kikkert. Ved store floder må den mest avanserte måling til. Båten må da holdes på rett kurs uten tauverk. Avstand og dybder måles fra land med spesialinstrumenter. Ved mellomstore elver kan vi vanligvis snakke om to metoder.

a) Når vading er mulig

I slike tilfelle går en mann, utstyrt med vadebukse, med en 2.-meters lett stikkstang i hånden. En stikkstang, som har halvmeters inndeling, kan inndeles i desimeter med farget plasttape (isolasjonsband). Han kan selv notere avstandene og dybdene langs et tau eller en målewire. Det kan også ropes inn på land og bli skrevet ned der. Det kan f. eks. hende at man ikke har behov for så tette dybdemålinger som annen hver meter, men når man først er igang er det like greit å måle så tett. Dessuten kan de gi detaljer ved opptegning av kurver. De målte og noterte dybdene trekkes fra vannstandshøyden ved denne linjen.

b) Med bruk av båt

Når vading er umulig må en bruke båt. Ved de siste årenes prøver, fikk man bevis for at gummibåt egner seg utmerket til dette formålet. Den er lett å transportere, passer for grunne partier, har flere luftkamre og kan ikke kantre osv. Ulempen ved gummibåten er at den er vanskelig å ro i tilfelle en må over i en stri elv.

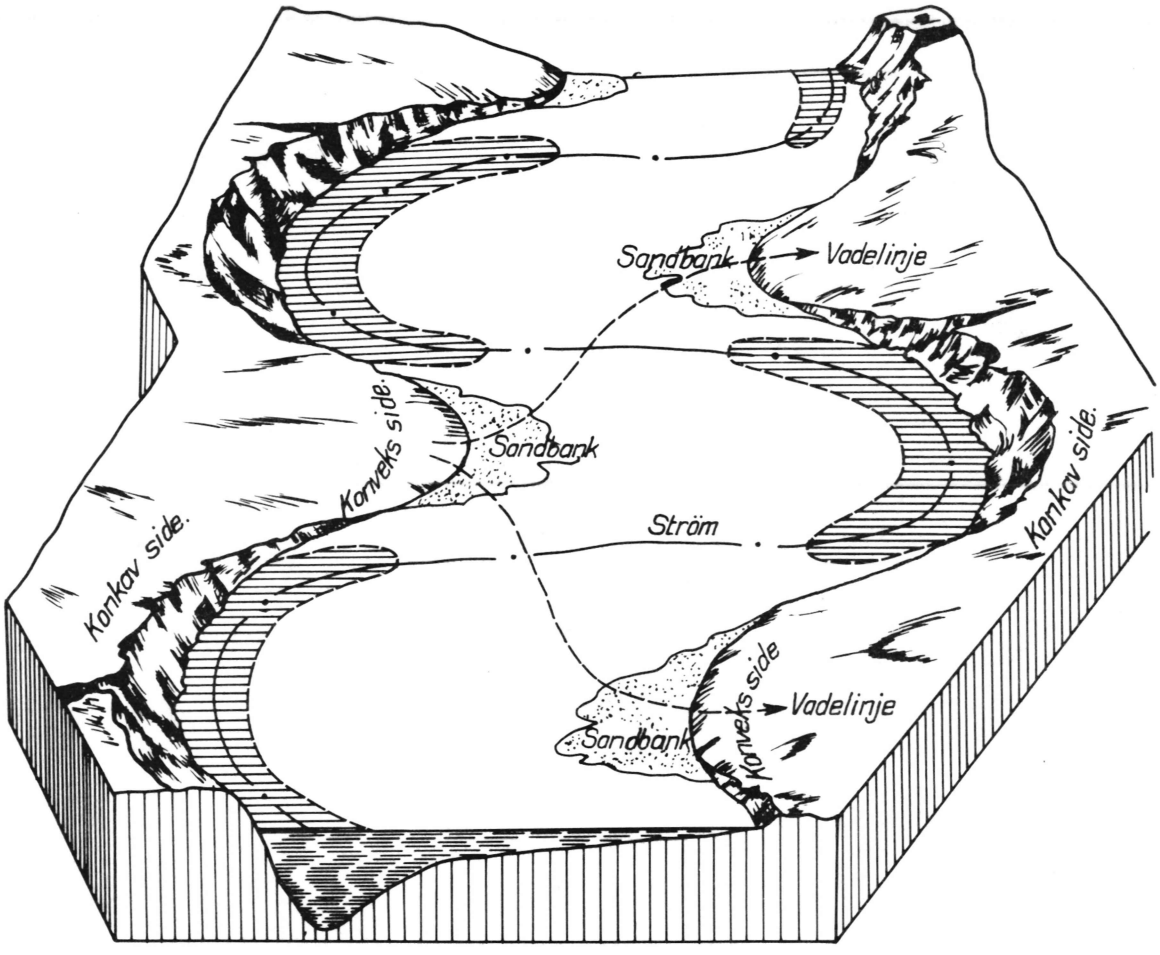
Man kan stikke med en stikkstang som nevnt før. Flere stenger bundet sammen kan også benyttes. Ellers er "EKKOLODD" tingen. Ekkolodd-sonden, som stikkes i vannet, kan bindes fast til båten og man frigjør hendene. Disse små hendige apparatene viser dybden i desimeters nøyaktighet. En kan bare notere avstand og dybder. Båten fortøyes og flyttes stadig videre langs et utspent tau eller en målewire. En må ikke glemme å forsyne notatene med nummer. Hvert snitt får sitt nummer. Retningen skal merkes, f. eks. fra H mot V bredd eller omvendt.

Som nevnt før, trekkes dybdeverdiene igjen fra innivellert vannstand. Hvis vannstanden forandrer seg betydelig i mellomtiden, må målingene justeres etter det. Gjelder det utløpskart, må en ikke glemme å finne salpunktet ved utløpsoset så nøyaktig som mulig.

Ekkolodd er følsomt overfor fuktighet. Det er derfor å anbefale å legge det inn i en gjennomsiktig plastikkpose. Da kan det også betjenes.

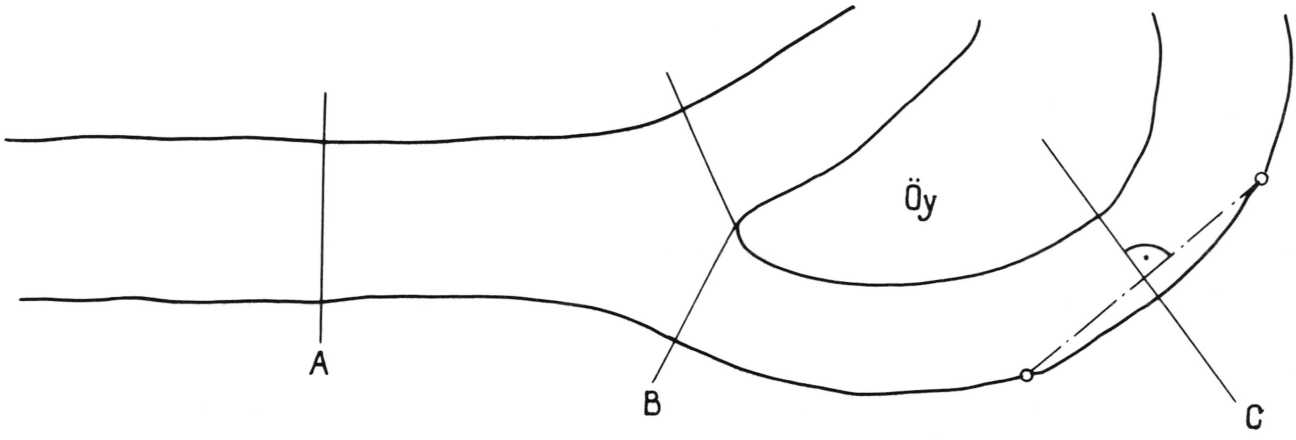
Saken er enklere når tau eller målewire bare brukes til å måle avstandene med. En må feste godt når tau eller målewire eller begge to sammen tjener til å holde båten. Ved høy vst. og sterk strøm og attpå til en gummibåt kan dette by på problemer. Det viser seg at kunstfibertau, som er lett og flyter på vannet, egner seg utmerket. Det kan ikke sette seg fast. Ved siden av tauet kan en feste målewiren. Selve tauet kan også merkes opp med isolasjonsband av plast. Ved en vf. måling velger man vanligvis ut det mest egnede stedet. Vi har ikke den fordelen ved kartleggging. En må få over tauet uansett forholdene. Det må flyttes fra sted til sted uavhengig av om bredden er gangbar eller ikke.

Elvens karakter er mangfoldig. En kan ikke finne opp noen universal oppskrift, men hver enkel situasjon må vurderes på stedet. Likevel finnes det noe karakteristisk som er felles: Med kjennskap til dette kan en lettere velge ut gunstige steder (f. eks. vadested). Da er det lettere å avgjøre hvor det er viktigst å måle.

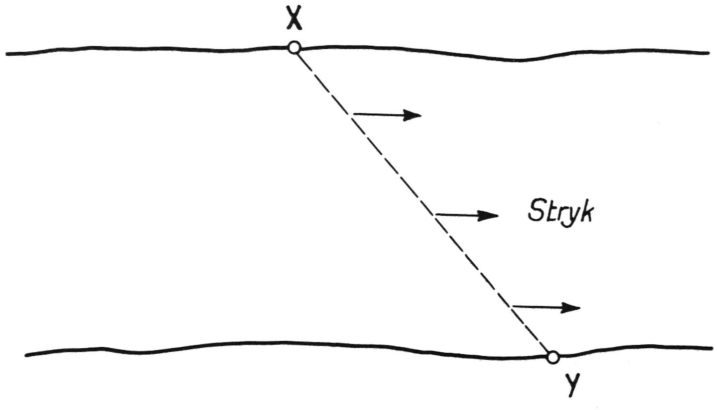


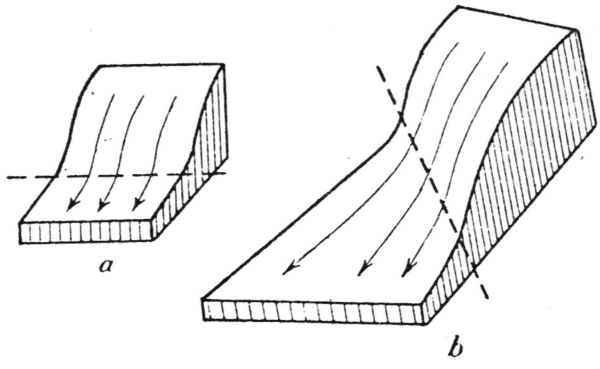
Elvedetaljer som følge av vannets bevegelse.

Nedenstående figur viser hvordan det er best å måle over elven.



Unntagelse ved spesielle fallforhold som f. eks. x og y punktene. Punktene har samme høyde, altså vannets fall er skrå på elvebredden.



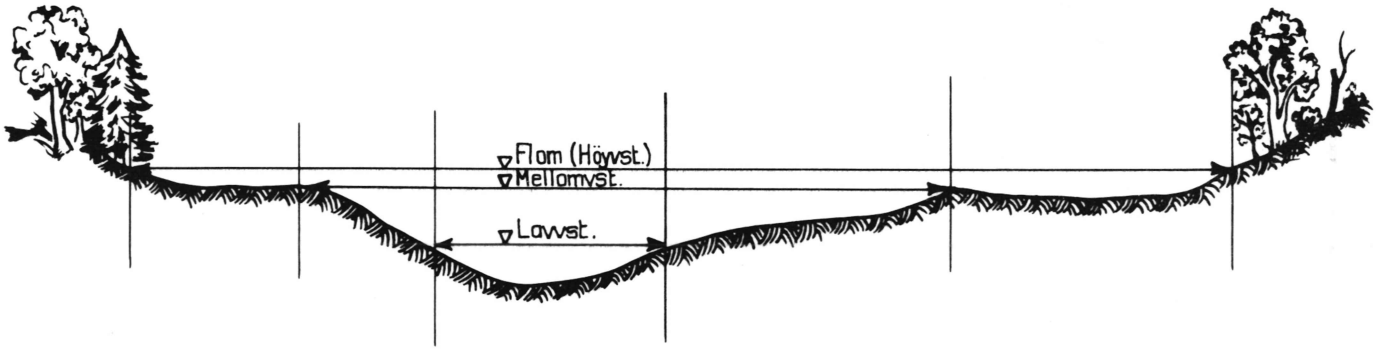


PÅ MODELL:
a) Rett helling
b) Skrå "

Både land- og vannmålinger beregnes. Høydene påføres kartet. Beregningene er enkle, men tar tid og krever ro. For at en ikke skal tape kostbar tid ute i marken, særlig når assistenten(-e) må vente, anbefales det å utføre dette om kvelden. Neste dag har man kartet i hånden med opptegnet grunnriss og påførte høyder. Da kan en begynne opptegningen av høyde- og dybdekurver. Høydekurvene bør absolutt tegnes opp ute i marken mens man ser terrenget foran seg. Man må forsøke å få med detaljer som ikke kan lagres i hukommelsen. Dybdekurvene kan eventuelt tegnes opp hjemme, men en ser tross alt en god del formasjoner under vannet også En tegner ikke mer ad gangen

enn akkurat det man ser godt i terrenget der en står. Man stopper opp for å tegne etter hvert som man vandrer langs elven på begge sider. Der det flomberørte området er stort og bredt, eller terrenget er komplisert, er det best å gå opp og ned eller frem og tilbake på flere avsnitt for å kikke på detaljer.

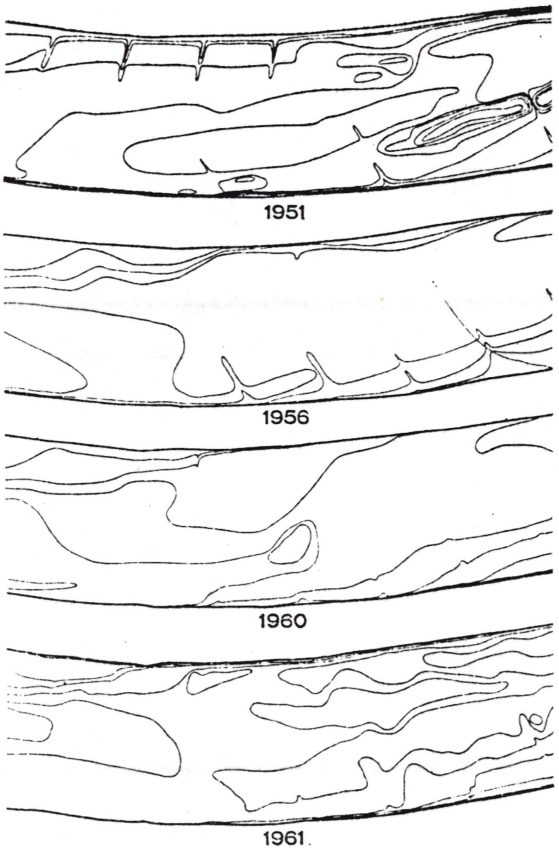
Ved variable vannstander, får man merkbare linjer på bredden. En kan nevne 3 hovedbegrensninger. Det er flom, mellom- og lav. vst.



Man lager ikke kart ved flomvannstand, men dennes nivå tegnes inn som elvebredd med en hel kraftig blyantstrek. Vannstand under oppmåling tegnes inn med stiplet linje.

Flomvannstanden er som regel meget merkbar på marken og pleier å bli en vegetasjonsgrense. Enkelte storflommer kan gå langt inn over områder, altså over denne grensen, og legge igjen "flytegods" som markerer vannstanden uker og måneder etter. Med en lett stokk kan man måle fra flomtoppene og ned til bakken. Så blir alle målingene trukket fra flomvannstanden.

Til opptegning av kurver henvises det til et tidligere avsnitt i boken hvor dette er omtalt.



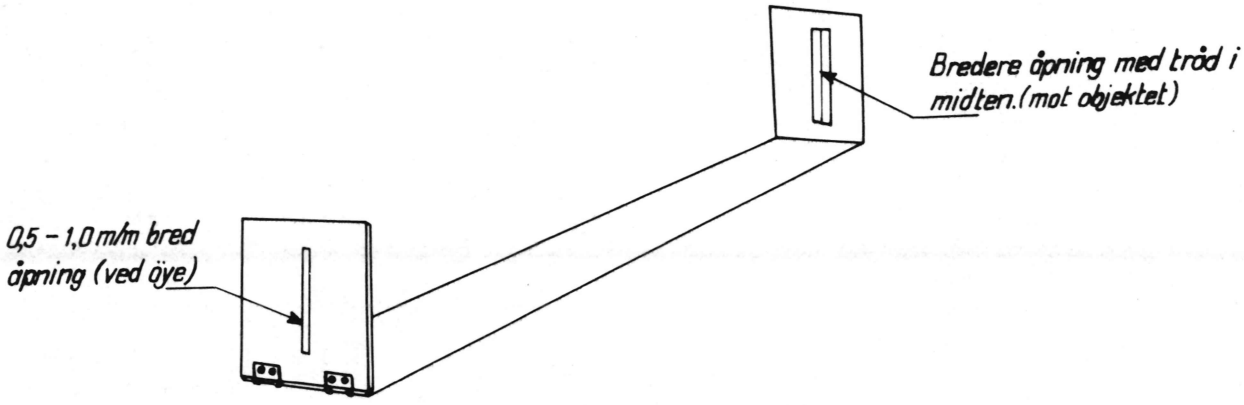
Figuren viser 4 oppmålinger over samme strekning av Donau i forskjellige år. Bunnforhold er forskjellig på alle.

KARTLEGGING UTEN LUFTFOTOGRUNNLAG (MÅLEBORD)

Man må selv lage grunnrisset om man ikke har luftfoto som grunnlag. Formen av elven må en tegne opp i riktig målestokk. Det er best å ty til det klassiske målebor-systemet. Dette behøver ikke å skje med standard og kostbart målebordutstyr, topografinstrument som "KIPREGEL" eller lignende. Det er ikke nødvendig med en tachimeter-kikkert en gang. Vi som er utstyrt med en nivellerkikkert klarer oss med den. I tillegg kan en slå sammen et enkelt og rimelig målebord f. eks. på fotostativ og tegnebrett. Kravet er at bordplaten skal kunne dreies rundt (orienteres), skrus fast og stå noenlunde vannrett. I tillegg trenger vi en siktelinjal (dioptra).

Som siste utvei, kan man bruke en trelinjal. På begge endene av den må det da slås ned en nål noenlunde loddrett og i nøyaktig lik avstand fra kanten.

Er man heldig med det stedet man kartlegger, kan det hende at det er nok med en oppstilling i midten og at man derfra sikter rundt. Dette er særlig mulig hvis assistenten bærer en 4 meters målestang. Ellers må det stilles opp flere ganger og en må orientere bordet på ny.



Siktelinjal (dioptra).

Målingen begynner

Man stiller opp både kikkert og målebord ved siden av hverandre så tett som mulig, men ikke så tett at bevegelsen i mellom blir hindret. F. eks. 1 meter fra kikkerten i en bestemt retning. Da vet man hvor bordet står på kartet. Alle avleste avstander må, om nødvendig, korrigeres med dette.

Etter at kikkerten er korrekt oppsatt og klar til måling, går man over til målebordet. Det settes vannrett og dreies omtrent i den retningen som skal dekke området. Målebordet fastlåses. Etter skjønn utpekes et sted på bordet hvor stasjonspunktet vårt skal stå. Det påsettes et punkt til kikkerten og et punkt til målebordet. Målebordets pkt., f. eks. 1 m fra kikkerten, avmerkes med en knappenål. Knappenålen kan stå fast hele tiden som et støttepillar til siktelinjalen vår.

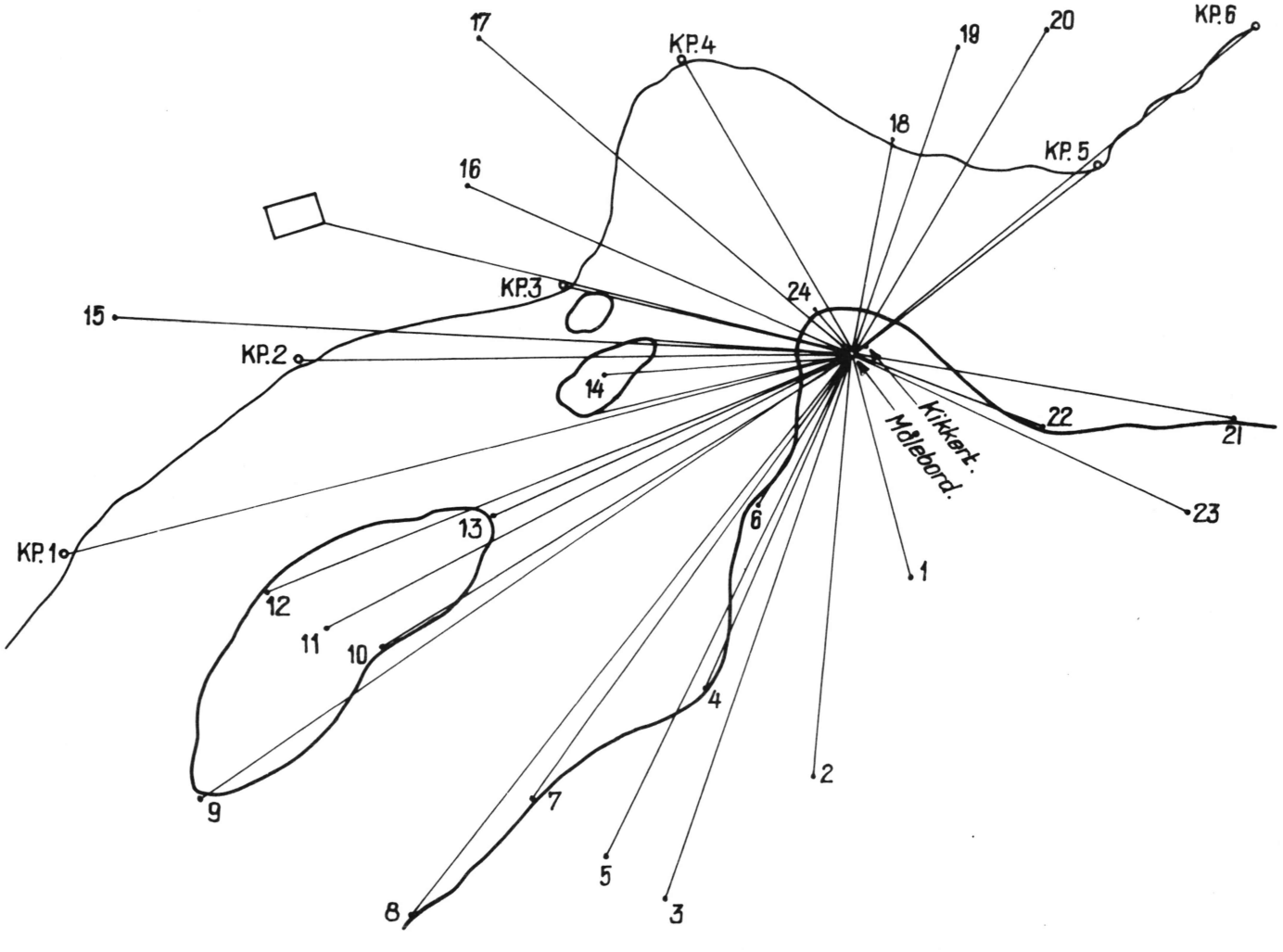
Assistenten(-e) instrueres på forhånd hvor han (de) skal gå med målestangen og om hvilke karakteristiske punkter vi skal måle. Med to assistenter kan man spare tid. Da kutter man ut ventetiden når en assistent går fra sted til sted. Ved enklere steder er det ikke nødvendig. Assistenten må vite at vi sikter på ham 3 ganger på hvert sted.

1) Med kikkert avleses og noteres høyden.
2) Med kikkert avleses og noteres avstanden.
3) Man går over til målebordet og innsikter retningen med siktelinjal. Etterpå kan assistenten gå videre. Retningen sikrer man med en tynn linje (blyantstrek). Den avleste avstanden måles opp på denne streken. Punktet avmerkes med et nålestikk og får et nummer. Slik kan en gjøre i alle retninger.

Det lønner seg å stille opp på et herskende sted. Fra det samme stasjonspkt. et kan en da utføre en hel masse målinger. Vi må flytte oss hvis det blir udekkede områder igjen. Målebordet må da orienteres på nytt. Det er selvfølgelig nok bare å ta avstander og retninger for å konstruere grunnrisset, men man måler høydene samtidig.

Når man har sikret seg de karakteristiske punktene, kan en ta av bordet. Så går en rundt og tegner opp former av elver, sideelver, dammer, broer osv. Manglende detaljer kan suppleres etter øyemål eller de kan måles opp med skritt (kontroller ditt skritt, eller øv deg opp til å ta meter-skritt).

Beregning og påføring av høyder på kartet, samt kurvetegning, skjer på samme måten som ved luftfotogrunnlag. Til kurvetegning benyttes en annen farge, f. eks. rød. En rød blyant, som lett kan viskes ut og korrigeres under arbeid, er fin. (F. eks. Eagle Verithin Scarlet red 744).



Omtrent slik ser det ut på målebordet etter en del sikt fra et stasjonspunkt.

Oppstilling og orientering av målebord på et nytt stasjonspkt.

Man må ha råd til en skikkelig målebordmagnetnål (bussola). Bussolaen har en fastmontert holder eller en fastlinje på bordet å sette den på. Ved første oppstilling, etter at bordet er orientert og fastlåst, skriver eller tegner man opp den verdien som nålen peker på. Under neste oppstilling dreier man bordet slik at nålen befinner seg i samme stilling. En må være oppmerksom på "metall-faren". En bro, en parkert bil, jernbeslag på stativene eller målewire i nærheten kan gi utslag og ødelegge orienteringen. Derfor anbefales det å kontrollere på et eller to pkt. er på vanlig måte med siktelinjal.

Uten magnetnål

For å unngå vanskelige manøvre, som f. eks. tilbakeskjæring, anbefales følgende: Før man flytter, og i det hele tatt rører bordet, sikter man frem til neste stasjonspkt. Så merkes dette av på marken og påføres målebordet. Etterpå flytter man og stiller opp målebordet rett ovenfor merket. Kikkerten står ved siden av. Etter at bordet er stilt vannrett, stikkes nålen i det nye stasjonspunktet. Siktelinjen settes tett ved nålen og over til det tidligere stasjonspkt. et. Det kan også være et annet pkt. som er blitt oppmerket ved hjelp av en stang. Det kan ha blitt holdt oppe med håndkraft eller ved hjelp av en varde rundt stangen. Da dreies bordet så mye at linjalen sikter nøyaktig på det tidligere målte pkt. et, stasjonspunktet osv. Bordet fastlåses og siktelinjalen dreies rundt nålen. Den rettes mot andre målte og oppmerkede punkter for kontrollens skyld. Den kan gjerne rettes mot punkter som er lengst borte bare vinkelen til disse er stor nok. Hvis ikke orienteringen vår stemmer helt, kan feilen fordeles. Hele prosessen bør gjentas ved større feil.

Anvendt material

Tegnepapiret skal egentlig være av den typen som har et metallag mellom papirene, som regel aluminium-folie. Man kjøper et godt tegnepapir (f. eks. Alvøens A kvalitet). Det er bra nok til vårt formål. Tegnepapiret bløtlegges fra begge sider med en våt klut eller en svamp. Så venter man ca. 5-7 minutter slik at papiret får tid til å utvide seg. Deretter legges det på tegnebrettet (målebordet). Det må limes rundt med kraftig limbånd (tape). Det tørker langsomt (uten sol) og man får en utmerket flat utspent overflate.

Til slutt, husk å ta fotoopptak fra karakteristiske strekninger ved elven.

4 tegninger er lånt fra Dr. Molnar's bok "Terkepalkotas".

J. M. Santha

Vedlegg 1.
(neste side)

Dybdekart over
Salsvn.

Kartleggingen utføres fra båt ved hjelp av ekkograf
eller ekkolodd, og gjerne kontrolleres med wire og lodd.

DYBDEKART over SALSVATN ca. 16 m.o.h.

OPPLODDET OG UTARBEIDET AV NVE, HYDROLOGISK AVDELING,
VED J. M. SANTHA, 1970.

EKVIDISTANSE 50 m. SUPPLERT MED 25 m.

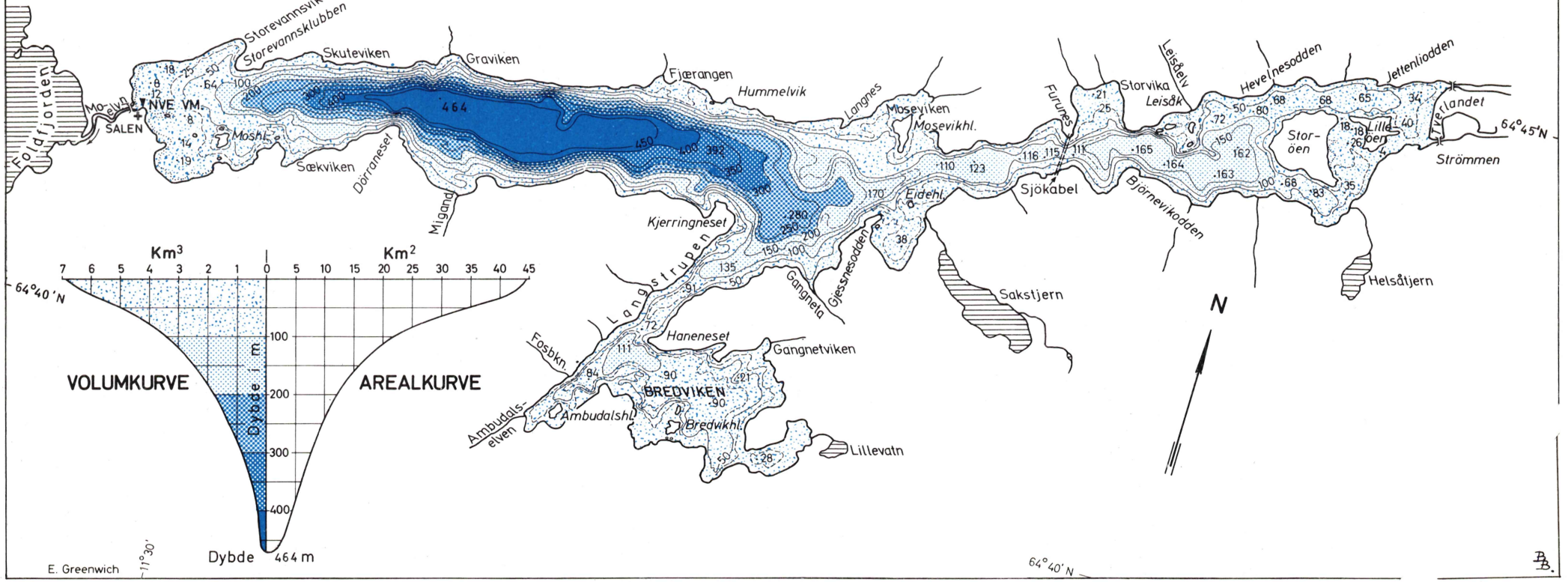
MÅLESTOKK

0 0,5 1 2 3 4 5 km

Rentegnet av: B. Braskerud Hydr. avd.
Dato: 26. 9. 1970

DATA FOR SALSVATNET

OPPLODDET VED VANNSTAND, CA. 0,67 m. PÅ VM. 694 SALSVATN	
STÖRSTE MÅLTE DYBDE	464 m
HÖYESTE OBSERVERTE VANNSTAND, 1917 - 1970	3,05 m
TILSVARENDE VANNFÖRING UT AV SALSVATNET	190 m^3/s
LAVESTE OBSERVERTE VANNSTAND, 1917 - 1970	0,32 m
TILSVARENDE LAVESTE NATURLIGE VANNFÖRING UT AV SALSVATN	2,0 m^3/s
STÖRSTE LENGDE, CA.	22 km
STÖRSTE BREDDE, CA.	3 km
OVERFLATEAREAL, A	44,4 km^2
NEDBÖRFELT	425 km^2
VOLUM, V	$6872 \cdot 10^6$ m^3
MIDDEL DYBDE, V/A	155 m
ÅRLIG TILSIG, Q	$727 \cdot 10^6$ m^3
TEORETISK FORNYELSESTID, V/Q	9,5 ÅR



Vedlegg 2
(neste side)

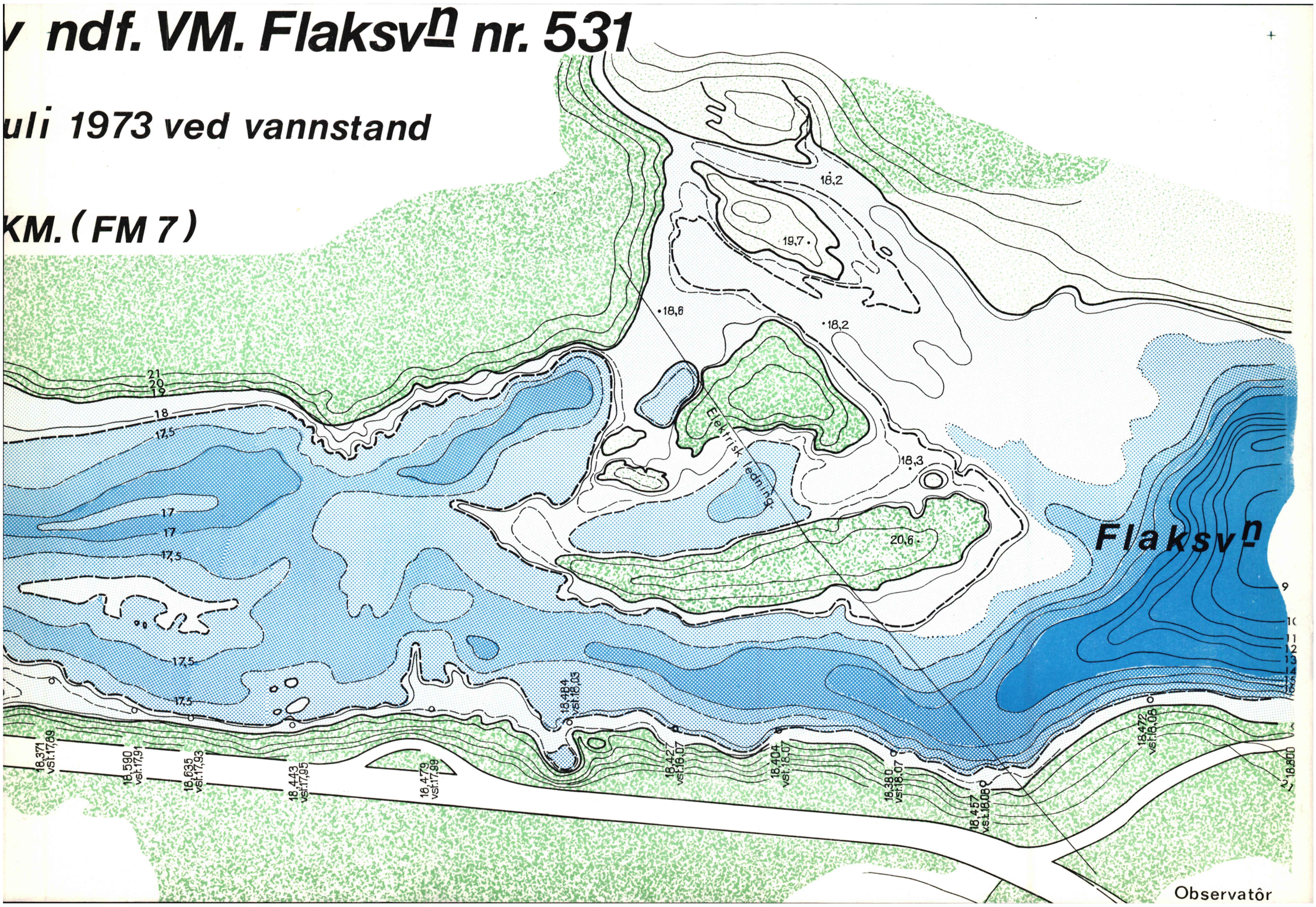
Elveleiekart (utsnitt)
Målestokk i dette tilfelle 1 : 1000

Ekvidistanse 1 m supplert med 0, 5 m.

v ndf. VM. Flaksvn nr. 531

uli 1973 ved vannstand

KM. (FM 7)



Vedlegg 3
(neste 4 sider)

Nivellementsplansje for Vassdragsnivellement

Målingen utføres med presisjonsstenger, og kikkert, med en nøyaktighet:

$$15 \sqrt{S} \text{ mm}$$

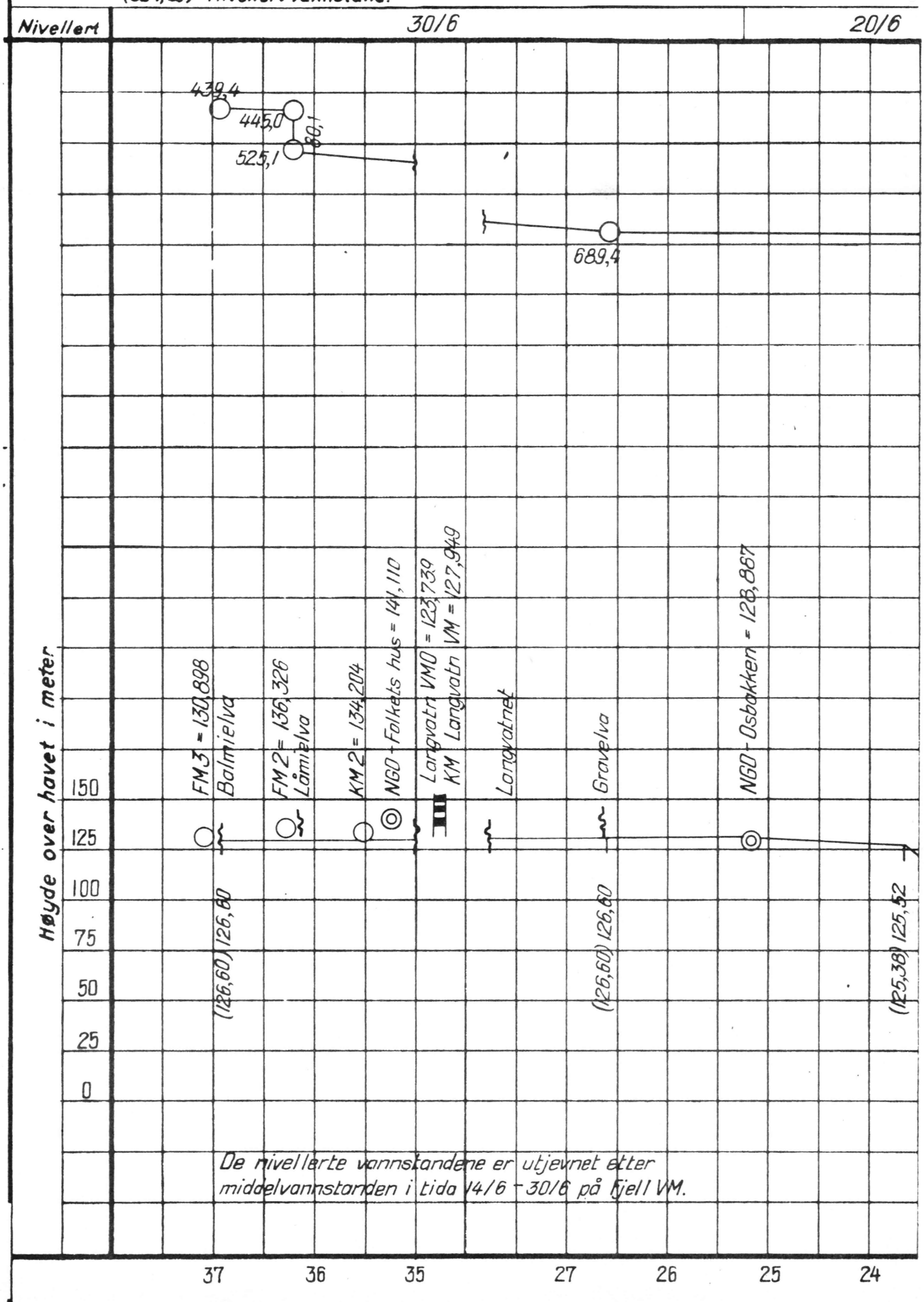
S = km

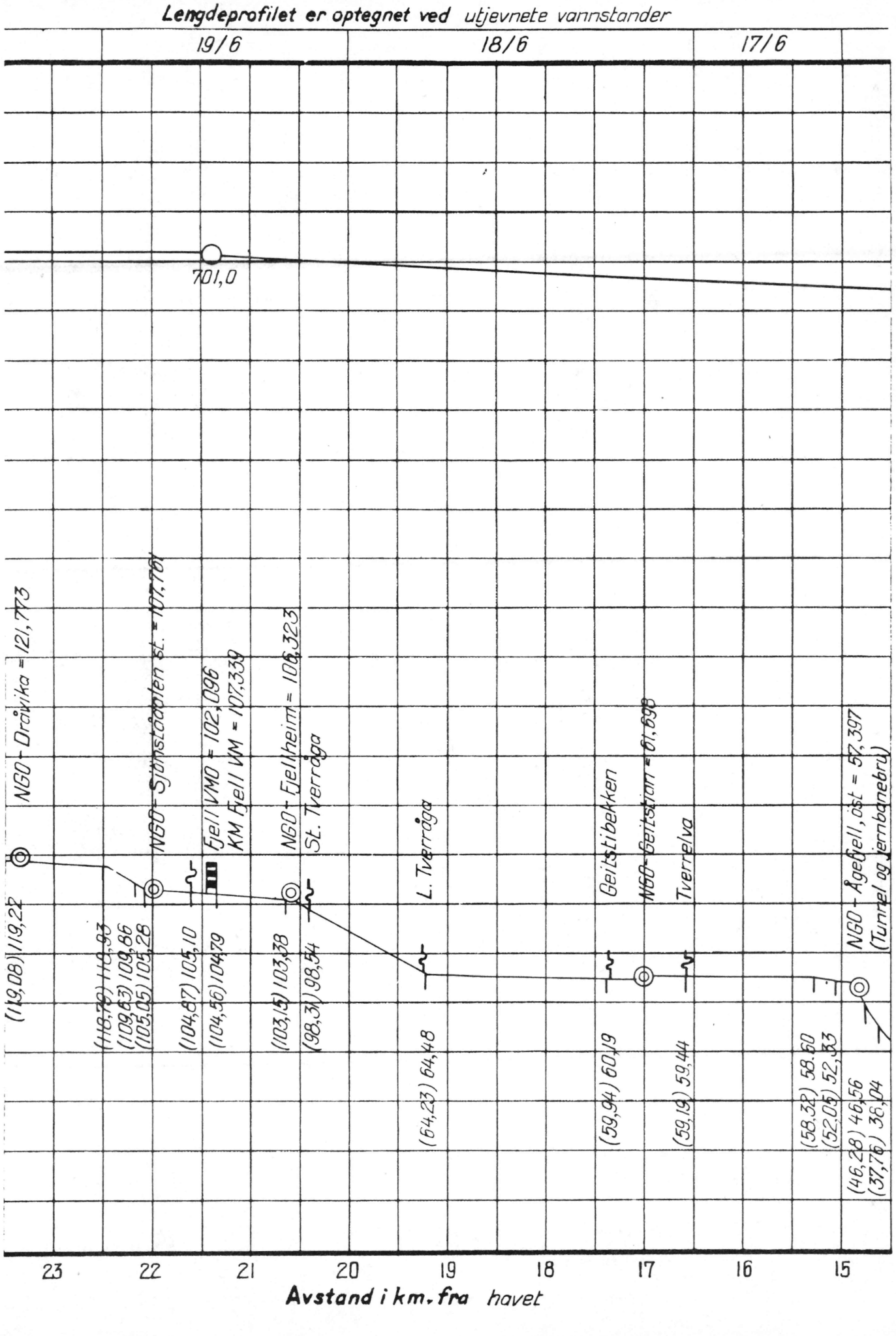
Permanent vannmerke.

Provisorisk vannmerke.

525,10 • Utjevnet vannstand.

(524,05) • Nivellert vannstand.




Lengdeprofilet er optegnet ved utjevnete vannstander
19/6
18/6
17/6
701,0
NGO + Dråvika = 121,773
(119,08) 119,22
(118,72) 118,93
(109,63) 109,86
(103,05) 103,28
NGO - Sjønstådalen st. = 107,761
(104,87) 105,10
(104,56) 104,79
Fjell VMO = 102,096
KM Fjell VM = 107,339
(103,15) 103,38
(98,34) 98,54
NGO + Fjellheim = 106,323
St. Tverråga
(64,23) 64,48
L. Tverråga
(59,94) 60,19
Geitstibekken
NGO - Geitstian = 61,698
(59,19) 59,44
Tverrelva
(58,32) 58,60
(52,05) 52,33
(46,28) 46,56
(37,76) 36,04
NGO + Ågefjell, øst = 57,397
(Tunnel og jernbanebru)
23
22
21
20
19
18
17
16
15
Avstand i km. fra havet

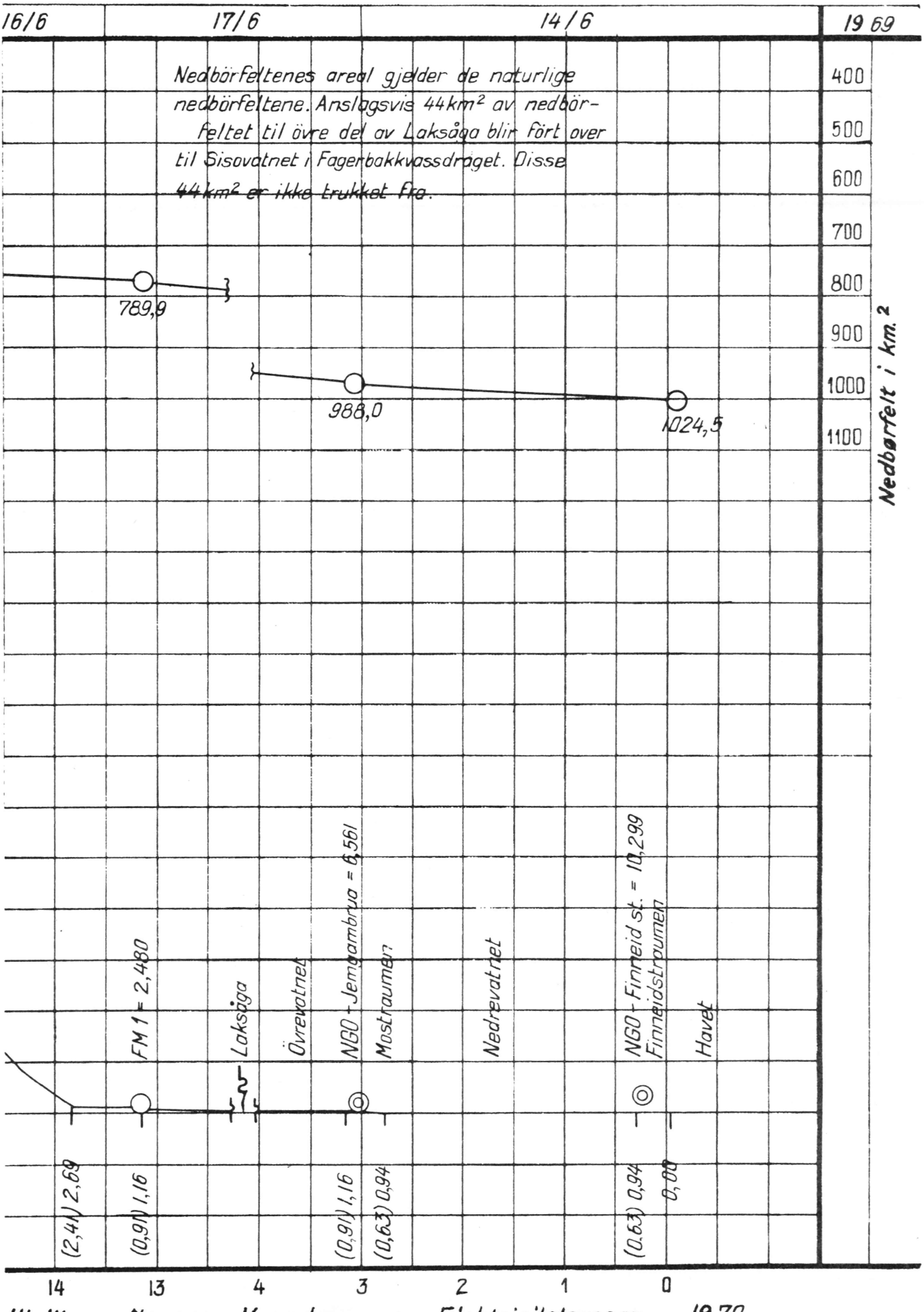
Vassdrags-
nivellement
L.nr. 556

SJÖNSTÅELVA

Bl. 1

Km. 36,9 - 0,0 **fra** havet

Hovedelv: Sjönståelva (Sulitjelmavassdr.)



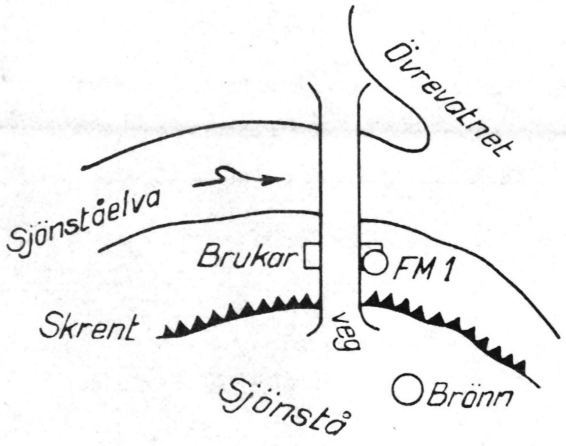
Utgitt av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen 1970

SJÖNSTÅELVA

Km. 36,9 - 0,0 fra havet

FASTMERKESKISSER.

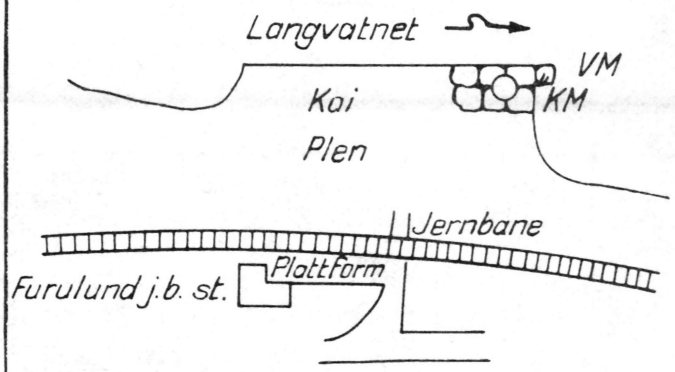
F.M. 1 H.o.h. 2,480 NVE



I brukar

K.M. H.o.h. 127,949 NVE

Langvatn VM



Bolten står i stein nr. 2 fra hjörne av kai, 1,35m fra VM.

F.M. H.o.h.

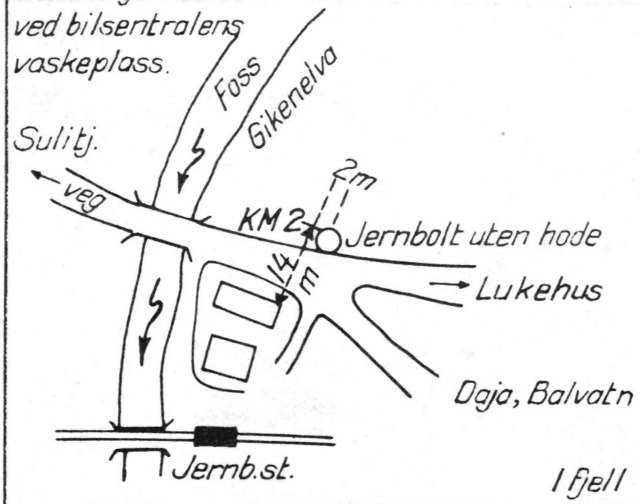
Fastmerkebeskrivelse for NGO-fastmerkene finnes i NGO's publikasjon av 1967. Höyder for presisjonsnivellement i Sör-Norge 1954 - 1967.

Rettelser.

NGO - Geitstian. H = 61,698
„I stor stein 90m v. for Geitstielva" må korrigeres til 280m.
NGO - Dråvika. H = 121,773
Hodet til bolten mangler.

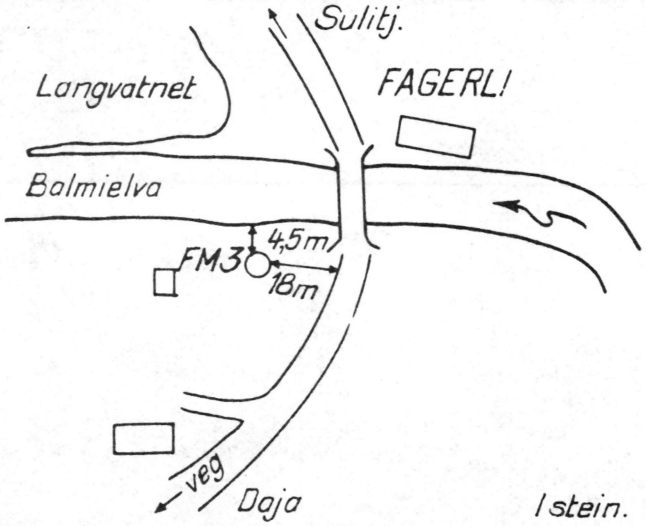
K.M. 2 H.o.h. 134,204 NVE

Gammel jernbolt ved bilsentralens vaskeplass.



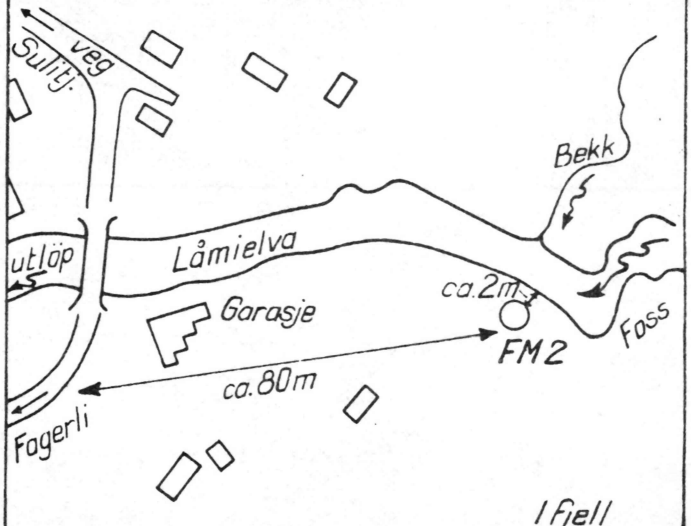
I fjell

F.M. 3 H.o.h. 130,898 NVE



I stein.

F.M. 2 H.o.h. 136,326 NVE



I fjell

Vedlegg 4

NGO FASTMERKER

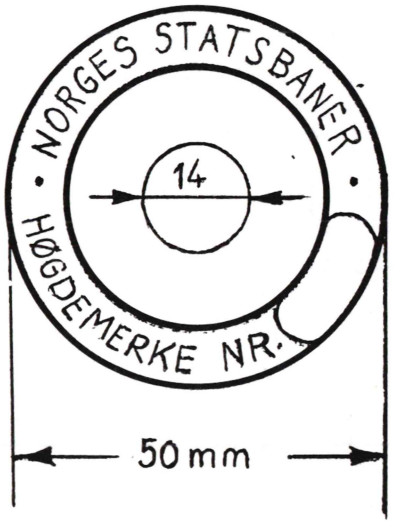
NGO tegner ikke skisser, men beskriver sine fastmerker og utgir i bokform.
Høyder for presisjonsnivellement i Sør-Norge er bind I. og for Nord-Norge bind II.

N.G.O.s fastmerker i presisjonsnivellementet

Målestokk: 1:2

FASTMERKEBOLT FOR NORGES STATSBANERS PRESISJONS - NIVELLEMENT

(Figuren viser nummerplaten. En messingbolt hører til)



OBS!

Ved bruk av Statsbanenes FM bør en kontakte nærmeste banemester, eller betjente stasjon for vakthold da opphold på jernbanens områder er forbudt for uvedkommende bl. a. på grunn av faren for påkjørsel. Spesielt er risikoen stor for livsfarlig berøring av elektriske ledninger med målestenger og kortslutning av signalstrømmen i skinnene med målebånd.

Vedlegg 6

Titteldel av et gammelt kart fra 1832.
Både kart og skrift ble gravert for hånd i kobber-
plate og dette ble gjort speilvendt.

Kart
over
GREVSKABERNES AMT,
construeret efter de ved Norges geographiske Opmaaling
anstillede astronomiske og geodætiske Iagttagelser.
Hans Kongelige Höihed
Joseph Frants Oscar
Norges og Sveriges Kronprinds
underdanigst tilegnet
af Forfatterne
N. A. RAMM Capitaine og G. MUNTHE Capitaine,
fast Detailleur ved Norges geographisk - topographiske Opmaaling, Medlem af Société française de Statistique universelle i Paris.
Lærer ved den Kongel. Norske Krigsskole, Medlem af det Kongl. Norske Videnskabers Selskab i Throndhjem, den physiographiske Forening i Christiania, det Kongl. Nordiske Oldskrift Selskab i Kjöbenhavn og Société française de Statistique universelle i Paris.
1832.
Tegnforklaring.
Ladepladse
Forter
Hoved Kirker
Annex Kirker
Forhen adelige Sædegaarde
Gaarde
Pladse og Sætere
Skydsstationer
Compagniechefsgaarde
Præstegaarde
Jernværk
Stangjernshammer
Glasværk
Saug
Möllebrug
Teglværk
Exerceerpladse
Ankerpladse
Stiftsgrændse
Amtsgrændse
Fogderigrændse
Præstegjeldsgrændse
Annexgrændse
Hovedvei
Bygdevei, rodelagt
do ei rodel., god Gaardvei
Ridevei, mindre god do
Fodsti
Skibsled
Jernbane og Station
Ordforkortelser.
At. Amt
Fgd. Fogderie
Pgd. Præstegjeld
öv. övre
nd. nedre
n. nordre
s. söndre
ö. östre
v. vestre
m. mellem
st. store
l. lille
St. Sæter
Vd. Vand
Kj. Kjern
Hn. Holmen
Drammen
Eger
Egers
EGER VAND
Fiskum
Efterlöd
Komnæs
Lougen
Vittingsfoss
Svarstad
LAURDALS
Eidsfos
Hemb

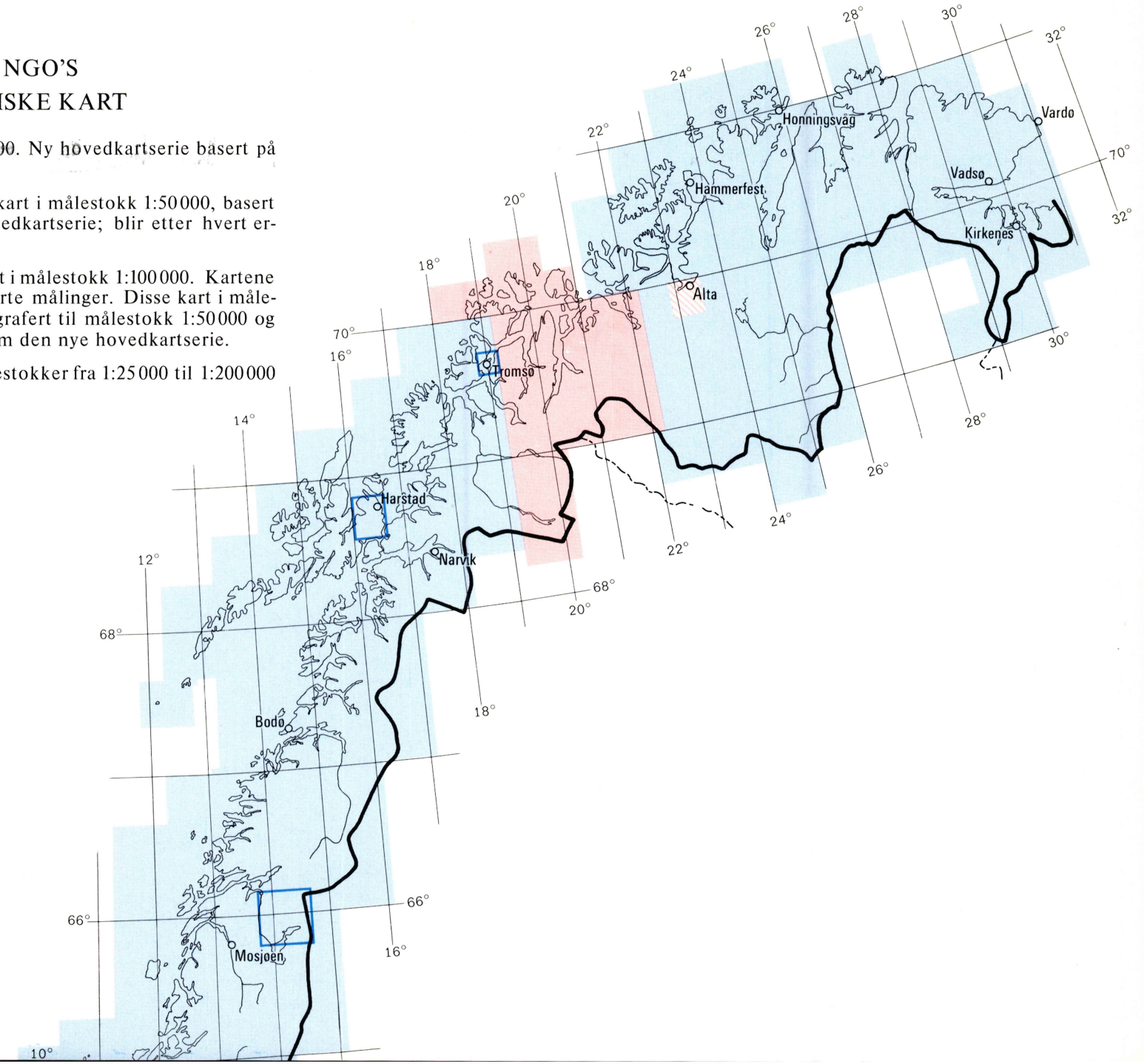
OVERSYNSKART OVER NGO'S VIKTIGSTE TOPOGRAFISKE KART

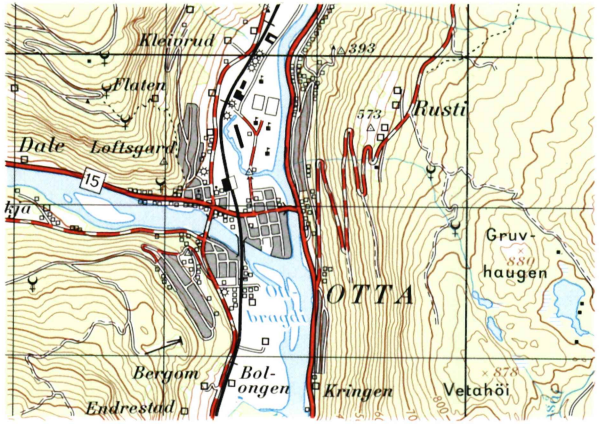
Gradteigskart i målestokk 1:50000. Ny hovedkartserie basert på målinger utført etter 1951.

Midlertidig utgave av gradteigskart i målestokk 1:50000, basert på originalmålinger for ny hovedkartserie; blir etter hvert erstattet av regulær utgave.

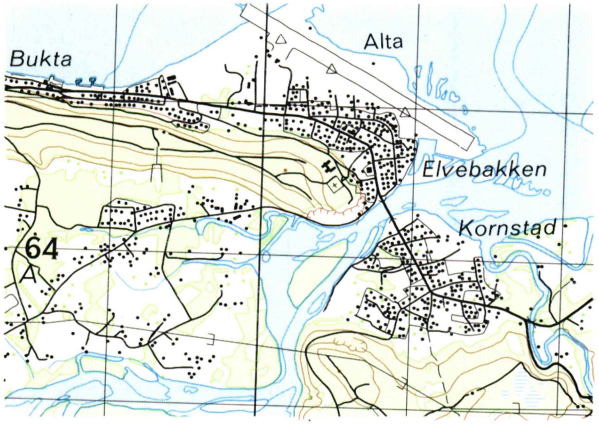
Gradteigskart eller rektangelkart i målestokk 1:100000. Kartene er basert på eldre, delvis reviderte målinger. Disse kart i målestokk 1:100000 er også oppfotografert til målestokk 1:50000 og utgitt i samme bladinndeling som den nye hovedkartserie.

Omlandskart og turistkart i målestokker fra 1:25000 til 1:200000 over enkelte områder.

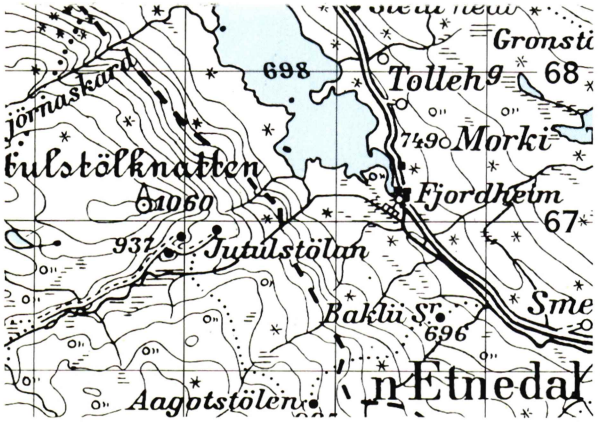




Gradteigskart i ny hovedkartserie.
Målestokk 1:50 000.



Midlertidig utgave av nytt gradteigskart.
Målestokk 1:50 000.

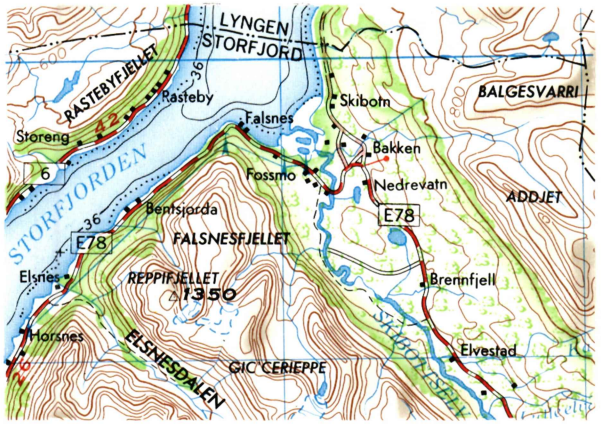


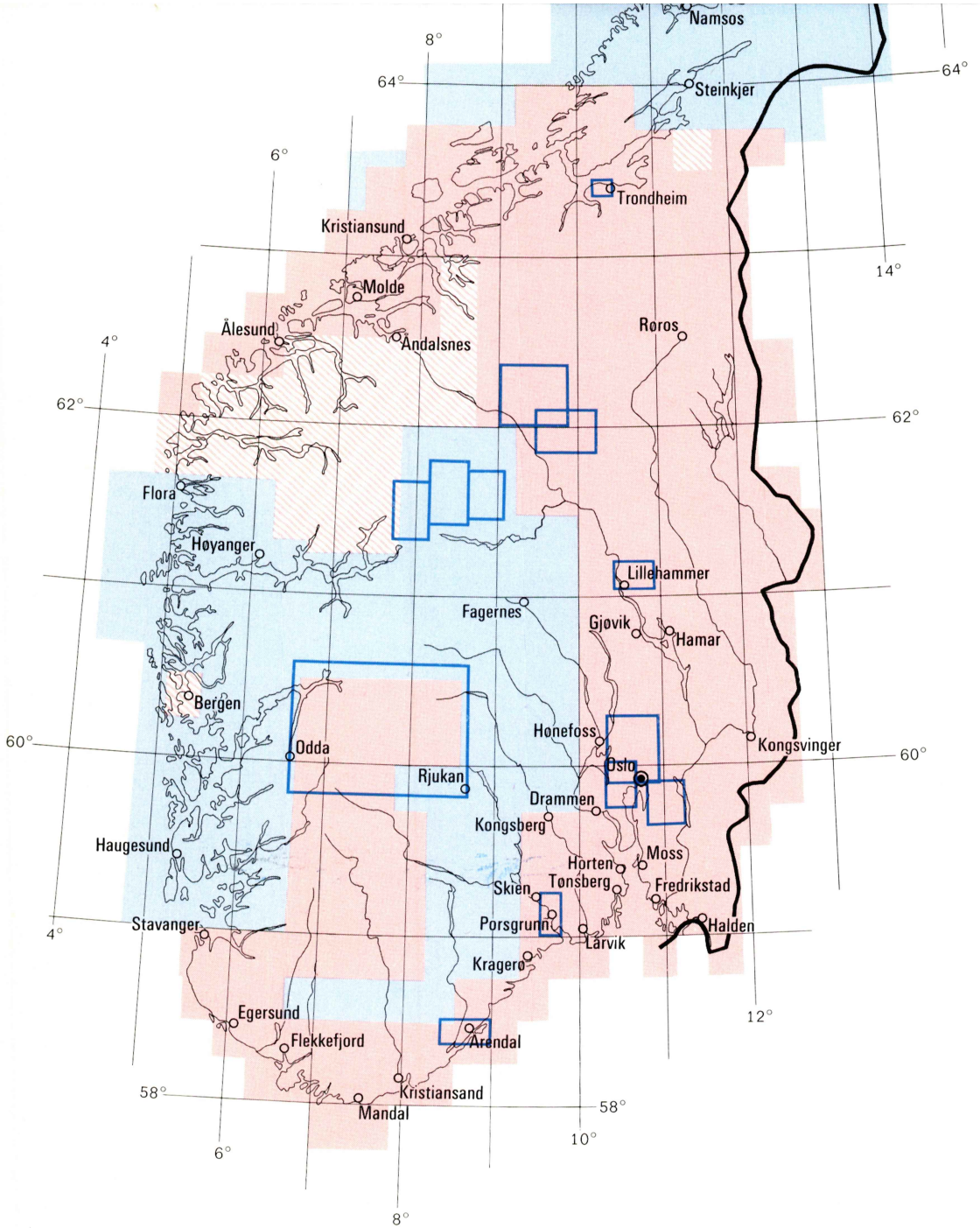
Gradteigskart i målestokk
1:50 000 – oppfotografert fra
rektangel- og gradteigskart i
målestokk 1:100 000.

Rektangel- og gradteigskart.
Målestokk 1:100 000.
Blad utgitt för 1938.

Gradteigskart.
Målestokk 1:100 000.
Blad utgitt etter 1938.

Topografisk kart (serie 1501).
Målestokk 1:250 000.





ANDRE KART OVER NORGE

Kart i mindre målestokker bygger på de målinger som er utført for hovedkartverkene i målestokkene 1:50000 og 1:100000. Av slike viktige kartserier som dekker hele landet kan nevnes:

Topografiske kart i målestokk 1:250000.

Kartene, som benevnes serie 1501, er framstilt med bistand fra USA. Alle kartblad over Norge, i alt 46 blad, er utgitt i tiden 1969–71.

ICAO – flykart i målestokkene 1:500000 og 1:1000000.

Norges kommuner i målestokk 1:1000000.

Utgitt i 2 blad. De angir kommunegrensene og søkes til en hver tid holdt ajour.

NGO utgir årlig en detaljert kartkatalog. Kartene er å få kjøpt hos kartforhandlere, vanligvis bokhandlere, jernbanens kiosker og turistforeninger.

MÅLEPLANER – NYE KARTSERIER

NGO's nykartlegging i målestokk 1:50000 foretas etter langsiktige planer, godkjent av Stortinget. Den vesentlige del av arbeidene foregår nå i Finnmark og Nord-Trøndelag. Hele landet er planlagt dekket av nye kart i målestokk 1:50000 omkring 1990. Kartblad i denne serie søkes ajourført gjennomsnittlig hvert 10. år.

En ny serie i målestokk 1:500000 er under bearbeiding i NGO. Kartene, som opprinnelig er framstilt til bruk for Forsvaret, påføres bl.a. nye rammeinformasjoner. Alle kartblad, i alt 14 blad, vil bli trykket i 10 farger og er planlagt utgitt ved årskiftet 1973/74.

DET ØKONOMISKE KARTVERK I MÅLESTOKK 1:5000/1:10000.

Dette kartverk, som hovedsaklig nyttes i den offentlige og private planlegging, administreres av de respektive fylker. Opplysninger om dette kartverk kan en få ved henvendelse til de respektive fylkers kartkontor som også forhandler disse kart.

NORGES GEOGRAFISKE OPPMÅLING (NGO)

ble grunnlagt i 1773. Oppgavene de første år omfattet kartleggingen av grenseområdene mot Sverige og tjente rent militære formål. Fra 1814 ble NGO underlagt sivilt departement til det i 1878 igjen ble overført Forsvarsdepartementet. Siden 1948 har NGO vært underlagt Samferdselsdepartementet og fra 1973 sorterer det under Miljøverndepartementet. Institusjonens oppgaver tjener i dag både sivile og militære formål.

NGO'S OPPGAVER.

Geodetiske arbeider.

– Bestemmelse av et landsomfattende fastpunktnett (trekantpunktnett).

– Astronomisk stedsbestemmelse, satelittobservasjoner og tyngdemålinger for bestemmelse av jordens størrelse og form, og for geografisk plassering av ovennevnte fastpunktnett på jordoverflaten.

– Med grunnlag i tidevannsobservasjoner, bestemmelse av fastpunkters høyde over havet.

– Jordmagnetiske observasjoner for bestemmelse av magnetisk missvisning.

Kartframstilling.

– Konstruksjon av kart ved flyfotogrammetriske metoder.

– Synfaring; kontroll av konstruksjonen i marken, innsamling av navn, klassifisering av veger og bebyggelse, inntegning av administrative grenser m. v.

– Redaksjon; utarbeiding av bilag og manuskript for reproduksjonen.

– Reproduksjon; bearbeiding og klargjøring av reproduksjonsmaterialet for trykking i offsetmaskin.

– Ajourføring; innsamling av nye kartdetaljer og korrigering av reproduksjonsmaterialet før ny trykking.

Statistikk.

Utarbeiding av statistiske data vedrørende landets forskjellige arealer.

Det økonomiske kartverk.

Administrasjon av statens medvirkning, utarbeiding av retningslinjer, koordinering og kontroll av kartframstillingen i alle dens faser.

NGO's KART
DERES VEGVISER

Anmerkning.

Heftet er bygget på en samling av egne erfaringer fra tidligere praksis i kartografi, og topografi.

Jeg har benyttet mitt materiale som var samlet og publisert i et annet land.

De norske faktaene og normene for norske kart stammer fra NGO's kataloger og div. publikasjoner samt prof. Tor Eika's "Landmåling".

Jeg må uttrykke min takk til kollega overing. Aksel Borchgrevink for gjennomgåelse av boken rent fagmessig og for å gjøre meg oppmerksom på fjell-Norge's spesielle forhold innen fotogrammetri.

Videre takker jeg kollega ing. Bjørn Renshusløkken og student S. P Nilsen for den "norske språkdrakten" som de har forsynt boken med. Videre takker jeg for omsorgsfullt arbeide med maskinskriving kontorfullmektig Arnhild Gjøtterud.

J. Santha.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Innledning og generelt om kart	1
Framstilling av kart:	
Geodesi	1
Topografi	2
Fotogrammetri	2
Kartografi	3
Kartteknisk arbeid	4
Terrengformasjon:	
Høydekurver	5
Skyggelegging	17
Hypsometriske system	17
Konstruksjon av terrengsnitt	19
Flyfoto	21
Flyfotoets art	23
Målestokkbestemmelse på flyfoto	24
Lengdegrad (meridian) bestemm. f. foto	25
Tydning av flyfoto	26
Stereoskop	29
Overføring av terrengobjekter fra flyfoto til kart	31
Fotokart og fotomosaikk	33
Grunnriss eller kultur	34
Kartprojeksjoner	37
Norske karters projeksjoner og deres kvalitet	41
Økonomisk kartlegging	43
Målestokk	45
Deklinasjon (Magnetisk misvisning)	49
Planimeter	51
Skisseopptaking av marken	58

	Side
En del praktiske råd til kartbehandling	60
Mønstre og eksempler:	
Kartutsnitt NGO	62
Luftfoto	63-65
Data på luftfoto	66
Adresser for økonomiske kartinst.	67
Adresser for kartinstitusjoner	68
Kopier og trykking hos NGO	69
Kartlegging av elver	71
Vedlegg 1. Dybdekart	91-92
Vedlegg 2. Elveleiekart (utsnitt)	93-94
Vedlegg 3. Vassdragsnivellement (plansje)	95-99
Vedlegg 4. NGO's fastmerker	100-101
Vedlegg 5. NSB's fastmerker	102
Vedlegg 6. Gammelt kartutsnitt	103-104
Vedlegg 7. NGO's karter i farger	105