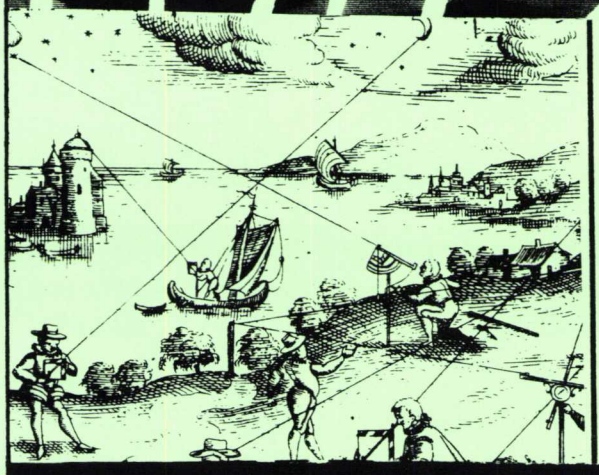
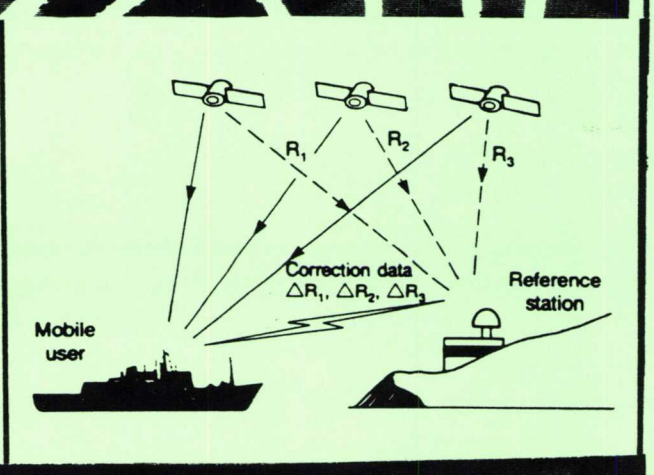
KARTOGRAFISK TERRENGLÆRE FOR VASSDRAG

ved J.M. Santha





NVE
NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

VASSDRAGSDIREKTORATET. HYDROLOGISK AVDELING 1987

KARTOGRAFISK TERRENGLÆRE

for vassdrag

J.M. Santha

Innholdsfortegnelse:

	Side
Innledning	
Topografi	1
Litt historikk	2
Høydekurven	2
Terrengfremstillingsmetoder	3
Terrenglære (fjellformasjonslære)	28
De viktigste terrengformer	30
Opptaking av høydekurver	52
Terrengsnitt	59
Kartgeometri	65
Hypsommetrisk terrengfremstilling (høydelagskart)	72
Instruks for oppsetting av Hypsografisk kurve	73
Vassdragenes terrengform	77
Karakterisering av elveleienes form	84
Om kartlegging av innsjøer og elver (i alm.)	55, 97
Om kartlegging av elver	99, 176
Innstruks for "Detaljkart over elveleie ved Vannmerket"	122
Innstruks for "Oppmåling for modellkalibrering av VM-er"	123
Grafisk lokalisering av bestemmende profil	125
Om kartlegging av innsjøer	55, 135,
Areal og volumkurve	170
Vassdragsnivellement	173
Terrengformer på samisk (ordliste)	182

INNLEDNING

I min publikasjon "Topografiske kart i hydrologien" fra 1974, ville jeg gi informasjon om kart i alminnelighet og bruk av kart i hydrologien.

Interessen og behovet for dette var større enn jeg hadde regnet med, ikke bare i vårt arbeide, men også i undervisning. Dette oppmuntrer meg til å utgi en supplerende utgave. Denne gang ser jeg i tillegg et udekket behov ved "Kartografisk terrenglære" for oppmålingsarbeider ved og under vann. Både ute- og innearbeider har selvfølgelig alltid behov for visse forkunnskaper. TERRENGLÆRE og dennes teori "OROMORFOLOGI" er like viktig for kartfremstilling og kartbruk som ANATOMI for medisinere. I hydrologi og hydrografi er dette uunnværlig. Det foreligger enkelte hydrologiske fagbøker, men kart og oppmålingsarbeider og deres anatomi oromorfologi nevnes bare såvidt, om det nevnes i det hele tatt. Jeg håper at jeg med dette klarer å tette noen huller på dette området.

J. M. Santha

Topografi

Alt som angår kartfremstillingens faser utelates, og det henvises isteden til "Topografiske kart i Hydrologien".Topografi nevnes bare på ny for å gi "hode" til terrenglære. 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 terreng- formasjonene. Terrengformasjonene får man ved å måle inn en rekke høydepunkter på karakteristiske steder i 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. En må ikke tro at slike evner er blitt overflødige. I vår moderne EDB-tid finnes også slike behov. Data- maskinene må programmeres nettopp etter disse reglene. Å bruke fotogrammetri ved mindre oppmålingsarbeider ville være å skyte spurver med kanon, og en altfor dyr operasjon. Ved kartlegging under vann; hvor en ikke ser formene og fotogrammetri ikke kan tas i bruk, kan terrengfremstilling hvile på oppmålerens gode 3-dimen- sjonale syn i hjernen og kjennskap til terrenglære. Professor F. B. Ording i Kart og Plan 4/77 siterer en professor Rawerts fra 1793 slik: Rawerts store krav til en god topograf kan suppleres med at eldre topografer i N.G.O., helt frem til den tid da fotogrammetrien mekaniserte kartfremstillingen, moret seg med å erte sine geo- detiske kolleger med å hevde at det var 10 ganger så vanskelig å finne en god topograf som en god geodet fordi geodeten kunne læres opp mens en topograf måtte ha medfødt begavelse.
Rawert sier det slik i året 1793:
"Af denne Aarsag skiønnes let, at der utfordres større Genie til at optage et Situationskart end et til økonomisk Brug (bare grunnriss) thi alt hvad der kan bringes under Regler, udfordrer ikkun et godt begreb for at lære, med derimod hvor Siæleevnerne sætter i Bevægelse, for at virke ved Følelse og Forestilling, udfordres Genie."
I vår tid overflødiggjør fotogrammetrien disse "Geniene", men vent og se til f.eks. behandling av dybdekartlegging.

Altså, etter at topografen har inntegnet grunnrisset og detaljene er klassifisert, og navnene er samlet i tillegg, er "original-målingen" ferdig. Dette samlede feltarbeide er topografi. Terrenglære og dennes teori, oromorfologi, behandler bare en del av dette, denne delen som fremstiller den 3.dimensjon, på moderne kart trykket med brun farge. Her må jeg nevne at mange betrakter kartets hydrografi som en del av terrenget, i alle fall uadskillelig fra dette, til tross for at dette er utskilt med blåfarge. Terrenglære kan deles i to grupper.:

I) Fremstillingsmetoder av terrengformene
   Her behandles fremstillingsmetoder i alminnelighet med hensyn til høyde, hellning, gangbarhet og målbarhet.

II) Fremstillingenes gode lesbarhet på kart.
   Her behandles terrengformens detaljer og deres lov. Her strebes det etter at det, ved en god grafisk fremstilling, skal gi mulighet til å fornemme virkeligheten.

Litt historikk.

Helt til begynnelsen av forrige århundre var terrenget fremstilt uten høydekurver, med alle mulige metoder, helst med strektegning. Og dette preget også topografens stil. To personer som tegnet kart over et bestemt område kunne aldri fremstille en terrengdetalj på samme måte, selv om begge var førsteklasses fagmenn.
Strektegningen har en så stor variasjon og utviklingshistorie at bare dennes litteratur utgjør store bind. Terrengfremstilling med strektegning strekker seg fra fugleperspektiv anvendt i en helt personlig stil, til faste regelbundne, målbare strektegninger etter hellningsvinkelen. Med antatt overbelysning av terrenget, kombinert med nivålinjer (høydekurvenes forløpere) oppstår en blandet teknikk.
Høydekurven kom i bruk i Mellomeuropa omkring 1830. (I Norge først i 1867). Etter at Østerike på ny fikk råderett over Lombardia i 1814, innlemmet de også det berømte kartografiske institutt i Milano, som Napoleon grunnla i 1800 (Deposito della Guerra). Slik utvidet Wien sitt kartografiske institutt med italienske og franske kartografer, og et nytt oppsving viser seg i Europa. Høydekurven behandles i detalj senere.

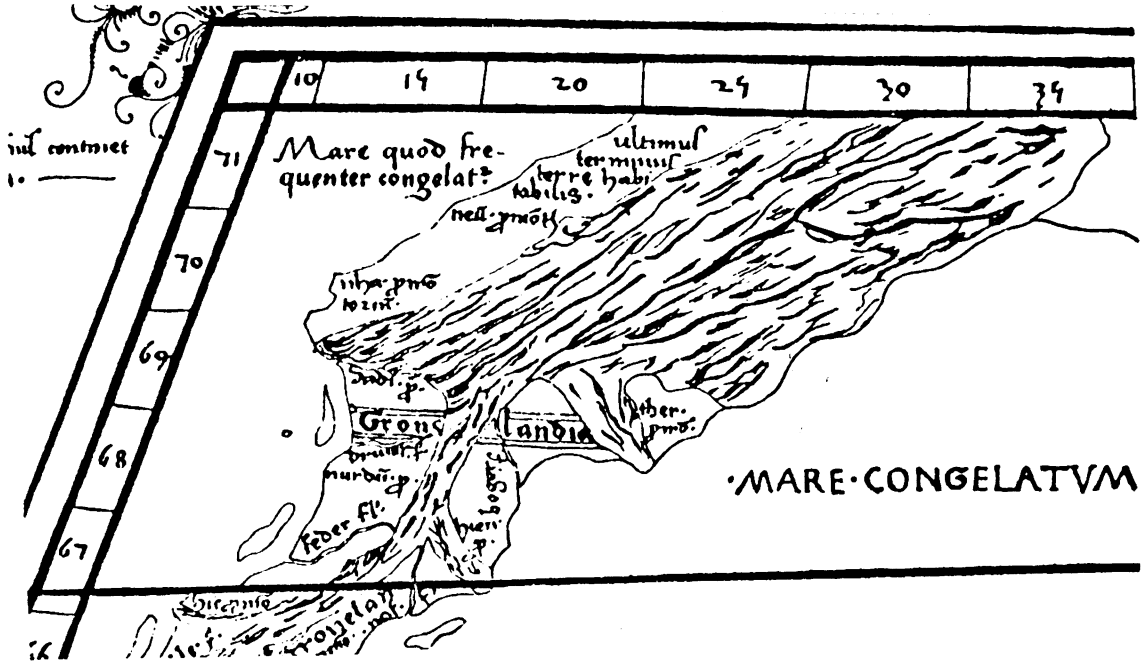
Terrengfremstillingsmetoder.

Den eldste fremstilling av fjell på kart finnes på et egyptisk kart som frmstiller en gullgrube fra Ramses den III's tid (ca 3300 år gammelt), men av beretninger vet vi at de laget lignende kart enda tidligere. Dessuten var kartografi i oldtidens Egypt et ganske alminnelig foretagende. Det er derfor ikke så rart at ordet "kart - charta" stammer fra et gammelt egyptisk ord.
Grekere og romere tegnet fjell som sagblad-lignende tagger. I middelalderen så et fjell ut som en haug sten. Etter år 1200 ligner fjellene noen flettede streker. Et kart fra Palestina fra ca. år 1300 fremstiller fjellene som furukongler. På arabiske kart er fjellenes fremstilling fortsatt svak. På katalonske kart ser fjellene ut som murvegger. Man vil bare vise at her er det noen hindringer i veien. Den tanke kommer bare sent å fremstille fjellene, ikke bare som symboler, men også i utstrekning. Det første forsøk på å fremstille fjellene i deres utstrekning, skjer hos Francesco Berlinghieri i 1478. Han forsøker til og med å gi en skyggelegging for å fremheve fjellkomplekset.

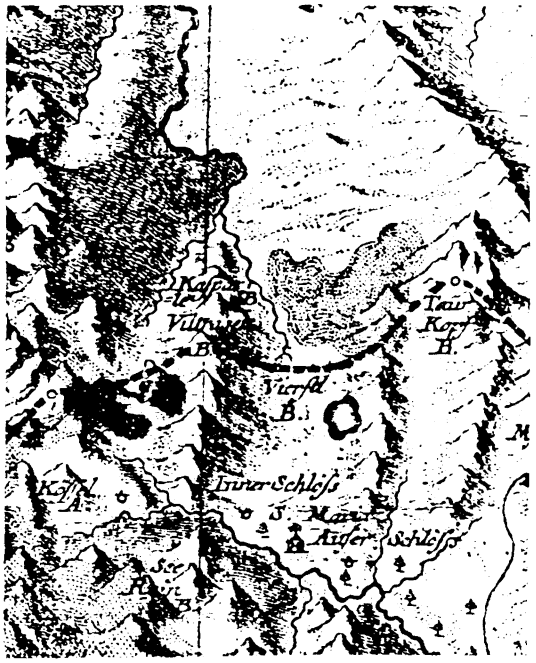
Francesco Berlinghieri 1478.

Mercator (1540) fra Flandern og Apianus (1568) fra Bayern tegner kart som vi kan kalle topografiske. Fjellene er fortsatt sett på fra siden, men fremskrittet er stort. Man legger vekt på fjellenes riktige form og prøver å plassere dem riktig. Fra det XVII. århundre er det mote å tegne fjellene i perspektiv. Etter 30-års krigen, når trianguleringen utvikles og målebordsystemet innføres, går det fortere å utvikle fremstillingsmetoder for fjell. De fleste kartografiske virksomheter går over til det militære. Terrengformene blir fortsatt sett fra siden, men fra et høyere observasjonspunkt. (Kavalier-perspektiver). Slik blir en større del synlig og flere detaljer kommer frem. Senere løftes observasjonspunktet enda høyere og man kommer frem til "fugleperspektivet". Fugleperspektiv kombinert med grunnriss tvinger frem tanken på å se terrenget ovenfra. Dette måtte gjøres mer praktisk og man begynte med skyggelegging med streker som fulgte vannets vei. Merkelig nok, ved slutten av de XVIII. århundrede glemmes en del igjen og kart som er skapt av berømte vitenskapsmenn mangler denne teknikk. Noen mener dette ikke er glemsomhet, men at kartografer ble pålagt dette av de militære. Altså fjellenes utstrekning måtte holdes hemmelig. Fugleperspektiv var på moten i hele det XV. og XVI. århundre, men uten at man var interessert i høydeangivelser. Etter at franskmannen Périer (1648) og skotten Sinclair (1661-66), og senere den møysommelige sveitseren Scheuchzer (1705-07), klarte å måle høydene med barometer, begynte høydene å komme på kart. Særlig etter at André Jean Deluc konstruerte et regelverk for barometriske målinger. Å kunne behandle strektegning er rett og slett en historisk plikt. Særlig for hydrologer er strekene et interessant studieobjekt, fordi strekene viser vannets vei i terrenget. Når strekene kombineres med nivålinjer (eller høydekurver) blir dette særlig tydelig. Strekene skjærer kurvene i en rett vinkel. Det finnes ennå gamle kart i arkivene med sterktegning, og for ikke å glemme ved et utenlandsoppdrag er det enda mer nødvendig. Strektegning som system følger oss helt til vårt århundre, men variantene og kombinasjonene er mangfoldige.

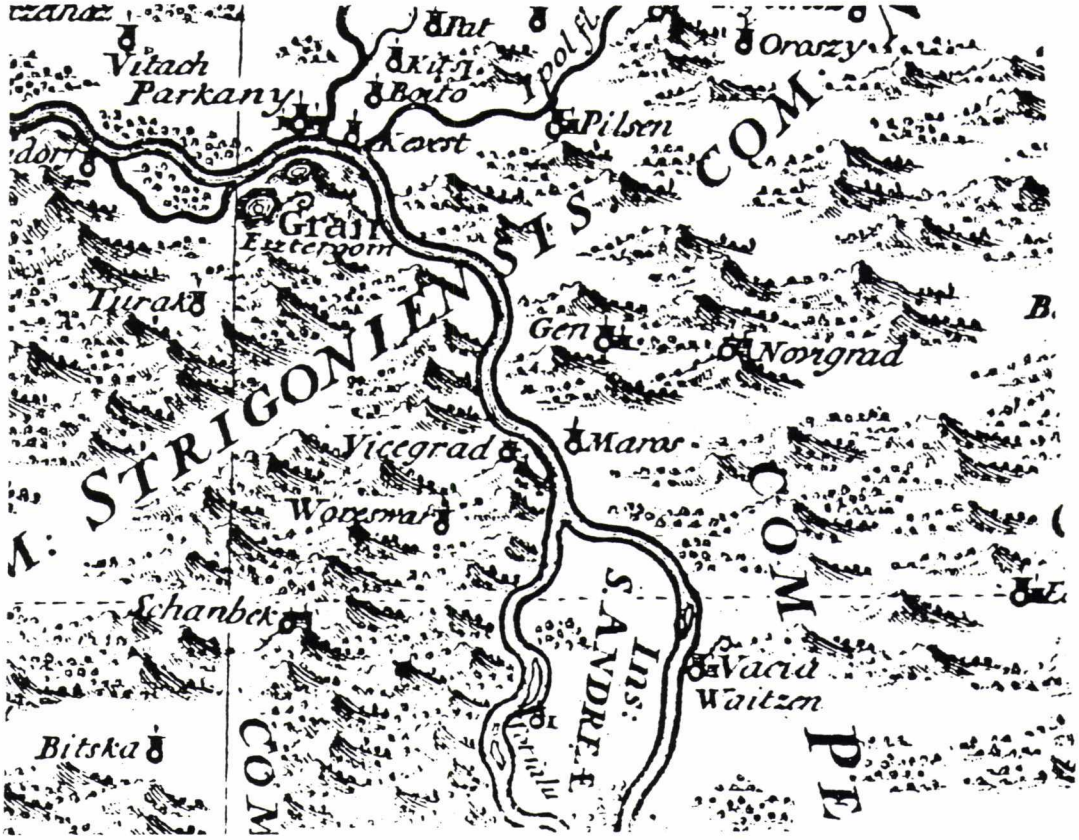
NOEN EKSEMPLER PÅ TERRRENGFREMSTILLING



Ptolemaos



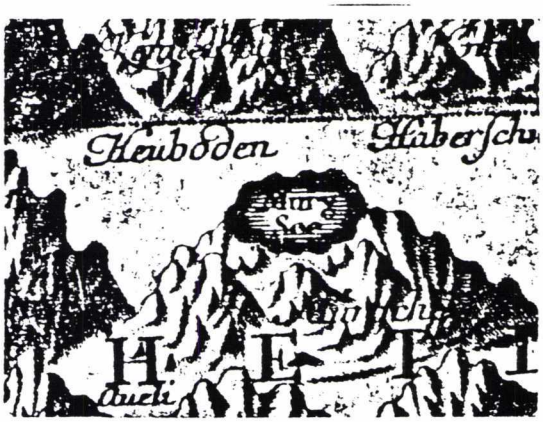
Fugleperspektiv.
Sammenhengende
kuppel-fremstilling.
De prikkete feltene er skog.
Univers.Oenipontana.Joa.Ernst Manfeld (Viennae, 1774)



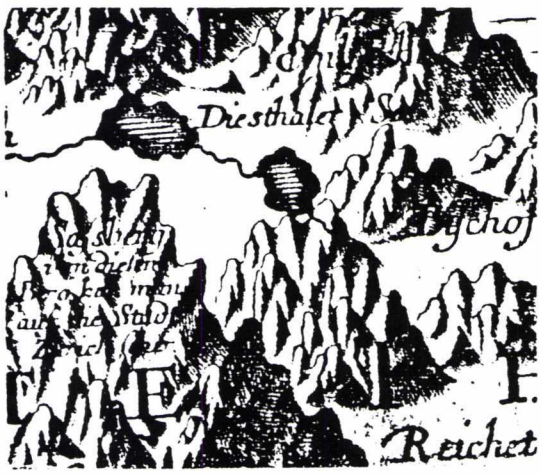
Chr.Joh.Muller 1706.

Det såkalte "Bregneblad"-system. Fremstiller bare dalsidene og bryr seg ikke om toppene. Samuel Mikoviny, ca. 1740.

Fjellandskap fremstilt med nesten like, standardisert holmer.



Terrengfremstilling med fugleperspektiv.1566



Fremstilling i kanton Glarus.Over:sjøen plasert på en fjelltopp.Under:Elven renner over fjellet.
Mathias Seuter 1760

Del av kart"Kongeriget Norge".Med Kongelig Allernaadigst Tilladelse og Bevilling forfærdiget Aar 1761 af O.A.Wangensteen Capitain ved det Norske Artillerie Corps.

Sammenhengende,kunstnerisk fugleperspektiv av Adolf Emanuel Pernold, Kobberstikk:Lørincz Neumayer 1839.

Detalj fra TATRA-fjellene,fra 1770.
Første militær oppmåling i målestokk 1:28 800.(forminsket)

ANVENDELSE AV BELYSNING TIL SKYGGELEGGING.

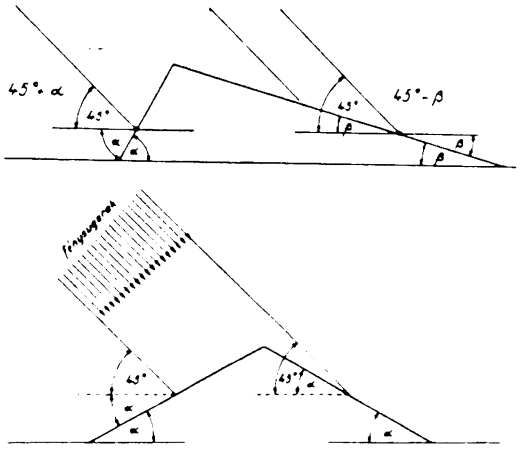
Terrengets belysning tjener til bedre forståelse av fjellforma-sjoner, fordi belysningen gir et begrep om disse. Det finnes kart hvor det ikke er anvendt belysning, men hvor terrenget likevel kan frem- tre plastisk. F.eks. der hvor høydekurvene er tettere, men det finnes steder hvor bare belysning kan hjelpe. Selve belysningen for å fremheve formene er gammel nok, men i begynnelsen var det bare et kunstnerisk menasjeri. Først ved slutten av det XVIII. årh.kommer det bevisst inn for å uttrykke hellningene og formene. Lehmanns strektegningsmetode innehar allerede en belysningstanke ved at jo brattere hellning jo tykkere strek. Ved direkte skyggelegging (radering) er teknikken bevisst. Etter de heftige diskusjoner om det franske strektegningssystemet kommer belysningsspørsmålet frem for alvor.

I 1802 startet en stor faggruppe en normeringskongress i Paris. Ideen var å forenkle og standardisere karttegn. Her ble det bl.a. bestemt at det ved terrengfremstilling også skal benyttes høyde-kurver, og forkaste fremstillingen med bare strektegning. Slik ble den kombinerte metode standard. Her ble det også vedtatt som en regel at strekene alltid skal stå i rett vinkel på høydekurven og at strekene mellom kurvene skal være i motsatt proporsjon mot hellningen. Med dette var terrengets plastiske bilde sikret.

Men som alt nytt opprørte dette de andre faggruppene i Europa. Tvers over landegrensene begynnte en diskusjonsbølge og til dels en ordkrig.

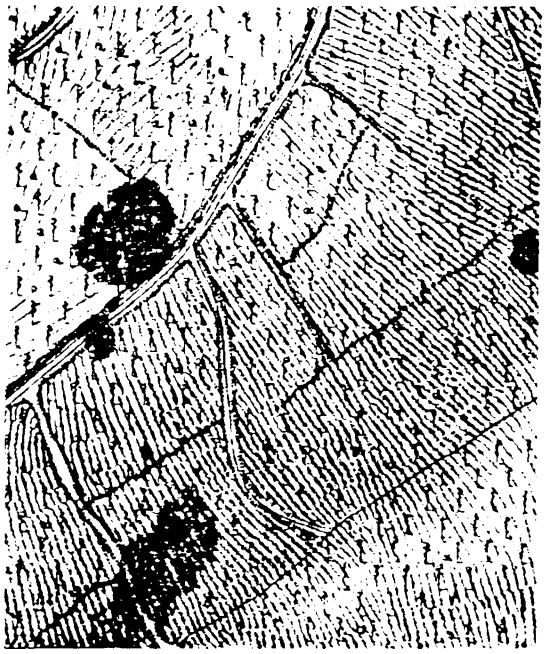
F.eks.passet ikke skrå belysning til de militære formål, flatere områder ble for flate og skyggesidene ble for mørke, og det ble da vanskeligere å bestemme troppenes bevegelighet. I så fall ble det hevdet at skråbelysning bare ville passe sammen med høydekurver, osv.

Alle laget sine egne teorier.

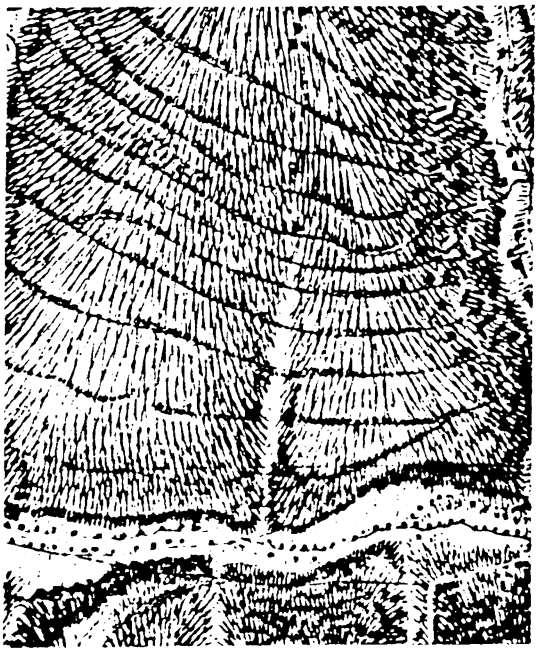


Et eksempel på general Steebs belysningsteori.

EKSEMPLER PÅ STREKTEGNING.

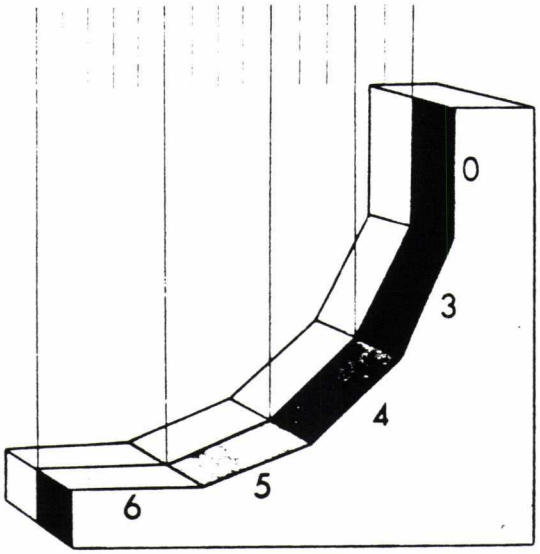


Regelmessig strektegning. (Det motsatte av Lehmann metode)
Sammenhengende eller avbrutte lange streker. Strekenes tykkelse vil vise hellningsgraden.

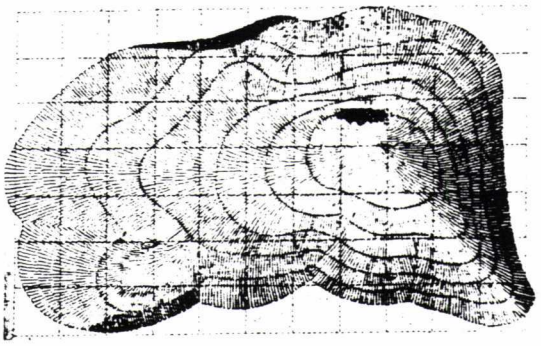


Kryss-strektegning fra 1787.Tysk målebordarbeid i 1:12000
Metode:Schmidt.

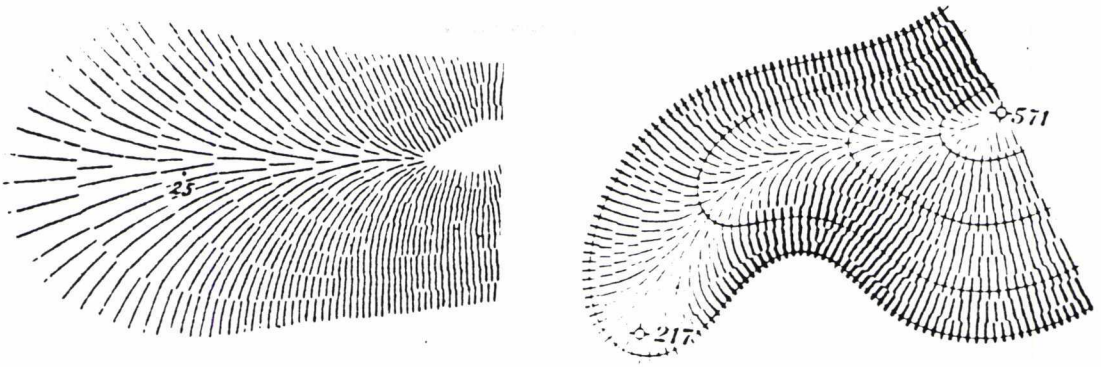
Kryss-strektegning i fin utførelse fra 1790 årene. (Geschichte des Feldzugs vom Jahre 1799)



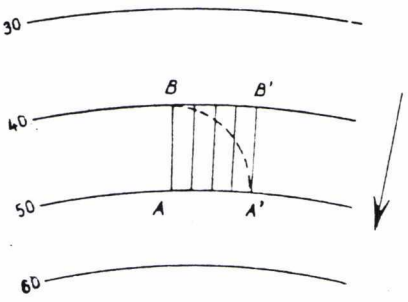
Lehmanns regel for belysning. Vannrett flate helt hvit, opptar alt lys(f.eks.6 stråler) Neste bare 5 og 4 osv. Flaten som er paralell med lysstrålen får ingen lys,altså helt mørk.(det finnes utarbeidet tabeller,formler,for innfallende vinkler og flatenes prosent av lys.)



Lehmanns første strektegning.

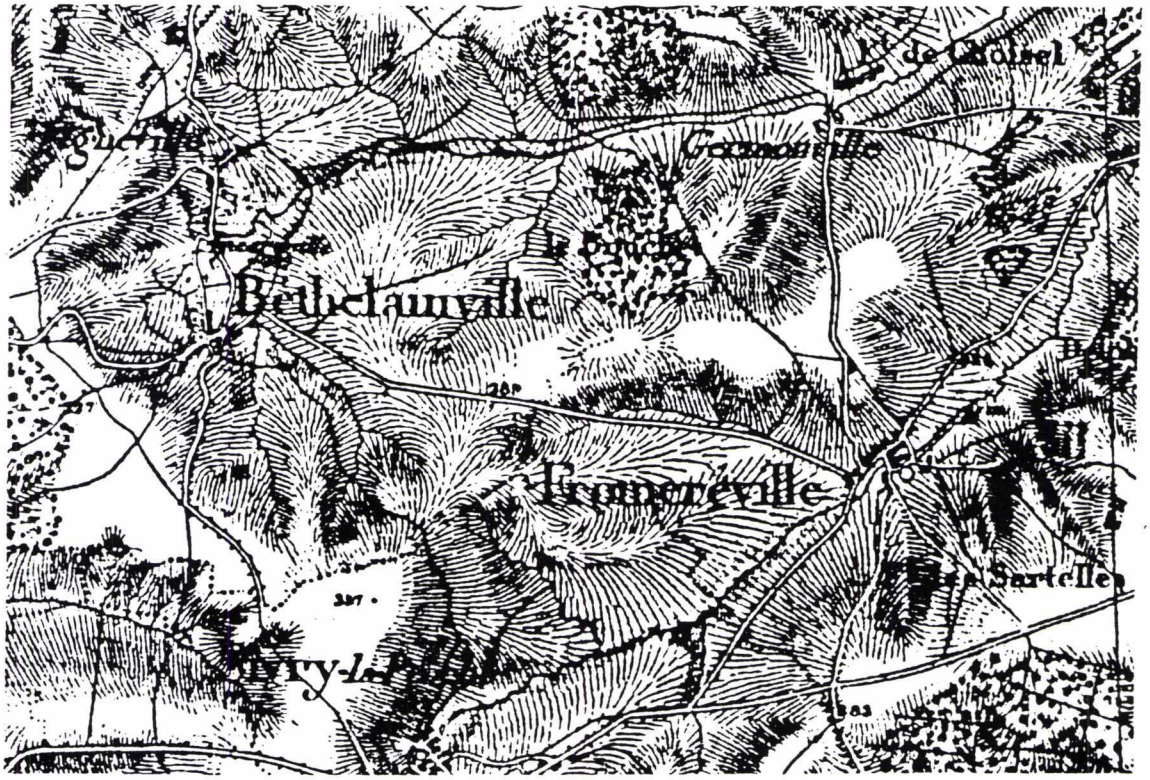


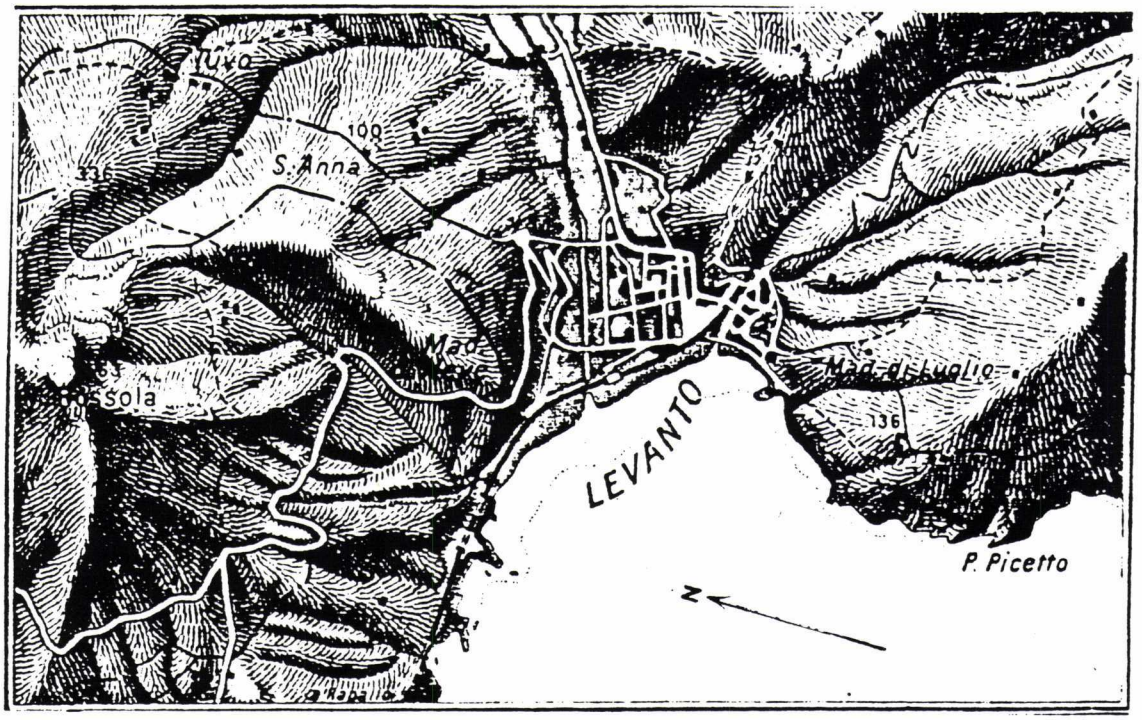
Franske metoder: (Benoit)
Den første: Har streker av lik tykkelse , lengden og avstanden fra hverandre er ubundet.
Den andre: Strekenes tykkelse avhenger av hellningsvinkel. Strekenes største lengde 5 mm og avstandene er bundet.



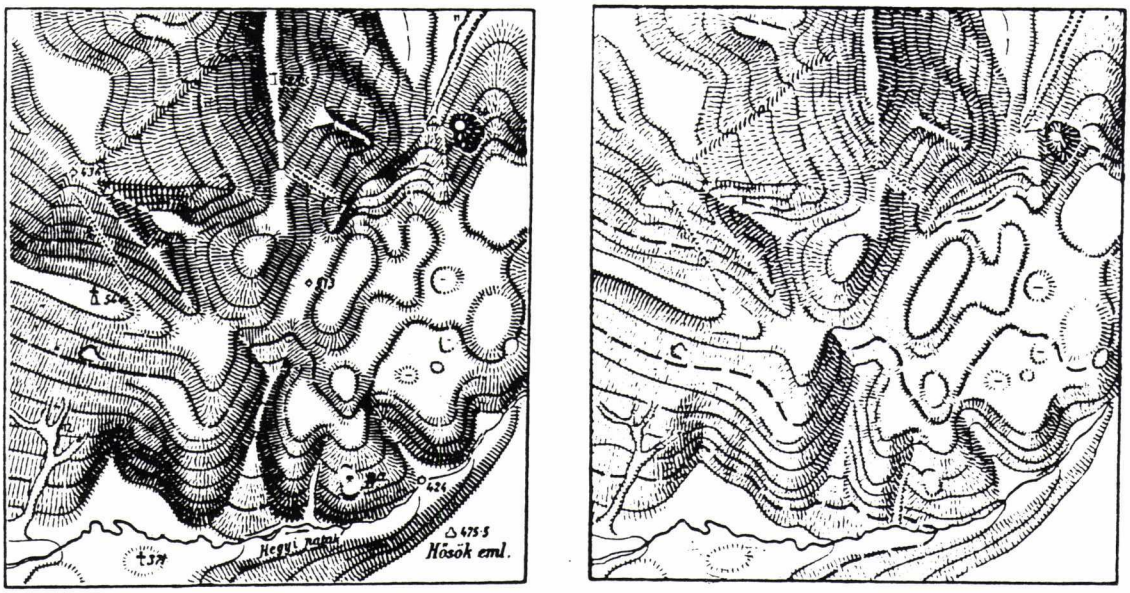
"Loi du Quart"prinsipp

Det samme i praksis.

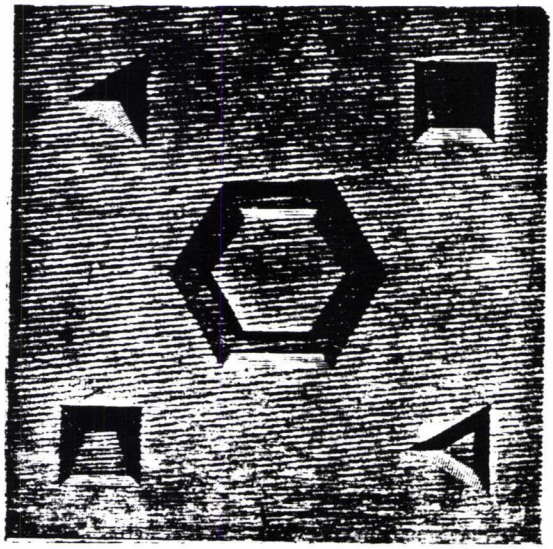




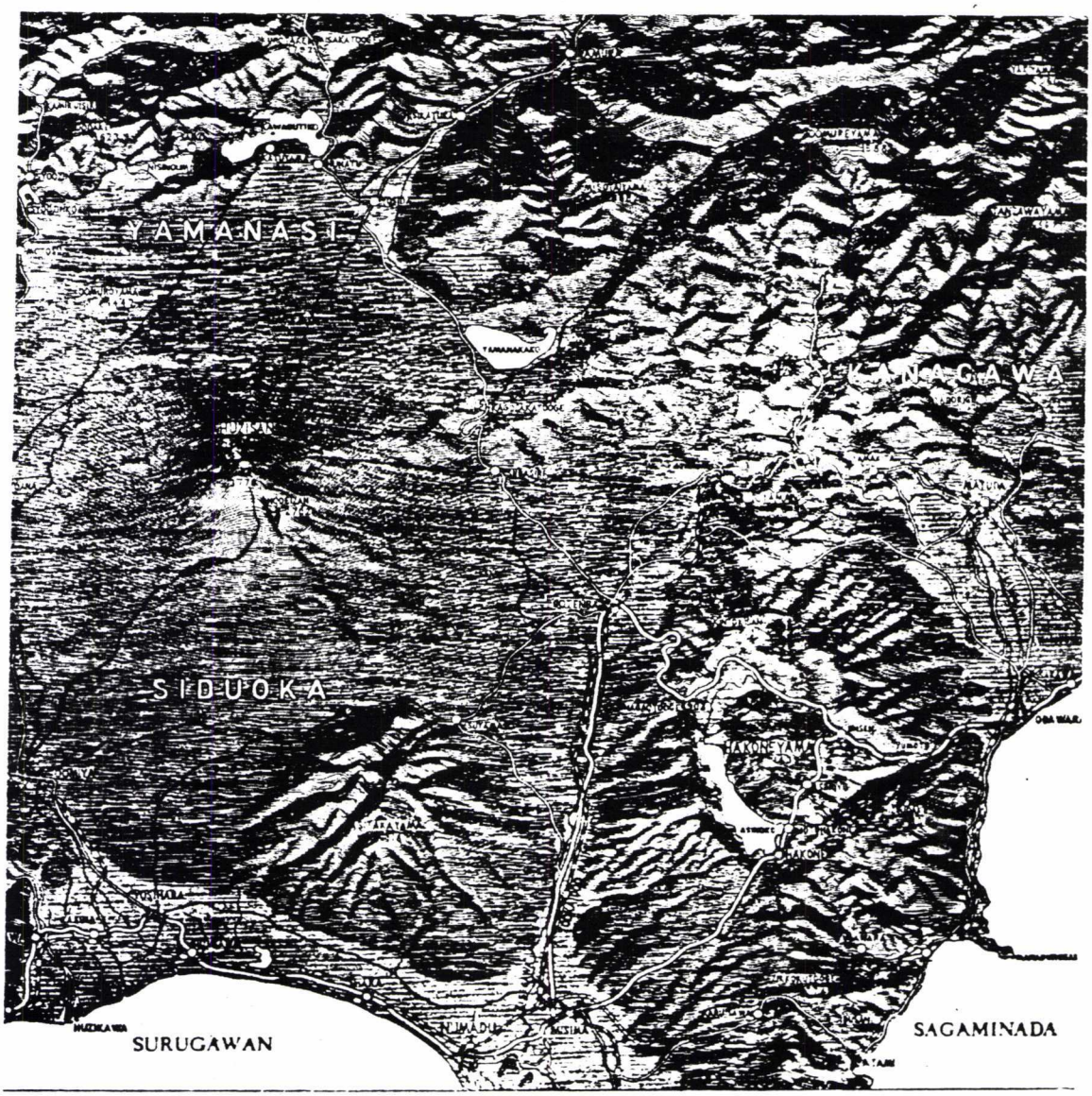
Terrengfremstilling med strektegning og skyggelegging, her med prinsippet "høyere-lysere".Habenichts metode.



Den samme terrengdetalj.Til venstre:med overbelysning
Til høyre:med skrå-belysning.



Tanaka-s prinsipp. (t.v.)



Fusji-Yama og omegn fremstilt etter det.

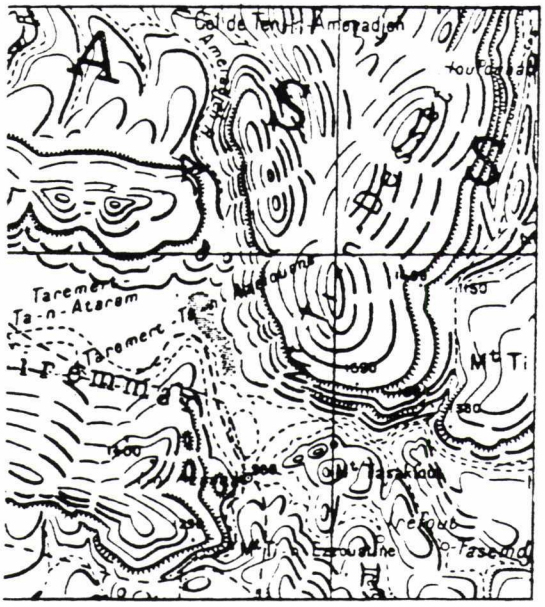
DEN HORISONTALE STREKTEGNING OG FORMLINJER MED STREKER.

Francois N.B.Haxo, fransk general, slet med forbedringer av det franske systemet, og han utarbeidet en hel rad av nye systemer. Til slutt laget han 3 hellningsgrupper. En for de slake, en for de brattere, og en for de over 45 grader. Over 45 grader brukte han strekene slik at de ikke skar høydekurvene, men, gikk parallelt med disse. Disse strekene var ikke høydekurver eller nivålinjer, men små streker som uttrykte fjellenes form. FORMLINJER.

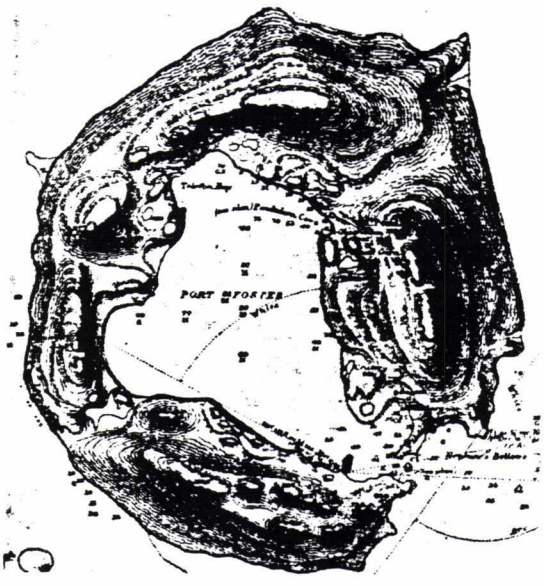
Helt uavhengig av Haxo strebet de skandinaviske land også i denne rettning og brukte ikke Lehmann.

I Norge ble det utgitt en del kart i 1826, og fjellformene var uttrykt med slike horisontale småstreker, formlinjer. I Sverige ble det helt fra 1815 til 1850 benyttet kartserier med begge metoder, altså blandet. Noen steder benyttes strektegning også, men fjellenes høyere regioner uttrykkes fortsatt med de ovennevnte formlinjer. Senere gjør Norge det samme. Lavland og lavere fjelland fremstilles med vertikale strektegning, og høyere, særlig bratte regioner, med formlinjer.

EKSEMPLER FOR ANVENDELSE AV FORMLINJER:

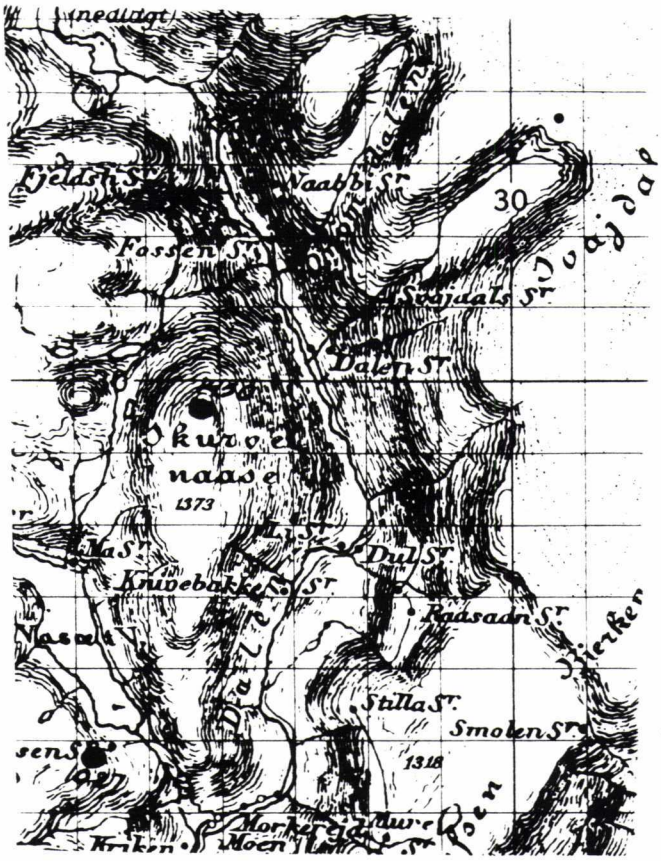


Fransk kart.(Afrika)

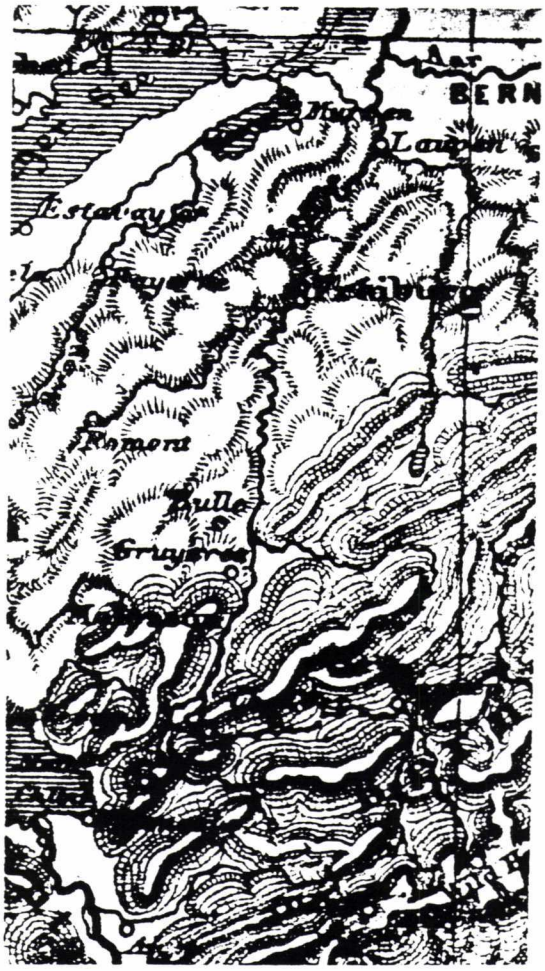


Storbritania.(Admirality Cart)Det ser ut som høyde-kurver,men linjene er uten høyde-verdi.

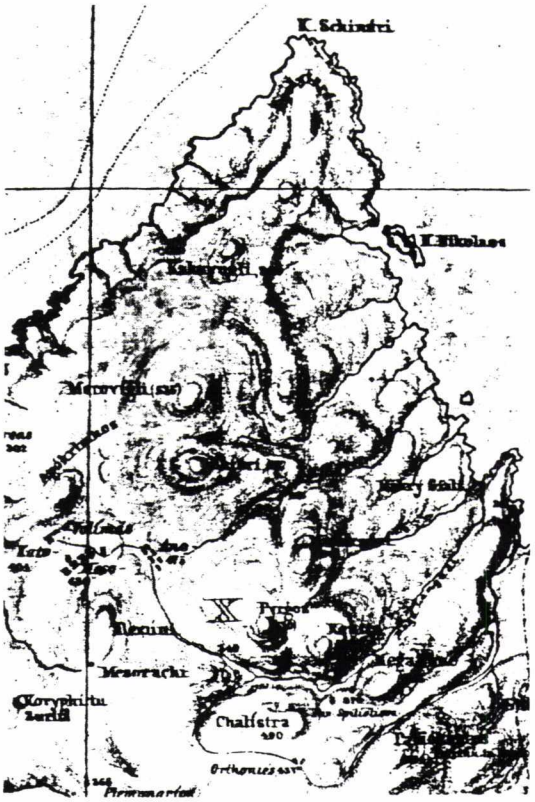
NORSK KART MED FORMLINJER.



Norge.Kart med formlinjer.
På slutten av det 1800.

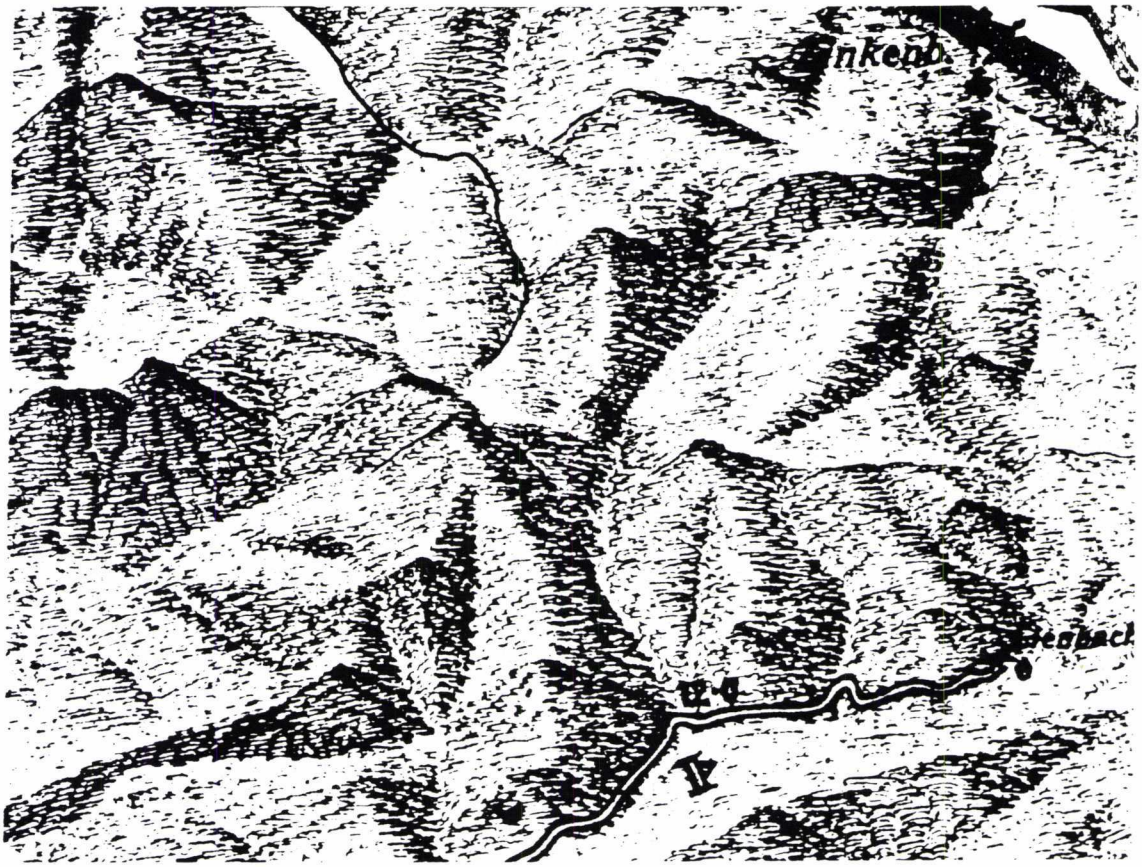


E.V.Sydow-s skoleatlas (1879) fra Sveits viser en kombinasjonsteknikk.



Uregelmessig skyggelegging i formlinje-stil.
Zante Zakyntos 1891.

DIVERSE:



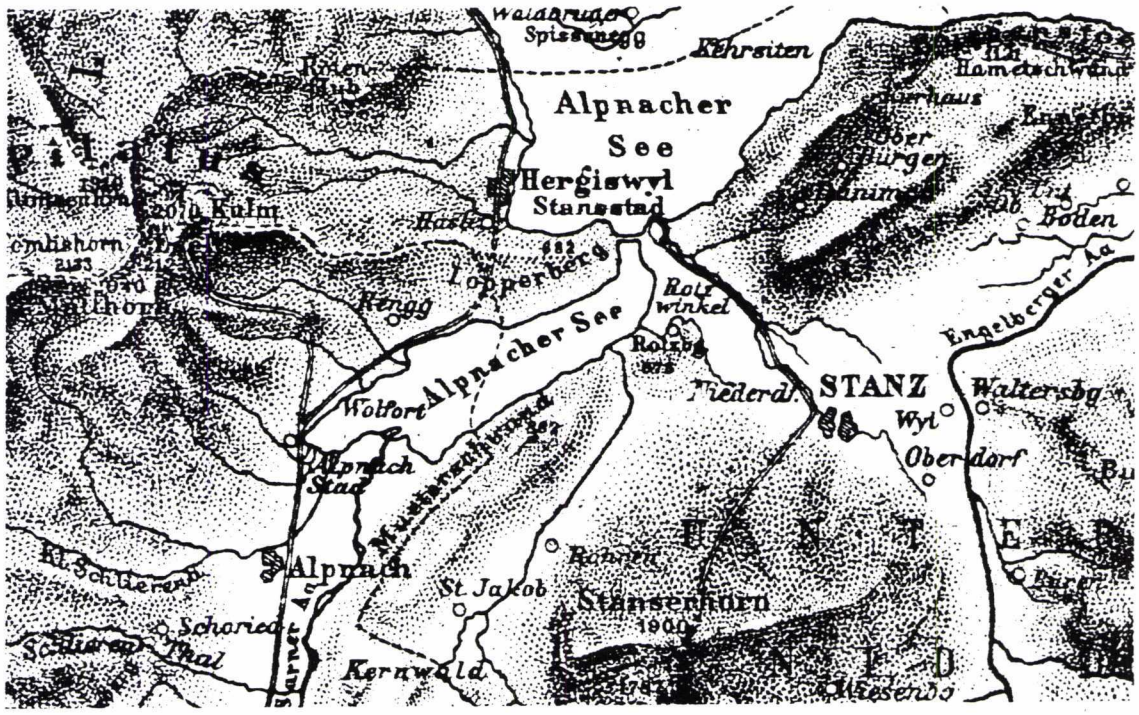
Kunstnerisk "skribling"fra et østerrisk bilkart.
Terrengfremstillingen tjener kun orientering.
Slike skisser kan tilfredstille visse behov.

Skyggelegging(med blyant, tusj,akvarell,raster ol.) ikke bare kunstnerisk,men regelbundet og et perfekt tilskudd til moderne topografiske kart.
(Se f.eks.NGO spesial-utgave over Rondane i 1:100 000)

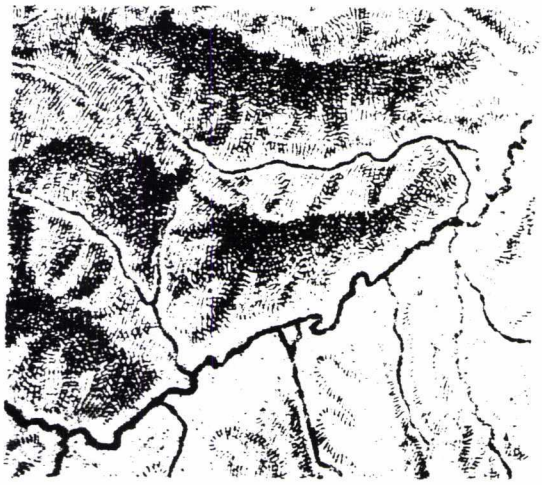
I moderne tid fremstilles også terrengbilde, men med "moderne"-streker på luftfoto grunnlag. Strekene følger fall-linjene. Et slik fremstilt terreng kan vise alle detaljer i maturtro form. Til dette er luftfoto særlig egnet med spesielt nordvest belysning. (Se nedenfor).

Detalj,i finere utførelse fra nedenstående kart. (øvre h.hjørne)

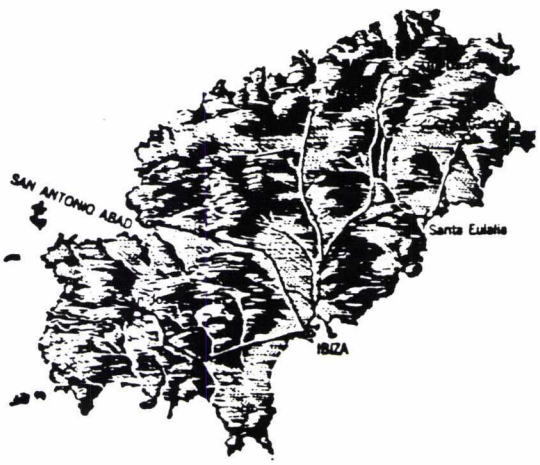
Norman,J.W.-Thrower. Geogr.Rev.oct.1957



Terrengfremstilling med prikker.Prinsipp:høyere er mørkere.Flate deler og dalene forblir hvite. Skrå-belysning.(Av M.Eckert.)



Eksperiment i kobberstikk-stil.



Eksperiment i tresnitt-stil.

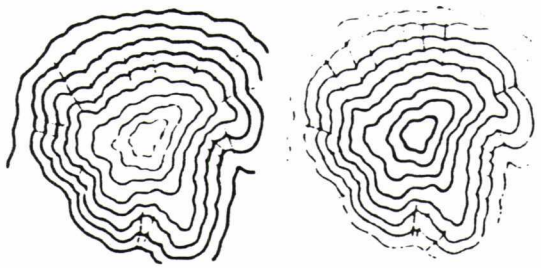
HYPSOMMETRISK FREMSTILLING.(HØYDELAGSKART)

Dette er også en metode. Enten med farger eller forskjellige raster (toner) uttrykkes høydeområder mellom to høydenivåer. Siden dette har mere sammenheng med høydekurver skal det behandles der.

TERRENGFREMSTILLING MED HØYDEKURVER.

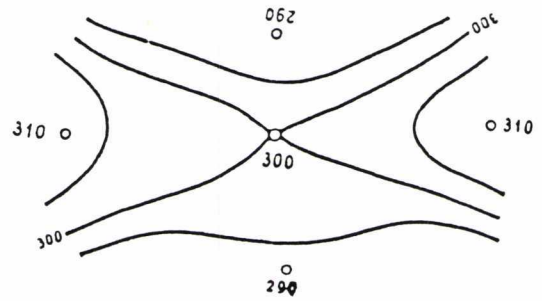
Høydekurven, som mange andre nyvinninger, kom ikke på dagen. Allerede i 1674 begynnte en hollender, Nikolaes van der Heyde, ved viktigere innseilingssteder, å måle dybder i havet og binde tallene med like verdier sammen med en linje. En annen hollender, Nikolaes Samuel Croquius, kartlegger i 1730 Merwede-elven med høyde (dybde) kurver, men ingen oppdager disses betydning. Senere tar franske ingeniører også dette i bruk, men det glemmes igjen. Eller rettere sagt det slår ikke gjennom, antaglig av den grunn at strektegningen var penere å se på.

Bonifas Marcellin Ducarla, en sveitsisk-fransk ingeniør utarbeider, på grunnlag av de franske Bauche's dybdekurve (isobat)system, det første høydekurve-system for landområder, men det slår ikke gjennom. Ingen var klar over høydekurvens betydning: at punktenes høyde både var lesbare og målbare, akkurat som lengde eller bredde. Det var lite populært at terrengbildet ikke var så i øyen-fallende, ikke så billedlige, bare slyngete linjer. Dupain Triel tegner i 1791 et skolekart med 100 meters ekvidistanse i Frankrike. I 1796 anbefaler han en mer detaljert oppmåling med denne metode. I 1804 utgir han Ducarla's regelverk i videreført form, hvor han anbefaler bl.a. hver tiende kurve tegnet med tykkere strek. (Dagens tellekurve).



Høydekurver av Dupain Triel.1791.

Som vi vet lå denne ide, som startet i 1730, så og si ubenyttet i 50 år. Almindelig bruk av høydekurver begynner bare i midten av det XIX.årh. Grunnene til så liten anvendelse var at det var svært få høydemålinger og det sto få høydedata til disposisjon. De hadde ikke riktig utgangspunkt (O-punkt)heller. Det var enda en vanskelighet: nemlig at forskjellige landområder hadde forskjellige måleenheter og normer. En måtte omregne eller utjevne først. Måleinstrumentene var heller ikke utviklet nok.
Høydekurven kalles på de fleste språk "nivålinje", fordi den starter fra havets"O"pkt. Mange mener at høydekurvens virkelige anvendelse begynner med den østeriske kaptein ved navn Lehmann.
Man innså snart at høydekurver har 4 hovedtrekk.
1.Høydekurver krysser aldri hverandre. (Unntatt et tilfelle, men for å beholde regelen kaller vi det ikke kryssing, men tangering.)



Salpunktet her har samme verdi som h.kurven

2.Høydekurven slutter alltid i seg selv.
3.Høydekurvene er ikke parallelle med hverandre.(Deres vanrette projeksjon viser bare parallelle kurver.)
4.Jo brattere terrenget er jo tettere ligger høydekurvene til hverandre og omvendt.
EN HØYDEKURVE er en linje som med utgangspunkt fra havets middelnullpunkt følger terrengets form og binder sammen høydepunktene av samme verdi og slutter i seg selv. FORENKLET:En høydekurve er en linje som går gjennom punkter i terrenget som har samme høyde over havet. ETTER HAUSLAB: Terrengfremstilling med høydekurver er den eneste metode som ikke bare gir et billedlig syn, men uttrykker

geometrisk uregelmessige overflater i 3. dimensjon også. Vi har nevnt at høydekurvens verdi telles fra havets middel "O"-pkt. Men havnene har forskjellige høyder. Interesant er at dette var kjent allerede før vår tidsregning. Basilius i 330 f.Kr. nevner i sine arbeider at Rødehavets speil ligger høyere enn Middelhavets. S. Gunther kaller disse oppdagelsene feilaktige og viser til måle-resultatet av 1880. Siden, og ved et sammenknyttet presisjons-nivellement fra forskjellige havs måleapparater (Mareograf, Thalattograf), er forskjellene bevist. Det er viktig at hvert land oppgir hvilket hav(Hvilket "O"-pkt.)som blir benyttet på kartet. I våre arbeider, f.eks. ved vassdragsvivellement, kan vi komme i den situasjon at vi har ikke noe utgangspunkt:fastmerkebolt med H.O.H Da er man nødt til å starte fra havet og man bør opprette et provisorisk vannmerke,(VM) til en 2-3 ukers varighet. Vannstand avleses 4 ganger i døgnet ved høy oglav vannstand og noteres. (Vst. og klokkeslett). Til slutt sendes det til NGO (fra 1.1.1986 Statens Kartverk.), som sørger for beregningen. Selvfølgelig kan man arbeide i mellomtiden, hvis man har slått ned en FM.-bolt i nærheten av VM. og innivellert der i fra. Høydeverdien (-e) får man påføre senere.

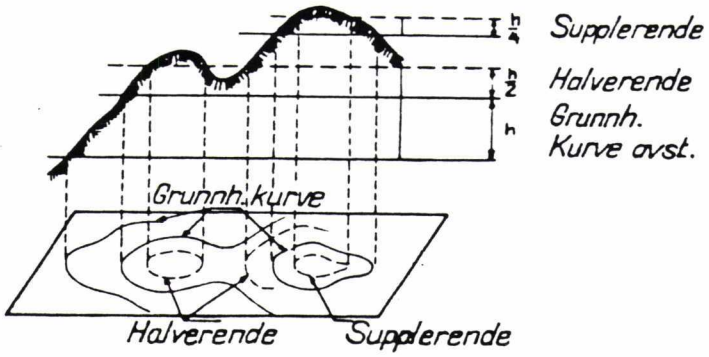
Høydekurvene kan deles opp etter deres rolle:

Høydekurve= alle h.kurve (grunnkurve)

Tellekurve= tykkere tegnet, hver 5.-te 10.-ende osv.

Mellomkurve= er en hjelpekurve.

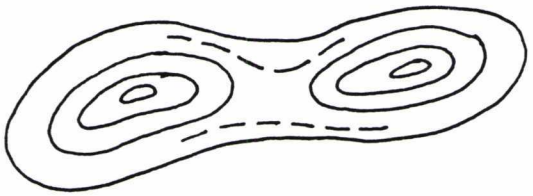
En hjelpekurve kan være "halverende" når den deler høyden mellom to h.kurver, eller supplerende, når den skal gi nærmere orientering om enkelte detaljer i terrenget. Men det behøver ikke å ha halverende verdi.



Grunn, halverende og supplerende (hjelpe)kurve.

ANVENDELSE AV HJELPEKURVE I PRAKSIS

Dersom man anvender på den ene siden av en sadel, må man anvende den på den andre siden også.



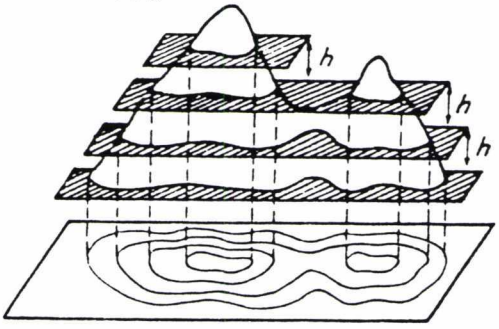
Anvender vi hjelpe(mellom)kurver på et flatere område jevnlig og hele veien og mellom hver høydekurve kan det se like tett ut som på ikke flate områder, og det er ikke meningen. I visse tilfeller har man behov for å avvike fra høyde-nivå (dybde-nivå), som ved dybde-karters høyeste og laveste regulerte vannstand. I slike tilfeller kan en bøte på det ved at disse kurvene tegnes med avvikende kart-tegn. Tynnere, stiplede eller prikkete osv.

Noen eksempler på ekvidistanser på norske topogr. karter

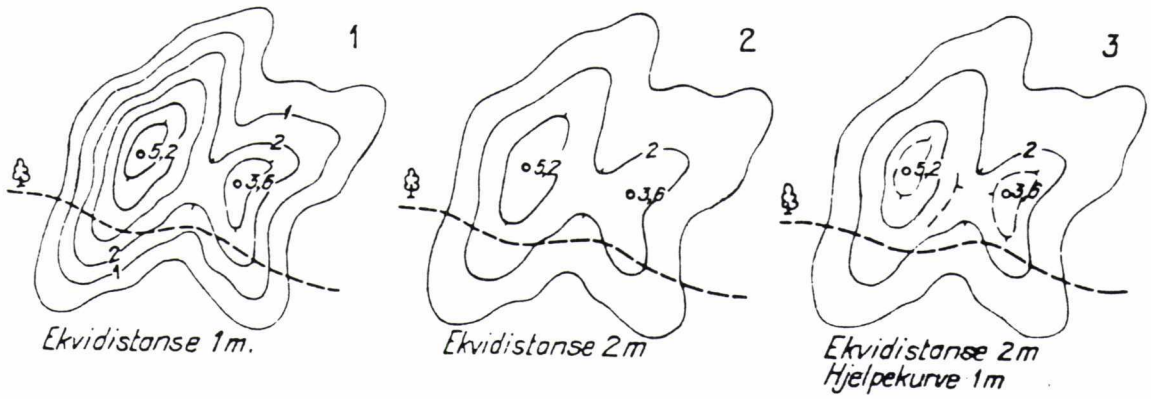
1:250 000 = 50m kurver	Økonomiske karter:
1:100 000 = 30m kurver	1:5 000 = 5m kurver
1:50 000 = 20m kurver	1:10000 = 10m kurver
1:25 000 = 10m kurver	1:20 000= 20m kurver

EKVIDISTANSE

Den loddrette høydeforskjellen mellom to høydekurver kalles ekvidi-stanse. Ekvidistanse varierer etter kartets behov og standard, men dennes verdi er alltid oppgitt på kartrammen.



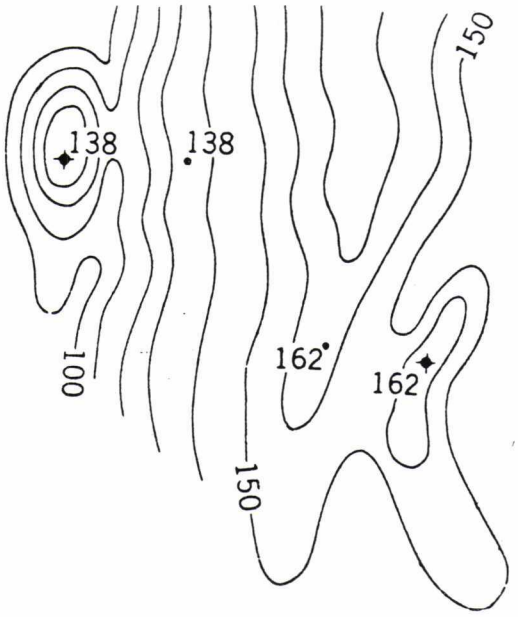
Illustrasjon til høydekurver og ekvidistanser.



Fremstilling av samme fjell med forskjellige ekvidistanser.

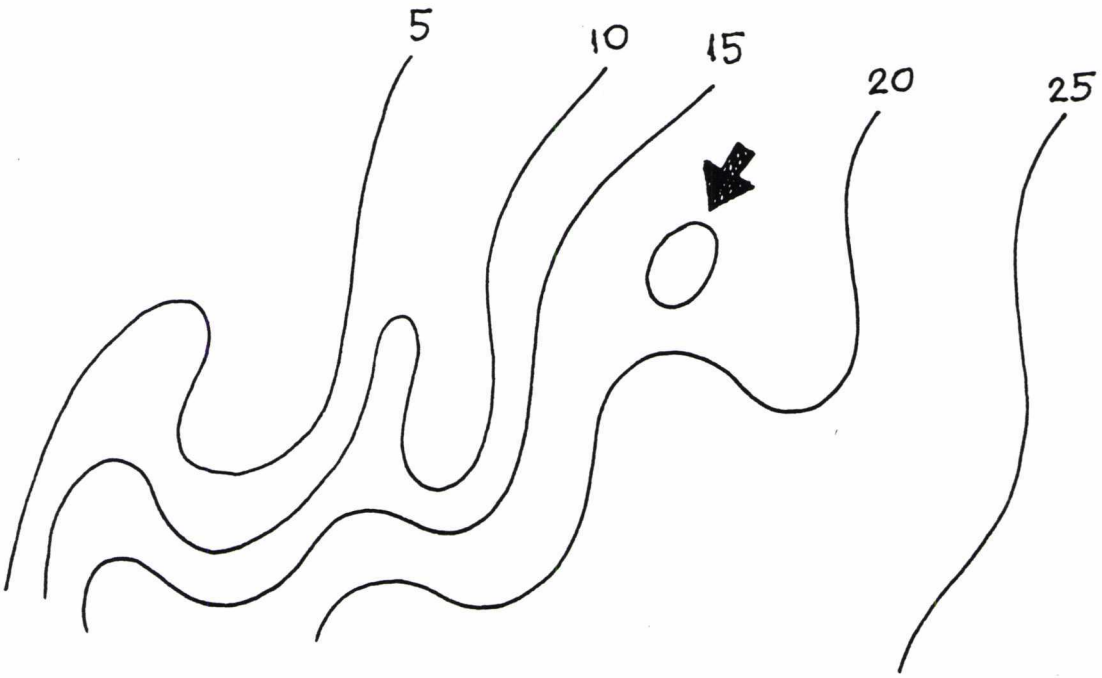
Høydekurven er et produkt av høydeverdier, høydetall og de avhenger av hverandre. Selve høydekurvene må kunne telles lett etter fortykket tellekurve, eller/og kurvens nummerering. I tillegg merkes karakteristiske deler i terrenget med høydetall. Det var en interessant ide at sideformasjonens (utspring, kuppel, osv.) høydetall overføres på terrengets hovedform. Gjerne mellom to høydekurver. Dette som et "luftspenn" orienterer oss om dimensjoner, tilhørighet i høyderang.

EKSEMPEL:

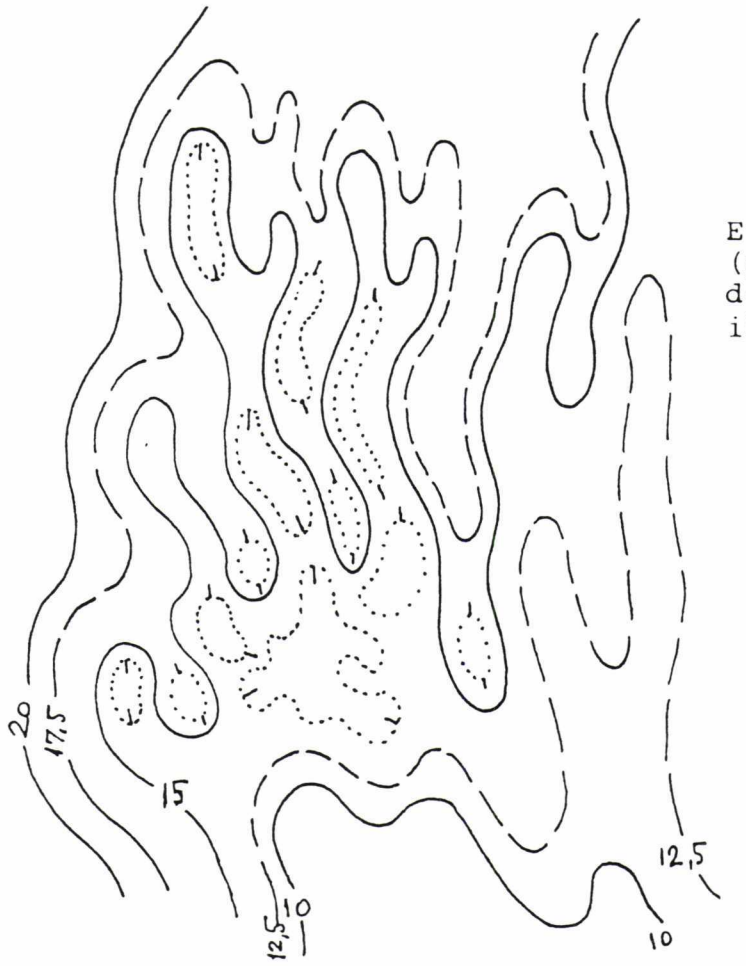


Ved anvendelse av høydekurver, som før nevnt, kan det også tas i bruk mellomkurver, hjelpekurver og event. "formlinjer" uten verdi. Enkelte land benytter punktlinjer (formlinjer) bare for å uttrykke små ujevnheter i terrenget med, fordi høydekurven ikke strekker til. F.eks. en kartserie i målestokk 1:25 000 har 10 meters ekvidistanse. En halverende mellomkurve gir 5 meter og dennes halverende 2,5 meters ekvidistanse. Kommer man likevel over et område, som f.eks. sandyner som er vanlig nær elver, og holmene faller mellom 2,5 meters verdi. Mange land anvender såkalte "falltorner" for å vise fallretningene. En høydekurve har minusform (forsenkning) og falltornene peker da innover.

EKSEMPEL:



Uten falltorn kan formen være 20 m (høyde) og 15 m (senking).



Et eksempel på formlinjer (punktlinjer)som uttrykker detaljer hvor h.kurven ikke strekker til

TERRENGLÆRE (Fjellformasjonslære)

Terrenglære er det fag som behandler terrengets naturlige formasjoner i detalj, påviser detaljenes regelmessighet og utarbeider normer til avbilding. Terreng/fjellformasjonslærens teori er OROMORFOLOGI. Oromorfologi analyserer,konstruerer, avbilder og setter teoretisk regelverk med geometriens hjelp. Oromorfologi utgjør tykke bind som fag, men etter fotogrammetriens utvikling har enkelte ansett dette som overdreven teoretisering og har inntil i dag hatt mer akademisk interesse enn praktisk betydning. Unntatt ved målebordsarbeider og selvfølgelig ved undervannsarbeider.
Jeg er overbevist om at nettopp i vår moderne datateknikk (f.eks. ved digital terrengmodell) skal det blåses nytt liv i oromorfologien for programmeringens skyld, og ved undervannsarbeider er den helt

uunnværlig. Jeg skal heller ikke ofre mer tid på dette, men for sammenligningens skyld vise noen eksempler ved omtale av naturlige fjellformer.

OM FJELLFORMENES EGENART

Menneskets interesse vendes alltid først mot de ytre formene. Etter at man fikk kjennskap til og beskrev disse formene og satte alt sammen i ordnet regelbundet system, går interessen over til formenes opprinnelse.
Man er stort sett ferdig med den "beskrivende terrenglære". Det er lite sannsynlig at vi skal finne nyere former etter ytre studier, derfor må man rette oppmerksomheten mot opprinnelsen og utviklingen. Til å studere terrengformenes utvikling, får vi stor hjelp av geomorfologi, men dette er langt ifra terrenglære. Geomorfologi* bestemmer terrengets alminnelige regler og gir et godt grunnlag for videre studier av terrengformenes spesifikke egenart. (Karakteristikk).

*geomorfologi = geologisk forklaring, beskrivelse av jordoverflatens former.

TERRENGETS GRUNNLEGGENDE KARAKTERESTIKK

1. Jordoverflatens formasjon (terrenget) utformet av indre (endogene) og ytre (exogene) krefter og er under evig utvikling.
2. Denne utviklingen er ikke direkte målrettet, men styrt av en gjenkjennelig regelmessighet.
3. Den evige utvikling er ikke jevn, men rytmisk og skjer med forskjellig hastighet.
4. Utviklingens rytmiske perioder gir forskjellige til- stander (formasjoner). Jordens overflate er nok uregelmessig, men likevel kan man oppdage visse geometriske sammenhenger, en regelmessighet, men bare ved oppdeling i mindre former.
De enkelte terrengformer er ikke rene geometriske former, bare bærere (symboler) av en naturlig hellningsformasjon. Systematiseringen skjer ved sammenligning (geometrisk sammenheng), men denne

sammenligningen betyr aldri nøyaktig likhet. De formene som tilhører en gruppe, er ikke bare i sammenheng forskjellige, men også i dimensjon.
Hver eneste form på den evig foranderlige overflaten er individuell, og avviker også fra andre former i samme gruppe. Derfor gjenkjenner vi dem bare ved hjelp av abstrakt generalisering, som er spesifikk og karakteristisk nettopp for disse formene.
Ved hjelp av allmenngyldige regler klarer vi å dele disse formene og studere dem, for å bli kjent med dem. Ved studering må man passe på både detaljene, helhetens samhørighet og utviklingens gang.
Vi begynte studiet ved geomorfologi og kom frem til terrenglærens mest alminnelige lov:

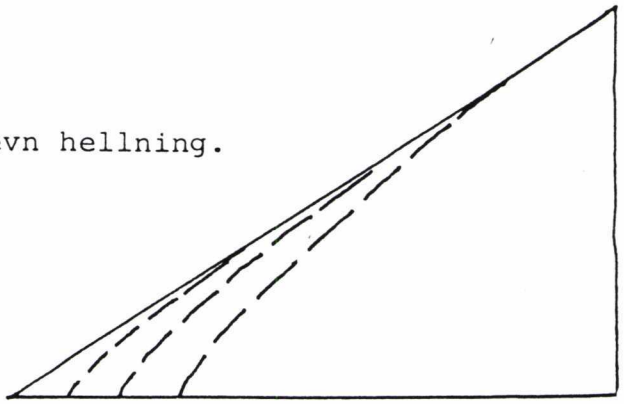
1. Terrengformenes utvikling er konstant (evig), men ikke jevn.
2. Den momentane tilstand av formasjonsforråd (mengde) er et produkt av nedbrytende og skapende (ytre og indre) krefters kamp.
3. De enkelte formers sammenlignbarhet betyr aldri hel likhet.
4. Formene utvikler seg i påvirkning av hverandre og deres bestandighet (levetid) er relativ.
5. Terrenggformenes grunnelement er hellningen. En hver terrengform kan uttrykkes ved hellning.

DE VIKTIGSTE TERRENGFORMER.

SKRÅNING eller HELLNING.

Fra kjennskapen til geomekanikk og for forenklingens skyld antar vi at homogen hellning har jevnt plan og skråningsvinkel. Vi antar videre at hellningen tæres av en jevn erosjon og at det på hvert eneste punkt faller en jevn mengde nedbør osv. I dette tilfellet slites hellningen ned med en arealsk erosjon, men likevel ikke jevnt på hvert punkt, fordi man ved jevn planskråning har den kjente formel $E=mv^2$, hvor E = erosjon, m = vannets mengde og v = hastighetsøkning eller akselerasjon. Slik dannes en planskråning med stadig foranderlig vinkel.

Erosjon på jevn hellning.



Den homogene planskråning uten vinkelforandring forekommer uhyre sjelden i naturen, kanskje enda sjeldnere enn jevnt fordelt nedbør. Bergartens inhomogenitet, skråningens ujevnhet, forandring av skråningsvinkelen, nedbørens ujevne fordeling og diverse andre hindringer gjør at det alltid dannes et "SLUK" i skråningen. Siden slike "sluk" samtidig er et dalhode, blir følgen at det begynner å danne seg "VANNSAMLERFORMASJONER". Disse vannsamler-formasjonene er konsekvent fallrettede daler. I begynnelsen er disse trangfotede, men på sin vei mot erosjonsbasis brer de seg ut til det helt flate.

Disse konsekvente dalformasjoner følges av subsekvensregelen (første bielv) og slik oppstår sidedalene. Deres antall vokser fremover og danner vannsamlersystemet. Ryggenes form er alltid en funksjon av dalenes skapende evner. Likevel kan man ikke si at en trangfotet dal følges av en smal rygg eller at en bred dal skaper en bred rygg. Man må nøye følge dalnettingens tetthet. Ved et lite tett dalnett kan to trangfotede daler godt danne en bred rygg, men dette er langt ifra en stabil form.

Utvikligens tendens er at en trangforet dal danner smal rygg og bred dal danner bred rygg.

Naturligvis kan det forekomme "overutvikling" også. Ved meget tette dalsystemer kan brede dalfører danne smale rygger. På disse ryggene som er dannet av dalene er DELFORMASJONENE et resultat av ut-viklingen.

Mesteparten av kuplene har ikke genetisk opprinnelse. (unntatt sand og vulkanske former), men deres opprinnelse kommer fra erosjon. Det kan fastslåes at mesteparten av kuplene ikke er noe annet enn den øverst kulminasjon av ryggene, og skapt av erosjon. Beveger man seg

fra kuppelen nedover på ryggens skråning kan det forekomme en skråningstrapp (Sete). Før vi analyserer skråningstrappen og dennes opprinnelse, må vi studere de normale fall-linjene, fordi bare med normal fallinje kan man forklare disse trappenes opprinnelse. (Unntatt av en annen type stenart).

DEN NORMALE FALL-LINJE ER DEN KORTESTE OG FORMLINJEN ER DEN LENGSTE FALL-LINJEN BLANT DE UTTALLIGE FALL-LINJER.

Det normale er at på ett punkt av en gitt skråning kan det stilles bare en normal fallinge. PÅ DENNE LINJEN RENNER VANNET NEDOVER

To normale fallinjer kan bare stilles til en firkantet sadels sal-punkt, og til vannskillelinjer.

Mer enn to fallinjer kan bare stilles til flerhjørnete sadlers sal-punkt.

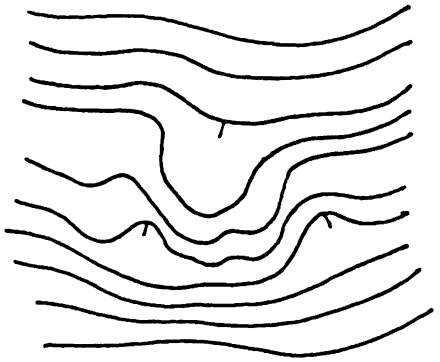
Tilbake til vannskillelinjen: Til hvert eneste punkt på denne kan det stilles to fallinjer, og disse danner en vinkel. Når denne vinkelen nærmer seg 90 grader danner vannsamlerne langs de normale fallinjer to hjørnepunkter og en kantlinje. Vannsamlere med sin aktivitet og ved regresjon (tilbakeslag) skyver disse hjrnepunktene nærmere hverandre. Slik dannes "PARALELLKANTETE OG DIVERGERINGS-KANTETE" brede skråningstrapper (seter, hviler) event. en "fjell-rabb" eller "skråningskolle".

Hvis vi av det såkalte tilbakeslag får et sadelpunkt har vi fått en ny form, "SADELEN".

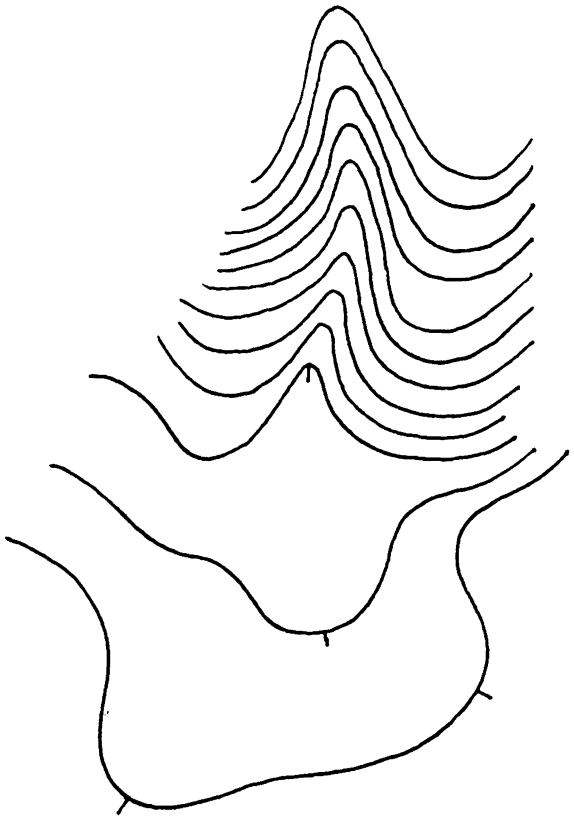
Med nedslitingen stopper ikke her. Ryggens og dens event. eksister-ende kuppels, (kolles) vannsamleområde er betydelig større enn skråningskuppelens, og derfor går den først unna og slik oppstår to selvstendige kupler og dannelsen begynner forfa igjen.

Det er en gammel kjent regel at: "VANNSAMLERE LØPER SAMMEN og VANN-SKILLERE DELER SEG."

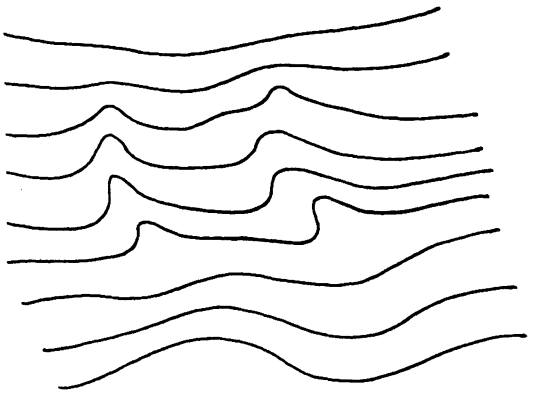
Begge regler er viktige, men det finnes unntagelser. Her må vi tenke først på "SEDIMENTKUPPELEN" som er meget viktig ved elvenes topografi.



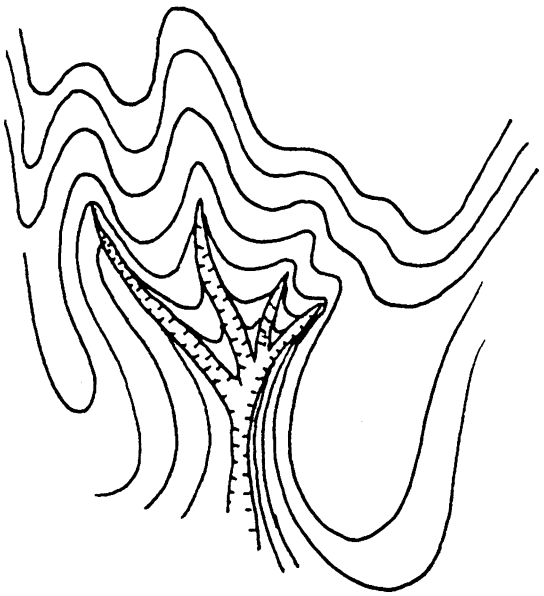
Skråningstrapp (Sete)



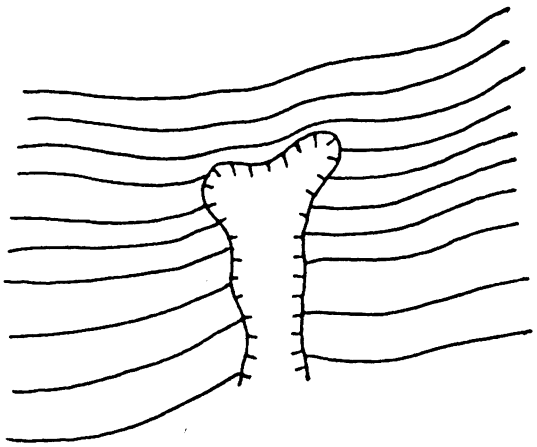
Sedimentkuppel



Startet men utebbet innvasking. Kreftene flatet seg ut til en bred jevn hellning.



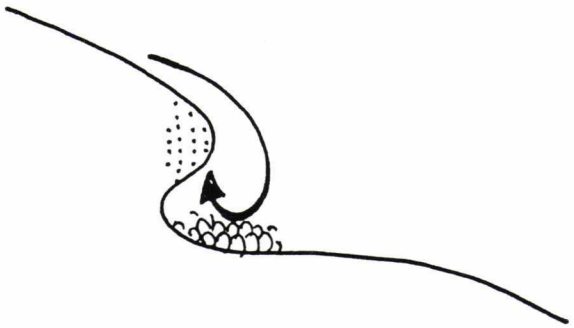
Utvasking (normal)



Utvasking (undervasket) av "Evorsjon"

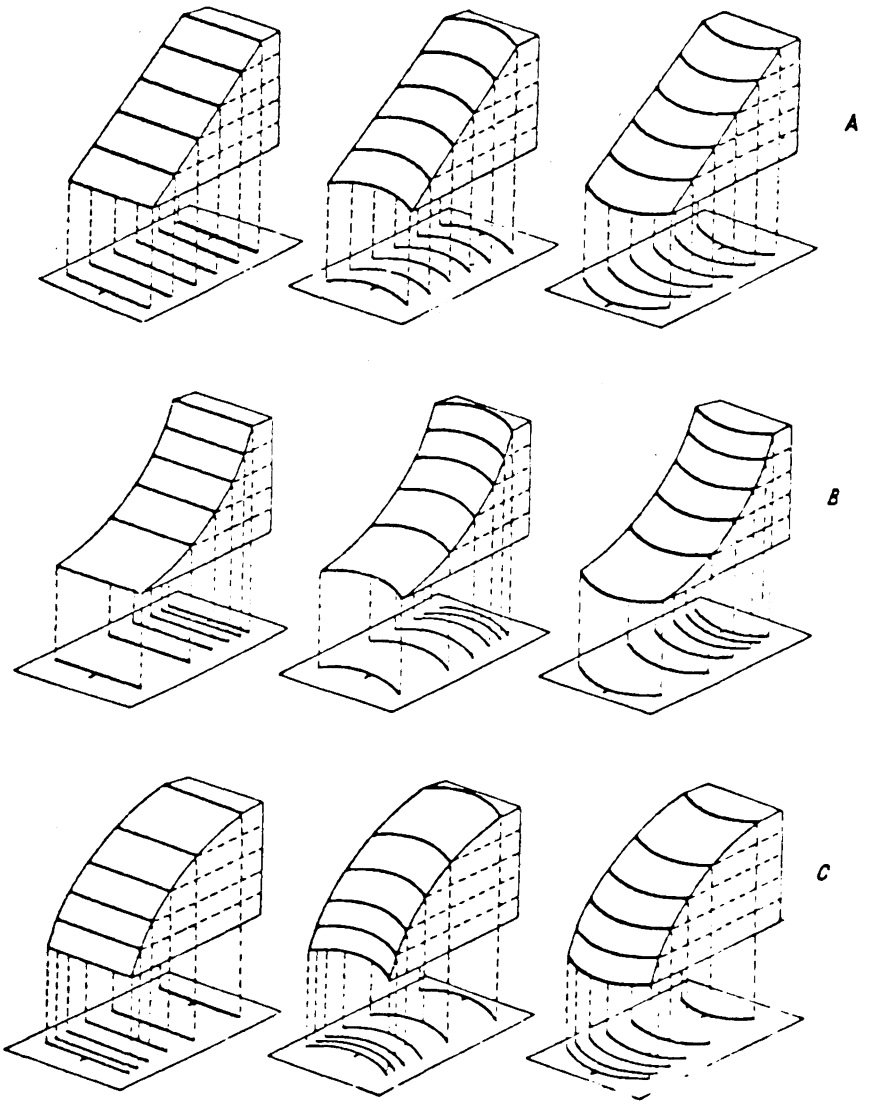
EVORSJON (EVORSIO)

På en skråning med løsere bergarter med passende skråningsvinkel og et spesielt samlende sluk som startpunkt, oppstår det brede utvaskinger. Den nedoverstyrtende nedbør undervasker, ved gjentatte tilbakeslag, den allerede oppståtte trappen slik at deler rives av, flytter seg eller eter seg inn, stadig lenger bakover. Dette er "evorsjon". Siden evorsjon ikke bare vasker seg inn bakover, men i sideretning også, blir utvaskingen stadig bredere og hodene avrundete.
Når de ødeleggende kreftene ikke kan følge den samme retningen mer, begynner det å danne seg forgreninger og disse begynner den samme prosessen om igjen.



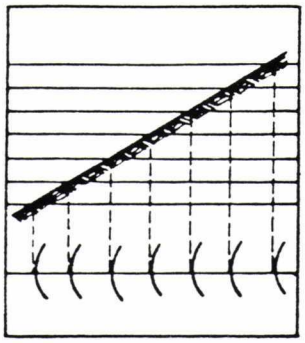
Evorsjons-teknikk.

Skråningseksempler

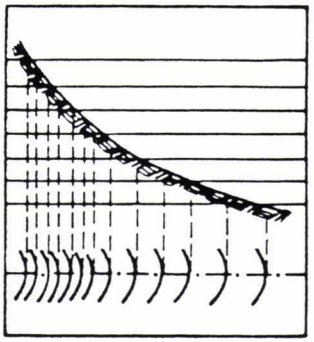


A=Den rette B=Den konkave C=Den konvekse

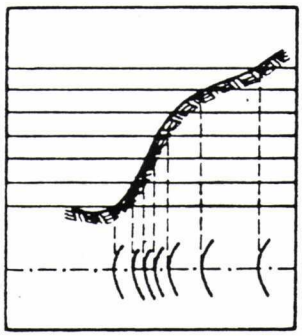
Høydekurvenes tetthet viser om en skråning er bratt eller slak.



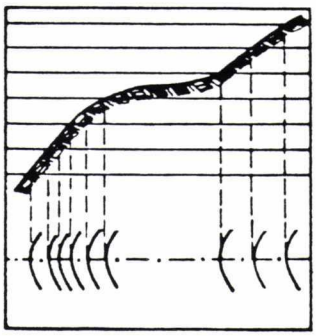
Jevn skråning.



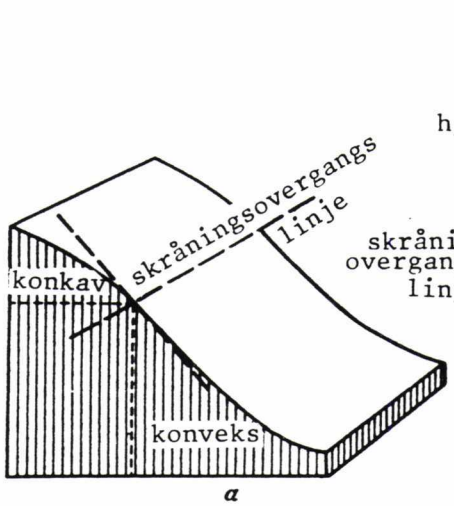
Skråning med innhellende (konkav) overgang.

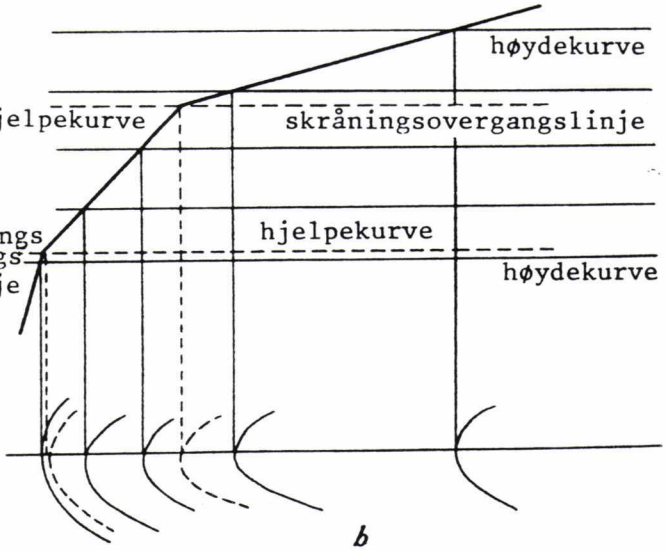


Skråning med oppadgående (konveks) overgang.



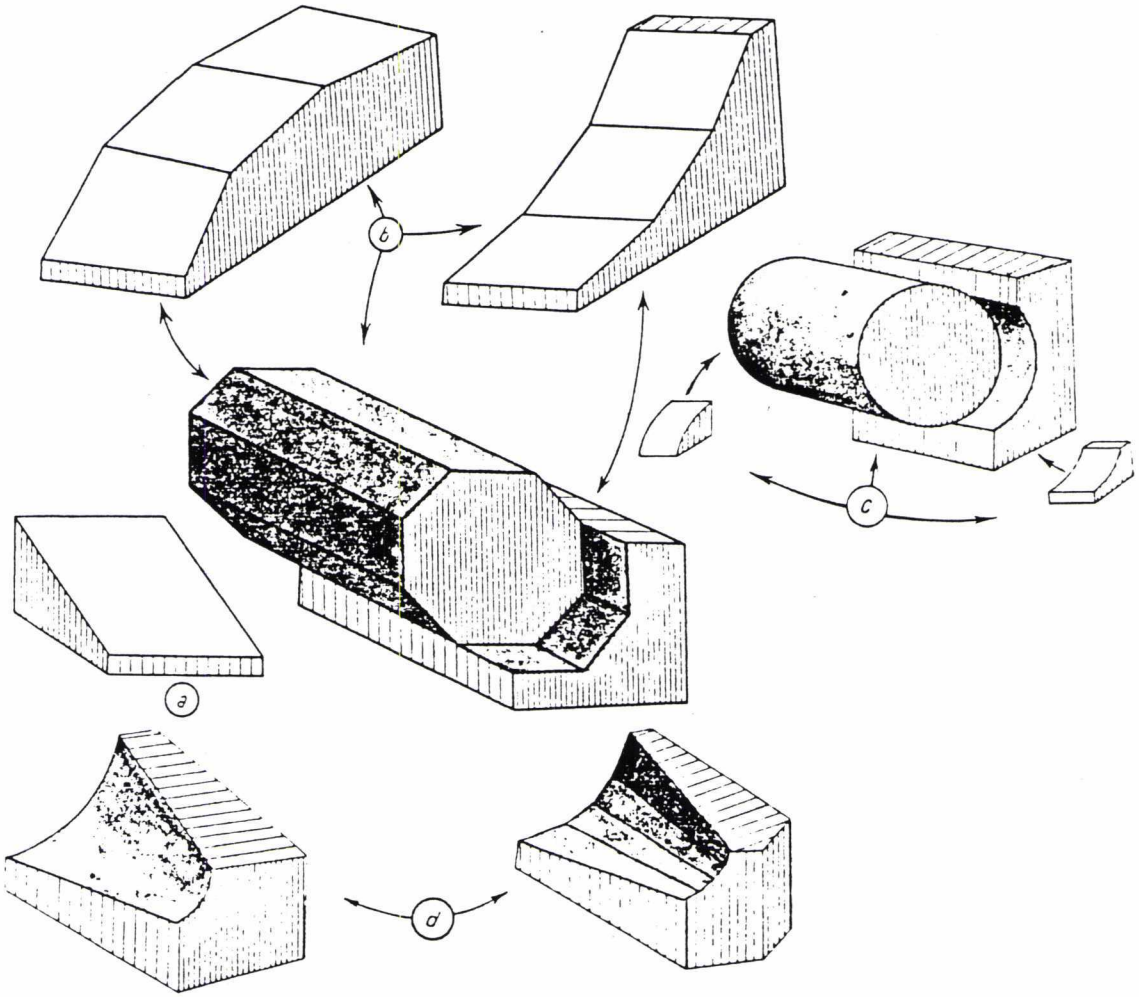
Bölgende skråning.

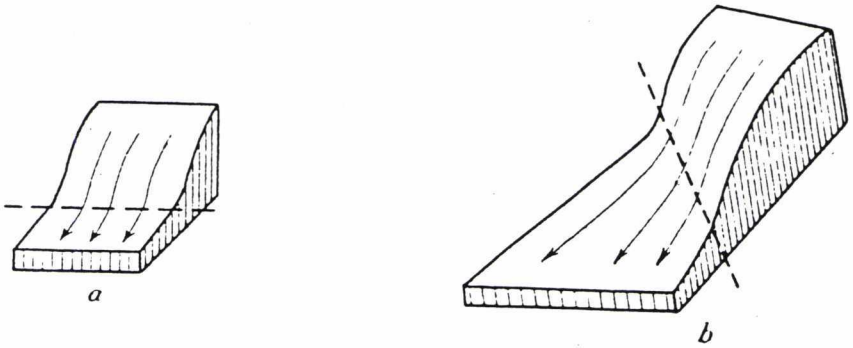




Her ser man ikke bare overgang av skråning,men beviser nødvendigheten av hjelpekurven.

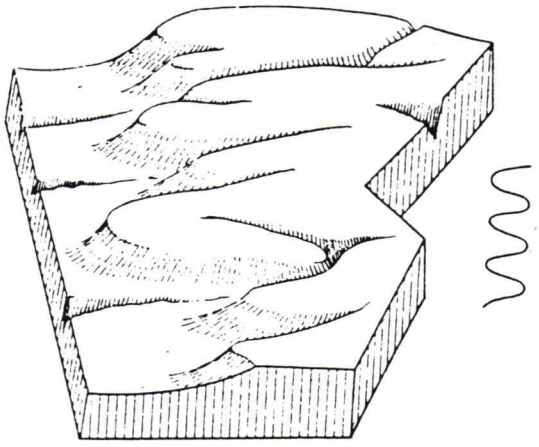
SKRÅNING avledet av geometri (oromorfologi).

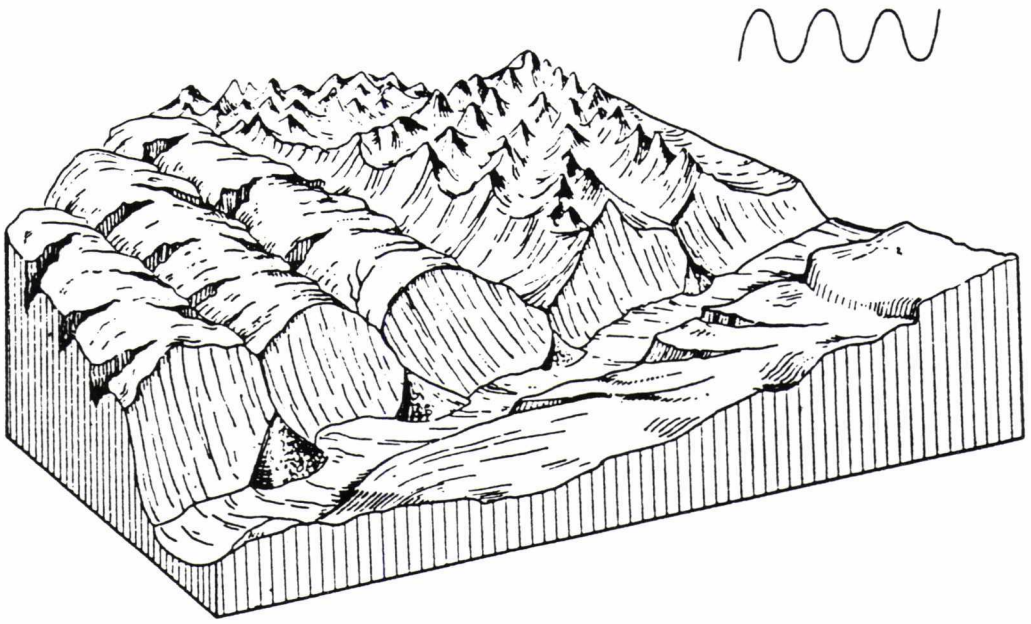




Den rette (a) og den skrå (b) skråning. Viktige elementer ved kartlegging av elver.

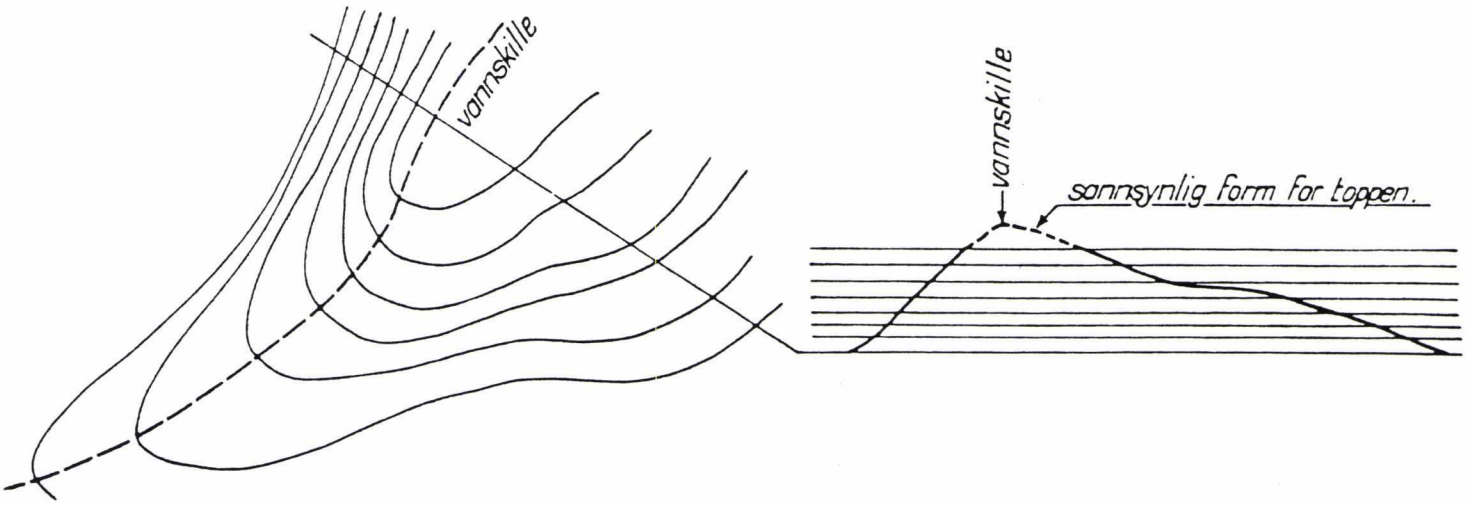
Skråninger som utviklet seg i horisontal og vertikal retning.



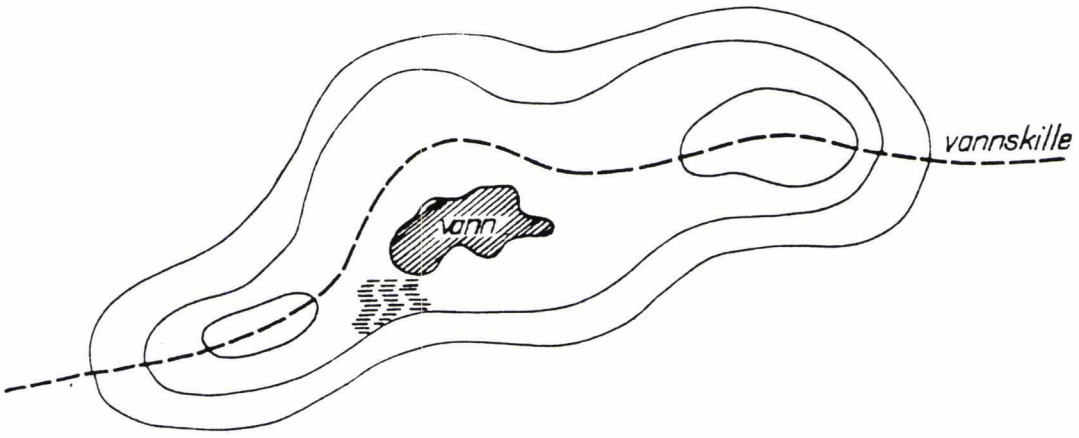


SKRÅNING I HYDROLOGISK PRAKSIS

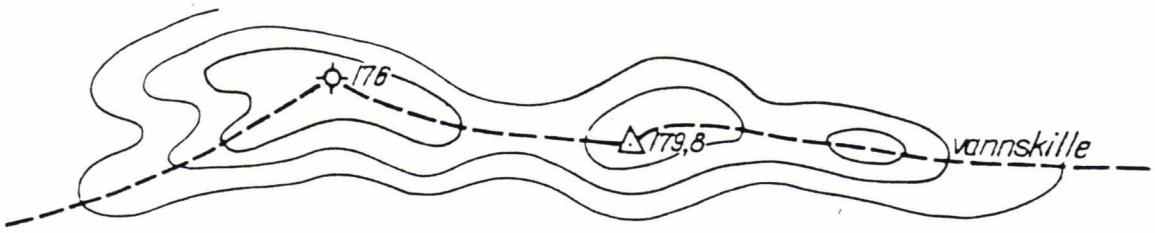
Når det mangler kurver, f.eks. på toppen eller viddene, er det mulig å gjette hvor terrenget er høyest og på denne måten tegne inn vannskillet: SOM ALLTID ER NÆRMEST DEN BRATTE SIDEN.



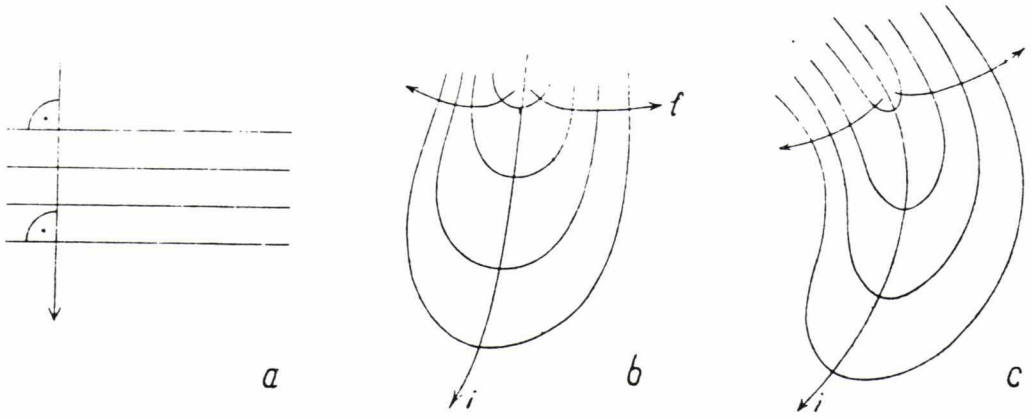
Når man ikke har noe annet å støtte seg til, bør man se på vannenes beliggenhet, DA DISSE ALLTID LIGGER LAVEST. Det er enkelt når vanene har utløp, men med et stillestående vann eller en pytt kan det by på problemer. Da må man se etter den myrlendte siden av vannt. Dette er da sannsynligvis avløpsveien for vannet ved høyere vannstand.



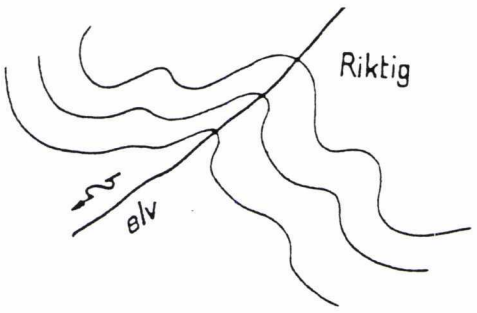
Dersom et vann ikke har en definert avløpsvei, må man dele vannet, noe som må gjøres med stor forsiktighet. Ved en større innsjø, som har avløp i to eller flere retninger, er undervanns-salpunktenes høyde det avgjørende. En event. rygg eller terskel i vannet kan også være avgjørende for bestemmelsen av avløpsveien. Man må huske å se på terrenget rundt vannet. Et godt hjelpemiddel er også de vanlige høydepunktene og de trigonometriske punktene. Disse står som regel på de høyeste punktene. Vannskillelinjen må således gå gjennom disse punktene (se under). Hvis man ikke følger de forannevnte rådene, kan det bli flere km^2 feil ved arealberegningen.

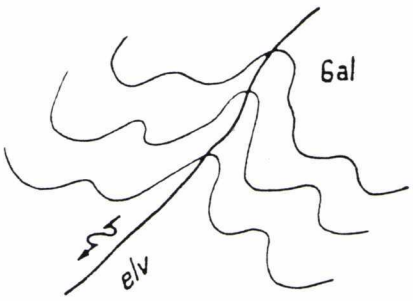


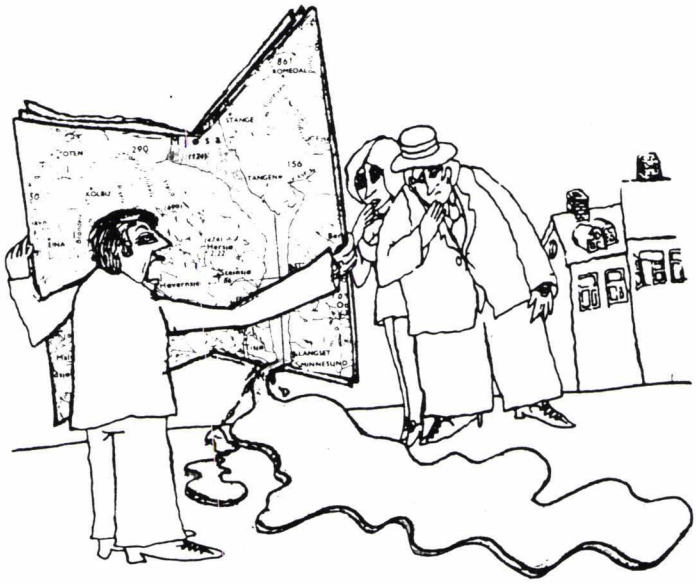
DEN KORTESTE FALLINJEN skal alltid skjære høydekurvene i rett vinkel. I HYDROLOGI ER DETTE VANNETS VEI.



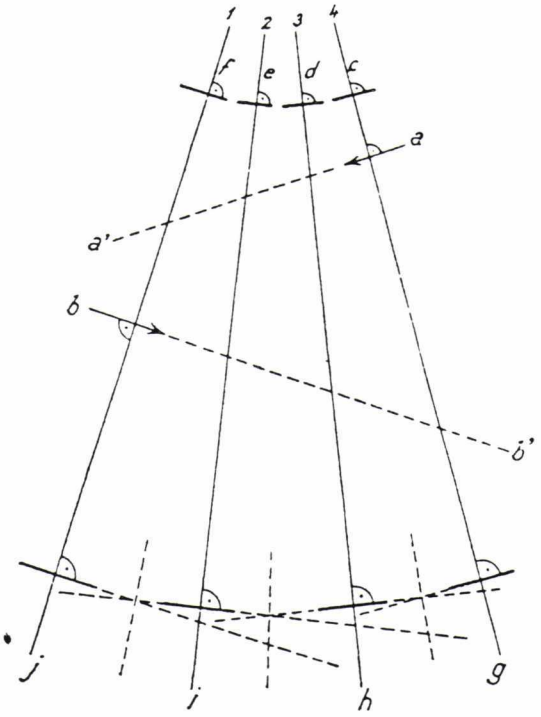
Som alle vet renner vannet nedover. Når vassdrag og høydekurver skal tegnes må man alltid huske at disse skjærer hverandre vinkelrett. Syndes det mot denne regelen, er også den enkle naturlov brutt i det man på kartet har dirigert vannet oppover. Vannets vei nedover der den korteste fallinje.



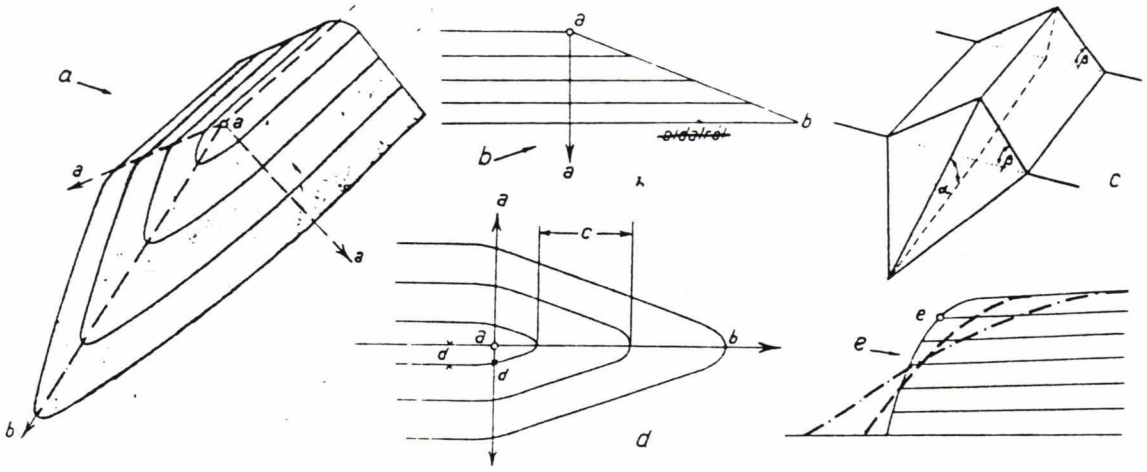




"VASSATLAS"

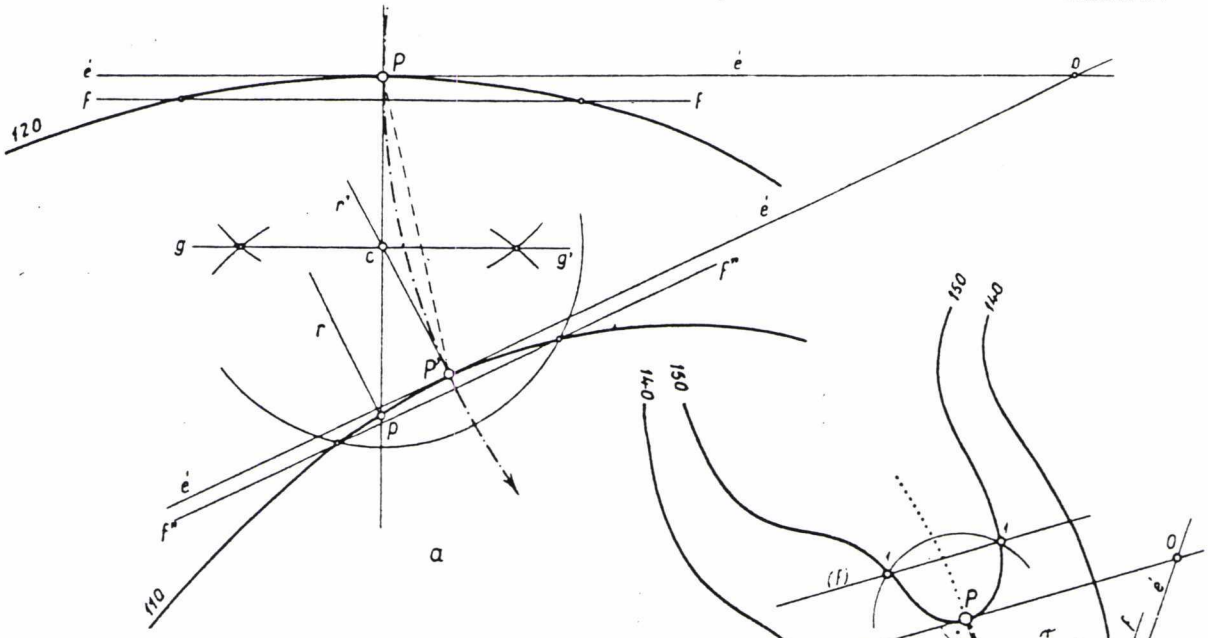


Hvis den korteste fallinjen ikke skjærer eller ikke står vinkelrett på høyde kurven (a–b) må resultatet bli forvrengt. Skjærer den vinkelrett resulterer det i en bue.

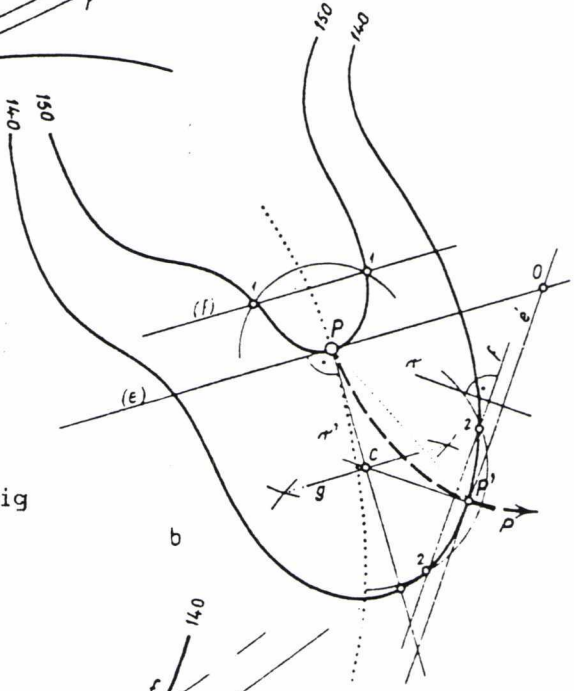


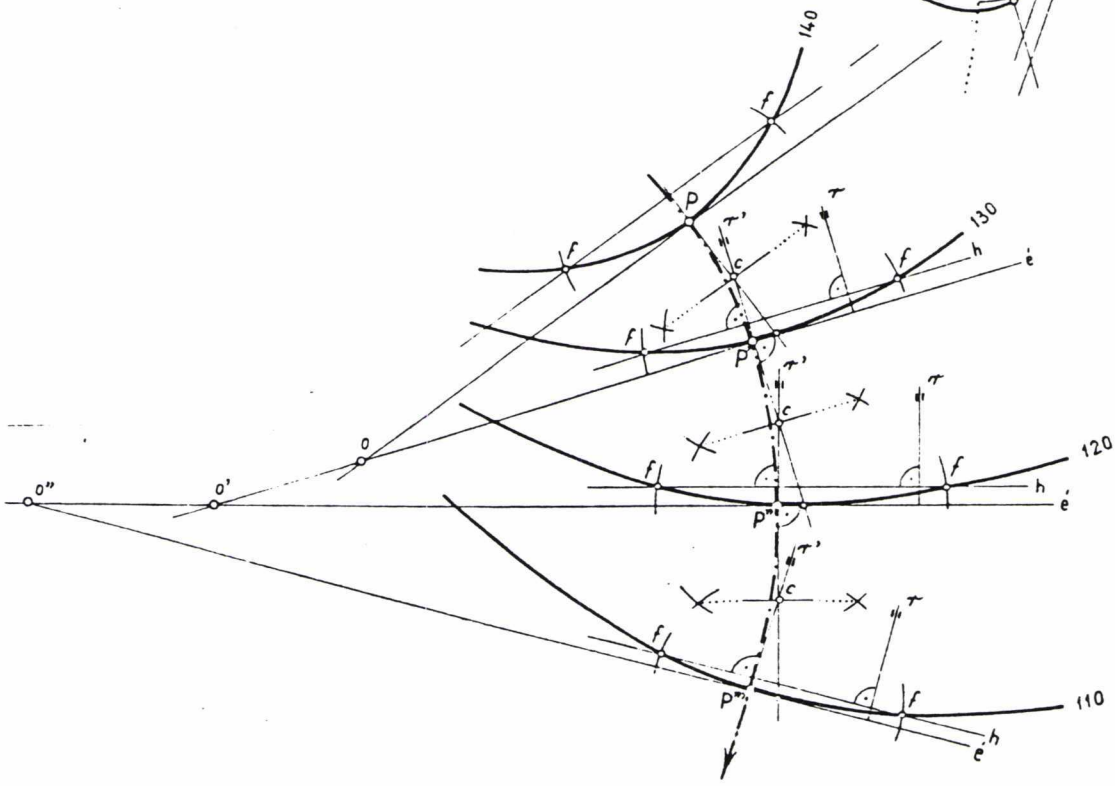
Fjellryggens lengde–side slutter alltid slakere og denne fallinjen (skråning) blir lengre enn på sidene.

Oromorfologiske studier for konstruksjon av den korteste FALLINJE.



Denne metoden gir ikke så nøyaktig resultat, men er godt synlig.

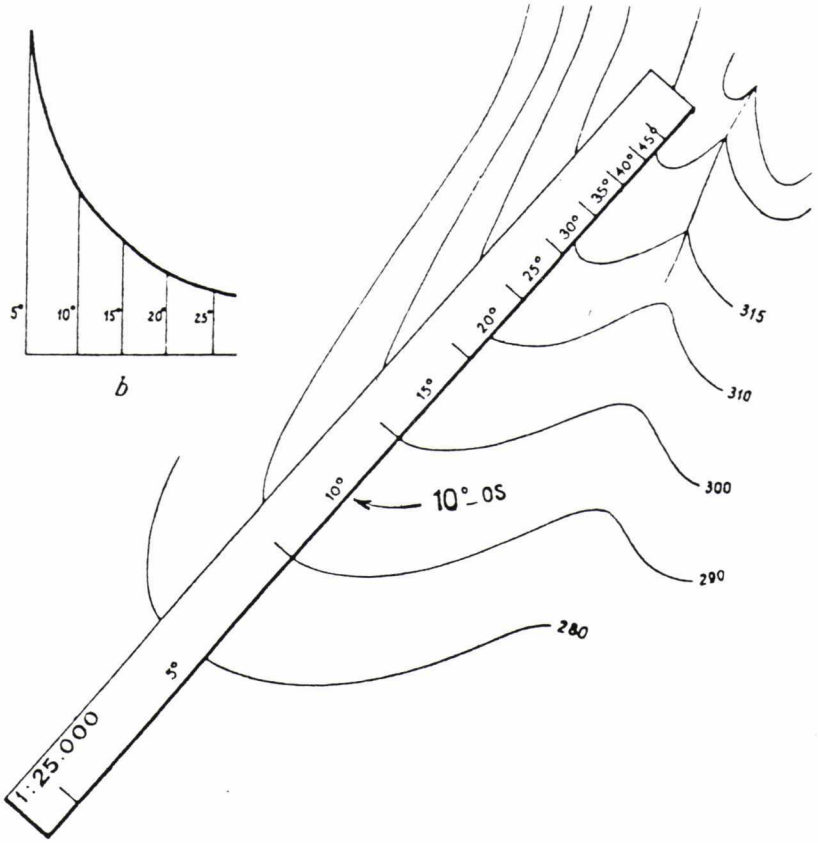




Konstruert over 4 h. kurver. Unøyaktighet er best synlig ved O–O–O'', ellers er rettvinkelen på kurvene tydlig.

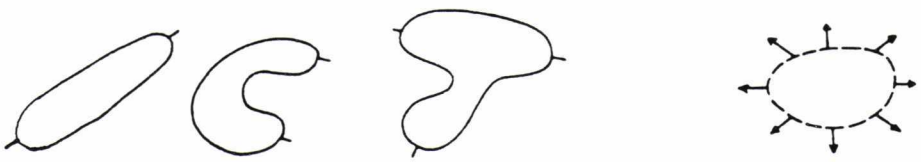
MÅLING AV SKRÅNING:

For å måle hellningsgradene på kart ble det innført et enkelt grafisk system. Med dettes hjelp kan hellningsvinkelen avleses øyeblikkelig. Hjelpemiddelet er papirbånd eller passer.



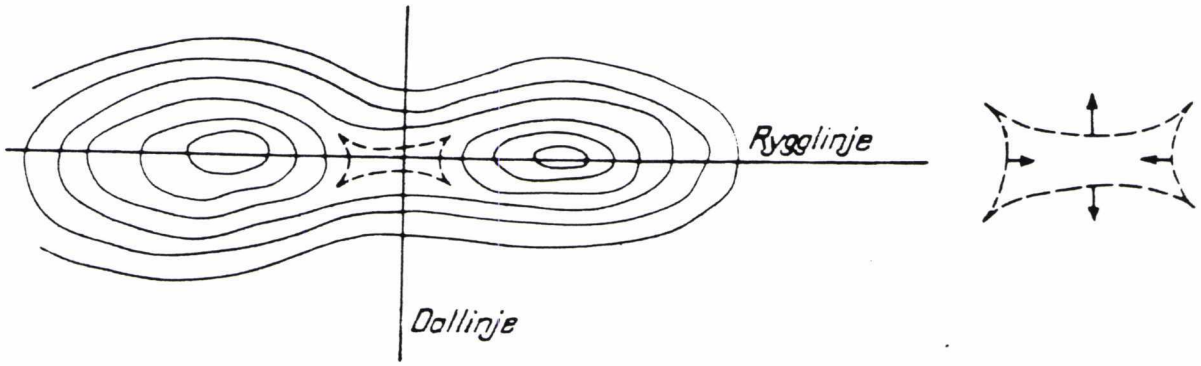
KUPPEL.

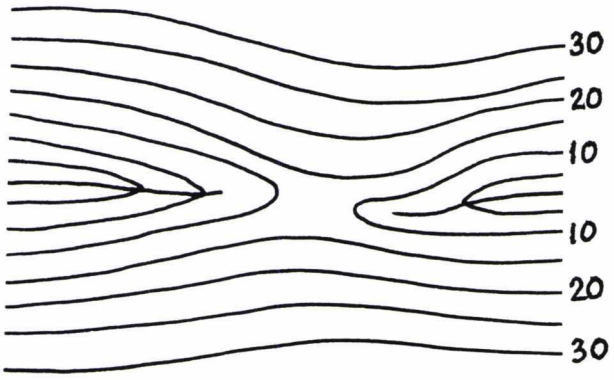
Karakteristikken er at fra kuppelens høyeste punkt faller i alle retninger.



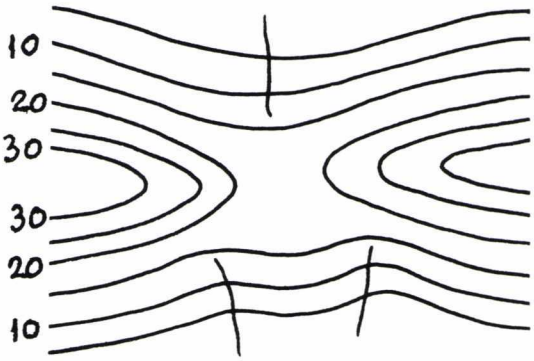
SADEL eller SAL.

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

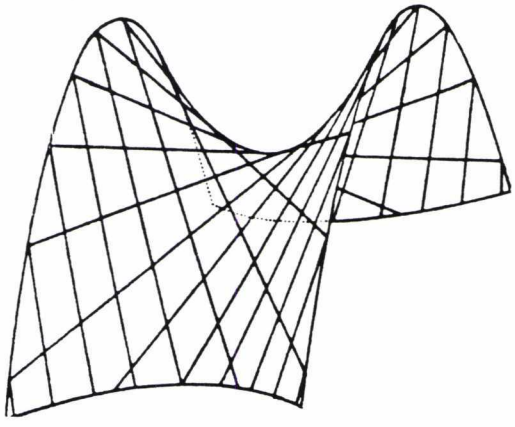




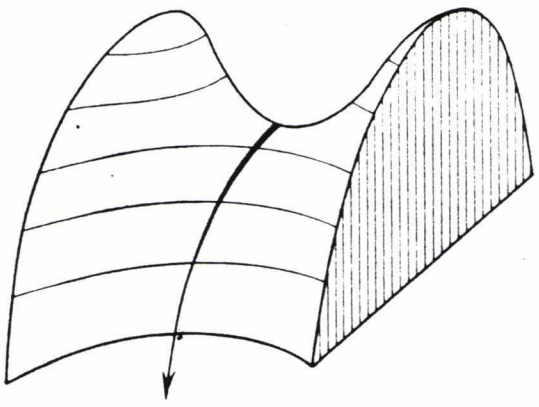
DALSADEL



KAM-eller TVERRSADEL

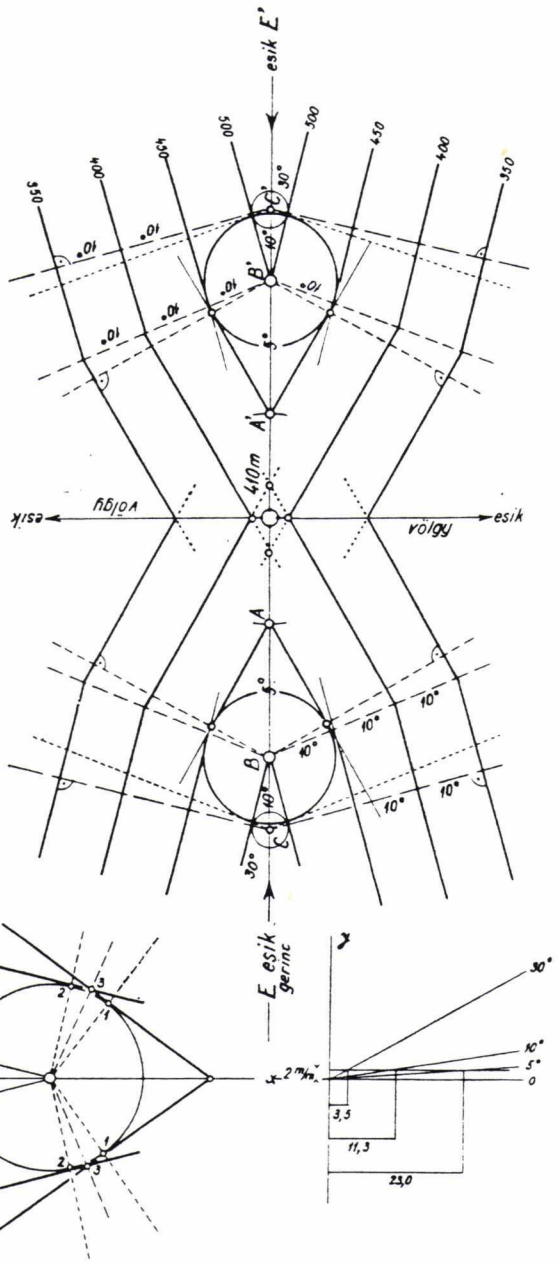


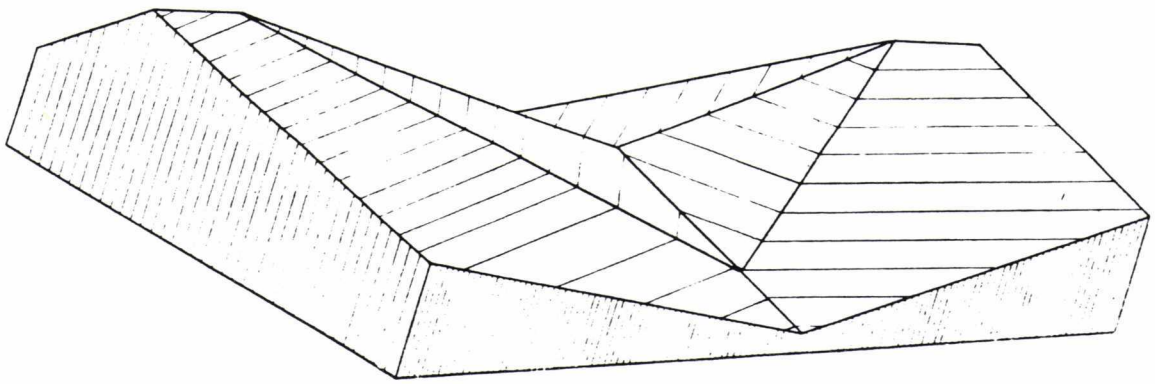
Sett med kartografisk øye er dette et vridd plan (hyperbolskparaboloide) kan uttrykke en fjellform.
I dette tilfelle en SADEL.



SADEL i blokk med nivålinjer.

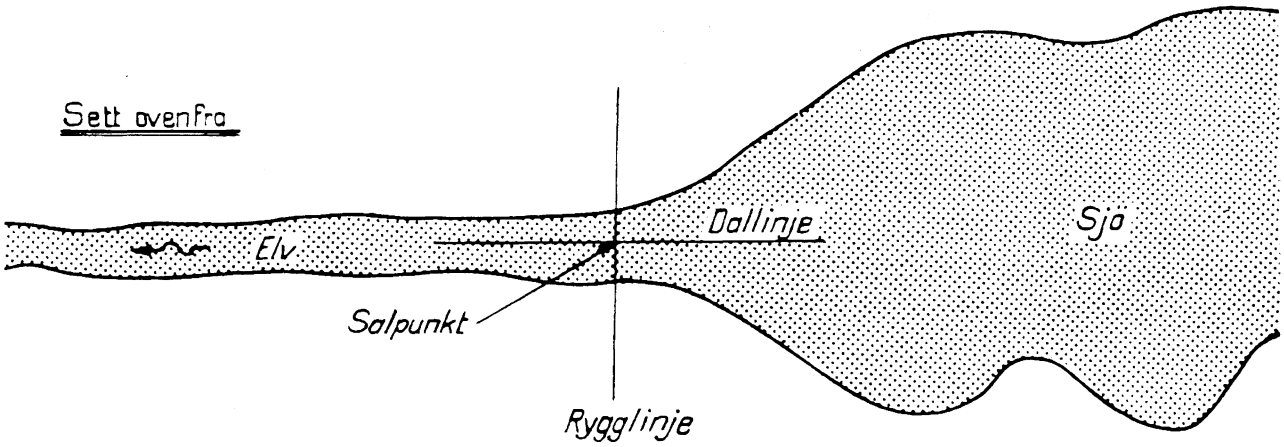
Geometrisk konstruert
sadelform for
oromorfologiske studier.

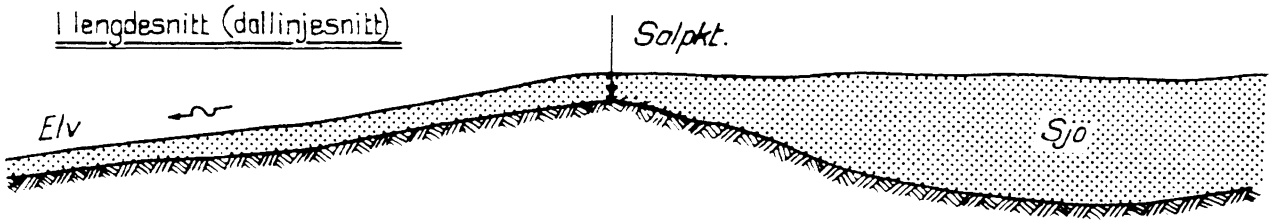


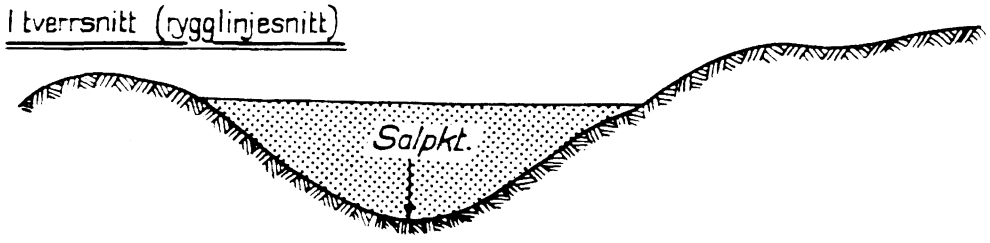


SALPUNKT:

Salpunktet er det laveste punkt som ligger på linjen trukket over kuplene, altså skjæringspunktet mellom rygglinjen og dallinjen. I hydrologi må en ofte finne salpunktet ved utløpet av et vann. Dette finner man ved å ta ut det punktet på dallinjen som ligger høyeste samtidig som det er det laveste punktet på rygglinjen.





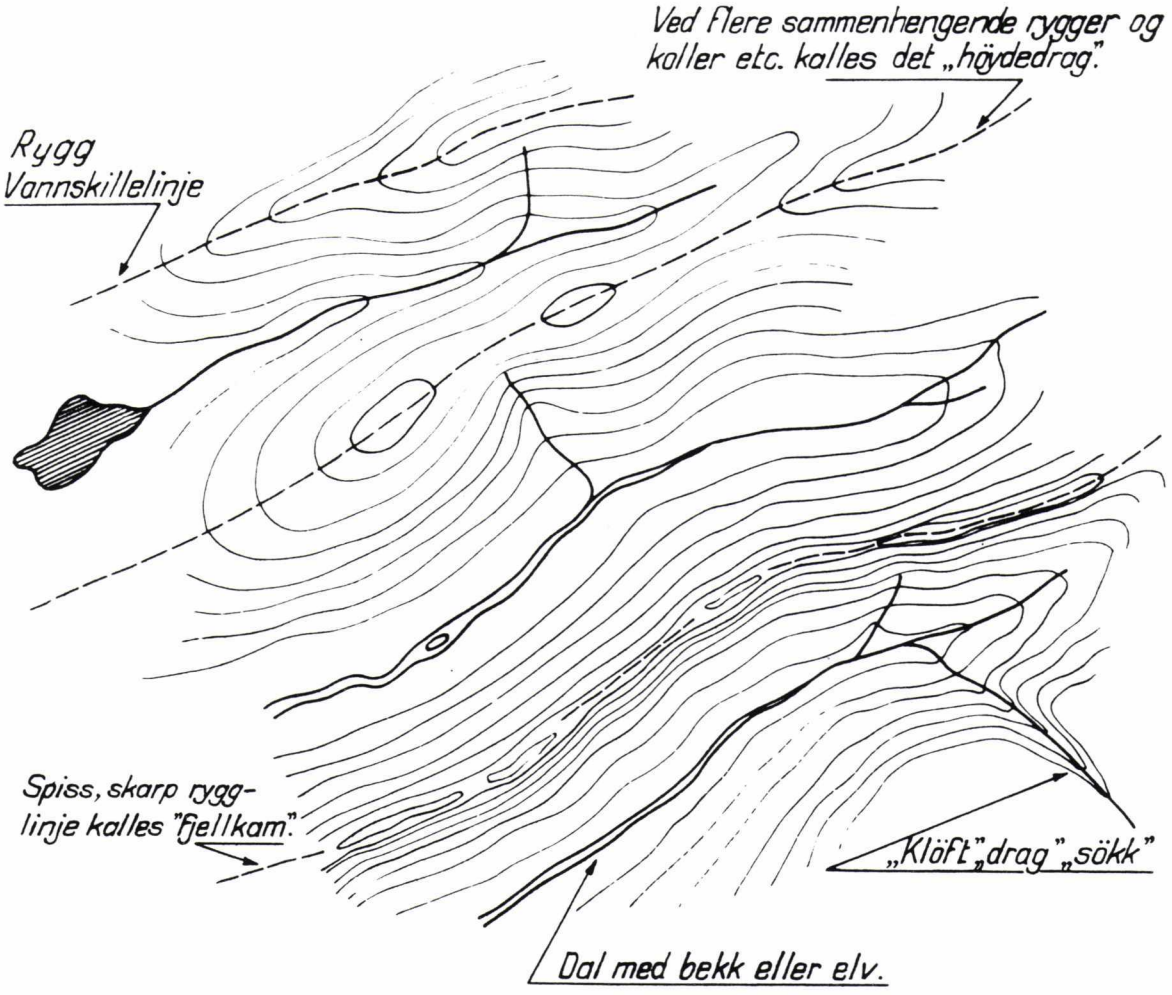


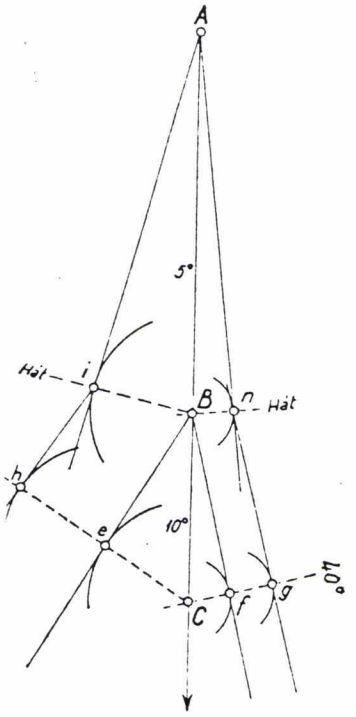
DAL.

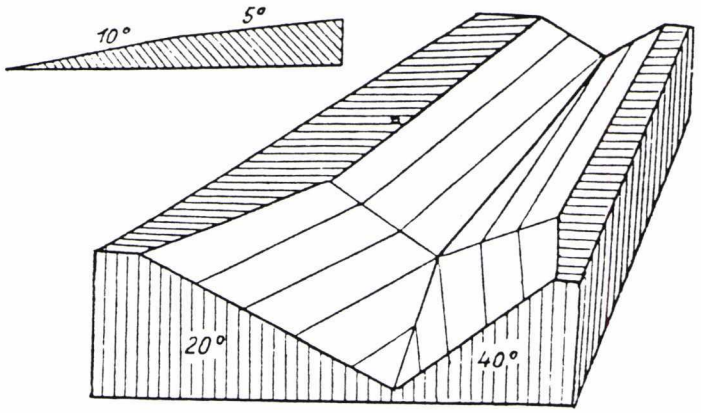
En dal med større vassdrag får ofte betegnelsen dalføre. Hver side av bekken eller elven blir kalt dalside. Området nærmest elven/bekken er dalbunnen. (Som regel den oppdyrkede delen.) En mindre, trang dal kalles kløft. Kløfter forekommer som regel i bratte skråninger og starter fra en sal.

RYGG. (Høyderygg)

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



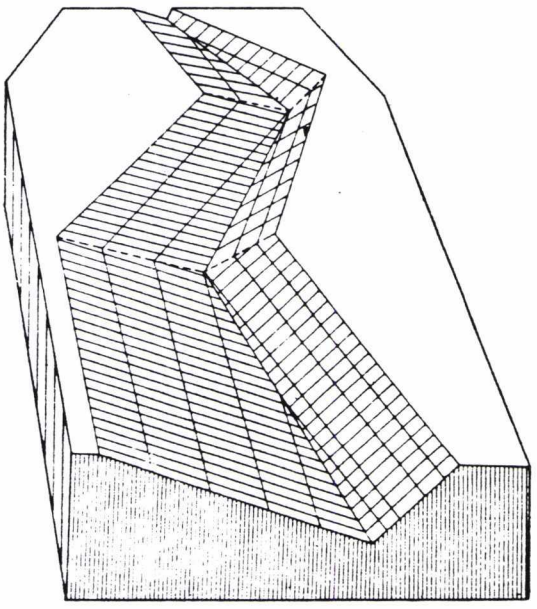


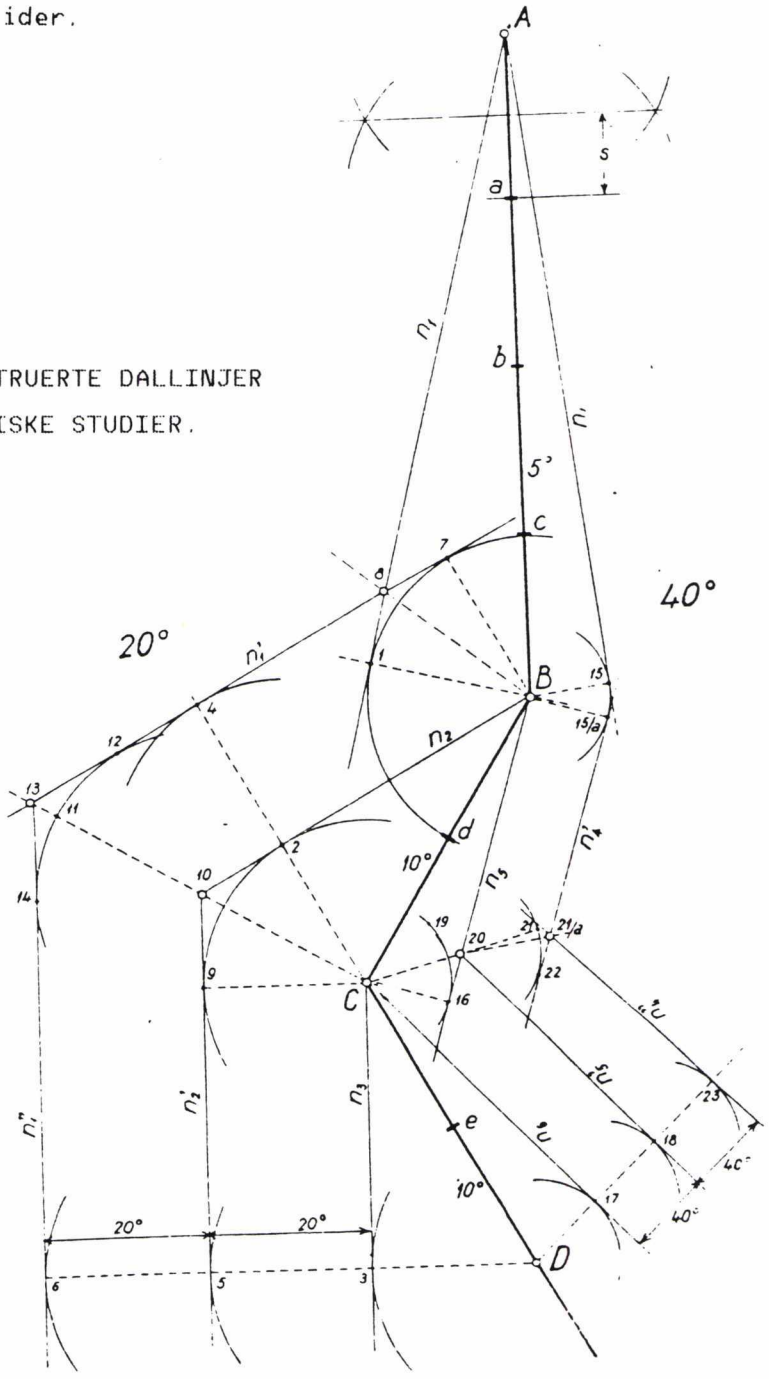


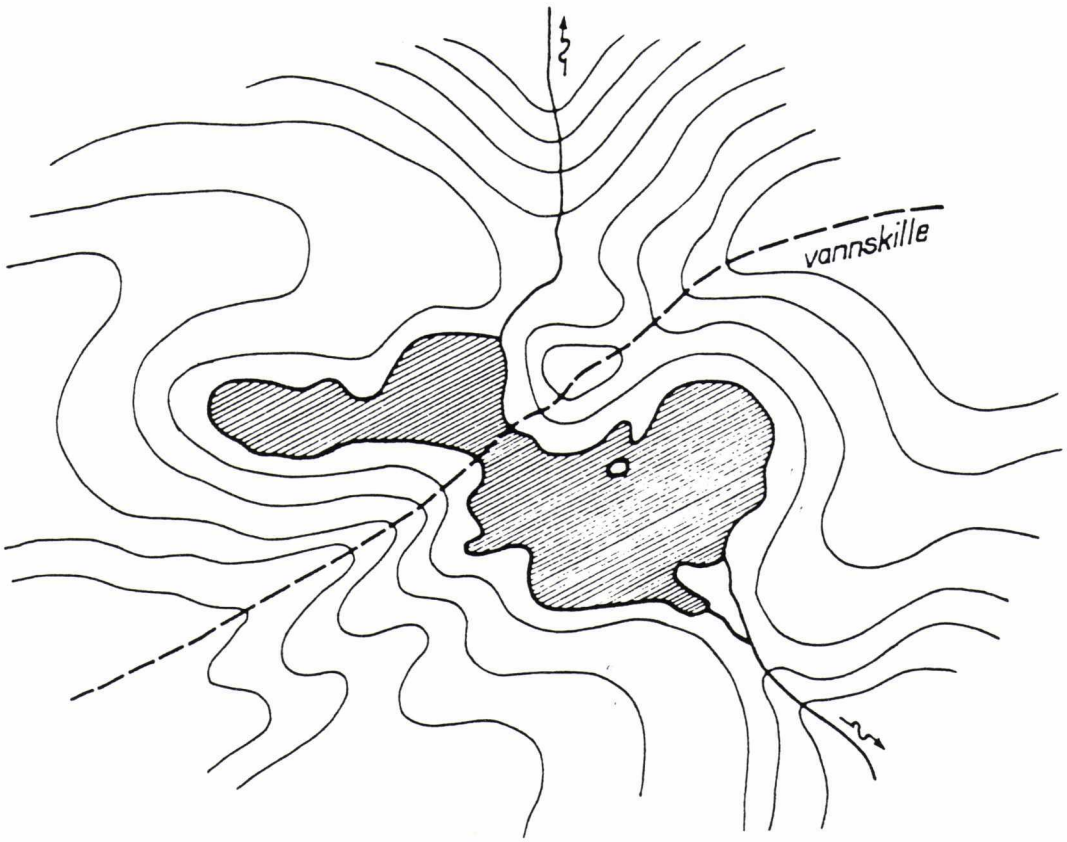
Den konvekse dallinje med jevne, rett-skrånende dal-sider.

GEOMETRISK KONSTRUERTE DALLINJER FOR OROMORFOLOGISKE STUDIER.

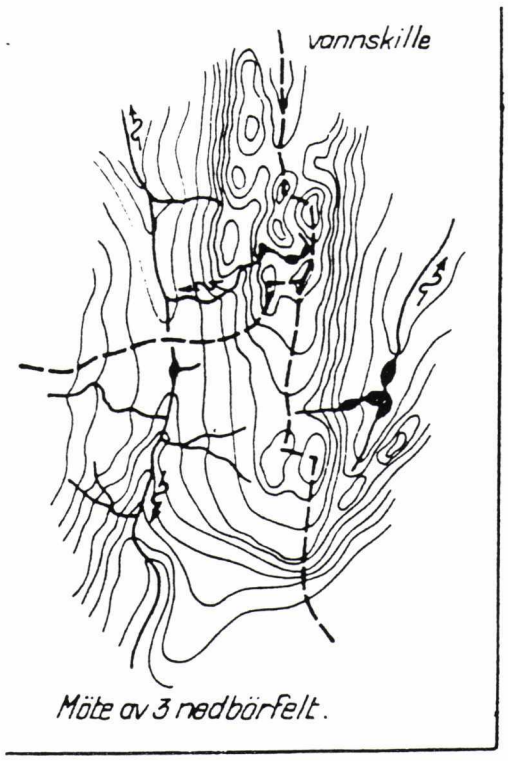
En konkav dallinje som er brutt to ganger.

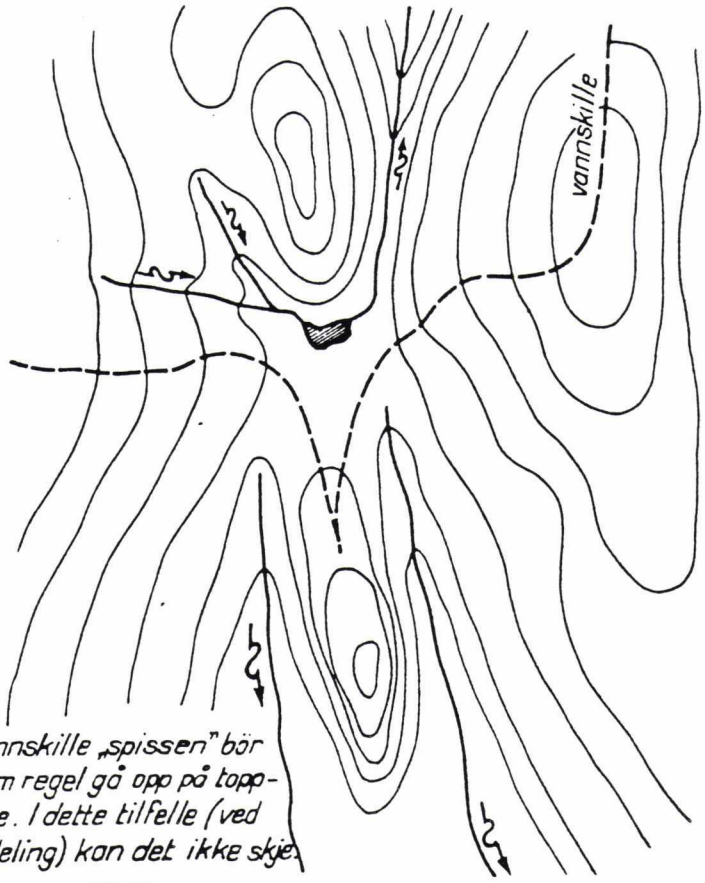




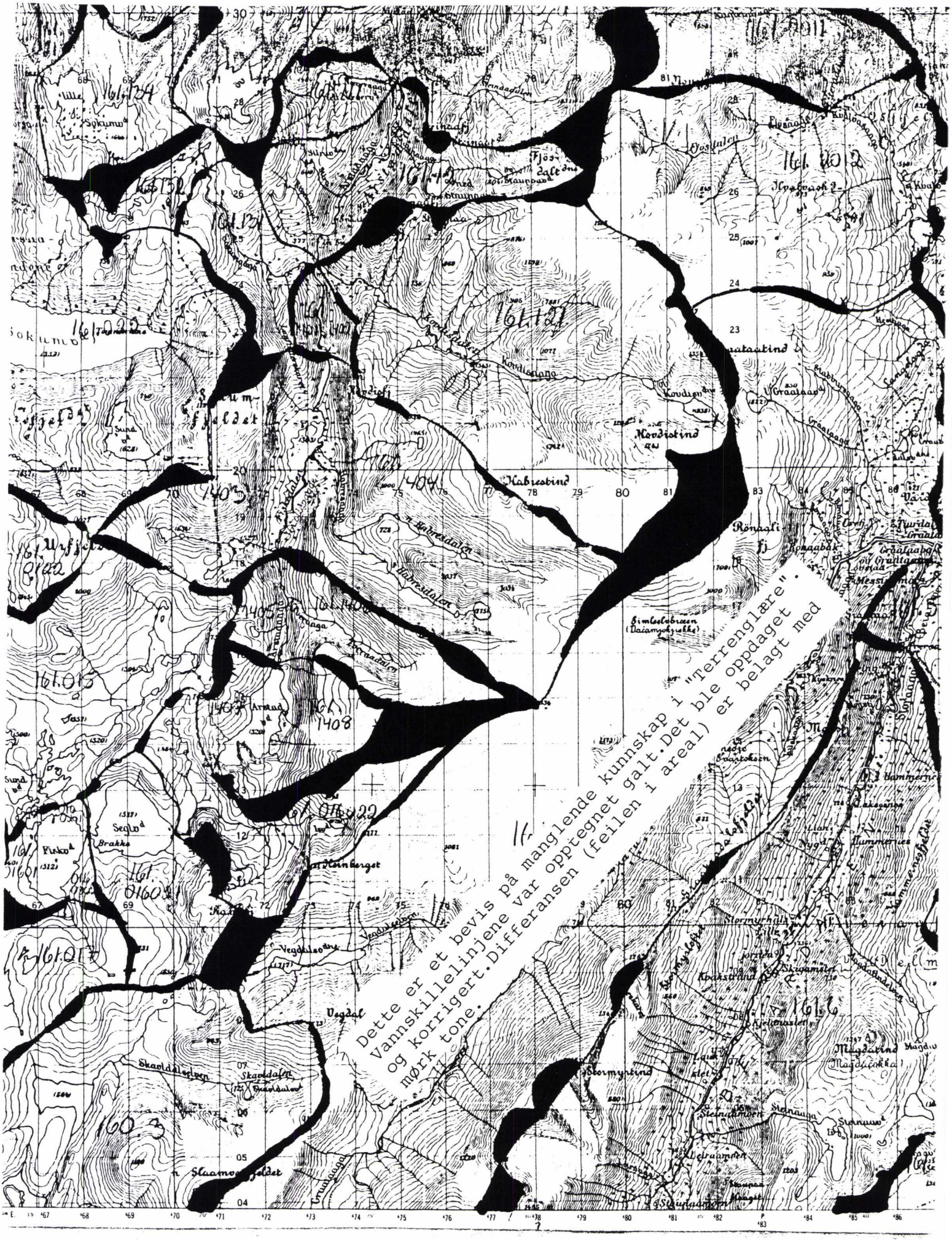


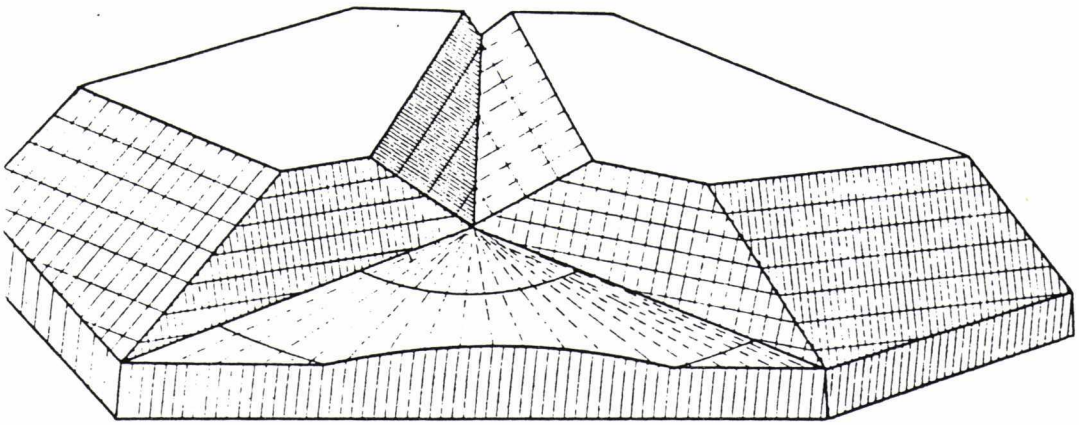
Et eksempel hvor vannskillet ligger på terskelen mellom to rygger





Eksempler på vannskille opptegning

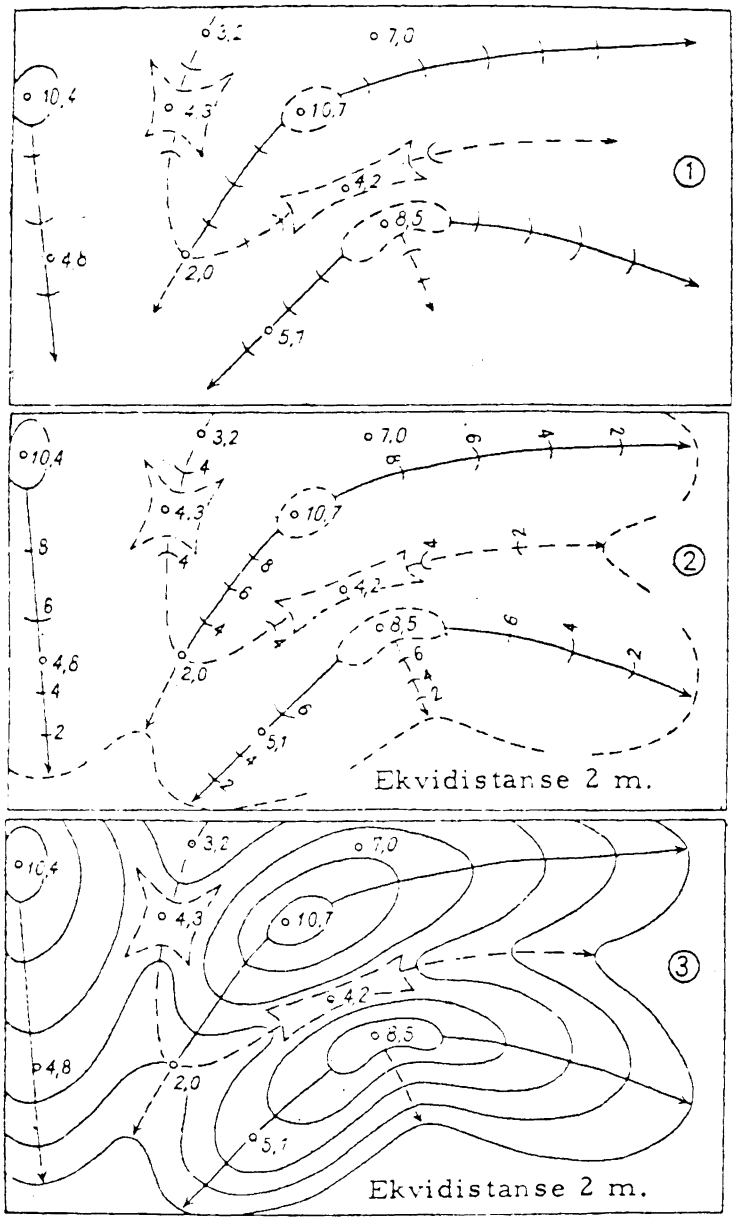

Dette er et bevis på manglende kunnskap i "terrenglære".
Vannskillelinjene var opptegnet galt.Det ble oppdaget
og korrigert.Differansen (feilen i areal) er belagt med
mørk tone.



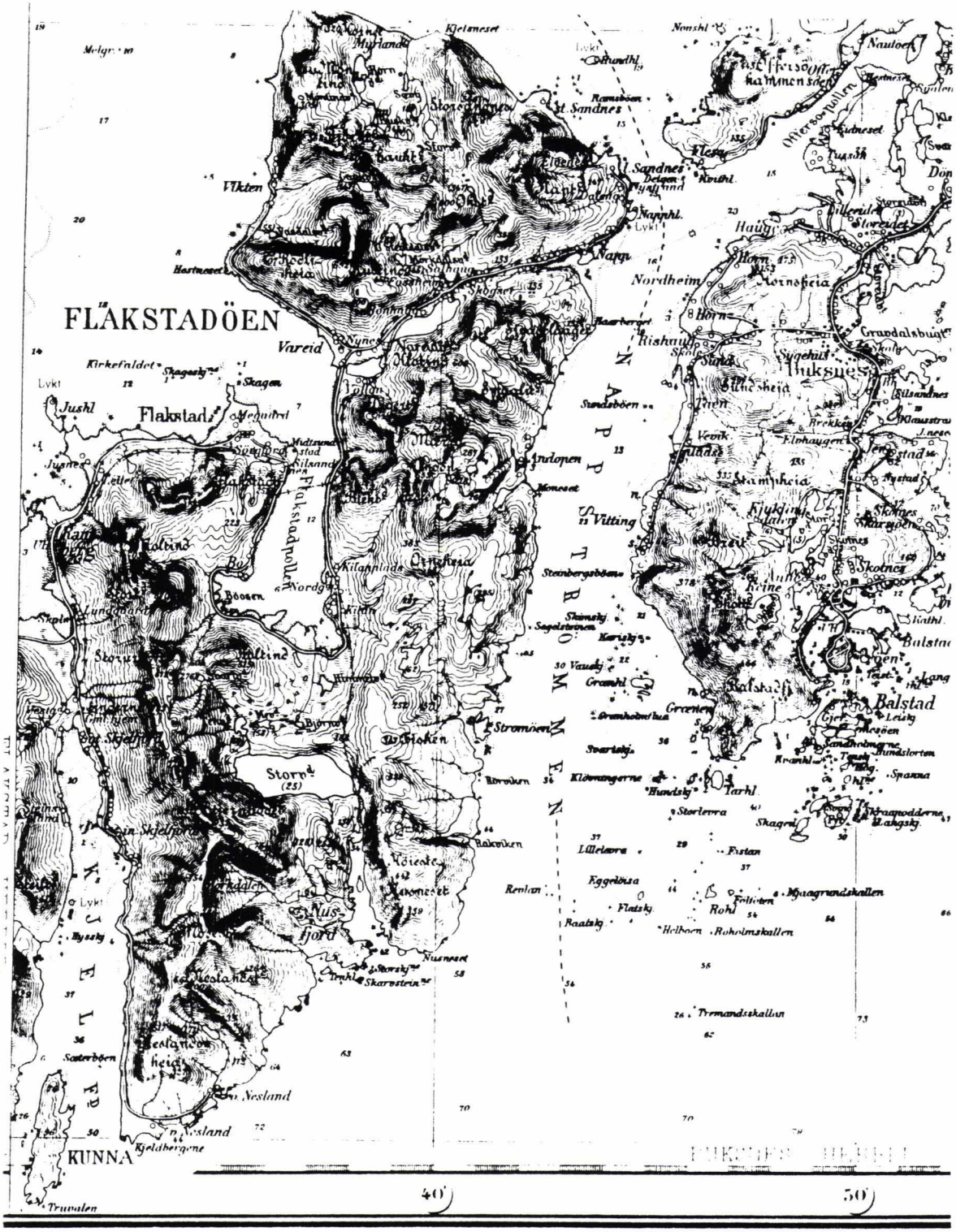
En utviklet grus-kuppel under tektoniske vegger.
Slike former kan komplisere opptegning av vannskiller.)

OPPTAKING AV HØYDEKURVER.

Når man skal skissere opp et terrengstykke med høydekurver kan man gå fram på denne måten:
Først oppretter man et skjelett med "dyplinjer", elver og vann med eller uten vann. Hvis man har høydepunkter, settes disse på skissen. Rygglinjer merkes med hele streker, event. kupler, saler osv. med stiplede streker. Skjæringspunktene mellom kurvene og skjelett-linjene merkes med små streker. Slik kan man begynne å interpolere mellom høyere- og lavereliggende punkter.
Det er viktig å huske at man alltid har en dallinje mellom to rygg-linjer.
Etter at man har laget en slik skisse, kan man tegne opp vann-skiller og foreta arealberegninger med en nøyaktighet som er av-hengig av skissens kvalitet, som igjen er avhengig av høyde-punktenes mengde, deres nøyaktighet, målestokken, og konstruktørens dyktighet.(Se påfølgende eksempel)



Fremgangsmåten ved opptaking av høydekurver.



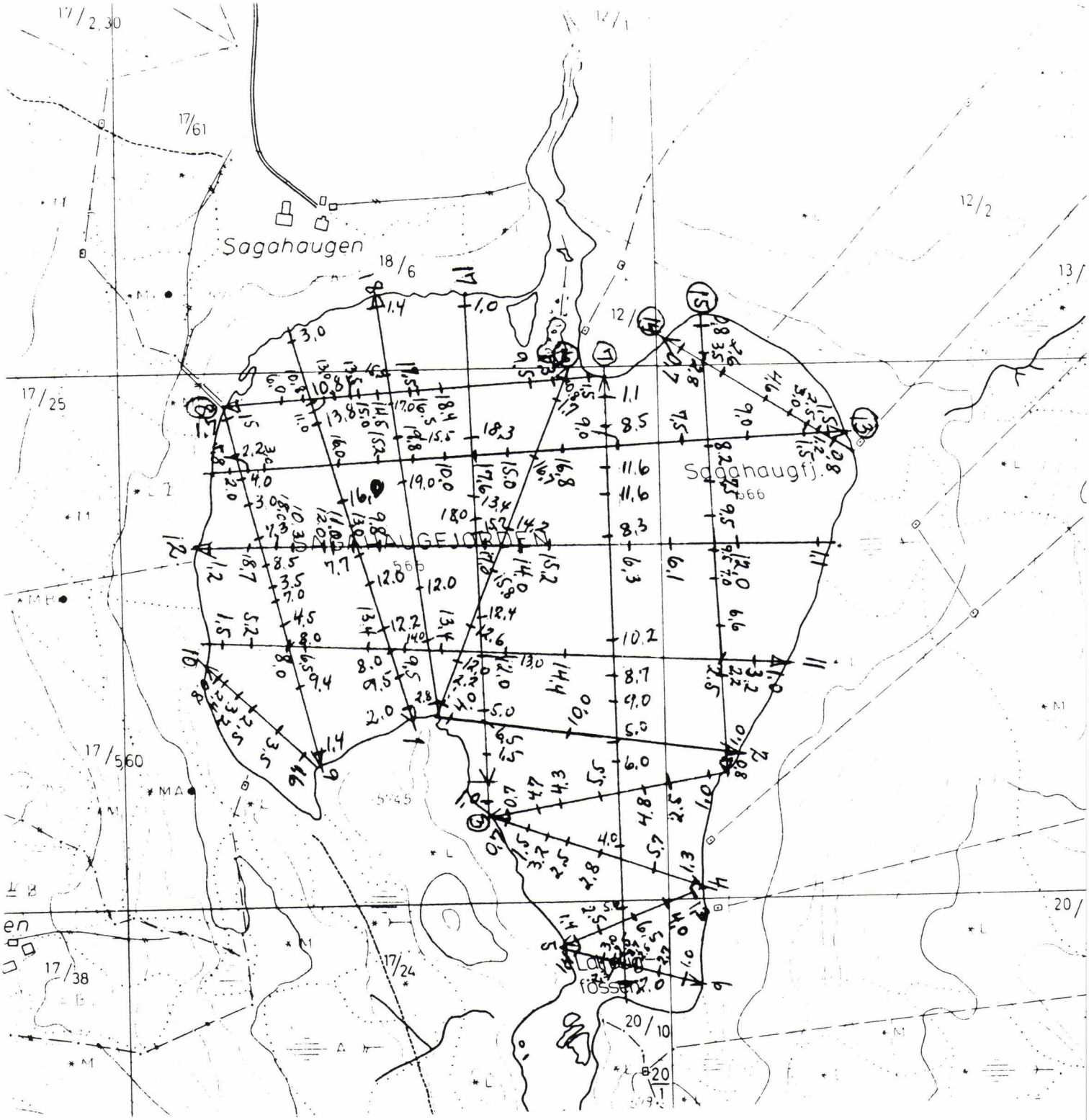
Utgitt av Norges [illegible]

Et eksempel på norsk kartkunst.

Terrengfremstilling med høydekurver. Målebordsarbeid fra århundreskiftet, uten fotogrammetri. Terrengfremstillingen måler seg med dagens moderne fremstilte kart. (På visse felt bedre). Skrift også for hånd.

Vestvågøy - Vesterålen. 1:100 000. Utgitt av NGO 1902.

Vi har sett på fremstillingsmåten ved opptaking av høydekurver på land. MEN NÅR MAN ARBEIDER UNDER VANN (DYBDEKART) ER DENNE FREMGANGSMÅTEN UMULIG. Man savner da akkurat disse linjene som ville gi grunnlaget (skjelettet) og isteden får vi en haug tall strødd tilfeldig på den linjen vi har kjørt. DA TRENGER MAN VIRKELIG DEN GODE MEN FORSØMTE KUNNSKAP OM TERRENGLÆRE OG TOPOGRAFENS (HYDROLOGENS) TREDIMENSJONALE SYN, og i tillegg mange flere tall til rådighet. Det er alminnelig tro at det er enklere å tegne opp terrenget under vann enn på land. Dette skyldes nettopp manglende kunnskap til terrenglære. Eller sagt på en annen måte: en som tegner (konstruerer) terreng under vann innbilder seg at bunnen er slik og slik, fordi man ikke ser virkeligheten. Men det må sies, at i de flest tilfeller i større eller mindre grad, hvis terrenget ville oppta de former som er fremstilt på de ovennevte kart, VILLE VI OPPLEVE MYE JORDSKJELV. Det er forstemmende at det til landkartlegging bare slippes velutdannede fagmenn til, mens undervannskartlegging, som krever mer kunnskap, overlates så og si til hvem som helst. Man må tilstrebe at man legger opp kjørerutene med ekkolodd slik at man lager "PROFILER" om det er mulig. (Tverrsnitt av dalene). Det er naivt å tro at man ved å kjøre langs midten av en sjø skal treffe det dypeste leie. Treffer vi det ikke, er målingen ikke mer verdt enn noen tilskudd av måledata. (Selvfølgelig er alle dybdetall velkomne.) Terrenglære kommer virkelig til hjelp når vannets form er ubestemmelig. Profilretningene må vi bestemme selv, etter terrenget rundt vannet, og etter hva man ser ved målingene. Disse påstander som jeg fremlegger her er meget enkle å bevise. Bare del ut en type innsjø-omriss fullt av dybdetall og la flere personer tegne opp terrenget (bunnen). Etter en sammenligning vil resultatene tale for seg. De har her fått det ferdige grunnlaget etter kjøringen. Må de selv velge kjørerutene også, blir resultatene enda mer overraskende.



KJØREPLAN(PROFILER) for SAGAHAUGFJORDEN.

Opptegnet bunntopografi,basert på disse profilene,finnes bak i boken.(Eksempel til en liten øvelse.)

Om "Vurdering av høydekurvers kvalitet"

"Denne artikkelen skrev jeg en gang i 1978, men den ble aldri publisert. Jeg synes innholdet passer utmerket inn her."

I bladet "Kart og Plan" 3-77 dukket det opp et interessant emne med ovenstående tittel. Dosent Øystein Andersen fremlegger problemet om kontroll av høydekurver. Jeg vil helst supplere denne problematikken med "kartets lesbarhet" eller rettere sagt "lesbarheten av terrengfremstilling på kart hvis noen av kartbrukerenes klage har gått i denne retning.

Jeg vil dele terrengfremstillingen i to:

I. Terrengfremstillingsmetode (teknisk)
II. Metodens lesbarhet på kart.

I det første pkt. fastlegges fremstillingens metodikk i større trekk, høyder, ekvidistanse, mellomkurve osv. etter kartets målestokk, art, og behov. Her tas tekniske hensyn til høyde, hellning, målbarhet og stilles et bestemt nøyaktighetskrav til kvalitet og dennes kontroll. Disse tekniske kravene kan variere fra land til land, fra kart til kart og fra tid til tid. Den målbare nøyaktighet er en av de viktigste faktorer for å fremstille gode kart, men ikke alt.

I pkt. II nevner jeg kartets lesbarhet, og denne delen er et forsømt område på norske kart. Formelen til kontroll av teknisk kvalitet kan være god nok, og ved dennes anvendelse kan kartproduktet bestå sin prøve, men ikke hos kartbrukeren.

Vi kan fremstille kart til spesielle formål, som f.eks. jordbruk, skogbruk, vei etc. og her begår vi da gjerne et kompromiss og fremstiller terrenget etter behov. Men fremstiller vi et "topografisk kart" har vi ikke lov til kompromisser. Som det står i kartets navn bør en fremstille terrenget (topografi) slik som det er med sine søkk og fremspring, småkoller eller innhellninger etter bestemte

regler og målestokken. Et topogtafisk kart produkt skal være like godt f.eks. i soldatens hånd for bare å orientere seg etter detaljer, men også kunne foreta seg målinger (teknisk) for å bestemme diverse mål. Altså ved topografiske kart må det stilles krav til beggepunktene. At et økomoisk kartverk i hvilken grad kan kalles et topografisk kart avhengig av oss og de krav vi stiller til det.
Målestokken bestemmer også en del, men likevel, et sveitsisk kart i målestokk 1:50 000 har mere terrengdetalj enn det norske 1:50 000 kartet.

For å bedre kartets lesbarhet finnes metoder, men deles stort sett i to:

1) Detaljrikdom

Ved den gamle klassiske oppmålingsmetoden hadde topografen nær kontakt med terrenget. Et godt produkt var betinget av at både målinger og ferdigtegning ble foretatt på feltet. I vår fotogrammetriske tid er dette sterkt redusert og dette gjør sitt utslag ved lesbarheten. Særlig ved områder hvor vegetasjonen dekker mye, men ellers også flate partier.

På et topografisk kart burde det stå så mye, som en terrengløper trenger (særlig ved større målestokk) F.eks: a) Terrengdetalj: det minste grustak eller sandtak med brattsides høyde i meter, berghule, stenras, røyse, varde, innskjæring, fylling. vannkilde for å nevne noen. I tillegg b) andre detaljer som telefonledninger, broer og stikkrenner i klassifisert orden etter byggematerialet, kanaler og grøfter klassifisert etter bredden og dybden, myrlende med farbarhetsdata, veiskilt osv, selvfølgelig alt etter at målestokken er tatt i betraktning. Andre mellomeuropeiske land (særlig østeuropeiske) har på sine karter en enorm nyanse-rikdom. Karttegnstandard bare til topografiske kart inneholder hos enkelte, omlag 2-300 karttegn. Men da har man på kartet (f.eks. 1:25 000) ikke bare skogens art, men trehøyde i telleren og stammetykkelse i nevneren, eller elvens bredde og dybde, vadesteder, vannets hastighet o.l. for å nevne noe.

Norges Sjøkartverk viser et godt eksempel. Siden det ble ofret litt oppmerksomhet på småbåtfolk og sjøkartene ble supplert med små detaljer, særlig på land, er kartproduktet ikke bare for hav-seilere, men for alminnelige kartbrukere også, uten å forringe kvaliteten.

2) Kartkunst (grafisk frisering)

Det har alltid vært diskusjonstema og en smaksak, hvor meget man skal "kjemme" kurvene for at formene skal være enkle, pene, plastiske og lett oppfattelige ved det første blikk, uten at dette går særlig ut over den tekniske kvaliteten. Altså forenkling nettopp for kartleserens skyld. Samtidig, hvor langt man skal man gå den andre veien? Karakteristiske utspring, juv e.l., som ikke kommer tilstrekkelig til uttrykk fra luften, kan forstørres, eller annen måte fremheves nettopp for lesbarhetens skyld.

Bruk av farger kan både være til hjelp og ødeleggelse. F.eks. ble det gamle landgeneralkartet i 1:250 000 avløst av den nye serien M 515 hvor farger, særlig hydrografi, er svakere enn i forhold til omgivelsen og det er vanskeligere å lese enn den gamle serien. Kunstneriske friheter bør ikke bare være tillatt, men bør praktiseres, men selvfølgelig anvendes riktig. Vi må ikke glemme at vi lager kart i dag fra luften og inne i tegnesalen. Det meste av kontrollen skjer også inne. Synfaring i marka og samtidig teknisk kontroll på feltet burde få større berettigelse enn det som er tilfelle i dag.

TERRENGSNITT I VERTIKAL-PLANET

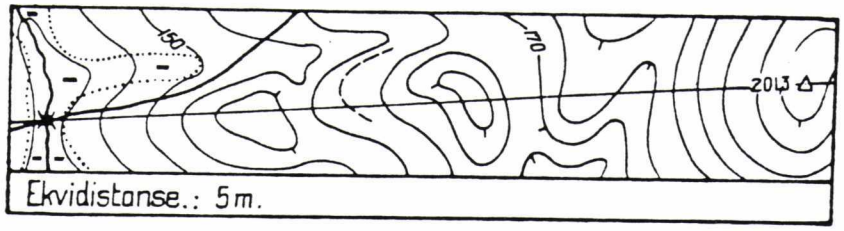
Kartet avbilder terrenget i horisontalt plan, altså viser høyde-kurvene "sett ovenfra". Det hender at vi er interessert å se på disse kurvene fra sideretning, eller vi trenger formasjonen i vertikalt plan (f.eks. ved nivillementsplansje for vassdrag for å se fallforholdene eller legging av ledninger, kabler, rør o.l. på sjøens bunn. Ved et TOTAL-SNITT skjærer man bare de karakteristiske stedene, som f.eks. hellningsovergangene. Det kan også være aktuelt å legge et delsnitt hvor kurvene er meget tette. Fremgangsmåten er

den samme ved delsnitt som ved totalsnitt. Snittet legges på en rett linje mellom to aktuelle punkter. Skal man legge ett snitt langs etter en dal, eller en elv, som ikke er rett, må man legge flere rette linjer mellom de karakteristiske punktene.

Eksempel:

Det skal konstrueres et snitt fra △ pkt. til broen.

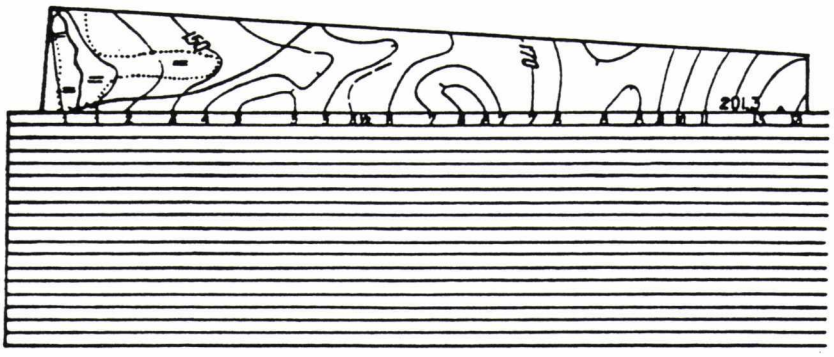
De to punktene bindes sammen med en tynn strek.



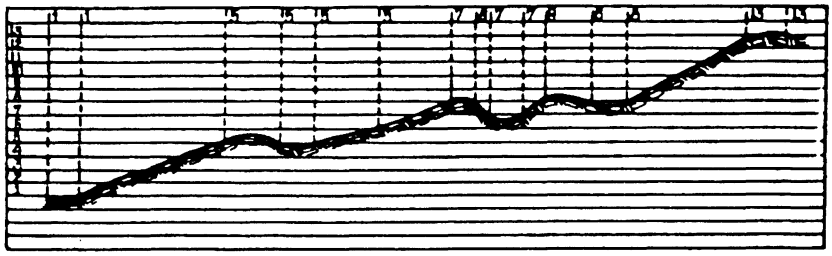
Man finner så verdien til den laveste h. kurven som i dette tilfellet er ved broen. Dette blir da utgangspunktet.

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 høydekurve-verdiene - som starter ved nr. 1. ved broen.

Kurvene som har samme høyde får alltid samme nummer.

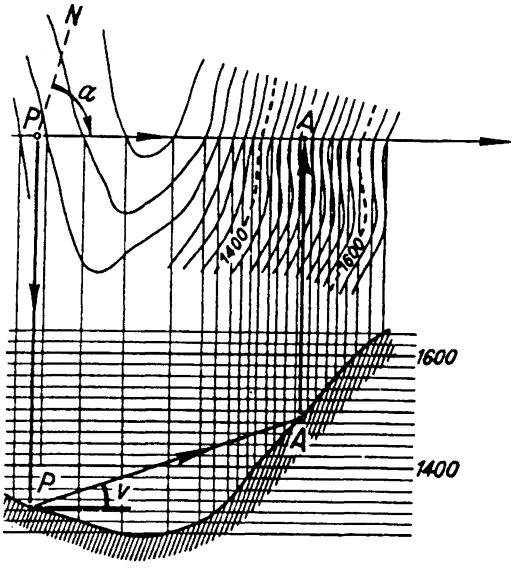


Man fjerner så kartet og de horisontale linjene nummeres nedenfra og oppover med tilsvarende verdier som høydekurvene. Fra hvert enkelt skjæringspunkt (høydekurvens skjærepunkt med snittlinjen) legger man loddrette linjer ned til den aktuelle horisontale linjen. Disse støttepunktene bindes sammen og 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 paralelle linjene på papiret ikke svarer til ekvidistansene på grunnlagskartet. Man kan selvfølgelig bruke samme målestokken på høydeskalaen, men dette ville resultere i en meget flat snittprofil. Skal terrengformasjonene i snittet komme tydelig frem, må man benytte en større høydemålestokk. Det anvendes ofte en 10 gangers forstørrelse av ekvidistansen. På den måten får man et godt bilde av failforholdene. I eksemplene foran er målestokken på kartet 1:25 000 de paralelle strekene som skulle tegnes måtte da ligge 0,2 mm fra hverandre for å få samme målestokken på høyde og lengde skalaen. På figuren er linjene imidlertid tegnet med en avstand på 2 mm, altså 10 gangers 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 må kalles en "terrengskisse".

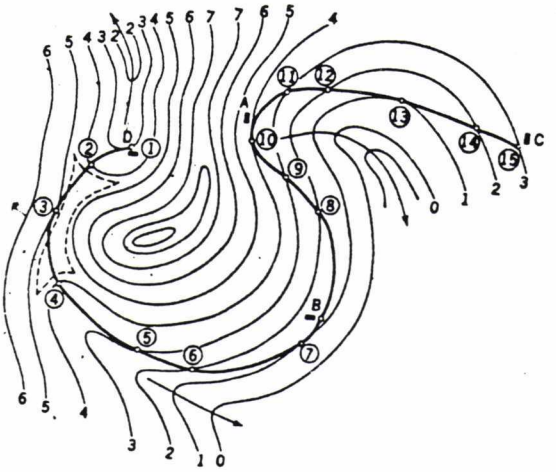
Det forekommer at man ikke er interessert i et snitt for terrengets skyld, men "luften i mellom", f.eks. kabelspenn eller synbarhet i terrenget. Metoden egner seg utmerket til å belegge synbare områder rundt en oppdemmet sjø.

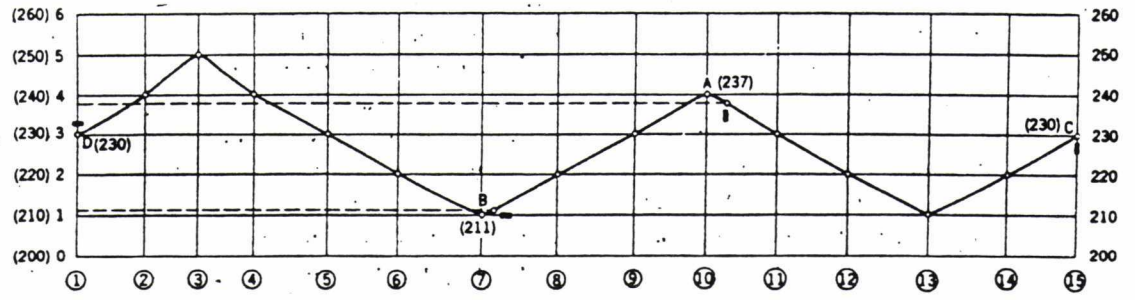


Laget på denne måten egner tverrsnittet seg bare på rette linjer, eller brutte linjer. Hvis vi vil lage vertikalsnitt på sterkt krummede linjer, som f.eks. slyngete veier, eller vassdrag kan en gå frem slik:

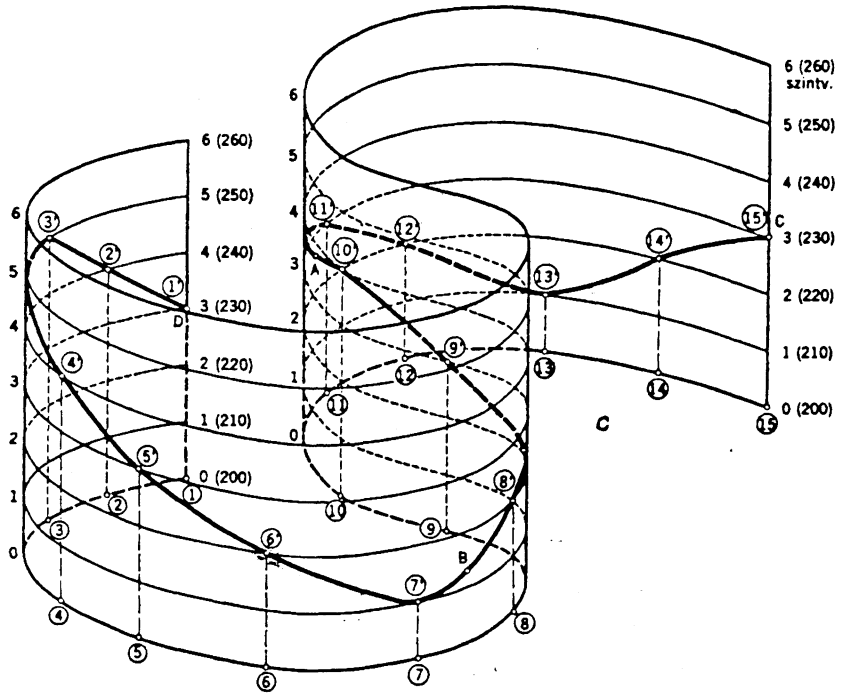
a) Snittlinjen oppdeles i stykker og settes sammen. Fallforholdene blir nok riktige, men bildet blir meget forvrengt. F.eks. får vi ikke veiens bilde med svingene.

Eksempel til a), viser en vei på terreng med høydekurver på kart og nedenfor den slyngete veien rettet ut. Fallforholdene er riktige, men bildet er misvisende.

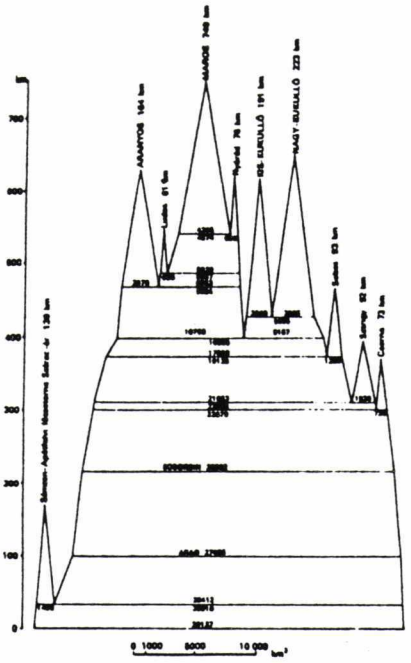




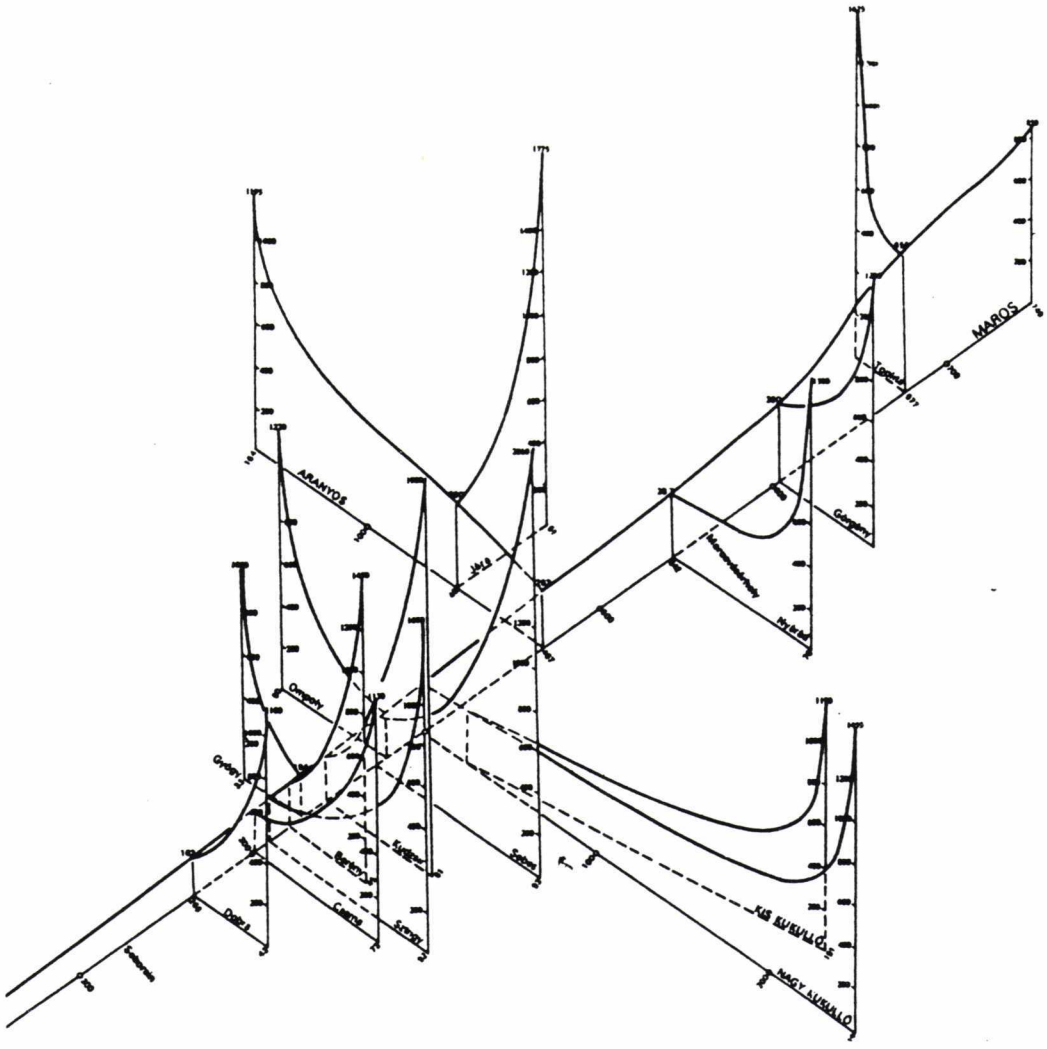
b) Da er det riktigere å gi plass til et vertikalt snitt i "rommet". Man tegner opp høydekurvene i rommet fra hverandre opp-over.



Denne metoden kan like godt anvendes for vassdrag, man altfor mye slyng kan komplisere saken og til slutt kan det ødelegge over-sikten. I alle fall, ved slike fremstillinger får vi det virkelige bildet.

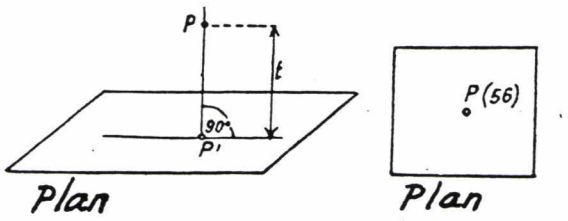


Andre metoder til skjematisk oppsetting av fallforholdene med sidevassdragene(nedenf.) t.v.tilhørende oppbygging av nedslagsfeltet.
(Fremstilling fra et ungarsk hydrografisk atlas.)



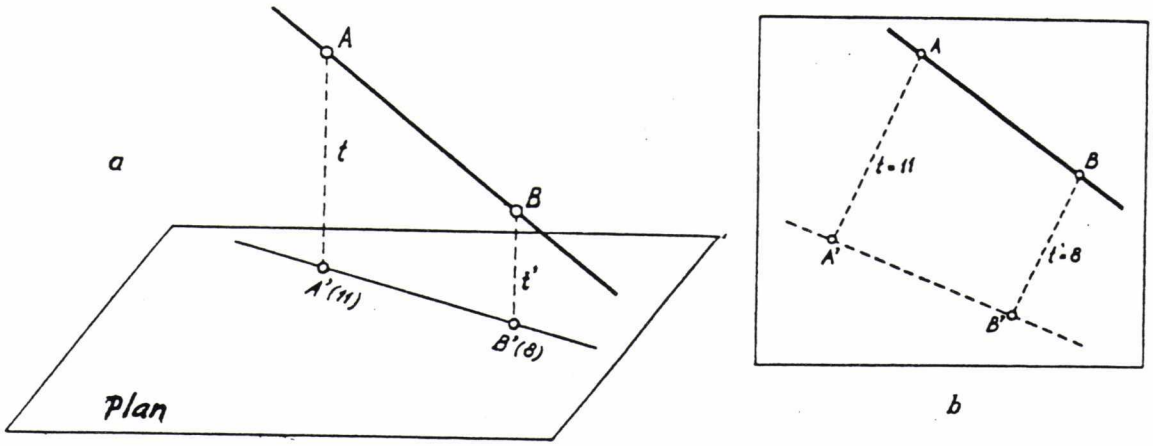
KARTGEOMETRI

Et moderne kart hviler på geometriens grunn. Streker (linjer) løper på kart i alle retninger, som krysser hverandre i et annet plan. Det kan være veier, jernbaner, ledninger o.l. De punktene som er plassert på kart befinner seg egentlig i forskjellige høyder. Alle disse utgjør kartets geometriske elementer. Objektenes situasjon – som hviler på terenget – kan avleses. Videre kan linjer som krysser hverandre også avleses hvilke som er under, over eller i mellom. Hvor høyt de kryssende linjer ligger i forhold til hverandre kan bare bestemmes ved hjelp av kartgeometri, hvis verdiene av høyde- eller dybdekurvene er ukjente.
Avbilding av et punkt på grunnplanet skjer ved punktets projeksjon og dettes målenummer. Projeksjon er punktet og målenummeret er det tall som skrives ved siden av som høydetall. Projisering skjer alltid loddrett: altså et P punkts bilde, med en hvilken som helst høyde, ligger rett under loddrettlinjen og denne linje sluttes til grunnplanet i 90 grader.



Punktets P bilde fra rommet festes med t avstand. Høydeverdi av denne t avstand skrives ved siden av det allerede avbildete P punkt (f.eks. 56 m.) Slik blir punktet P korrekt fastlagt. To punkt oppgitt på en linje gir oss avstanden også mellom dem. (Dette kan komme til nytte i praksis ved å bestemme f.eks. ledningers lengde på land eller under vann.)
Denne linjen viser seg på grunnplanet med sin projeksjon og med de to punktene med målenumrene ved siden.
Det ene er i dette tilfellet 11 m., de andre 8 m., fra grunnplanet.

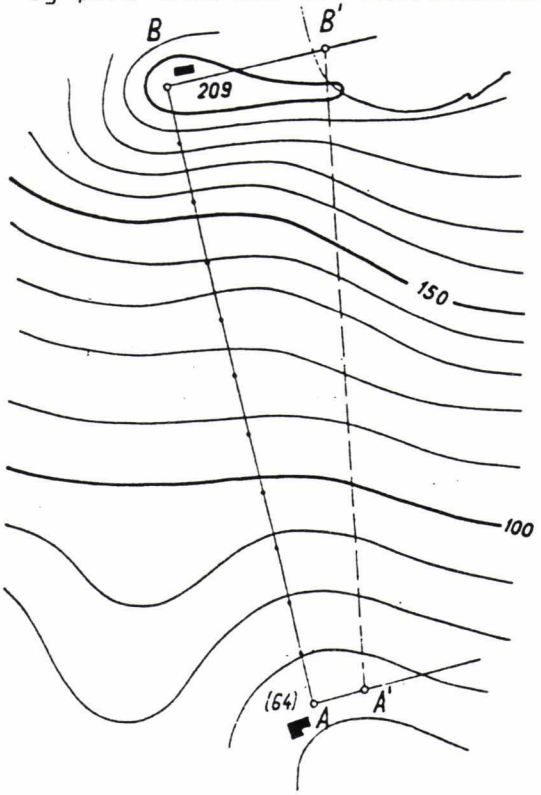
LINJENS BILDE PÅ PLANET



Hvis linje AB er paralell med grunnplanet er den målte avstand på planet også korrekt. På figuren ovf. er det ene punkt 8 m og det andre 11m høyere. I dette tilfellet svarer ikke kartprojeksjonen til virkeligheten. Denne lengden på grunnplanet (kartet) blir noe kortere. Hvis vi vil bestemme dennes virkelige lengde tegner vi opp fra grunnplanets aktuelle to punkt, A' og B', to linjer i rett vinkel. På disse linjene utmåles de to t-verdiene(11 og 8m). De to nye punktene A og B sammenbindes med en linje og den riktige avstanden kan avleses ved måling.

Eksempel:

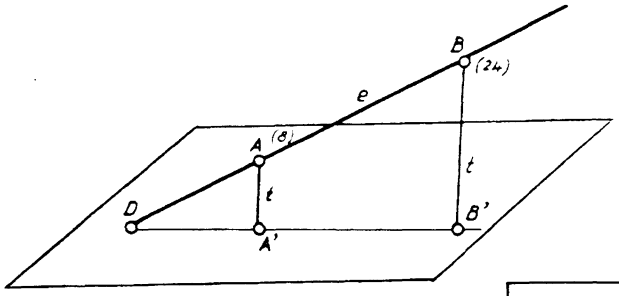
Hilken lengde har den kraftlinje, eller sjøkabel for den saks skyld, som vi ser på kartet. Ledningens nedre ende ligger på 64 m og øvre ende 209 m. Målestokken er 1:25.000

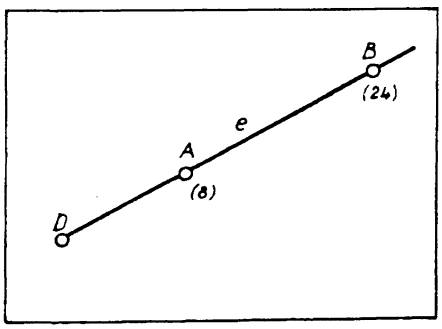


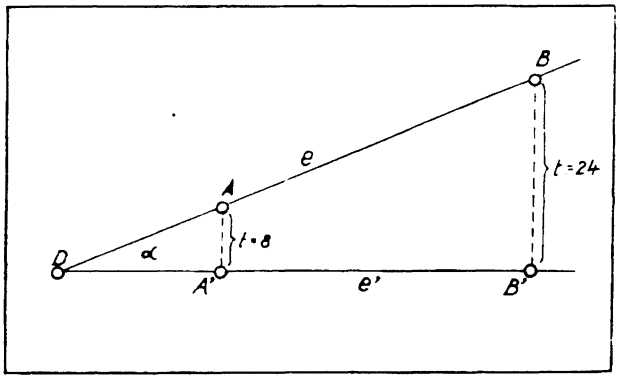
På figuren er kartets AB avstand 85 meter og avstanden A´B´ er 87 meter.

Hvis en rett linje i rommet ikke løper parallellt med grunnplanet, skjærer denne linjen planet i punkt D. Linjens rombilde på grunnplanet kan bestemmes fra dette skjæringspunktet, og hvis det på linjen finnes et kjent punkt, har vi avstanden fra skjæringspunktet til det kjente punktet. Rom-lengden kan bestemmes på grunnplanet nå hvis vi kjenner romlinjens vinkel på grunnplanet. Linjene som skjærer planet i punkt D er gitt.
A og B-punktenes bilde befinner seg på linjens spor og deres målenummer er gitt. Hvis vi trekker opp linjer i rett vinkel fra A´ og B´og måler på høydeverdiene (målenr.) som her er 8 og 24 da kan vi bestemme både linjens lengde og linjens vinkel til planet ved måling. (OC)

LINJEN SKJÆRER PLANET







På kartet her kan AB linjens skråning bestemmes. Fra skjæreings-punktet D til E går veien vannrett(h.kurven beviser det)

A pkt.=160

B pkt.=100

D pkt.=50 gr.

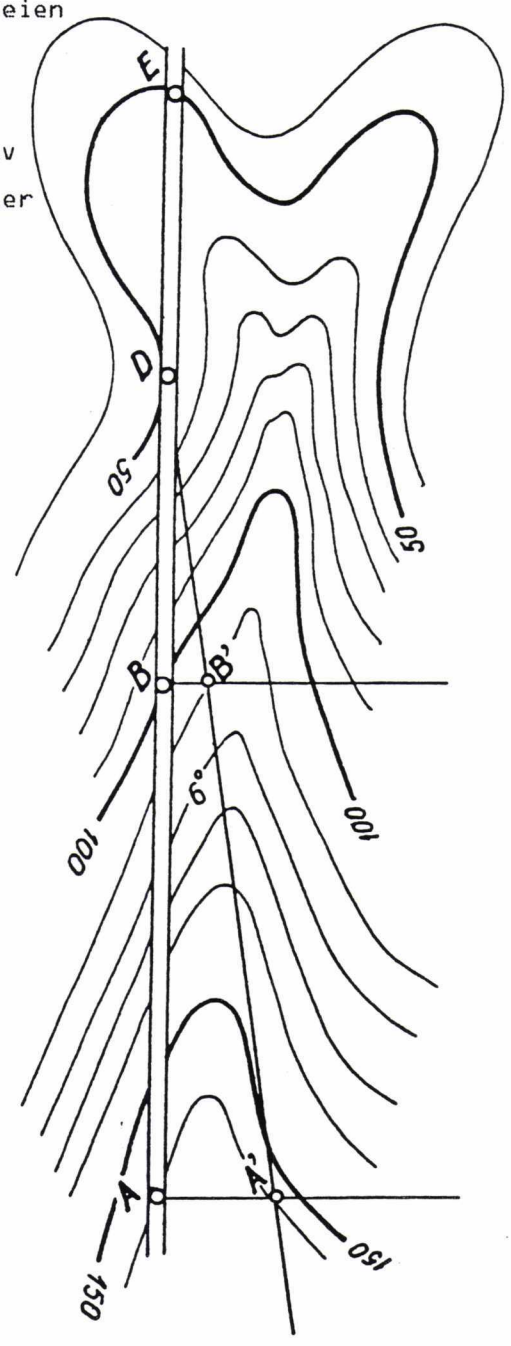
E pkt.=50 gr.

Målestokk=1:25000

Ekvidistanse 10 m.

Spørsmål: Under hvilken vinkel skjærer veien grunnplanet, i pkt.D?

Svar: 6 graders skråningsvinkel fordi A´B skråningen kan bestemmes ved hjelp av høydeverdier og slik kan man måle ut eller beregne vinkelen.

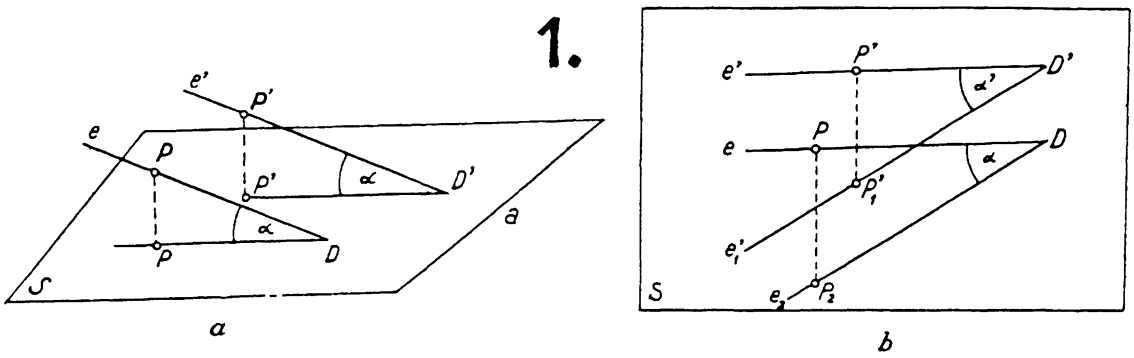


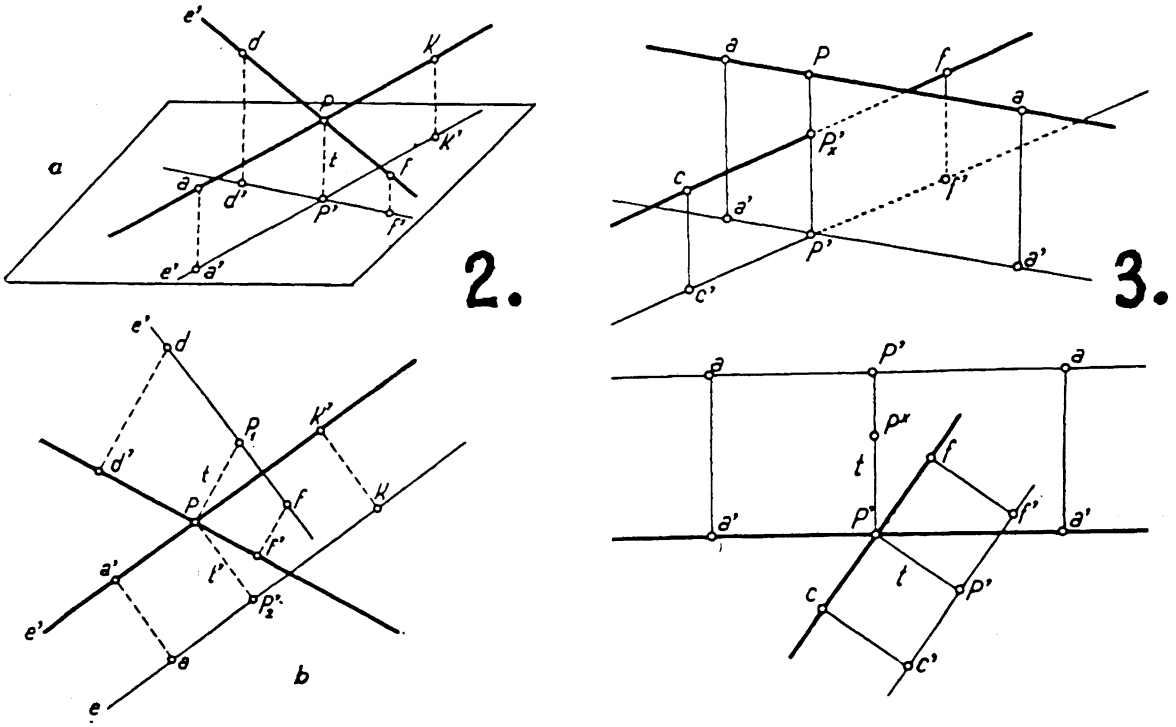
Linjene kan krysse hverandre på kart og i rom. To linjer i rommet kan ha følgende 3 forhold til hverandre:

1.,To linjer parallell med hverandre

2.,To linjer krysser hverandre

3.,To linjer viker for hverandre.(under,over)





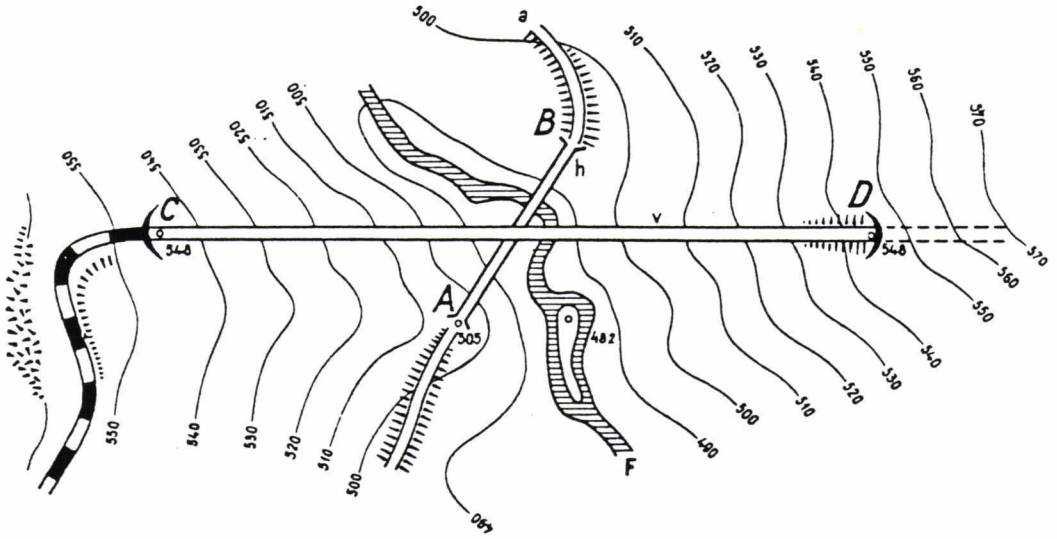
1. I samme plan, parallelle

2. I samme plan, skjærer hverandre

3. I forskjellige plan

EKSEMPEL I PRAKSIS nedenfor.

Romlinjer i vikende forhold. En jernbane-viadukt en veibro og en elv på kart.



A = 505 m B = 505 m C = 548 m

D = 548 m AB lengde = 100 m CD lengde = 400 m

Over veien "a" går igjen jernbanens viadukt "v"

Spørsmål:

Hvor høyt er jernbanebroen (viadukt) over veibroen?

Veibroens banehøyde er 505 m.o.h.

Jernbanens 548 m.o.h.

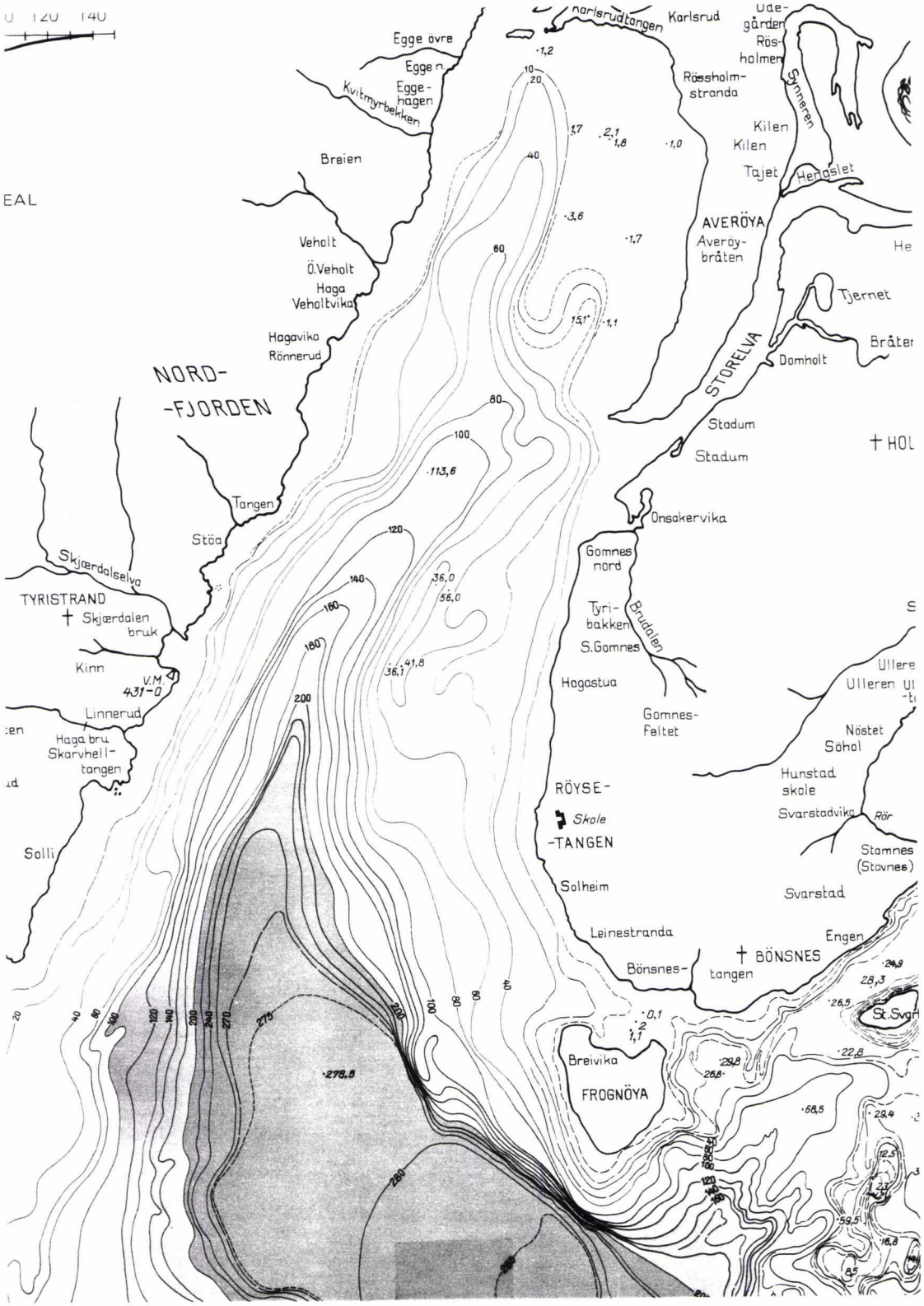
Målestokk: 1:25,000

Ekvidistanse 10 m.

548 m

505 m

43 m

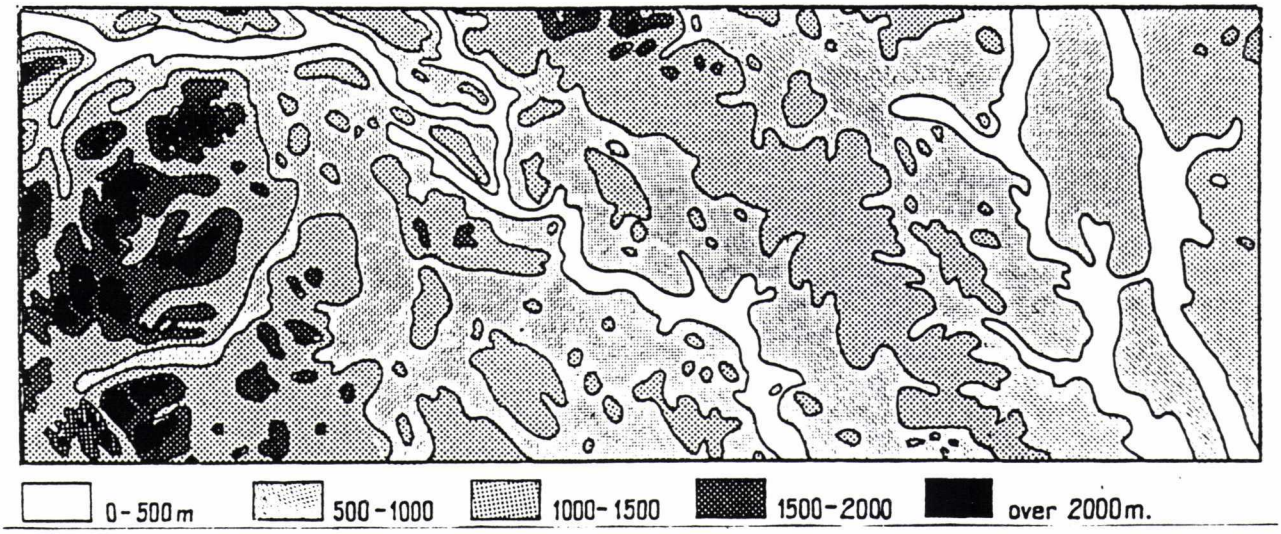


HYPSOGRAFISK TERRENGFREMSTILLING UNDER VANN.

HYPSOMMETRISK TERRENGFREMSTILLING. (HØYDELAGSKART.)

Dette ble nevnt i boken like før "Høydekurven".

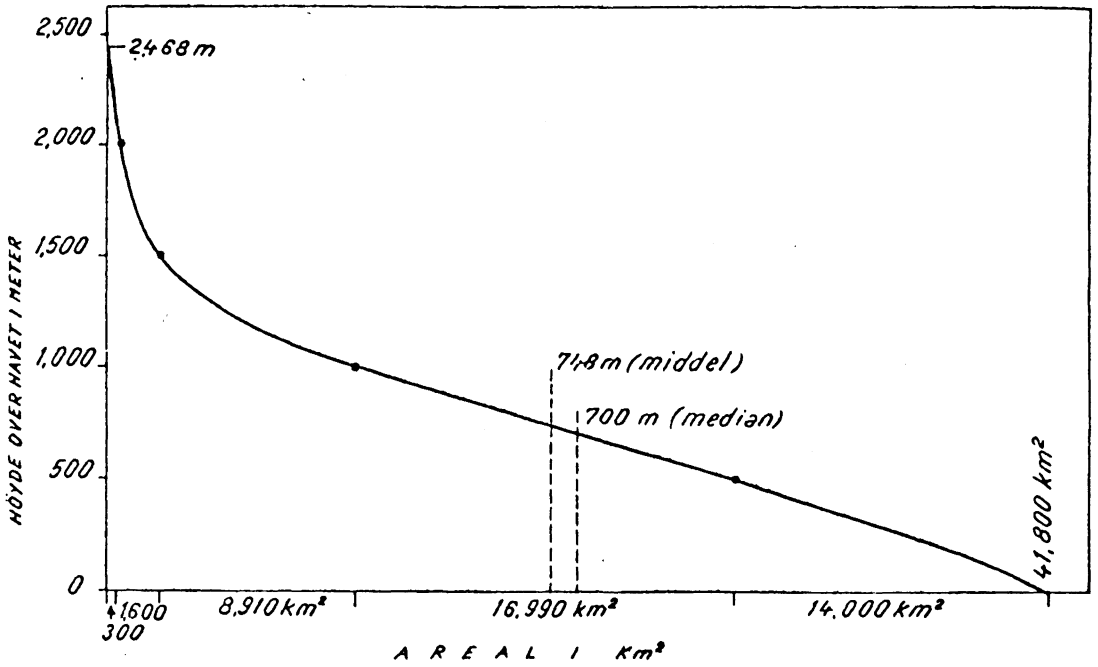
Høydeområder uttrykkes enten med farger, eller forskjellige raster (toner) mellom to høydenivåer. Denne fremstillinger gir først og fremst en billedlig og lettfattelig oversikt over høydeforholdene på et bestemt område. F.eks. over et nedbørfelt.



Men denne metoden er ikke bare tatt i bruk for metodens skyld. Et slik kart kan danne grunnlag for andre arbeider, som f.eks. fremstilling av den hypsommetriske eller hypsografiske kurven. Etter at man har planimetrert det totale areal for et nedbørfelt, planimetreres også arealer for frittvalgte høydeandeler, som ligger mellom høydekurvene. Punktene for disse verdier sammenbindes med en kurve og da får vi den HYPOSOMMETRISKE kurven.

Et eksempel på dette er gjort for Glommas nedbørfelt, utarbeidet av meg til undervisning og som også er benyttet i boken Hydrologi i praksis. (Otnes-Rœstad.) Dessverre er det ikke plass til å vise det tilhørende hypsometriske kart.

Hypsometrisk kurve kan tas ut fra vanlig topografisk kart, men farvelegging hjelper ved arbeidet.



INSTRUKS FOR OPPSETTING AV HYPSOGRAFISK KURVE. (A. Tollan)

1. ,En hypsografisk kurve for et nedbørfelt viser arealets variasjon med høyden. Den settes opp på egne skjemaer på grunnlag av en kartanalyse.

2. ,For planimetrering bør det ikke brukes karter med mindre målestokk en 1:100 000. For punktmetoden (se 5-b) kan brukes kart i målestokk 1:250 000. Kartdata (navn, målestokk, oppmålingsår) noteres på skjemaet.

3. ,Nedbørfeltets totale areal planimetreres 2 ganger, om nødvendig 3 ganger og middelarealet i km^2 noteres på skjemaet.
Arealer> 100 km^2 oppgis til nærmeste hele km^2.
Arealer fra 10 til 100 km^2 oppgis med 1 desimal.
Arealer< 10 km^2 oppgis med 2 desimaler.

4. Høyden på feltets høyeste og laveste punkt (H-maks og H-min.) noteres i hele m.o.h. Et punkts relative høyde defineres som forholdet mellom punktets høyde over feltets utløp (H-min.) og differansen H-maks - H-min.

5. ,For feltstørrelser < 3000 km^2 gjelder pkt. 5a.
For feltstørrelser > 3000 km^2 gjelder pkt. 5b.

5a.,Differansen H-maks - H-min. deles i 8-10 intervaller slik at feltets delarealer mellom intervallgrensene er av samme størrelsesorden. Intervallgrensene skal falle sammen med høydekurver på kartet, kol. (1). Relativ høyde for intervallets nedre grense skrives i kol. (2). Delarealene planimetreres 2 ganger og resultatene skrives i kol. (3). Middelverdien beregnes og summeres. Avviker summen fra totalarealet, fordeles avviket på delarealene etter deres andel av totalarealet.

5b.,For store felter legges et kvadratisk rutenett som dekker feltet. Rutenes størrelse kan variere fra et felt til et annet, men bør ikke være større enn ca. 1/200 av nedbørfeltets areal. Terrenghøyden i nettets skjæringspunkter noteres. Mengden av høydetall grupperes i 8 - 10 høydeintervaller slik at alle gruppene blir av samme størrelsesorden. Intervallgrensene skrives i kol. (1) og relativ høyde i kol. (2). Antall punkter i hvert intervall noteres i kol. (3). lengst til høyre (korrigert delareal).

6.,De korrigerte delarealenes prosentandel av totalarealet beregnes, kol. (4). og summeres trinnvis fra det høyeste intervall og nedover. Derved får man kol. (5) som viser prosentvis del av totalarealet som ligger over intervallenes nedre grenser.

7.,På skjemaets rutenett plottes relativ høyde (2) mot tilsvarende arealprosent (5). En jevn kurve trekkes gjennom punktene. Kurven skal gå gjennom (0,100) og (100,0).

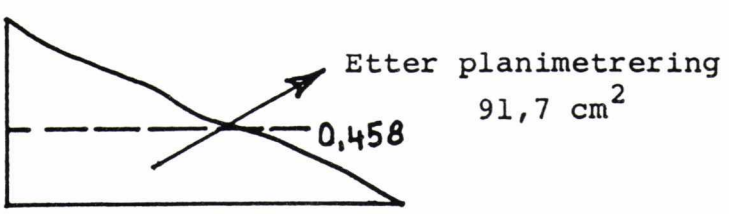
8.,Arealet, A cm^2, mellom aksene og kurven planimetreres. Feltets middelhøyde beregnes av formelen:

H-middel= $\frac{A}{200}$ (H-maks-Hmin)+H-min, og noteres på skjemaet.

På diamgrammet trekkes en rett linje på den relative høyden,

$\frac{A}{200}$

EKSEMPEL:



Feltets middelhøyde:

$$(\text{H-middel}) = \frac{91,7}{200} \cdot 345 + 845 = 1003,01$$

Forskjell mellom høyeste og laveste pkt. (utløp h.o.h.)

Laveste pkt. (utløp h.o.h.)

$\frac{91,7}{200} = \underline{\underline{0,458}}$ (Dette blir verdien for halveringslinjen)

1193 (terrengets høyeste punkt h.o.h.)

	Relativ	Abs.m.o.h.
H.maks	1	1193
H.midd.	0,458	1003,01
H.min	0	845

VM.nr._____ Navn *Halldalsvatn* Hovedelv_____

Planimetrert: X Nedbørfelt: *59,2* Km^2 Utført av_____

Punktmetode: ____

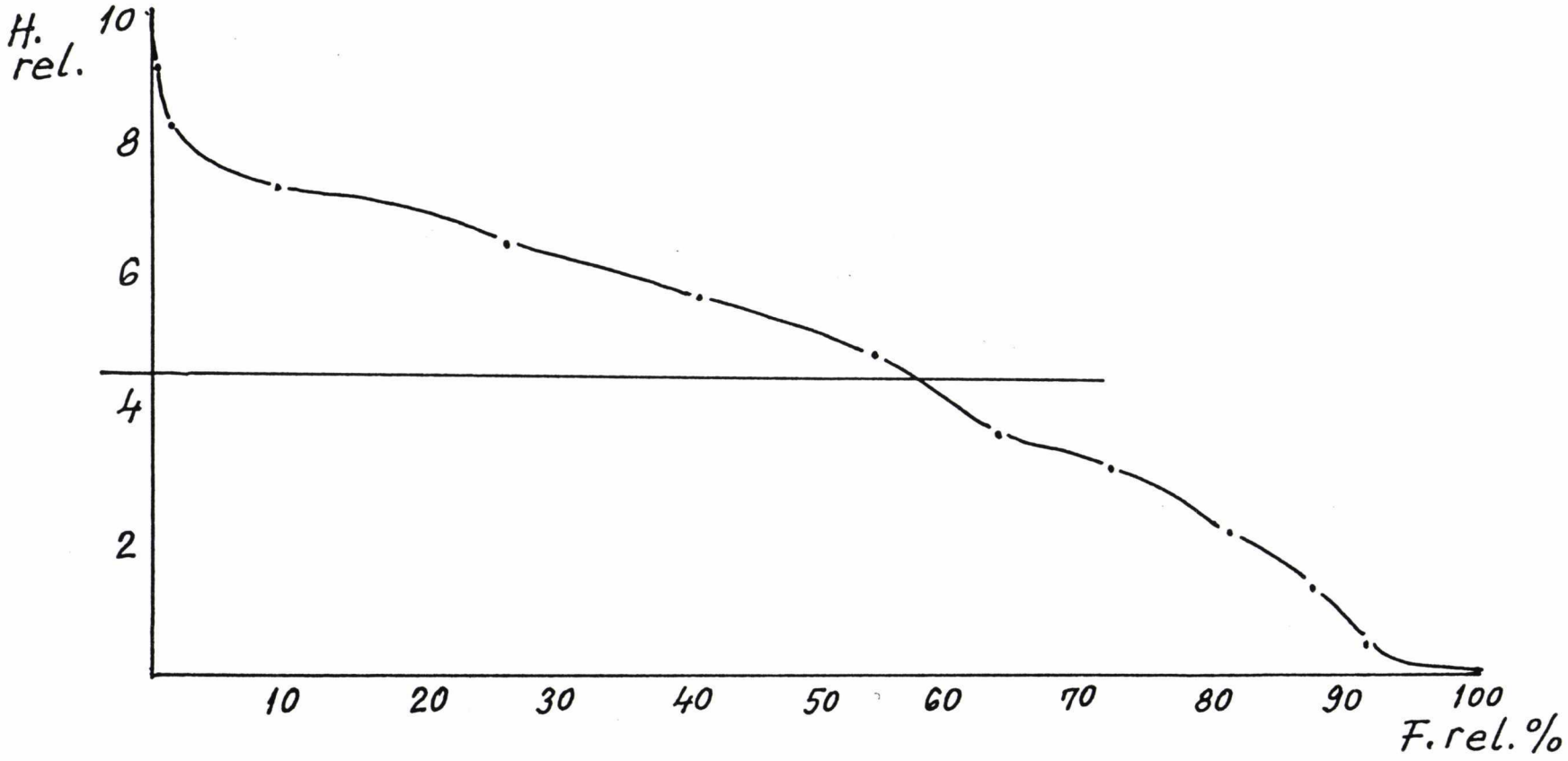
Høydeintervall m.o.h.	H.rel. (nedr.gr.	Delareal, Km^2 1.	2.	midd	Korrig.	% av F	Sum % nedregr
845 - 860	0	4,8	4.8	4,8	4,8	8,11	100,00
860 - 890	0,043	2,7	2,5	2,6	2,6	4,39	91,89
890 - 920	0,131	3,2	3,0	3,1	3,2	5,42	87,50
920 - 950	0,209	5,6	5,8	5,7	5,7	9,62	82,08
950 - 980	0,302	5,0	5,0	5,0	5,0	8,44	72,46
980 - 1010	0,351	5,4	5,6	5,5	5,5	9,27	64,02
1010- 1040	0,478	8,0	8,0	8,0	8,0	13,50	54,75
1040- 1070	0,566	8,8	8,8	8,8	8,8	14,86	41,25
1070- 1100	0,652	10,0	10,	10,0	10,1	17,01	26,39
1100- 1130	0,739	4,7	4,7	4,7	4,7	7,93	9,38
1130- 1160	0,826	0,6	0,6	0,6	0,6	1,12	1,45
1160- 1190	0,913	0,2	0,2	0,2	0,2	0,33	0,33
				59,0	59,2	100,00	

Kart: Gradteigskart E 33 V
Dagali (1:100 000)

H Y P S O G R A F I S K K U R V E

Vannmerke nr.....Navn.Halldalsvatn.....Hovedelv.....

Nedbørfelt:.59,2.....Km^2



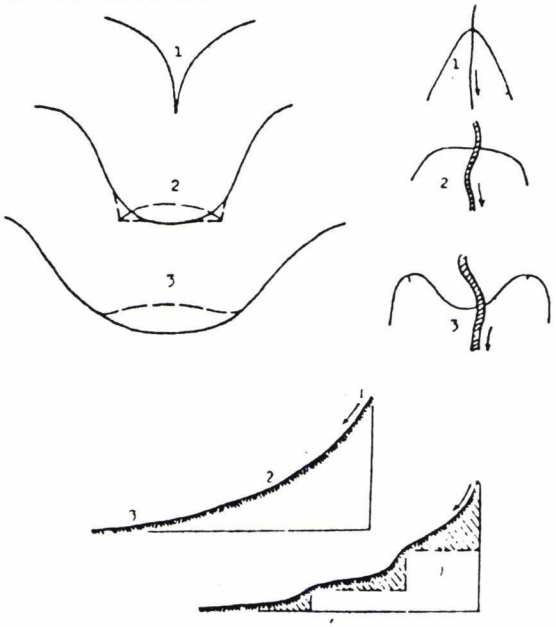
VASSDRAGENES TERRENGFORM

I KARAKTERISTIKK AV EROSJON

1.,Vannets bevegelse forandrer terrengets overflate og dette er vannets del av erosjon. Slik oppstår former som kan kalles normale eller erosjons-former, og på overflaten normal-overflate eller erosjons-overflate.

2.,Rene erosjonsformer forekommer bare innen et begrenset område (som regel innenfor 5 km eller i kortere daler), fordi terrengformenes utvikling påvirkes også av andre forhold som: konstruktivitet, bergart, geologi og av overflateformende krefter, som vind, korosjon, vegetasjon osv.

3. "FALLINJEN" for erosjonsvassdrag og for vannsamlere (dalene) er konkav (normal fallkurve, for vannskillene konveks . Av dette kommer det at dalenes øvre region er bratt og nedre region slak. Ved ryggene er dette omvendt.



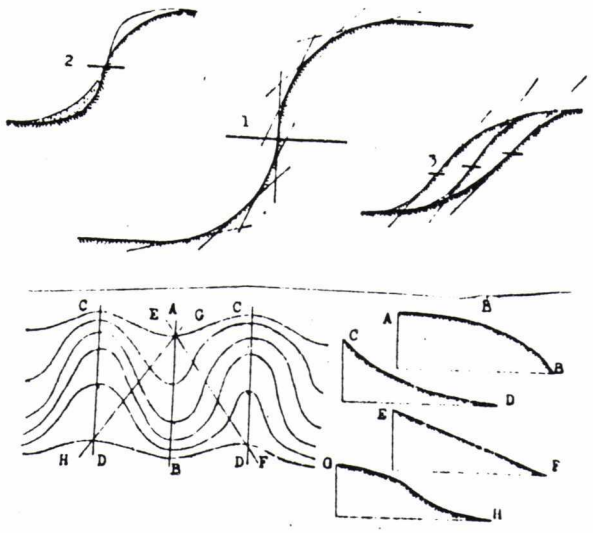
EROSJONSDALENES TVERRSNITT, GRUNNRISS OG LENGDESNITT.

1. Innskjærende 2. Slyngete 3. Oppbyggende dalpartier.
Lengdesnittet viser normal og stykkevis-normal fallinje.

4. Ved overgangene mellom vannsamlere (dalene) og vannskiller løper det en "SKRÅNINGSOVERGANGSLINJE" (Inflexiolinjen). Ved inflexio-linjen veksler den ødeleggende (konvekse) og den oppbyggende (konkave) skråning.

Karakteren av denne inflexio-linjen varierer mellom skarpe, bestemte og slake ubestemte, og følges som regel av en bratt skråning.

Ved tilfeller av homogene, massive fjellsider kan skråningene også være slakere, og det finnes selvfølgelig varianter.

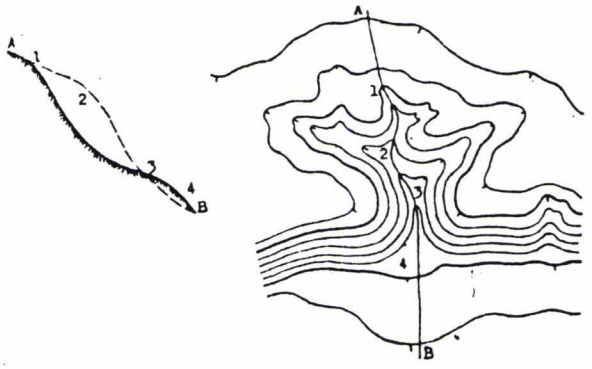


OVER: Skråningsovergangslinje.

1.,Skråningsovergangspunkt på en normal linje, hvor tangeringens ene linje faller under overflaten og den andre over.
2.,Skråningsovergangspunkt ved møtestedet av øvre konveks (ødeleggende) og den nedre konkav (oppbyggende) skråning.
3.,Konveks, normal og konkav skråning med sine skråningsovergangspunkt.
NEDE:
Tagget dalside med høydekurver og deres tverrsnitt.

5.,Terrasserte fallinjer for vannsamlere dannes av terrassevis sammenlagte normale linjer.

6., Møtende vannsamlere (to vassdrag) fortsetter sin vei etter resultant-linjen av de to (kraftparallellogramregelen).
7., Retningen av vannsamlere (dalfører) og vannskillere (fjellryggene) får et brudd bare når disse møtes eller skilles. Permanent slyngete dalfører fører til uttallige sideformer (innmunning, forgrening) og hører til deres kompleks .
8., Møtende vannsamlere eller forgrenende vannskilleres kortere gren, som har en større vinkel i forhold til den opprinnelige retning, er brattere.
9., I slyngete vannsamleres konkave del (rett mot en siderygg) finnes det en sidedal, og i den konvekse del (rett mot en sidedal) finnes det en siderygg.
10., Vannsamlere og vannskillere hører tett sammen. Mellom to vannsamlere er det et vannskille og omvendt. I dette system er vannsamlere sammenhengende mens vannskiller er isolerte og vekslende med sine selvstendige overflater.
11., Vannsamlernettenes små erosjonsenheter er "KJELENE". Deres vannvei starter i en rekke av brede dalholder der de forener seg i et dypt romslig, sedimentproduserende basseng. Videre, med forsterket vannføring, baner de seg vei gjennom en trang port ut på sedimentkjeglen (kuppelen).

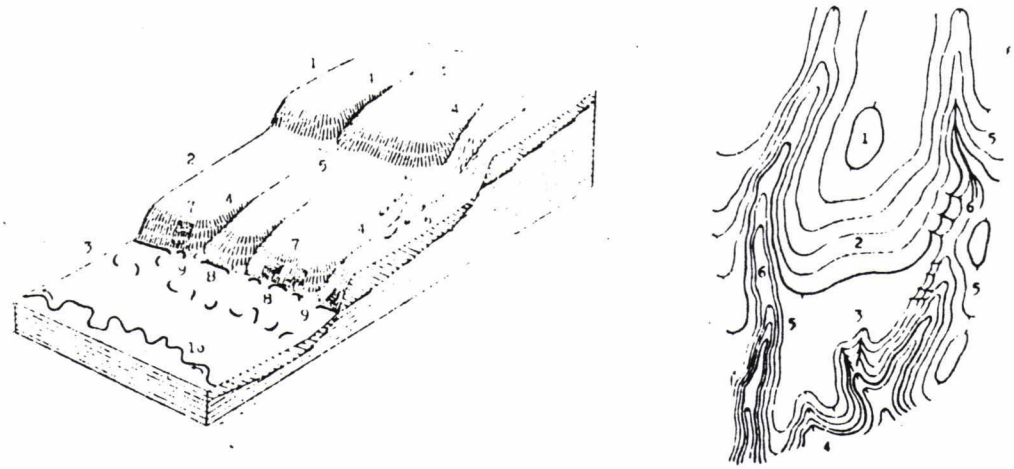


EROSJONSTRANG DAL I LENGDESNITT.
1. Dalhode, 2. Grus og stenproduserende kjele, 3. Tranghalset port, 4. Sedimentkuppel (mindre enn kjelen fordi vannet vasker bort en god del).

12. Et nett vannsamlere utvikler seg på et vannsamleområde som kalles NEDBØRFELT eller NEDSLAGSFELT. Vannsamlere starter fra dalholdene og med stadige foreninger øker bassengenes

mottakingsevne og samtidig minker størrelsen av vannsamleområde (areal). Et vannsamlernett har altså talløse begynnelsespunkter, men bare ett sluttpunkt. Unntagelser: Bifurkasjon eller utløp med deltaforgreninger.

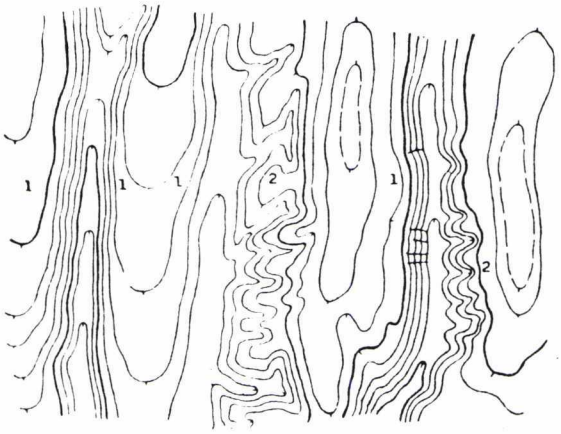
13. Terrassert terreng, og særlig harde bergterrasser, skjæres gjennom av innsnevret trange dalføreenheter og som regel har de store fallvinkler.Fallkurven er da også terrassert. I slike dalfører veksler det med dypere, brattere og utvidete og oppbyggende slake enheter.De innskjærende enheter stikker ut de konvekse partier for oss.



14. Mens vassdragene med fast bestående karakter fører (renner) til den "ABSOLUTTE EROSJONSBASIS" (til havet) opphører de periodiske vanligvis ved "LOKAL EROSJONSBASIS" som myr, vannfiltrerende bergart, sedimentkuppel, sand eller løse partier.

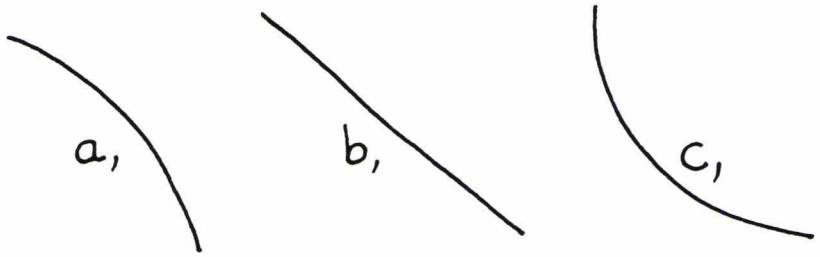
15. De periodisk vannførende, trange innskjæringers bane slutter vanligvis ved flaten av den bratte vei, hvor de selvtransporterte sedimentkupler befinner seg. (Deres lokale erosjonsbasis).

16. En langsgående (konkodens) dal har roligere, mindre opprevete dalsider enn en tverrgående (diskordens) dal.



17. Er et dalføres ene side mer tagget, skyldes det vanligvis at bergartens lag heller mot dalen. Den side hvor lagene heller fra dalen blir brattere og mindre tagget.

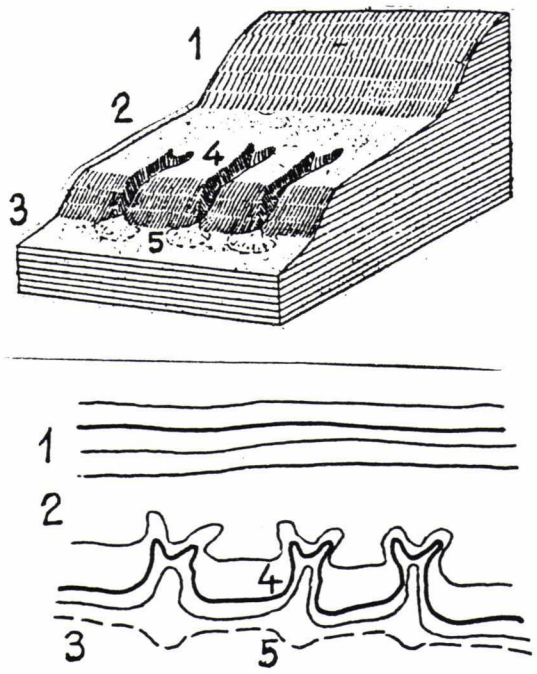
18. De innskjærende dalenes side har en konveks hellning, de slyngetes side en normal hellning, og de oppbyggendes siden en konkav hellning. Men så klart og rent utvikler sjelden forholdene seg i naturen likevel, pga uttallige andre hindringer og innflytelser.



19. Et tverrsnitt på et slyngete vassdrag viser at de undervaskete og opphøyede sidene er bratte og har en konveks hellning, de oppbyggede og nedsynkede sidene er slakere og har en konkav hellning. Overgangsdelen mellom disse har vanligvis en normal hellning.

20. Et tverrsnitt er i de fleste tilfeller usymetrisk. Slik kan man fastslå at vannsamlernes vannsamlerlinje i likhet med ryggenes vannskille alltid er nærmest den bratteste side.

21. Vassdragenes innskjærende og oppbyggende, periodiske karakterskifter, resulterer i terrasserte dalsider og viser i lengderetningen (vannveien) likedan en trinnmessig trappefallinje.



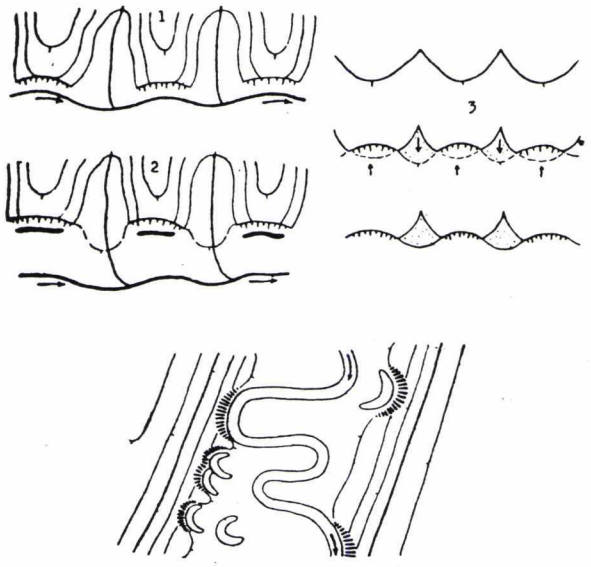
Blokksnitt av en dalsidedel og tilhørende fremstilling med høydekurver. 1. Dalside, 2. terrasseplatå, 3. dalplan, 4. innvaskinger, 5. sedimentkupler.

22. De innskjærende daler har smal "dalfot" og de slyngete og oppbyggende daler har bred "dalfot". De slyngete vassdragene bygger ut et dalplatå (dalplan) og de oppbyggende blir pga deres oppbuggende aktivitet så brede.

23. Vassdrag med innskjærende daler har en dalbunn som er konkav ovenfra, og de oppbyggende er konvekse ovenfra. Vassdrag med slyngete elveleier har til en viss grad karakter av begge.

24. På smale dalplatåer er vannets vei vandrende fra kant til kant mellom høye revnete kanter og innkilet sedimentkuppel.

25. På smale dalplatåer og ved sidedalenes fot finner vi disse sedimentkuplene. På den andre siden (mot disse) er kanten brattere og som regel undervasket.



Terrengformer på kanten av en dalplatå:
1. Undervasking av sideryggene under dalens utvidelsesperiode,
2. Dannelse av sedimentkupler etter at dalen utvidet seg,
3. Dalplatå-kant for innskjærende, slyngete og oppbyggende vassdrag.
Nede: Dalplatå med rette sider, hvor det veksles mellom undervaskete bratte heng og slake sediment holmer.

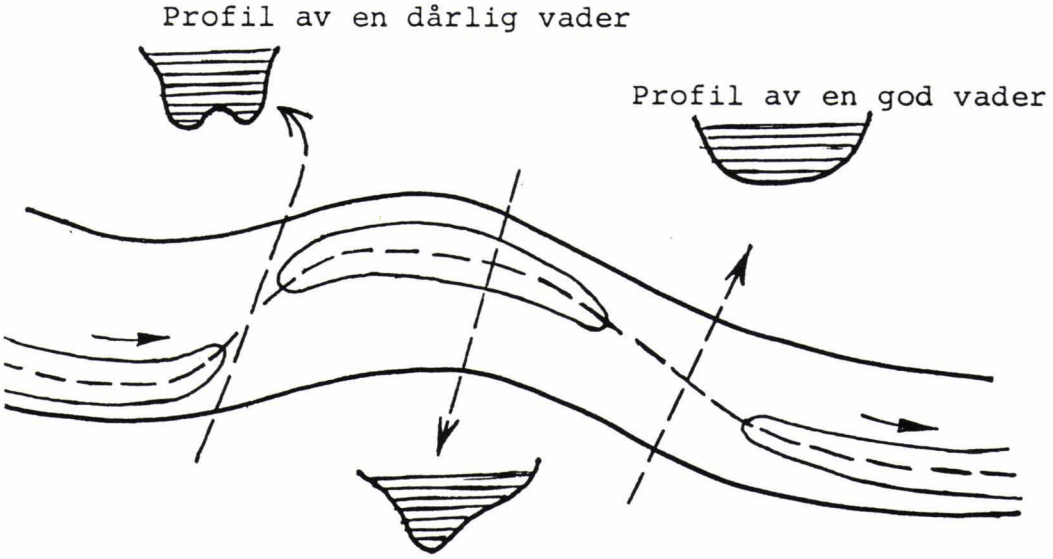
26. Ved den opprevete, bratte kanten løper elveleiet nærmere, og ved omgåelse av sedimentkuppelen, lengre bort fra dalkanten.

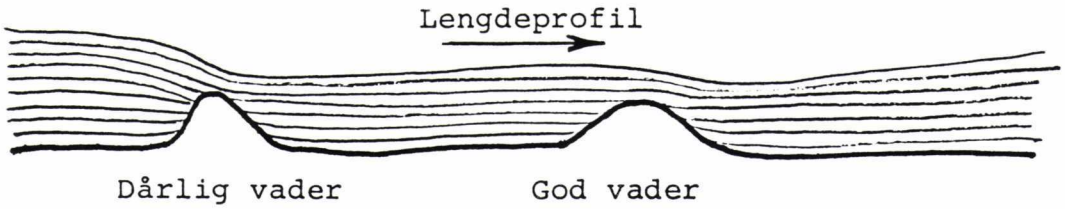
27. Ved siden av at det innskjærende vassdrag ødelegger dalsidene, vasker bort dalsidenes sedimentkuppel også og utjevner dalplatået. De slakere og slyngete vassdrag kan tære på dalsidene i forhold til sine krefter, men med den sedimentmengden som kommer kontinuerlig fra sidedalene, klarer de ikke kampen.

Altså: Tross nedrivende virksomhet på høye dalsider kan det samtidig utvikle seg sedimentkupler like ved dalsidenes fot. Vannføring med økende vannstand river ikke dalsidene mer og sedimentkuplene klarer heller ikke å påvirke de mer.

KARAKTERISERING AV ELVELEIENES FORM.

1. Leiet består av slyngete bassenger som er bundet sammen av grunnere deler der vadestedene er.
Bassengene (eller grytene) er dypest i midten ved leiets innsnevring og svingenes topp. Her er svingenes radius kortest. Vadestedene er grunnest i midten av overgangsområdet, (infleksjonsdel) der hvor "strømningsmidtlinjen" som går over grytene, (den er den største hastighetslinje) veksler om.





LEIE AV ET SLYNGETE VASSDRAG.

LEIE AV ET SLYNGETE VASSDRAG

2. De slyngete elveleienes gryter finner vi på ytre side av svingene og motsvingene. De undervasket bratte og de oppbygget slake kyststrekninger følger hverandre kontinuerlig i vannets lengdeprofil. (Fig. ovf.).

3. Elveleiets tverrsnittareal er forskjellige fra hverandre på hele lengdesnittet. Tverrsnittarealet øker med økning av nedbørfeltets areal, men ikke enhetlig og ikke kontinuerlig. Vi finner allerede på kortere strekninger også store avvik. Altså i lengderetningen kan en like godt vente økning som minking i leiets tverrsnittareal innenfor kortere strekning.

4. Elveleiens tverrprofil på rette strekninger og på overgangen mellom svingene viser jevn delproporsjon. Ved et godt vadested, (hvor strømningslinjene faller sammen) har profilens tverrsnitt en jevn skålform. Ved dårlige vadesteder er skålens form trykket, fordi leiets midte har en bank. Profilene i svingene er ujevne i proporsjon. Ved svingenes høydepunkt er dette den mest ujevne. Den undervaskete konvekse side er bratt og den oppbygget, konkave side er slak. Den første er den "tærete"-kant, den andre den "pålagte". (Den siste figuren viser disse også).

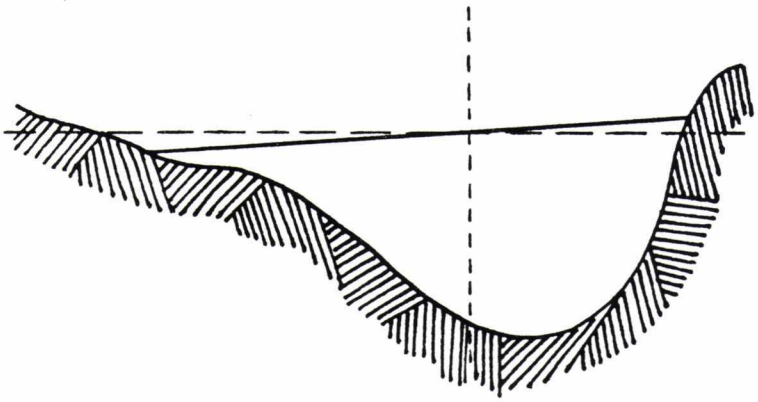
5. Den elveleieskapende kraft er storvannføringen, i første rekke flom. Mellomvannføring bare "retusjerer" dette og lavvannføringens arbeid er ubetydelig liten.

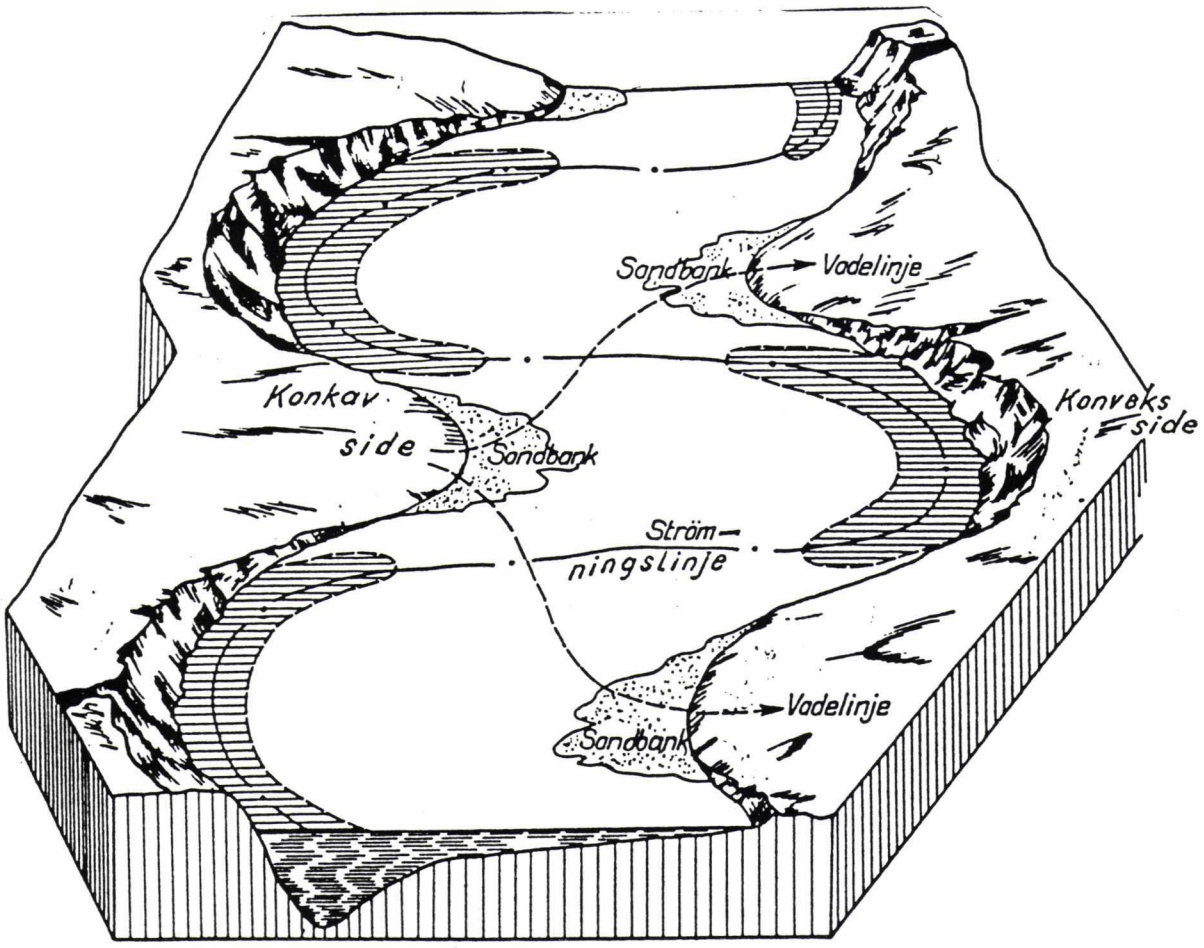
6. De svingene som følge av utvasking, riving mot den konvekse side forskyver seg både i sideretning og i strømretningen også, altså forandrer seg.

7. Der hvor elveleiet utvider seg kan det ventes å finne en undervannsbanke i midten .

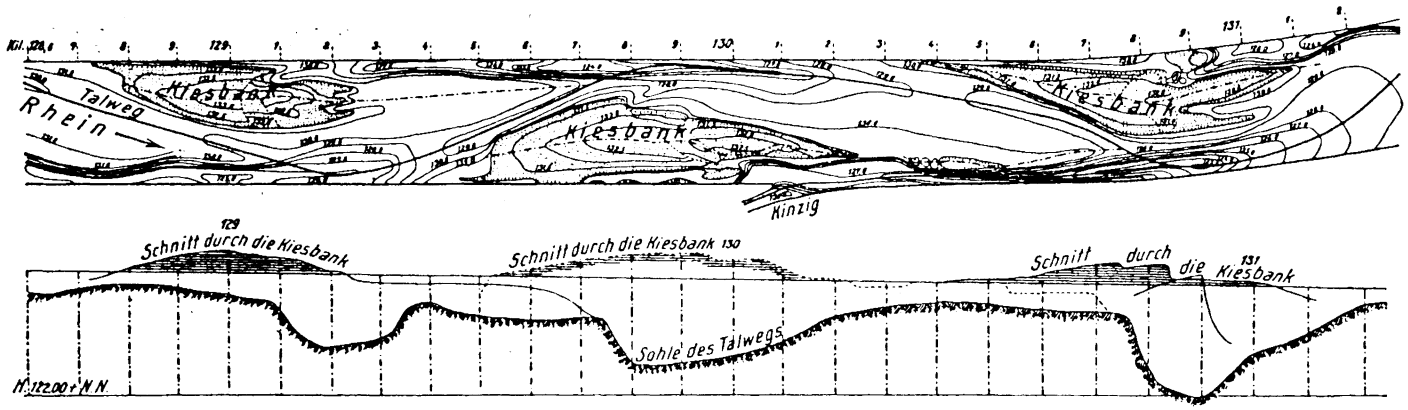
8. Øyene er banker som er kommet over vannflaten og de tar strømlinjeform etter strømmens retning.

9. De slake sidenes vannstand er alltid lavere enn de konvekse bredder. Svingenes ytre side har høyere vannstand av sentrifugalkraften. Bredden må også være høyere ellers ville vannet gått over. Dessuten vasker vannet og ødelegger stadig de konvekse breddene, mens de konkave breddene bygges opp under vannflaten og kan bare bli grunnere. (Figur neste side).



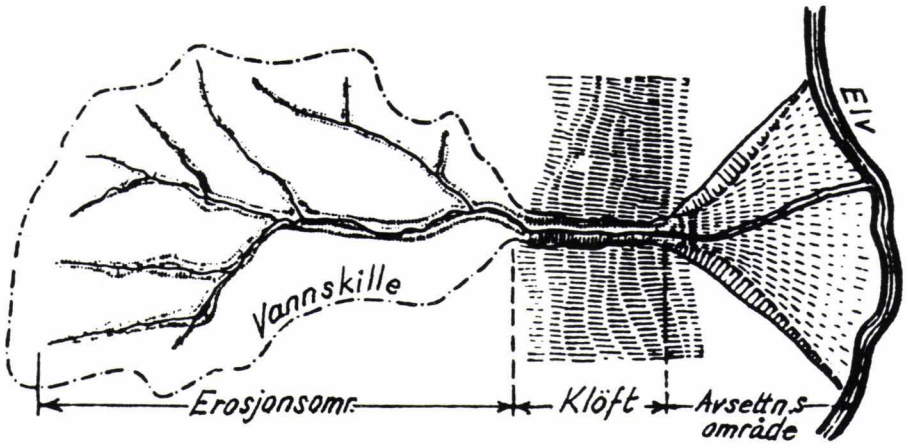


ELVEDETALJER
Følgen av vannets bevegelse



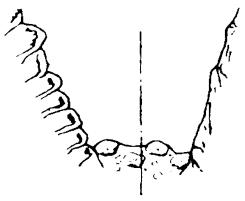
SERPENTIN-FLYTENDE ELV.
Figuren er lånt fra:Schtrómungslehre von Neményi.

SKISSE AV EN FJELLBEKK

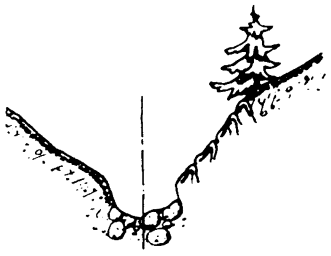


TVERRSNITT FRA EROSJONSOMRÅDE

LENGDESNITT AV EN FJELLBEKK

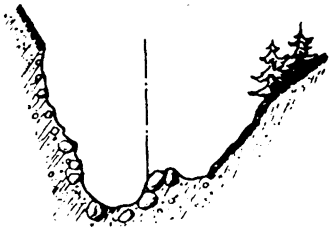


Tverrsnitt av en kløft



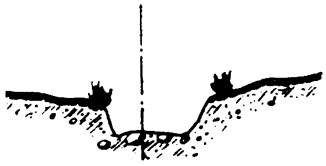
Tverrsnitt av samlebekkens øvre del (Erosjonsområde)

Tverrsnitt av en gruskuppel



Tverrsnitt av samlebekkens nedre del (Erosjonsområde)

Tverrsnitt av et dalføre

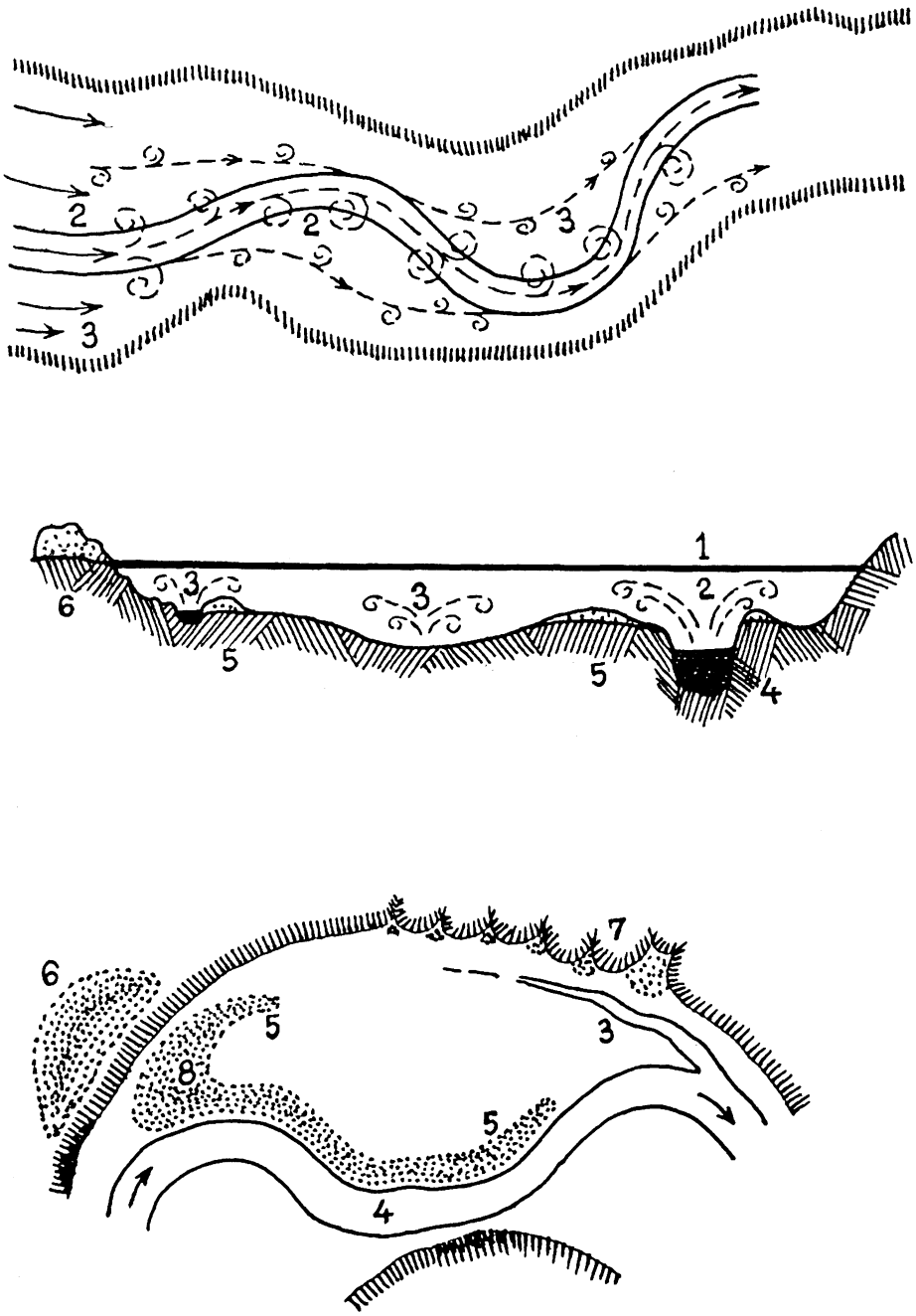


Tverrsnitt av fjellvidde

10. Elveleiets form er ikke bestandig, men hele tiden foranderlig. På grunn av variasjon i vannføringen forandrer det seg stadig, graver seg ned, fyller seg opp, forandrer seg i bredden, forskyver seg, lager banker, forgrener seg, omplasserer seg selv osv. Hver gang vi tar i bruk grunnmateriale, f.eks. eldre kart, må vi regne med disse. Forandringene kan variere i grad og tid, men vi kan oppleve store forandringer under kort tid også f.eks. etter en flom kan elveleiet skjære over de utallige slyngene og finne helt nytt leie, eller bare flytte et gammelt leie eller fylle det opp. (Slike fenomener har forårsaket alvorlige grensekonflikter, ikke bare mellom naboer i landsbygdene, men mellom nasjoner også). Vil man ha ajourførte kartverk, bør kartleggingen av elveleiet foretas med jevne mellomrom.

11. Elveleier med liten vannføring har som regel flere benker og breddene er slakere. Elveleier med mellomstore og store vannføringer har som regel allerede bratte bredder – til og med også på rette strekninger. Dette blir tydeligere på strekninger med kunstige flomverk eller utbygde diker hvor slyngene er skåret gjennom og ved dette fått økt vannhastigheten og elvens arbeidsytelse.

12. Den oppbyggende og slyngete elvens dalføre bygger opp leiets nivå på breddene høyere, fordi flomvannføringens transporterte sediment legges igjen her. Forklaringen er at ved økning av flomvannstanden øker vannstrømmens arbeidskapasitet (hydrostatisk trykk, hastighet, fall) og som en følge av dette oppstår konveksjonsstrømninger. Disse tar med seg sedimentene til breddene. Det vannet som går over breddene mister straks sin arbeidskapasitet og de medførte sedimentene avsettes. Største mengden av sedimentene samler seg umiddelbart på bredden, og på flomområdet legges stadig opp et tynnere lag også. På den kystnære stripen tæres de oppbyggete holmene og ryggene videre av erosjon. Vinden tar med seg sanddynene som formes igjen i nyere former.



FLOMOMRÅDENES OPPBYGGING
(Etter Viljamsz)

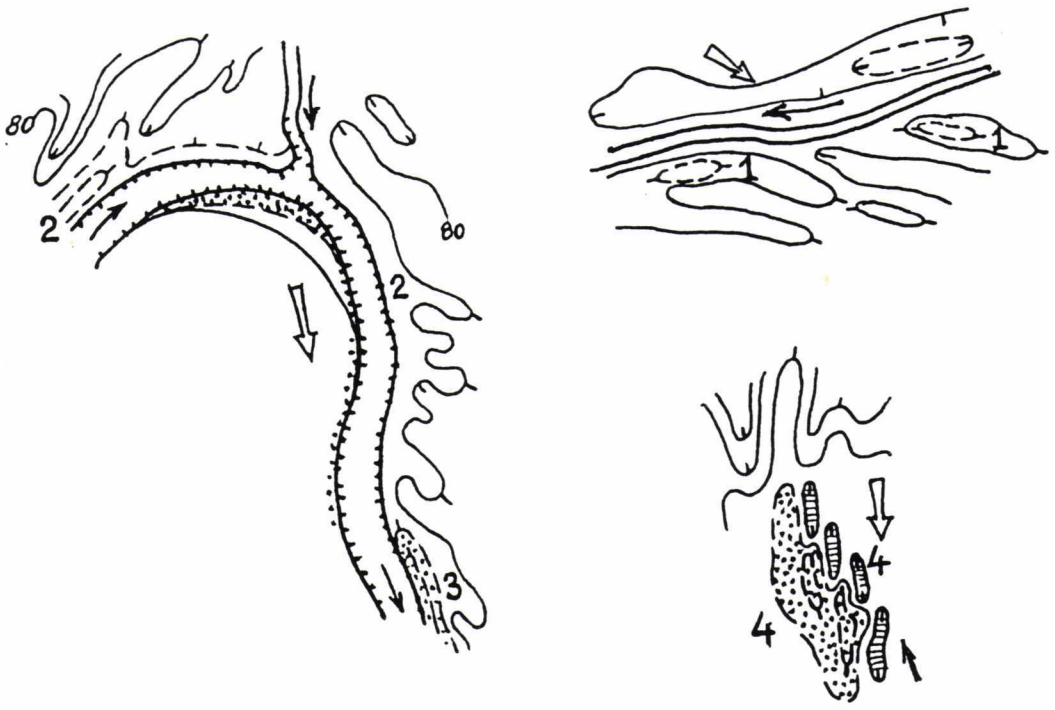
Over: Skisse over vannets strømning. Midten: Tverrsnitt. Under: Formasjoner ved terrassekant.
1. Flomvannstand. 2. Steder for største hastighet i hovedleien. 3. Midtre vannstrømning i sideleiene. 4. Middelvannstand (sommer). 5. Avlevert sediment ved elvekant. 6. Løpesand ved terrassekant. 7. Sedimentkupler ved terrassekant. 8. Plass for den største sandoppsamling.

13. Den største oppsamling sediment finner man ved svingene og disses forlengelse i strømretningen og nær bredden. På den motsatte side er flomområdet dypest fordi det tilbakestrømmende flomvann vasker bort overflaten. Store oppsamlinger finnes også ved sideelvenes innmunning og nedover derifra. Breddenes sedimentoppsamling følger som regel breddenes linje. Deres form, er langaktig (rygg), særlig hvis den herskende vindretning faller sammen med denne linjen. Ellers river vinden opp formasjonen og lager taggete former.

14. I de slake (konkave) svingene – hvis vi ser bort fra flomskadene – finner vi hele formasjoner av sedimenter. Disse er nye, oppstående former. På den konvekse side finnes de "lemslettet" beskadigete formene, fordi under nedriving av bredden ødelegger vannet dem.

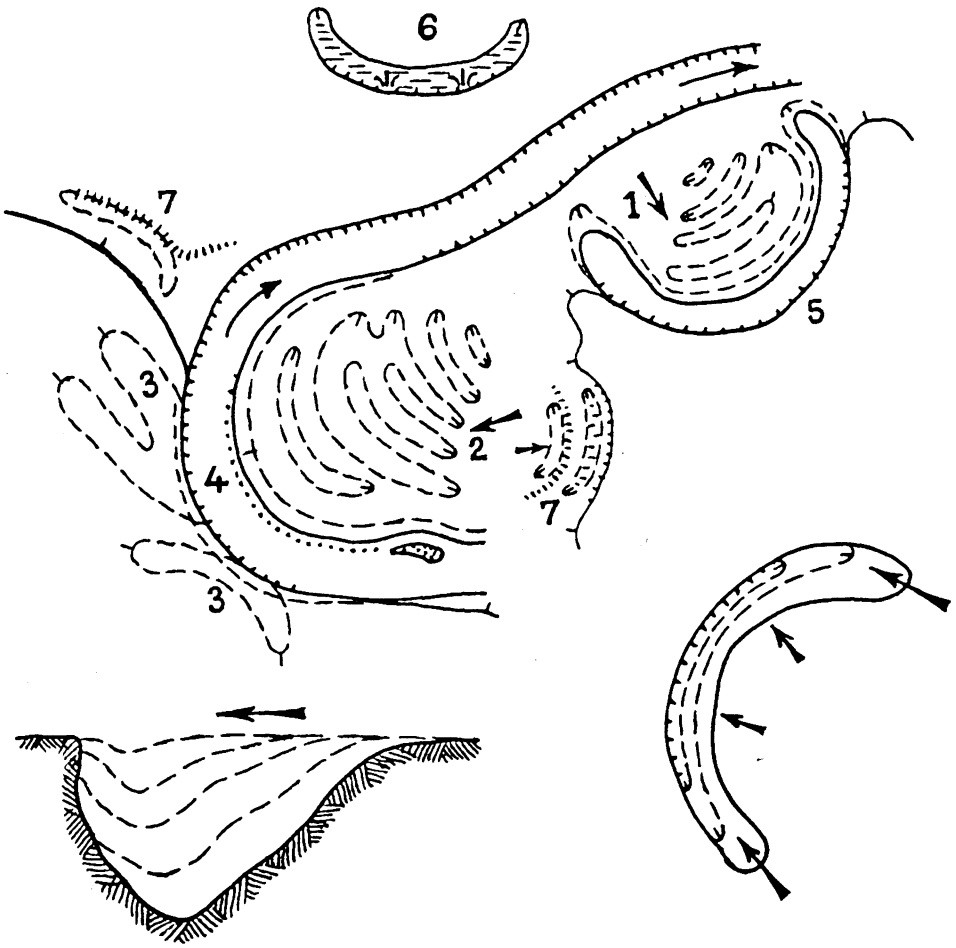
SANDFORMASJONER ved elvebredden.

1. Vindrettet sanddyner, 2. Oppsamlinger (avlagt) ved bredden.
3. Typiske langdyne (rygg), 4. Fra urleiens tilbakeblåste dyner.



Sorte pil = vannets retning
Hvite pil = vindens retning

15. Rundt det "levende" elveleie oppstår "døde" leierester ved naturlig frafall og kunstig forandring av leie, ved overskjæring av svingene. Disse rester av leiene fylles opp med tiden, og et dødleie heller alltid fra det levendeleies bredd. (Figur nedenfor).



DØENDE TERRENGFORMER VED ELVEBREDDEN

1. Fjerner seg fra bredden, 2. Nærmer seg bredden (fylling), 3. Ødelagte former, 4. Leieforskyvning i strømretningen og mot breddens konvekse side, 5. Leierest med åpent vann, 6. Forsumpende dødleie, 7. Utjevnende tørrleie.
Nederst: Pilene viser oppfyllingens retning.

16. Døende leies oppfyllingsfaser:

a. Har bestandig vannspeil med bratte eller markante bredder.

b. Periodisk åpent vannspeil med nedslitte bredder, sumpvegetasjon.

c. Periodisk fuktige forsenkninger med utvisket svake kanter. Kan bli bevokst. (Skog, lund, busk, kratt, gress o.l.).

d. Har gått i ett med terrenget. Ved fruktbare dalfører er de oppdyrket og ofte kan bare oppdages fra flyfoto.

17. Leierestenes undergang følger som regel sin opprinnelses rekkefølge. Før frafallet nærmer seg hovedleien (levendeleien) etterpå fjerner seg fra.

18. Oppfyllingen skjer i tverrsnitt fra konkav mot konveks side og i lengdesnittt går fra grunnere vadere mot de dype kjelene. Det dør altså senest ut de svingenes dype kjeler.

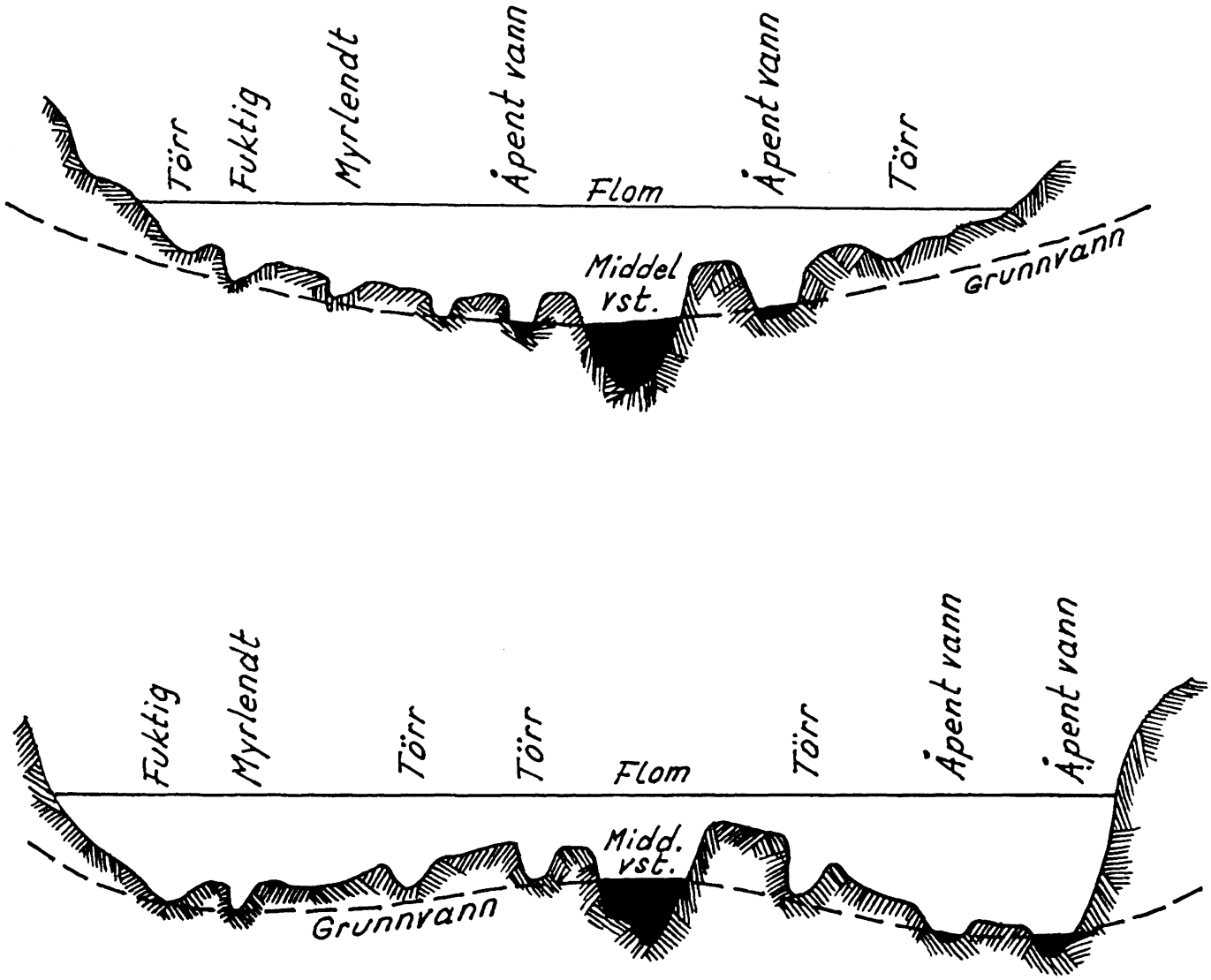
19. På den innskjærende elvenes dalplatå, de døende resteleier, har et høyere nivå enn selve levende-leien. Ved den svingete elvens dalplatå er temmelig det samme, og på det oppbyggete dalplatå har disse døende resteleier noe lavere nivå. Ved diverse berggrunnlag, eller forskjellige og vekslende bunn (leire-sand) forekommer det forskjellige nivåer i hverandres nærhet også.

FREMSTILLINGSMETODER

Som vi har sett hittil er vassdragenes leie og deres terrengformasjoner stadig i forandring. Det er grunnen til at vi ikke kan ta til fremstillingsgrunnlag den tilstand som vassdraget befinner seg i, akkurat ved oppmålingstiden. Delvis fordi den momentane tilstand ikke ville gjenspeile vassdragets virkelige bilde, delvis fordi i de forskjellige tidsperiode oppmålte seksjoner ville ikke fremstille elven med den samme karakter. Det er viktig at det på forhånd bestemmes en metode og utarbeides en norm. Det mest vanlige er å velge tilstandene ved middelvannstand.

Middelvannstand er midlet av den daglige observasjonsserie over flere år. Til formålet tas gjerne bare den isfrie perioden med den såkalte "Sommervannstand". Det er ikke min oppgave her å gå over fra kartografi til hydrologi, men sammenhengen er så sterk at et minimalt behov ikke kan utelates heller. Vannstand og kartlegging av vassdrag hører sammen.

Vi vet at vannstanden i et vassdrag varierer meget. Sne- og issmeltingen og regnværsperioder øker vannstanden meget, og tørkeperioder sørger for minimalverdier, og alt kan skje så



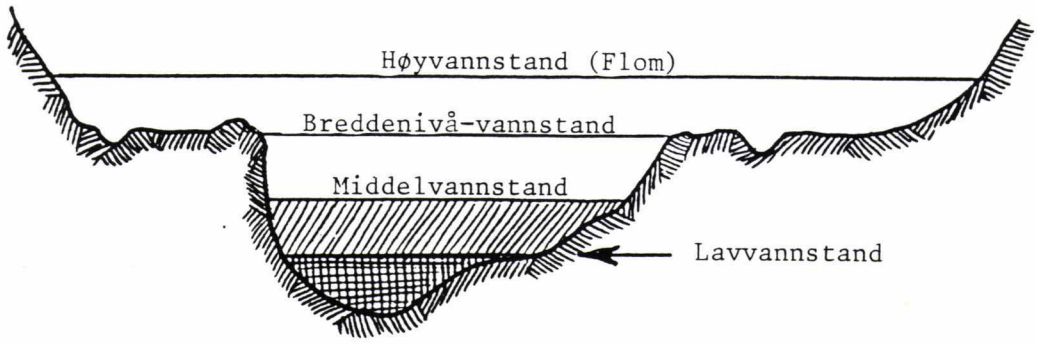
DALPLATÅ–LEIEFORMENES SAMMENHENG MED FREMSTILLINGSNIVÅ.
Over: Innskjærende tverrsnitt. Under: Oppbyggende tverrsnitt.

rapsodisk i tillegg.. Med hele årets observasjon, inkludert is og snøsmelting og flomvannstand, får vi det riktige bildet, altså årsmiddelet.

Ulempen ved å bruke middelvannstand for kartlegging er at en mangler samklangen mellom vannstand og elveleiens form. Det er riktig at mindre varige vannføringer står nærmere den ønskede middelvannstanden, men hele elveleiet formes og skapes likevel av storvannføringer.

Ved kartlegging fremstiller vi "nær-litevann i storvannleie". For leiets skyld ville det være riktigere å velge "halveringen" av det årlige vannstandspillet. (Ikke middel). Denne vannstand utfyller som regel det varige leiet. (Denne vannstand som utfyller dette varige leiet kalles gjerne "breddenivå-vannstand"). Tross motsigelsen er det vanlig å velge middelvannstanden fordi vannets form gjenspeiler det mer vanlige bildet, og denne delen av leiet som vannet ikke fyller ut, fremstilles som vanlige terrengformer.

Det er ingen enerådende normer ved slik oppsettning av vannstandsnormer og deres benevnelse. Det er forskjell ikke bare fra land til land, men innen ett land også. Skissen nedenfor viser den mest vanlige fordelingen, men det finnes varianter. F.eks. bare flomvannstand har flere varianter.



Ved fremstillingsmetoder kan det ikke skilles mellom store vassdrag og små vassdrag. Delvis ville det være vanskelig å sette grense mellom store og midre vassdrag, delvis ville et valg av forskjellige vannstandreferanser være forvirrende. Den enhetlige fremstillingen er å foretrekke. Det kan eventuelt avvikes fra målestokken, hvis mindre bekker blir for små på kartet. Velger man enhetlig middelvannstand er det en fordel å benytte/bestille flyfotografering ved slik vannstand.

OM KARTLEGGING AV INNSJØER OG ELVER

Av flere grunner er det ikke meningen å behandle dette tema seriøst her . Kartlegging av vassdrag (sjøer og elver) krever ikke bare større respekt, men adskillig større plass, altså, eget bind. Her nevnes bare temaet i forbindelse med "terrenglære" og gis en skisse over metodene og utviklingen på dette felt. Her må jeg bemerke at i år (1986) er en arbeidsgruppe, hvor jeg selv er medlem gitt i oppdrag å levere en innstilling om en organisert, fremtidig, landsomfattende kartleggingsplan av innsjøer og elver. Det er bare til orientering og ikke for å foregripe sakens gang.

I ALMINNELIGHET

Hydrografi er blandt de fag som i de siste par ti-år har gjennomgått en enorm utvikling. Man kan nesten få lyst til å kreere et nytt uttrykk i fagterminologien, nemlig "HYDROKARTOGRAFI", fordi følgende ekspertise allerede er med.: geodesi, fotogrammetri, topografi, EDB, kartografi, og ved instrumentutviklingen selvsagt elektronikk. Kartlegging under vann er et gammelt yrke, og var nødvendig for skipsfarten. Olje og marineaktiviteten til havs har tvunget fram dagens avanserte teknikk, og tvinger seg fortsatt framover.

Denne utvikling har også kommet innlandsvannene tilgode. F.eks. er ekkoloddet og laserstyrte posisjoneringsutstyr tatt i bruk, men problemene er fortsatt mange på dette området. Den største hindring er (utenom prisene) at et avansert utstyr montert i en cabinkrysser ikke lar seg frakte og brukes i et lite fjellvann.

Mange fremgangsmåter:

Hva består så denne utviklingen i som er i ferd med å løpe fra oss, eller som vi ikke er i stand til å løpe etter? Bare for et par ti-år eller så tilbake, slapp man ned blylodd bundet til et tjæret tau, og etter noen loddskudd, posisjonert ved hjelp av øyemål, ble det så utarbeidet et "kart".

Vi kjenner til nesten 4000 år gamle elvekart. (Menas gravkammer i Egypt). Senere, gjennom århundre, har store floder og innsjøer vært viktige vannveier og deres leie ble målt. Fra de mest primitive metoder - tilfeldig lodding - var ikke veien lang til en mer posisjoneringsbevisst staking eller håndlodding. Dette var en kombinasjon med landmålerviten. Det evige problem var, og det kan det også være idag, at en mest mulig nøyaktig målt dybde bare har verdi når dens posisjon kan stedfestes mest mulig nøyaktig. Opp gjennom tidene har det vært forskjellige fremgangsmåter å gjøre dette på, f.eks. ved at flere enheter opererte sammen - til land og til vanns. Målet var imidlertid å forene båt og landgruppe i en enhet, altså både dybdemåling og posisjonsbestemmelse ombord i båten og dette eksisterer i dag.

OM KARTLEGGING AV ELVER

Det er en del forskjellige metoder til kartlegging av elver og disse metodene kan varieres med deler av hverandre. Jeg vil nevne kort de følgende:

1. Den klassiske (gammeldagse) metode.
2. Etter ekkoloddets inntog.
3. Dagens moderne metoder og muligheter
4. Den enkleste (min metode)

1. Den klassiske (gammeldagse)metode.

   Ved seriøs kartlegging av større elver er det første krav som stilles at minst på den ene side, men helst på begge sider av vassdraget føres et presisjonsvivellement, som har referanse til havets 0-pkt. For varig sikring av disse målingene etableres på vassdragets begge sider såkalte fastmerker som igjen deles i to typer.:

   a) Førsteordens FM.Avstand fra hverandre ca. 5 km. Hvis det ikke finnes fast fjell eller faste byggverk (brokar, murhus) i nærheten, støpes fastmerket inn i en betongsokkel, støpt til formålet.

   b) Annenordens FM. legges mellom de ovennevnte i ca 2-3 km avstand. Deres fiksering er noe lempeligere. Nivellementsdrag føres seksjonsvis på høyre og venstre bredd, men etter hver 20-30 km avstand siktes over fra den ene breddens førsteordens Fm til den andre, for å sikre kontrollen.

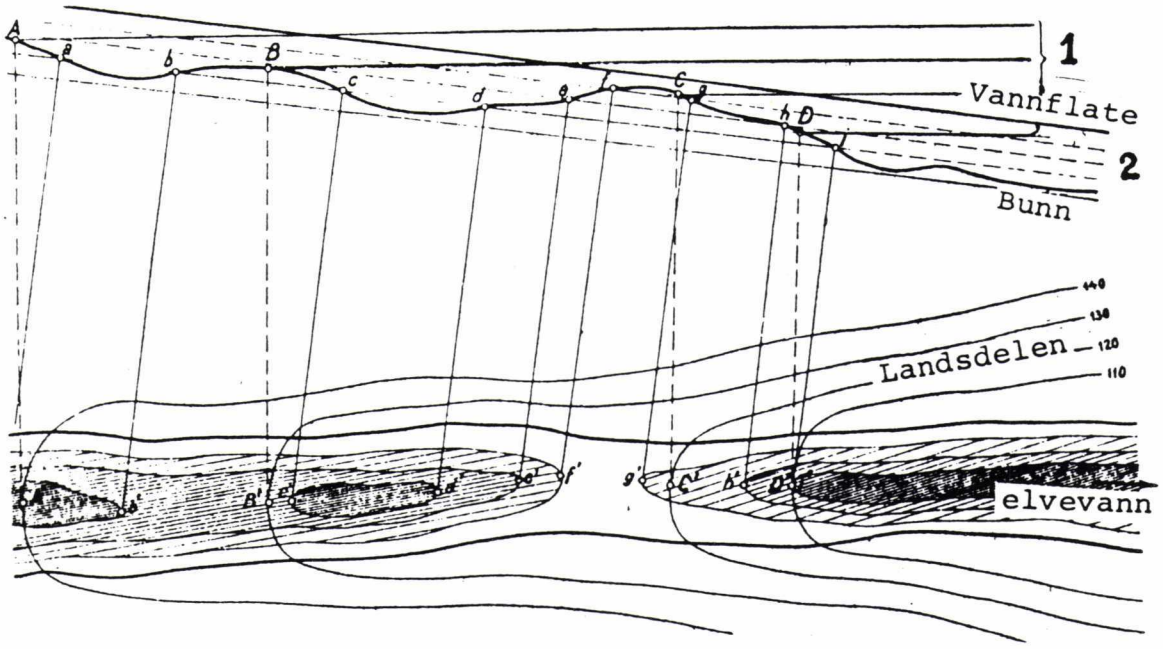
Alt kartleggingsarbeid skal gå ut fra disse fastmerkene. Både måling av den tørre delen av leiet og dybdemålinger.

Som kjent stiller nivåflatene seg stadig høyere oppover fra havets nivå. Deres skjæringspunkt med terrenget gir de høydekurvene (isohypsene). Dybdekurvene (Isobathene) stiller seg fra nivåflate nedover. Altså: isohypsene og isobathene er egentlig det samme, bare med forskjellige fortegn.

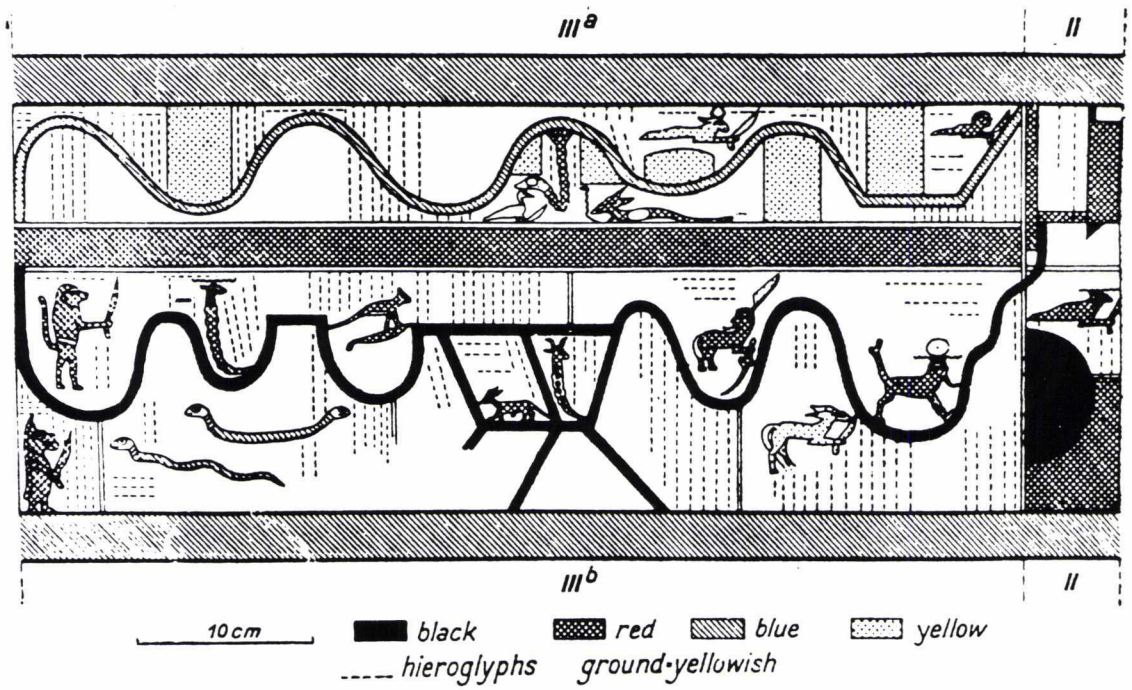
Ved elvene brukes disse isobathene slik at de ikke telles fra havets 0-pkt., og sett fra vassdraget i ett ligger de ikke en gang

vannrett. Det er mulig fordi elvenes isobather måles fra elvens vannstand som 0, og denne 0-overflate er ikke vannrett, men følger elvens fall, og som en konsekvens, må de være parallelle med fallet. I dette tilfellet kan vi fastslå at høydekurver på land (isohypsene) og elvens isobather skjærer hverandre i en bestemt vinkel. Innsjøenes dybdekurver eller isobather følger landets isohypser også, når vannets 0-nivå avviker fra landets.

Men dette som beskrives ovenfor er et typisk eksempel på at kartet er laget for skipsfart. Slik er det idag også. Formålet bestemmer metodevalg. Hos oss er også denne metoden f.eks. til båtsportskart mest formålstjenlig. Men brukes f.eks. kartet til modellkalibrering, eller for bruk for det bestemmende profil, o.l. må elvens isobather følge landets høydekurver.

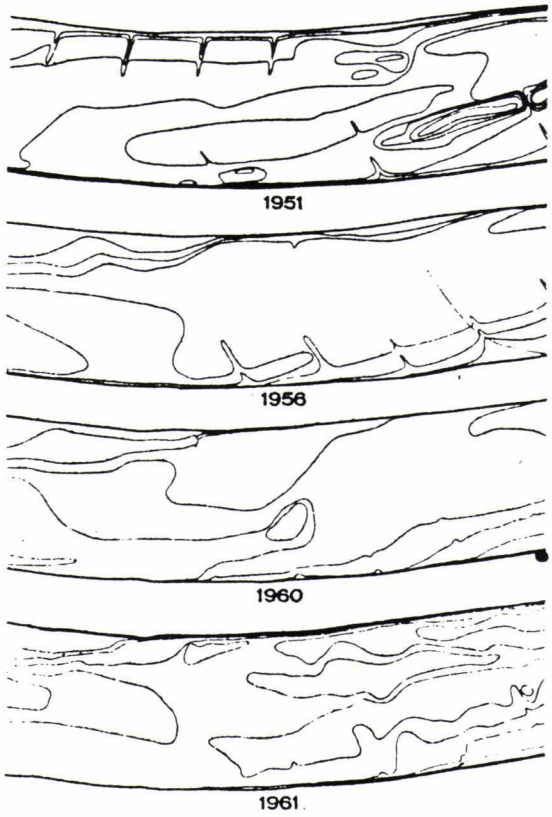


Skjematisk fremstilling av et tilfelle hvor isobather avviker fra isohypser, altså landsdelen er fremstilt med høydekurver, men dybder i vannet fremstilt med dybdekurver fra et fallende vannflate som "0" og de to er blandet sammen.
1. Landsdelens isohypser, 2. Elvens isobather.



Egyptisk elvekart (Bagrow L.: Imago Mundi)

Ved elvekartlegging (uansett metode) må en være oppmerksom på en ting til. Vannleiets terrengbilde er aldri stabilt. I motsetning til leiets tørre del (som er relativ stabil) er det i stadig forandring.



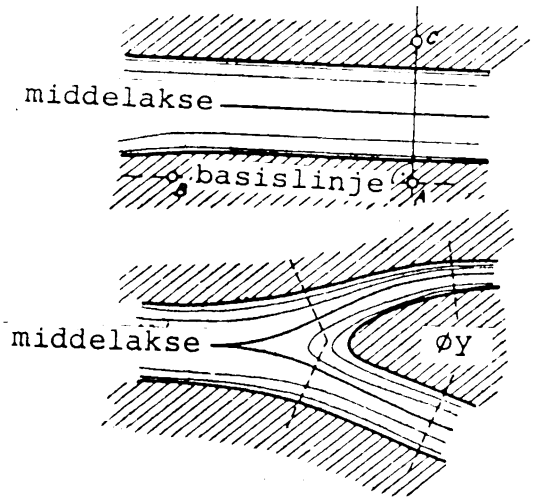
Figuren viser 4 forskjellige oppmålinger over samme strekning av Donau i forskjellige år, men innen 10 år. Bunnforholdene er forskjellig på alle.

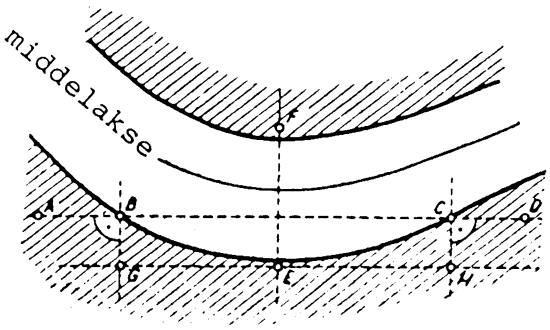
PROFILERING.

Uttrykket profilering benyttes også istedet for elveleiekartlegging, og det er galt. Profilering er bare en del av prosessen. Den som tar opp profiler i felten og av dette konstruerer en "kartskisse" på kontoret (altså dikter opp terrenget mellom profilene, utfører en ting, mens en som detaljmåler felten mellom profiler også, fullfører kartleggingen på stedet og "lager et kart". Herved er ikke sagt at det første ikke kan tilfredsstille visse behov, men i slutten av dette kapitlet kan en lese i meddelte instrukser om kravene. Ved kartlegging av elver (særlig på den synlige, tørre delen som ved lite vann er den dominerende del) må en kartlegge mere detaljer.

Tilbake til selve profileringen

Det første gjøremål er her å fiksere vannstanden. Enten slår man ned nummererte treplugger, eller det benyttes landfaste stentopper, avmerket ved maling, som siden nivelleres. Resten foregår med tachymetriske metoder. (Jeg bruker fortsatt nivellement). Profileringen er grunnlaget for kartleggingen og det er meget viktig å stikke ut profilenes sted riktig. Avstanden mellom profilene er også en viktig detalj, men her kan ikke settes faste normer. Store floder som Donau, Rhinen o.l. har en profilavstand på 50 - 100 meter. Med kjennskap til elvenes terrengformasjon og karakteristikk, setter man så opp supplerende profiler etter behov. Ved mindre elver skal profilavstandene være tettere og videre reguleres etter de gjeldende normer. På den tørre delen av leiet er en ikke bundet av disse profilavstandene i det hele tatt. Ved utstikking av profilene er det også viktig å bestemme retningen.



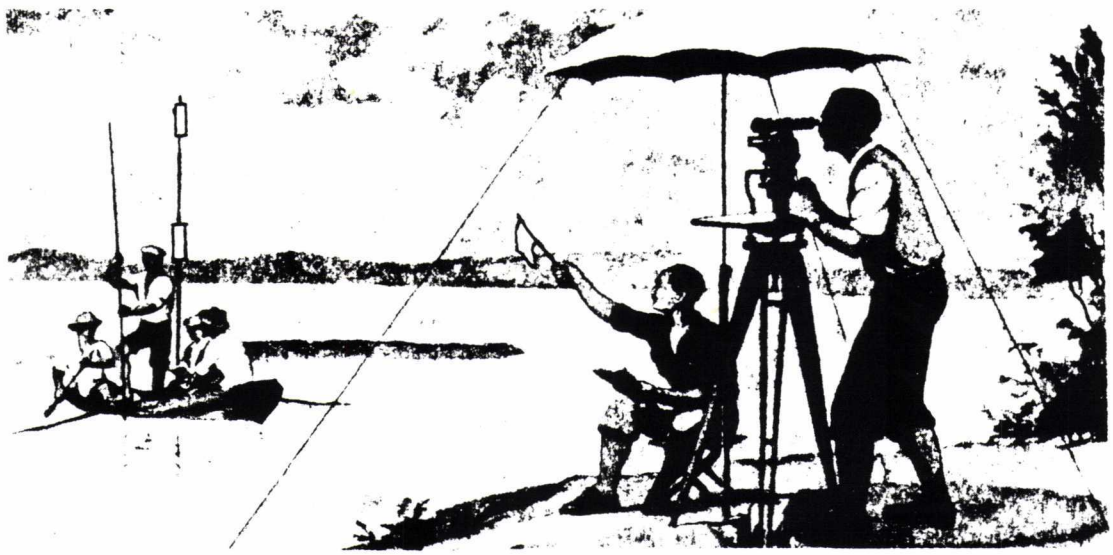


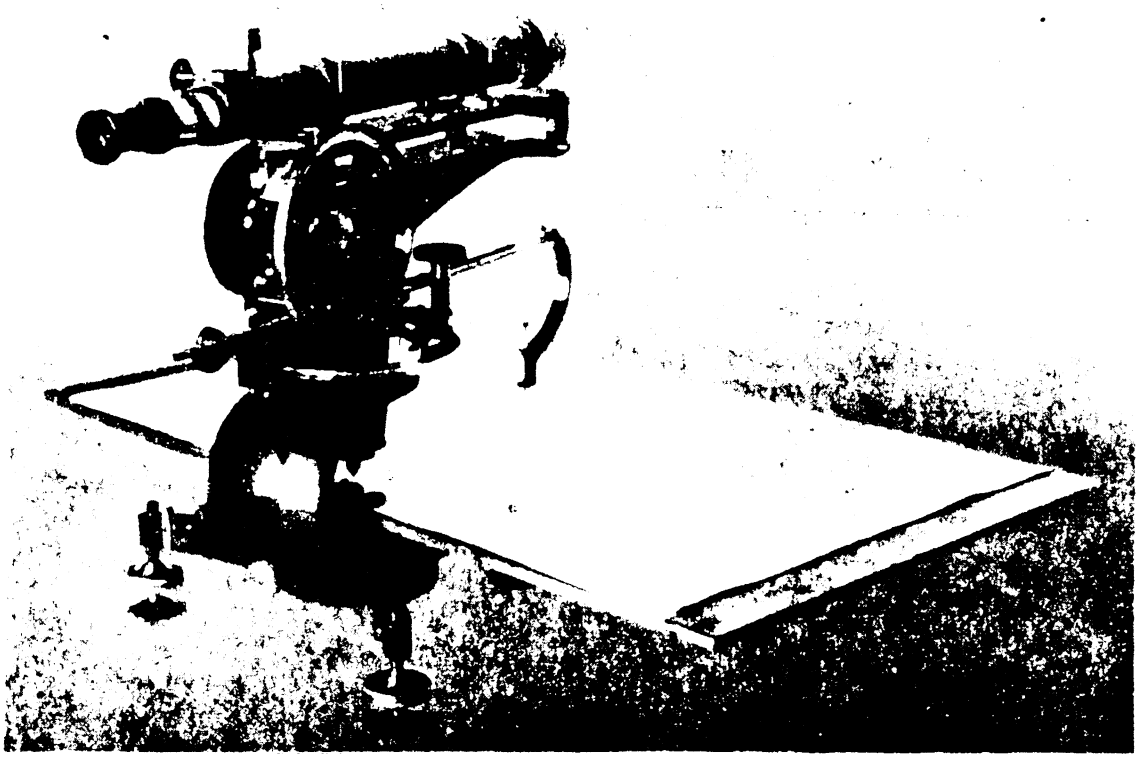
Profilretningen bestemmes allerede ved nedslåing av pluggene e.l. på høyre og venstre bredd, og slik at profillinjen skjærer elvens middelakse i rett vinkel. Ved rette elvestrekninger opprettes først en parallell basislinje langs bredden og profilvinkelen måles fra denne med et vinkelprisme e.l. Forgrenede elver, der det er oppstått retningsdivergens, krever at en stikker ut et "Vinkelprofil". Brytningspunktet markeres om mulig også med en plugg e.l. Ved svingene starter man med et punkt og tilhørende, tangerende basislinje. (Som figuren ovenfor). Når profilenes endepunkt er bestemt, kan oppmålingen begynne langs profillinjen. Profilenes

linje bør gå tvers over strømmen, og målingene også, men for den tørre leiedelen har vi vår frihet for å velge metode, fremgangsmåte og kombinasjon av disse.

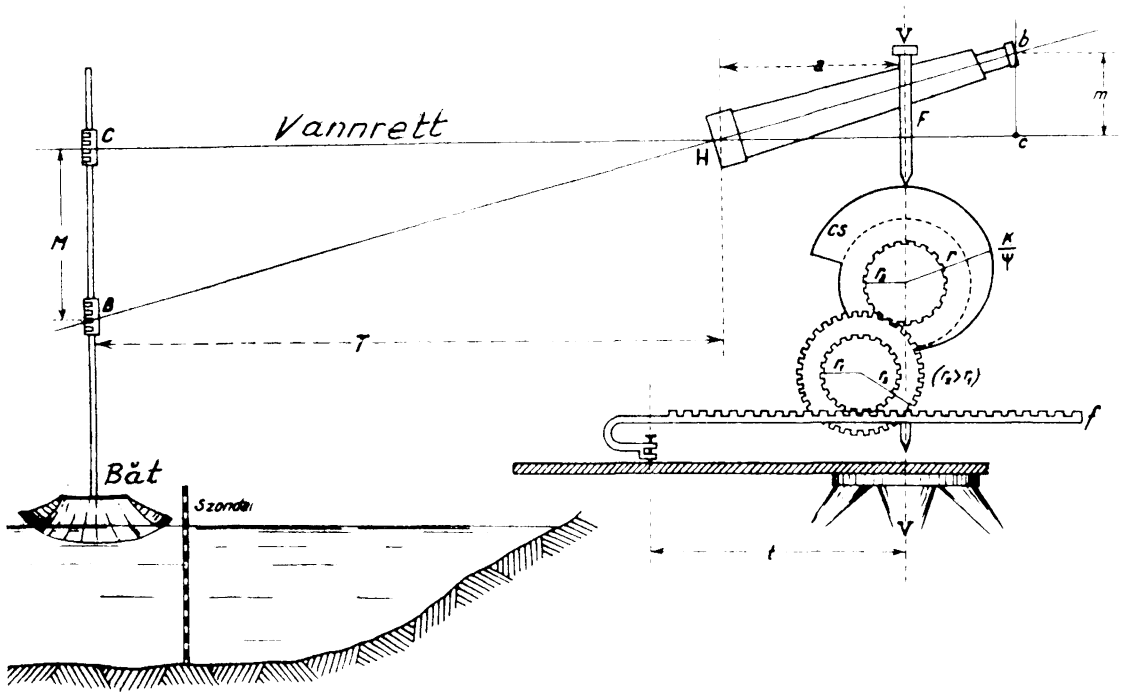
Når vannstanden er så lav at vading er mulig, kan hele området betraktes som landmålingsområde, men alltid i forhold til vannstanden som utgangspunkt. Når vading ikke er mulig benyttes båt.
Man har alltid en vann-del og en tørrlagt del. Vanndelens profil kalles "vannprofil" og den tørre delens "breddeprofil".

Dybdemålingene er i tidens løp utført med mange forskjellige metoder og tekniske innretninger. Maskinell kraft styrte det bevingete hjulet og hydrostatisk prinsipp styrte instrumentene videre. Det aller enkleste er staven eller sonden, eller som metode stakingen, men dennes rekkevidde er temmelig begrenset. Den mest utbredte metode er den tachymetriske metode. Dette er egentlig også en staking (altså den enkleste). Dybden blir målt med et optisk instrument ("dybdeavstandmåler"), oppstilt på bredden, og resultatet fikseres på målebordet.





DYBDEAVSTANDMÅLER med en kikkert.



Prinsippskisse av DYBDEAVSTANDMÅLER.

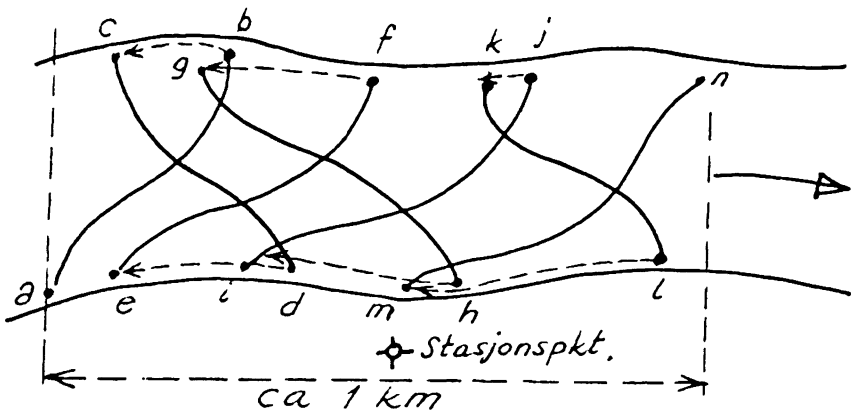
Instrumentet var særlig anvendt for større vassdrag hvor elvens bredde var flere hundre meter. Dybdemålerstaken (eller sonden) var 5 – 6 m lang, laget av tre og malt med desimeterinndeling. Den nedre enden var forsynt med en bred fotplate for å hindre den å synke i gjørmen. I stille vann kunne stavene brukes til ca 4 meter, men ved striere elver kunne allerede 2 meters dybder by på problemer. Til kraftig strøm var såkalt reversio-stav anvendt. Disse hadde dobbelt inndeling ovenfra ned og omvendt med 2 farger.

Loddbelastet tau.
Et 10 eller 12 trådig utjæret tau var belastet med et 8 – 10 kg tungt lodd og det hele ble styrt over en winch via en planke med trinse over båtens ende. Akkurat som i hydrologien ved vassføringsmålinger fra båt. (Det ville være tidsløsing å beskrive hvordan selve tauverket ble preparert på forhånd i gamle dager. Et tau ble påført meter og 2 desimeters merking, men ved et tannhjulsystem som drev et telleverk hadde de kontroll på dette.

Båtens posisjonering.
Ved relativt smale elver, hvor det var mulig å spenne ut wire tvers over elven, var båten festet ved trinse til dette. En rodde, en førte boken, og en målte dybden. Avstand og dybde var notert samtidig. Ved brede elver var det ikke så enkelt å spenne wire over, men likevel var metoden nesten den samme som ovenfor. Forskjellen var bare at det etterslepte tauets "innheng" måtte utjevnes. Tauet var opphengt på den forankrede båten ved hjelp av gafler. Ved større båttrafikk spentes ikke tau lenger enn elvens midte. I vanskelige situasjoner var det anvendt flere båter som alle var forankret.

Dybdemåling og kartlegging ved dybdeavstandsmåleren:
For å kunne stille opp og anvende dybdeavstandsmåleren i det hele tatt måtte en ta en befaring først. Eventuelle hindringer som vegetasjon måtte ryddes på begge sider av elven i en kilometers lengde for å sikre bra utsikt på vannflaten. Det var særlig viktig å sikre bra sikt på og fra trigonometriske punkt, vassdragkilometerskilt o.l. ikke minst for målebordets orientering.

Dybdeavstandmåleren kunne fritt flyttes fra den ene bredd til den andre for å brukes mest gunstig og kunne stille opp på eller i nærheten av et trigonometrisk punkt. Selve instrumentets (dybdeavstandsmålerens) oppstilling, justering og bruk, samt de tilhørende funksjonene og formlene, akter jeg ikke å beskrive her, fordi anvendelsen hos oss neppe er aktuell for fremtiden.
Her må i alle fall fremheves instrumentets fordel ved store elver, hvor utspenning av wire er ikke mulig og hver gang en båt passerte i sterk strøm fikk man ikke en rett linje, men forskjellige kurver. Instrumentets betjening samarbeidet med båten hvor 6–8 personer sikret god plass. Noen passet bl.a. på at båtens spesialmast, med de to skivene, alltid hadde en gunstig vinkel mot land. Andre ga signal om tidspunktet for dybdemålingen.
Ved selve starten var det også en del gjøremål, vst.måling, båten skulle stilles i startposisjon (oppstrøms), instrumentets kikkert og dennes tråkors synkroniseres med båtens mast og skiver osv. (De to skivene på masten hadde 3 m avstand fra hverandre.



2. Etter ekkoloddets inntog.

Det er ikke meningen å beskrive ekkoloddets og tilhørende instrumenters virkemåte her, eller røre ved deres tekniske/elektroniske sider. Dette kan ikke avspises ved "fotnoter", men trenger og fortjener et eget bind.

Etter at de første ekkoloddene kom inn i bildet har man fått en mye raskere dybdemåling, men det grunnleggende arbeidsopplegg var som før. Det samme geodesiske krav, det samme forarbeid, de samme befaringer og den samme båtbruk. De første ekkoloddene var analoge og dybden måtte noteres. Da ekkografen (ekkolodd som tegner bunnprofilen på papirbånd) ble tatt i bruk var den fortsatt ikke alltid utnyttet for kartlegging. Den ble brukt til punktmåling (stående båt) eller ved ujevn bevegelse (robåt). I tillegg kommer det at den eventuelle bevegelige linje heller ikke var stedfestet nøyaktig. Altså: Manglet posisjonering). Det var nevnt før at: En mest mulig nøyaktig målt dybde bare har verdi når dennes posisjon kan stedfestes best mulig .

Dagens metoder og muligheter.

Som før nevnt: Et avansert utstyr som monteres på en havgående båt, lar seg ikke montere og frakte på en liten båt når denne skal slepes på landeveier med en vanlig personbil og sjøsettes hyppig. For ikke å snakke om veiløse terreng til et fjellvann. Det vil si at denne stormende utviklingen bare delvis har kommet innsjøer og elver til gode hittil. Det lysner likevel i horisonten. Utstyret blir stadig mindre, lettere og mindre strømkrevende. Når jeg begynte å skrive denne boken var f.eks. satelittnavigasjon (GPS) og særlig differensiell GPS helt utenkelig for mindre båter. I dag er det mulig, og jeg ble tvunget til å skrive om dette kapittelet underveis.

Jeg skal gi en kort beskrivelse til slutt om disse avanserte metodene også, men jeg skal legge mere vekt på de enkleste. Hvorfor?

I dag koster tross alt et avansert utstyr et sted mellom 1-2 millioner kroner. Profesjonelle kartfirmaer har råd til utstyret og trenger heller ikke mine beskrivelser av enklere metoder. Men de som ikke har råd til et så kostbart utstyr, og/eller ikke har behov for det, (f.eks. mindre kommuner) kan ha stor nytte av den enkle metode for å kartlegge en enkel innsjø eller elvestrekning.

Moderne avansert utstyr behandles ikke her, men i kapittelet om "Kartlegging av innsjøer" under "Metodene til datafangst".

Det er i dag meget avanserte utstyrsvarianter som er bygget sammen med ekkograf, men uten å eie disse kan en utnytte ekkografen i ganske høy grad hvis:

a) en kjører på en rett linje (gjerne på overettsmerker) og sørger for at startpunkt fra land og sluttpunkt til land er målt og notert.

b) en sørger for at hastigheten på den kjørte linjen er jevn. Dette kan bare sikres der motorbåt kan benyttes.
Eller en sørger for avstandsmåling fra land på hele linjen. Dette kan skje på forskjellige måter:
Optiske avstandsmålere - dette er tungvint og vanskelig å betjene fra en liten båt og særlig ved høy sjø.
Fartsmålere, (strømmålere) montert under vannflaten, brukbart bare for innsjøer, eller stille elvestrekninger fordi ikke vannets strøm, men båtens hastighet skal måles.
Innmåling fra land, slik at man ved to teodolitter sikrer båtens posisjon med fremskjæring og vinklene noteres. Alt dette skjer på et signal fra båten i det øyeblikk dybden er målt og merket på ekkograf-papiret. (Ekkogramm). Økt bemanning gjør kartleggingen automatisk dyrere, flere feilmuligheter både under målingen og ved kontorarbeid.
Radiobølger: Det finnes enkle systemer med landsatte antenner som har kontakt med båten og som registrerer avstanden kontinuerlig under fart. Deres rekkevidde er 3 km, ved antenne, på begge sider på land, det dobbelte, altså ca 6 km. Avhengig av uhindret "sikt" og relativt bra værforhold. Flere komponenter bygges sammen slik at en ekkograf er i stand til å synkronisere papirbåndets hastighet med båtens hastighet målt fra antenner. Videre tegnes profilene opp i den ønskede målestokk. Alt dette er tilbakelagt stadium i dag, (linjekjøring også) og utviklingen raser fremover.

4. En enkel metode (min).

Metoden er sammensatt av gamle kjente deler av nivellement og av min tidligere topograf-hydrograf-praksis o.l. Metoden måtte være så

billig som mulig (det var ingen bevilgninger, og uten annet utstyr enn en nivellerkikkert som alle har i besittelse av på min avdeling). Utstyret ble supplert med et hjemmelaget målebord på et billig fotostativ og et siktelinjal (dioptra).

Det ble utarbeidet instrukser i Vassdragsdirektoratets hydrologiske avdeling. Den ene for elveleiekart i alminnelighet, den andre for modellkalibrering. Den første instruks er inndelt i 3 klasser.

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

Klasse I. Det kan om nødvendig konstrueres modell etter 1 m + supplerende 1/2 meters 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 meters 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, flyfoto, værforhold, hjelpemannskap, vannstand, fremkomstmuligheter, beskaffenhet, (vegetasjon, terrengets utseende) osv.
Det er viktig med en befaring av det aktuelle terrenget. Valg av målemetode er også avgjørende.

Forberedelsesarbeid på kontoret.

En kan ikke få uttrykt sterkt nok at forberedelsene på kontoret kan spare mye tid og ergrelse ute i marken.

1. Flyfotoet bestilles i den ønskede målestokk, f.eks. 1:1000. Det skjer på den måten at man avgrenser med fargeblyant det aktuelle området på et kart. Dette sendes ved bestillingen. Bilder tatt ved lav flyving er det beste ellers blir forstørrelsen for sterk og kan gå ut over detaljene. Undersøk først hva som finnes. Har man ikke anledning til å foreta befaring så forhånd kan det være til stor hjelp med stereo-fotopar. Når dette studeres under et stereoskop kan en finne ut hvor stort det aktuelle området kan bli. Det er ikke bare fallforholdene i lengde som avgjør kartleggingsarealet, men i sideretning kan store, flate storfloms-områder komme i tillegg.
Et enkelt flybilde som ikke er i riktig målestokk kan forstørres ved hjelp av reduksjonspasser og rutepapir. Bruk av flyfoto gir en uvurderlig hjelp til å ta ut grunnriss (horisontale former) som elver med slynginger, øyer, stenblokker, våte områder osv. Har man et bra grunnriss slipper man horisontale målinger på felt, i alle fall begrenses dette.
(Helt til slutt skal jeg komme inn på det tilfellet hvor man arbeider uten flyfoto, men bruker målebord).

2. Det hører med til forberedelsene at en undersøker om andre etater har laget lignende kart over stedet. Et hvert funn av kartmateriale kan være til hjelp. Man kan overføre helt eller delvis kotehøyder, høydekurver eller grunnrisset. Ofte har kommuner, veivesenet, kraftselskaper, NSB, osv. lignende kartmateriale. Veivesenet har en mengde kart i målestokk 1:1000 over en del veistrekninger med en stripe på hver side. Det er ofte slik at elvene løper parallelt med veiene. Er elven nær veien, kan en få dekning med 1 m kurver på det ønskede området.

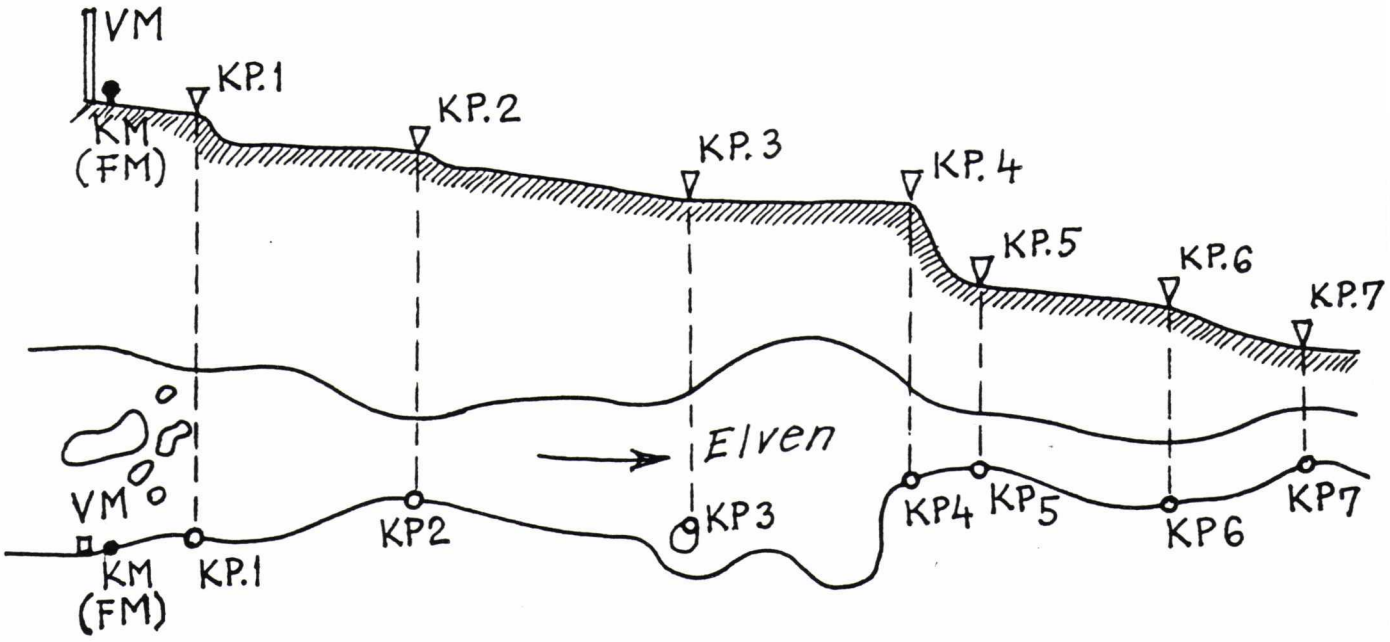
3.En må også undersøke om det finnes noe nivellement i nærheten, NGO, NVE, NSB osv. Det blir bedre start med et FM-bolt i nærheten som har h.o.h, enn et kontrollmerkebolt ved et VM som har relativ høyde.

4. Man samler inn alle opplysninger om VM-ene med høydebeskrivelser, observatørens navn og adresse osv.

5. Man skaffer seg det nødvendige kartmaterialet til reisen og for orientering på marken.

Feltarbeid

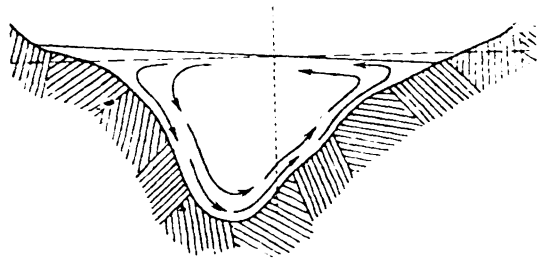
Etter at vannmerket er kontrollert og event.rettet kan arbeidet begynne. Vi antar at grunnrisset allerede foreligger på tegnebrettet eller at man har et flyfoto festet på plate, for hånden. FM-bolten (som blir startpunktet for høydene) oppsøkes. Med en boks maling og pensel i hånden går man langs den ene siden av elven og oppmerker karakteristiske punkter, som vi kaller kontrollpunkter, KP. Disse punktene velges karakteristiske vertikalt, men om mulig også horisontalt. Vertikalt males de der hvor det er forandring i fallforholdene. Horisontalt på steder hvor de allerede er bestemt vertikalt. Om mulig legges lik 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. KP-ene er ryggraden i hele kartet.



En maler gjerne en liten ring rundt det høyeste punktet på en stabil sten. Om det ikke finnes noe sten i nærheten, eller de er løse, kan man slå ned en treplugg, laget fort på stedet. Nummereringen av disse KP-ene er viktig. Som regel tror man at man husker deres beliggenhet, rekkefølge og høyde, men allerede etter en liten stund begynner rotet. Dette arbeide kan ta noen timer, men det er en god investering. Neste trinn er at disse påføres kartet.

Neste trinn

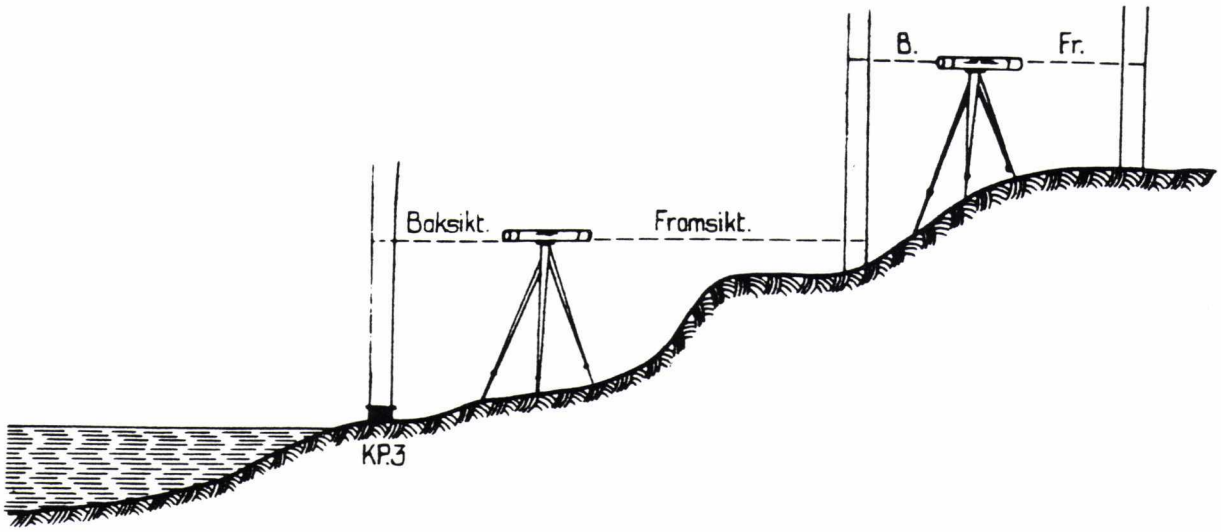
Etter at KP-ene er påført kartet nivelleres disse fra nærmeste FM, og forsynes med høyder. For å unngå anvendelse av + og - kurver, setter man 10 meter eller 20 meter til startpunktets høyde, når deres høyder ikke er høy nok. Enten ligger det bare noen få meter over havet, eller så er det et KM. som ikke har h.o.h i det hele tatt. F.eks.: KM-et svarer til 2,14 m på VM-et. Da blir KM-ets høyde 12,14 eller 22,14 m etter hva vi velger som startpunktets høyde. Høydene skrives på kartet like ved KP-ene. Deretter innivelleres vannstandene til hvert KP. Etter at beregningene er gjort påføres disse tallene på kartet. For å unngå forveksling av høyder og vst.høyder, skrives de med hver sin farge, eller ett av settene settes i parentes. Er man avansert i nivellement, kan vst-ene 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 vanligvis på begge sider av elven ved større vassdrag. Ved mindre vassdrag holder det med på den ene side. Stort sett kan man regne med den samme vannstand på begge sider. Bruk øyemål. En må likevel være oppmerksom på at der hvor elven slynger seg kan en komme til å få helt forskjellig vst-høyde på de to sidene. Årsakene er beskrevet tidligere. Noen få cm har ikke stor betydning for kurvetegningen, men man kan da ikke 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. Avstand avleses også.



Er det nødvendig å måle enda høyere oppover, flyttes kikkerten på samme linje. Fremsiktstangen blir stående og vi sikter på denne som baksikt igjen.
De målte punktene i terrenget må påføres kartet fortest mulig og nummereres både på kartet og i niv.boken. Dette gjentas ved hvert KP. Er terrenget enkelt og relativt flatt kan en måle fra en oppstilling rundt til flere av KP-ene og detaljpunktene. Da må man orientere kartet godt. Avstandene må i dette tilfelle tas ut fra flyfoto (identifisere) eller med målebånd - målestand. Vi må huske på at i dette tilfellet får vi alle disse høydene ved å trekke alle fremsiktene fra det eneste baksiktet vi har hatt. Man er best tjent med å sette opp rubrikker på noen sider i en notisbok. Det kan se ut som på fig. på neste side.

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 fremsikt fra baksikt må en være varsom når det gjelder + eller - 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.

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 en eneste baksikt og
høydeforskjellene fra den eneste høyde.

MÅLINGER I VANNET.

Det er mange muligheter og metoder for måling av dybder og avstander.

a) Landmåling i vann. Det er enklest når elveleiet er tørt eller elven er så grunn at den kan betraktes som land. Stangbæreren kan stille seg opp på bunnen med stang og det måles på vanlig måte med kikkert.

b) Når vading er mulig. Slike tilfeller går en mann, utstyrt med vadebukse, med en 2 meters lett stikkstang i hånden. En stikkstang som har en halvmeters inndeling og kan inndeles i desimeter med farget isolasjonsbånd. Han kan selv notere avstandene og dybdene langs et tau eller målewire. Det kan også ropes inn på land og bli skrevet ned der.

c) Med bruk av båt. Når vading er umulig må en bruke båt. Ved de siste årenes arbeider 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 så lett osv. Ulempen ved gummibåten er at den er vanskelig å ro i tilfelle en må over en stri elv. Båten (uansett type) kan festes med en karabinerkrok eller en trinse til målewire eller oppmerket tau. Fra båten kan en stikke med en stikkstang som nevnt tidligere. Ellers er "EKKOLODD" tingen. Ekkoloddsonden som stikkes i vannet kan bindes fast til båten og man frigjør hendene. Disse små, hendige apparatene viser dybden nøyaktig i dm. En kan bare notere avstand og dybder. En må huske å nummerere målingene, først med startpkt-nr (KP), tverrprofilnr., så dybdene i løpende rekkefølge, men ikke glem retning påført med en pil og fra h.mot v.bredd eller omvendt. Dybdeverdiene trekkes fra innivellert vannstand. Hvis vannstanden i mellomtiden forandrer seg betydelig må målingene justeres etter det.

Gjelder dette et utløpskart, må en ikke glemme å finne salpunktet ved utløpsoset så nøyaktig som mulig. Elvens karakter er mangfoldig. En kan ikke oppgi noen universal oppskrift, men hver enkel situasjon må vurderes på stedet. Det finnes likevel 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 lettest å måle eller ferdes. Både land- og vannmålinger beregnes. Høydene påføres kartet. Beregningene er enkle, men tar tid og krever ro. For at det ikke skal tapes kostbar tid ute i marken, særlig når assistene 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 vann også. En tegner ikke mer om gangen enn akkurat det man ser godt i terrenget der man 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. Særlig etter en flom kan den bli en fin hjelp til å bedømme høyder.

Jeg har nevnt før at det er forskjellige begreper om flom. Den normale flom fyller vanligvis ut hele elveleiet og vanligvis er det vegetasjonsgrense som kalles "Breddenivå-vannstand". Denne linje skal anses som elvebredd og tegnes inn med tykkere strek. Har man stor flom, går vannet over disse breddene og kan oversvømme store områder. Det kan etterlate seg "flytegods" som markerer vannstanden uker og måneder etter, (tørkede rester av gress,gjørme etc.). Med en lett stokk kan man måle fra flomtoppene og ned til bakken.

Kartlegging uten flyfotogrunnlag (målebord).

Har man ikke flyfoto må man lage grunnrisset selv. Det er best å ty til det gammeldagse, klassiske målebordsystemet. Man behøver ikke noe standard, kostbart målebordutstyr heller. I tillegg til en nivellerkikkert, som nevnt før, kan man snekre sammen et målebord på et fotostativ. 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. I 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 av terrenget og at man derfra sikter rundt. Dette er særlig mulig hvis assistenten bærer en 4 m målestang. Ellers må det stilles opp flere ganger og en må orientere bordet på nytt.

Målingen begynner

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

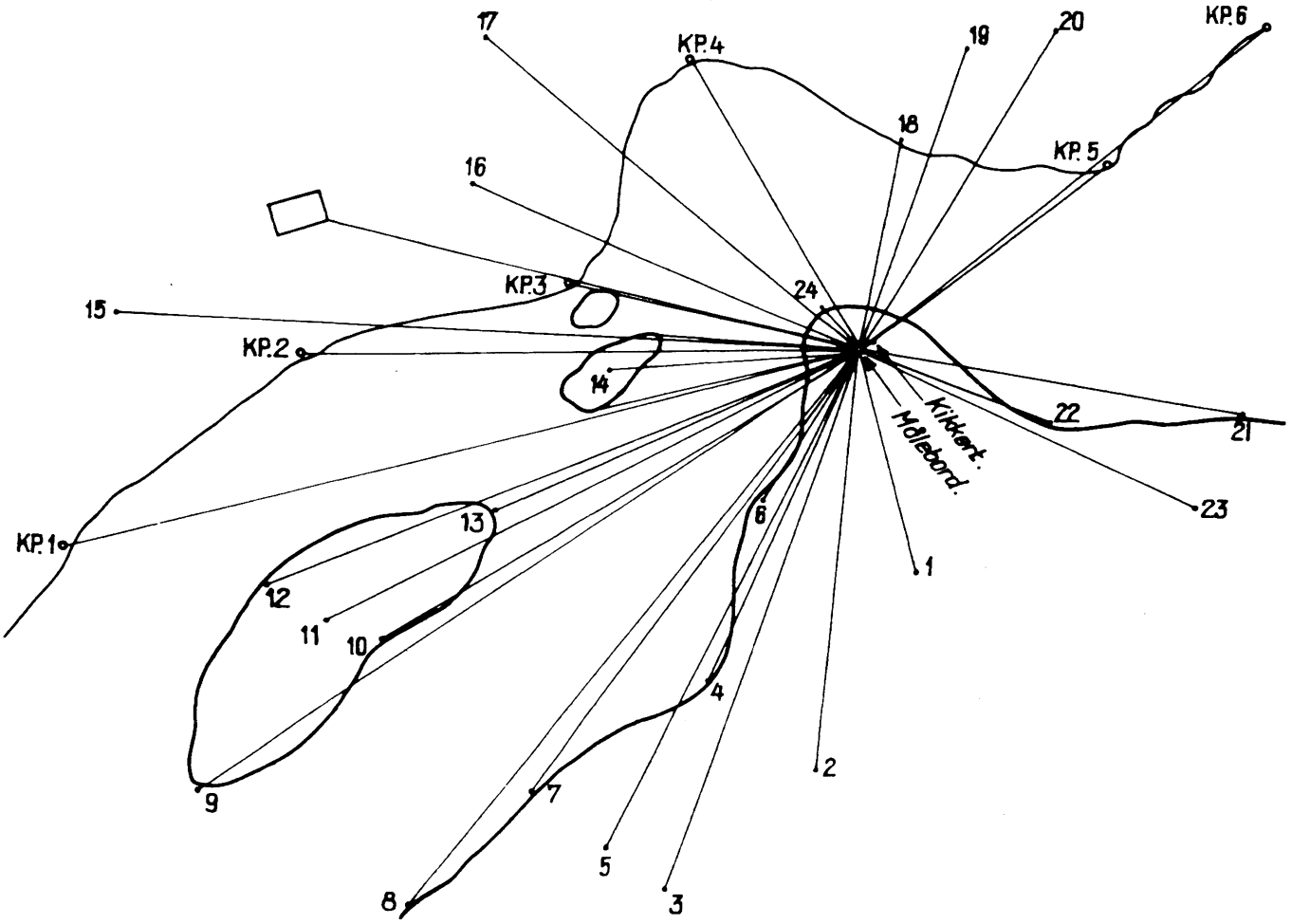
Etter at kikkerten er korrekt oppsatt og klar til måling, går man over til målebordet. Det settes vannrett og dreies omtrent i den retning som skal dekke området. Målebordet fastlåses. Etter skjønn utpekes et sted på bordet hvor stasjonspunktet vårt skal stå. Det påsettes et punkt til kikkerten og et punkt til målebordet. Målebordets punkt, f.eks. 1 m fra kikkerten, avmerkes med en knappenål. Knappenålen kan stå fast hele tiden som en støttepilar 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. Etter på 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 høytliggende sted med god oversikt. Fra det samme stasjonspunktet kan en da utføre en hel masse målinger. Man må flytte seg 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 formen av elven, 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 fint. (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 ett eller to punkter på vanlig måte med siktelinjal.

Uten magnetnål

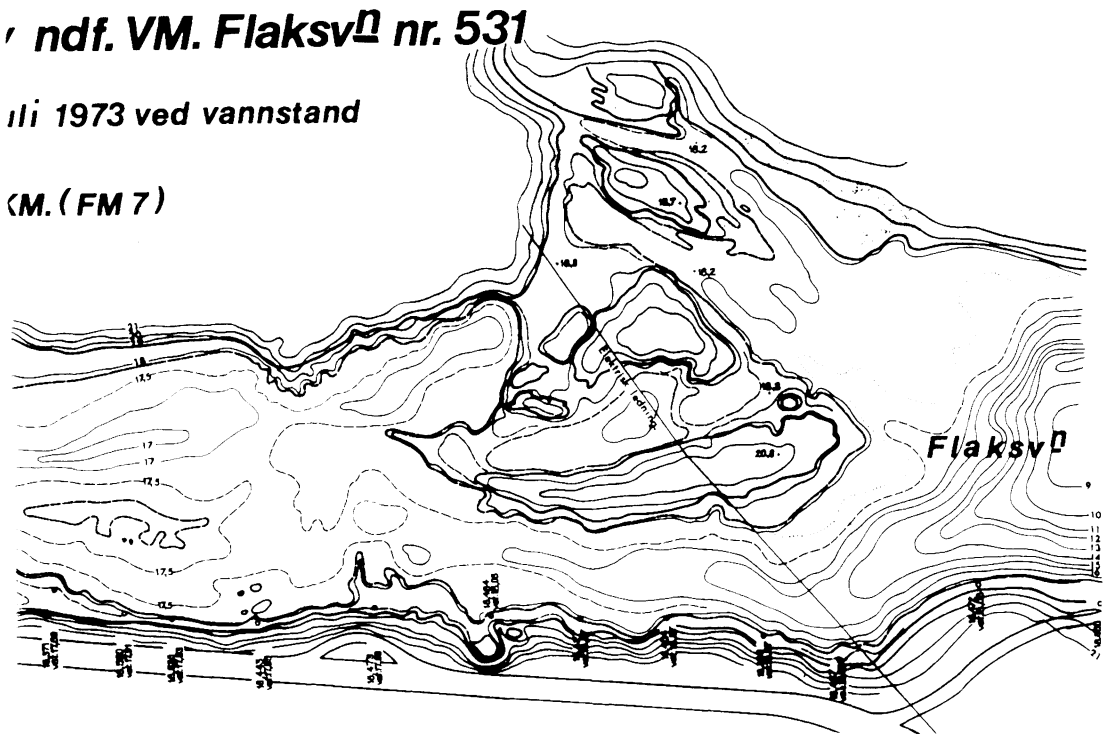
For å unngå vanskelige manøvre, som f.eks. tilbakeskjæring, anbefales følgende: Før man flytter, og i det hele tatt rører bordet, sikter man frem til neste stasjonspkt. Så merkes dette av på marken og påføres målebordet. Etterpå flytter man og stiller opp målebordet rett ovenfor merket. Kikkerten står 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 opp med håndkraft eller ved hjelp av en varde rundt stangen. Da dreies bordet så mye at linjalen sikter nøyaktig på det tidligere målte punktet, 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 aluminiumfolie. 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.

Tilslutt, husk å ta fotoopptak fra karakteristiske strekninger ved elven.



Detalj av elveleiekart (utløpskart)
Fremstilt etter den enkleste metode.(forminsket)

Detaljkart over elveleiet ved vannmerket. Instruks I

For å kunne analysere en vannføringskurve og foreta nødvendige polasjoner må en som grunnlag ha et detaljkart hvor topografien inntegnes ved koter med ekvidistanse 1/2 m for mindre elveløp, og 1 m for middels og større elver (avgjøres 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).

Vedrørende punkt a.
Står vannmerket i et vann, begrenses kartet oppstrøms av det profil hvis laveste punkt ligger 1 ekvidistanse under salpunktet.

Vedrørende 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 området, forlenges kartet slik at det bestemmende profil ved høyere vassføringer antas å bli liggende i dette området.

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. INSTRUKS II.

1. Oppmålingen må omfatte hele det området 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 hellningen, som ved foss, markert stryk, demningsoverløp o.l., kan oppmålingen avsluttes umiddelbart nedenfor. Er endringen i hellning 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 avluttes 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 avhenger igjen 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 modellmålestokk for vannmerket i mindre elver og bekker med vanskelig topografi, mens brede, vannrike elver med jevn bunntopografi kan undersøkes i noe mindre målestokk.

Et pålitelig kart i målestokk 1:1000 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 modellmålestokken 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.

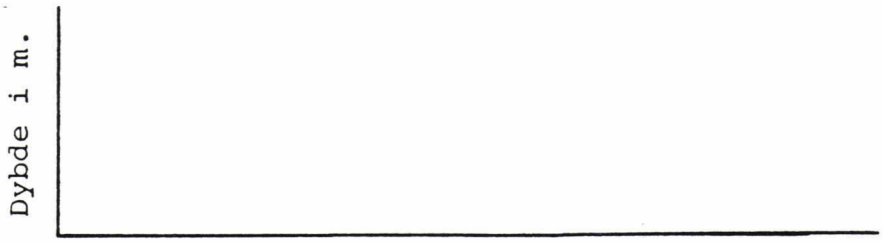
GRAFISK LOKALISERING AV BESTEMMENDE PROFIL.
(Forkortet av meg til GRAFLOK.).

Metodene er meget forskjellige. O.ing. Ivar Hagen og o.ing. Egil Skofteland er kommet frem til denne metodikken. Min erfaring ved å bruke (bearbeide) elveleiekart kommer i tillegg og til uttrykk her.
En må absolutt begynne med selve elveleiekartleggingen. (Se "Topografiske kart i hydrologien". Etter at man har kommet frem til en metode til denne "graflok" vet vi hvilket hensyn som bør tas ved feltarbeidet i forbindelse med elveleiekartleggingen, hva som er mindre viktig og hva som bør komme i tillegg, eller uttrykkes på en bedre måte. Som et eksempel kan nevnes at til kartleggingen er det likegyldig om et vannmerke (VM.) har høyde over havet eller ikke. Men til dette Graflok vil det absolutt være en fordel at VM og kartet er basert på h.o.h. Derfor vil jeg anbefale at der hvor et fastmerke (FM) ligger i rimelig nærhet fra stedet, bør det oppsøkes og h.o.h ved et nivellement overføres til VM. og slik på kartet selv. Slike FM. kan være NVE's nivellementsbolt eller andres, som f.eks. NSB, NGO, Veivesenet, Kommune osv. Det er ikke alltid mulig å sørge for rentegning av disse elveleiekartene. Derfor må en prøve å tegne ferdig så godt som mulig ute på feltet slik at dette kan fotokopieres og kopiene brukes direkte fra feltarbeidet. Dette betyr stor besparelse.

Fremgangsmåte til GRAFLOK.

Resultatet er meget avhengig av et godt kartgrunnlag, men også av selve arbeidets nøyaktighet, både grafisk og nummerisk. Har kartet sparsomt med kurver, kommer evnen til interpolering godt til nytte. (Terrenglære).

a) Først velger man ut på kartet de stedene hvor man tror at det BESTEMMENDE PROFIL befinner seg. Dette må ikke være avledet av vannkantlinjen alene, men man må prøve å se lenger opp på terrenget. Altså tenke "høyvann". På disse stedene tegner man en linje (bruk farge) tvers over elven og nummererer disse som er profiler. (Se figur 1). Langs elven kan det tegnes opp et lengdesnitt også. (Figur 2).
   (Figurene finnes rett etter dette kapittel).
b) På millimeter papir konstrueres profilene (areal) til bestemte vannstander.



Man velger fritt en skala som vanligvis passer inn i et A4 format.

Hva angår dybde i meter, har vi to forskjellige muligheter. I det ene tilfellet har vi h.o.h, altså dybde og høydekurvenes verdi er oppgitt i meter over havet. I dette tilfellet skaffer man først data for høyeste og laveste observerte vannstand i meter over havet, og nummereringen begynner litt under og slutter litt over dennes verdi. (Se figur 3/A og 3/B).
Har vi ikke høyde over havet, men kartets kurver har relative nummerering, legges skalaen opp etter det. (Se fig. 4). I slike tilfeller må en først se kartets høydegrunnlag.
Kartleggingen starter alltid fra VM-s nullpkt. ("0"-pkt.) Som regel legges til denne "0" verdi, 10 m eller 20 m. Dette er nødvendig for å unngå negative tall lenger nede i elven. Da setter vi opp den forøkte tallrekken og f.eks. 10 m svarer til vannmerkets "0"pkt. 11 til 1 m på skala, 12 til 2 m på skala osv.

Det som angår bredde (profilets lengde) i m bestemmes av de to likeverdige kurvenes avstand på V og H bredde som representerer den høyeste observerte vannstand. Denne verdi er enten i h.o.h eller bare relativ høyde. Når tverrsnittet er opptegnet tegnes vannmerke-skalaen opp og dennes høyde tilpasses enten h.o.h eller den relative høyden.

Etter behovet og etter målestokken trekker man opp linjer til bestemte vannstander, f.eks. hver meter. En trekker også opp laveste og høyeste obs.vst. og deres verdi skrives opp. Har vi verdien h.o.h påføres også dette.

Beregningen av arealdelene mellom hver opptrykket vannstandslinje skjer ved planimetrering, eller opptelling av rubrikker, og summeringen ved hjelp av en lommekalkulator går raskt. Her må en være varsom med å finne frem

til forholdet mellom de opptelte kvadratmetrene. Det anbefales at like etter valg av skala x og y retning fastslåes dette forhold. og etter hver opptelling (eller planimetrering) divideres med det riktige tall. En virkelig m^2-størrelse kan også tegnes opp på millimeter papiret. (Se fig. 3/A, 3/4 og 4.).

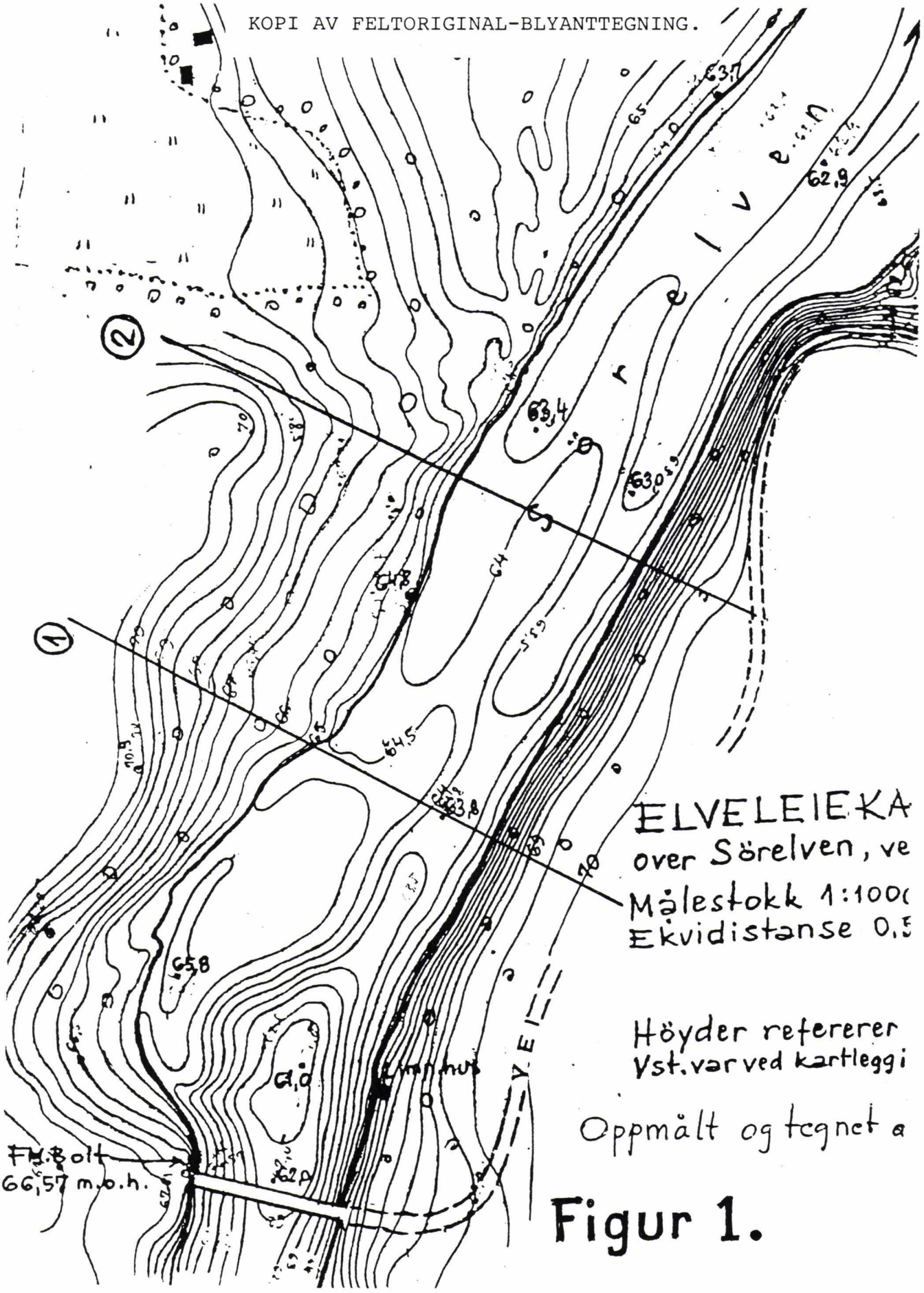
c)Arealkurve "A"

På et mm-papir påføres arealverdiene i m^2 og profilens avstand i meter. Til hvert profilnummer til en bestemt vannstand, f.eks. hver meter, anmerkes arealet med et punkt. Til slutt bindes disse punktene sammen med en rett linje mellom profilene. (Se fig. 5).

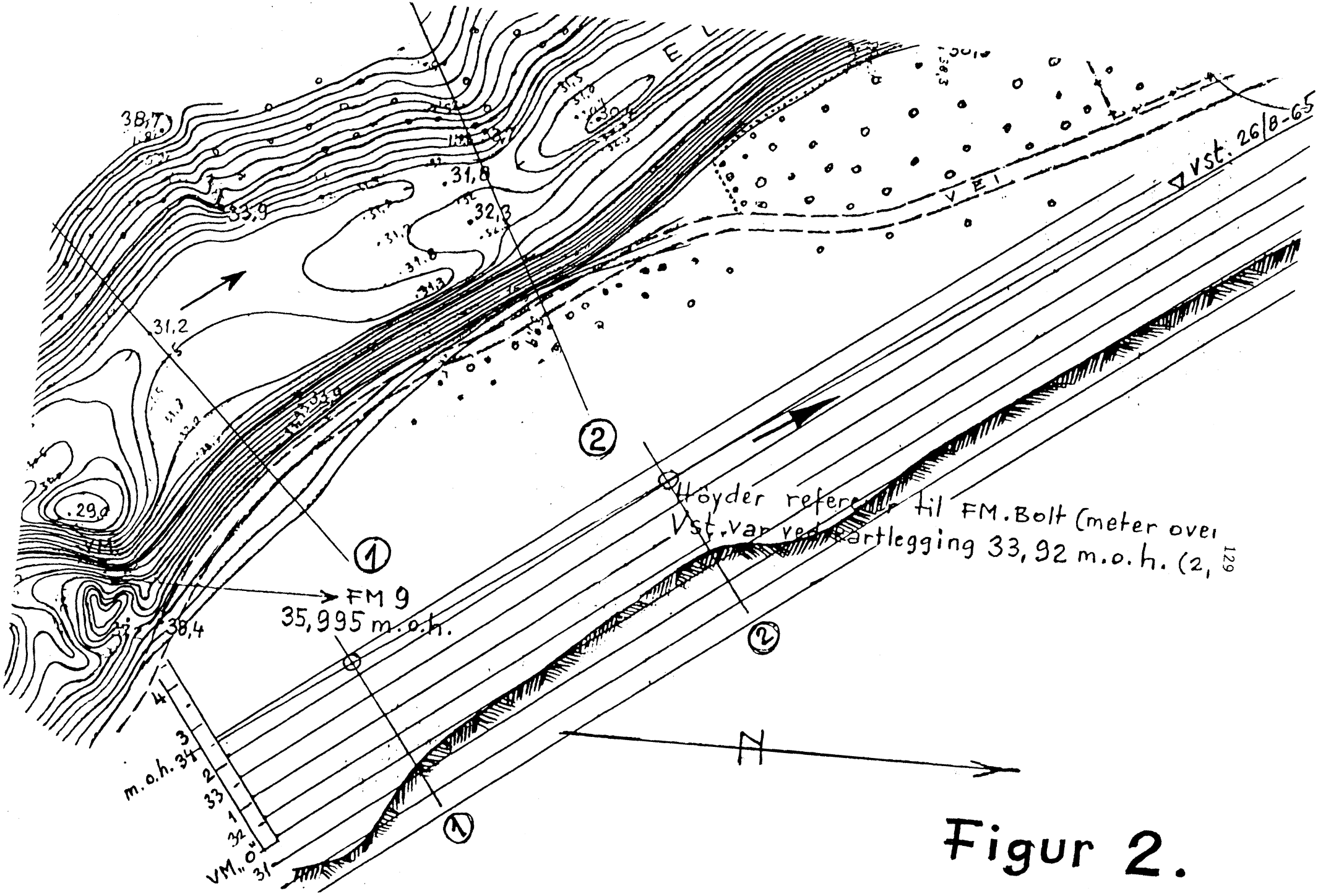
d) Arealkurve "B"

På et millimeter papir påføres vannstandsskala og profilens areal. Skjæringspunktene anmerkes og danner grunnlaget til kurven. Slik kurve lages til hver profil, med forskjellige strektegninger. (Se fig. 6).

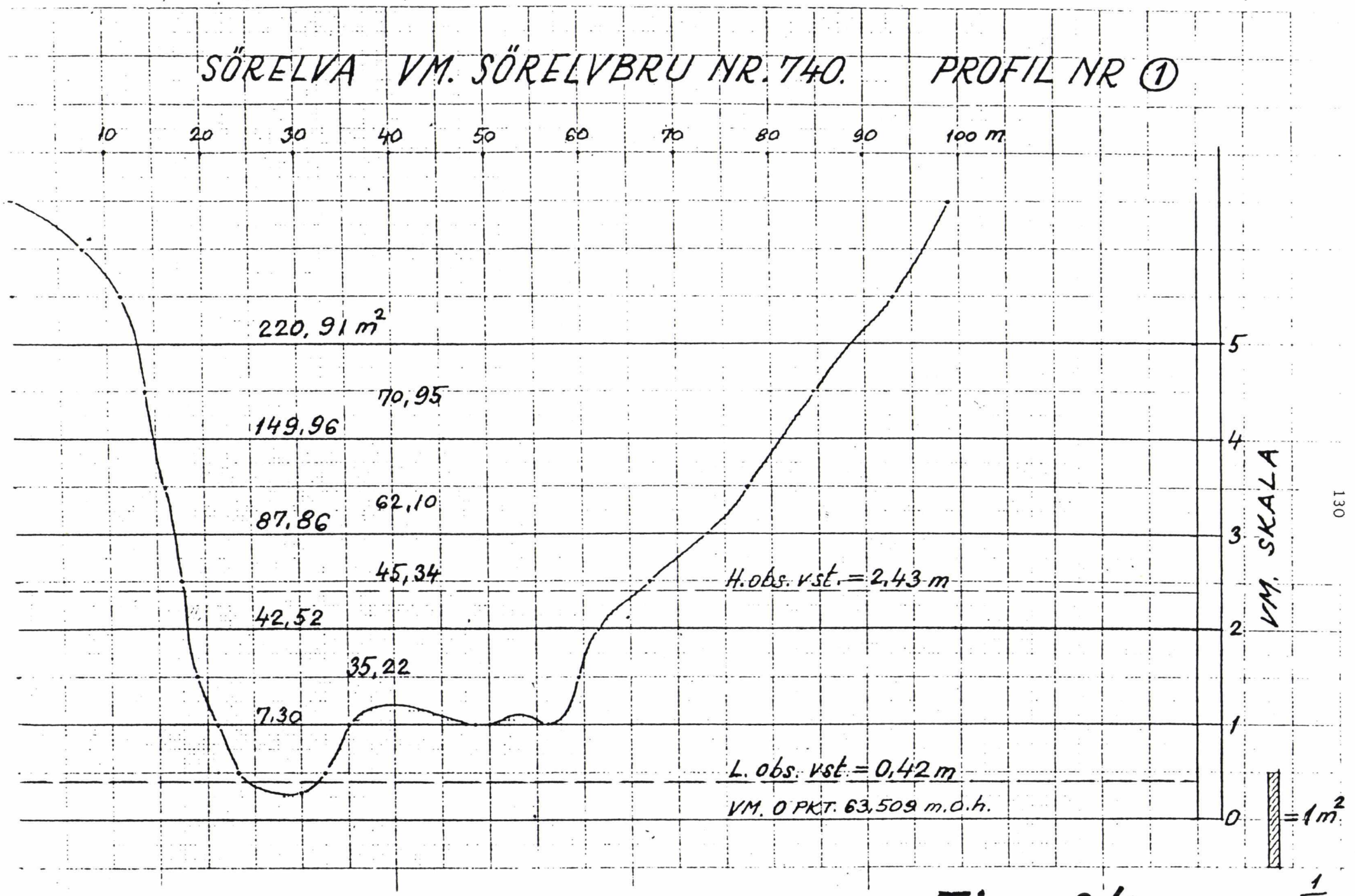
KOPI AV FELTORIGINAL-BLYANTTEGNING.



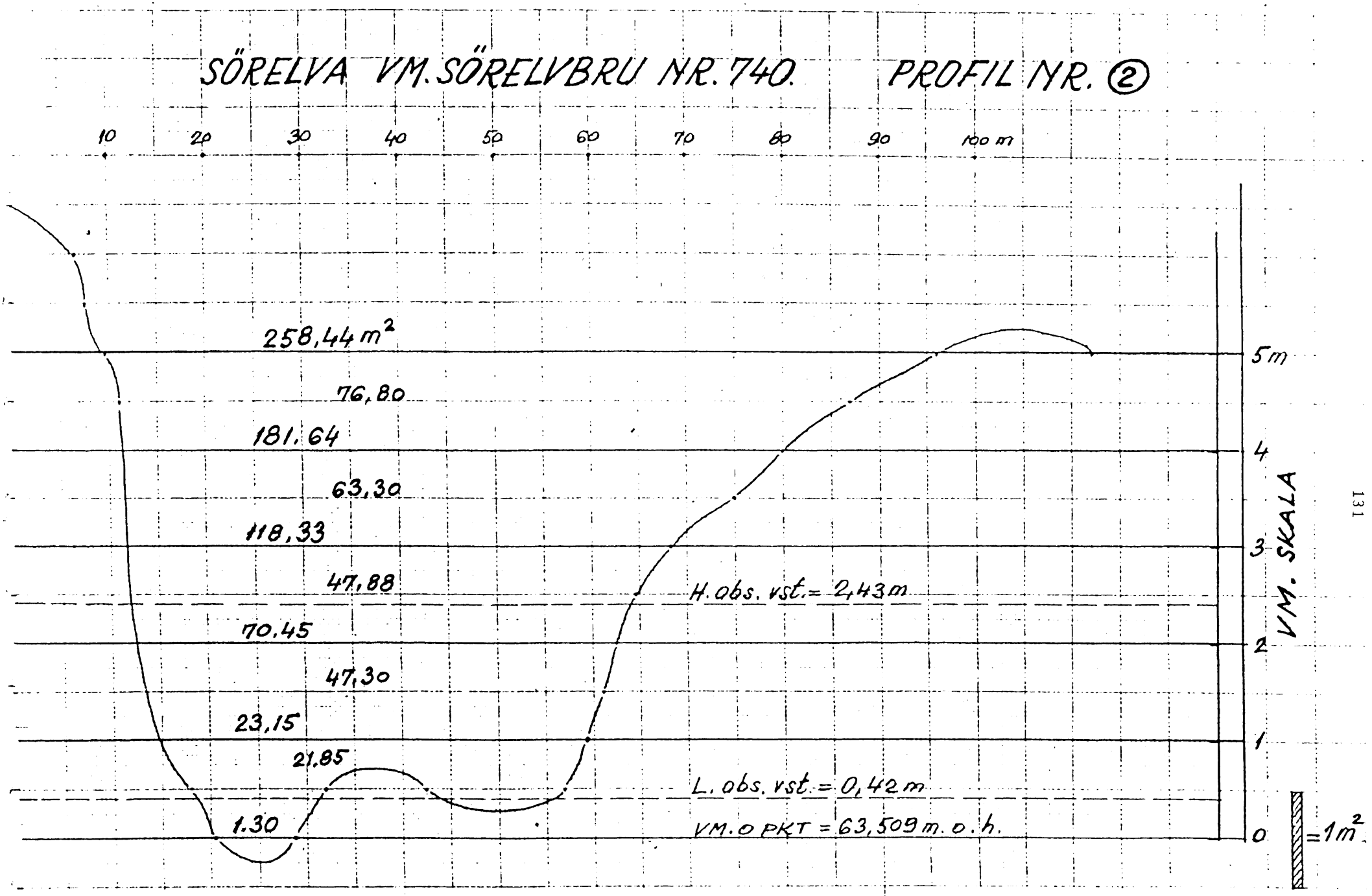
Figur 1.


38,7
33,9
31,8
32,3
31,2
33,9
29,0
VM
38,4
FM 9
35,995 m.o.h.
Höyder referer til FM.Bolt (meter over
Vst.var ved eartlegging 33,92 m.o.h. (2,
VEI
Vst. 26/8-65
N
m.o.h. 34
33
32
VM „0"
31
1
2

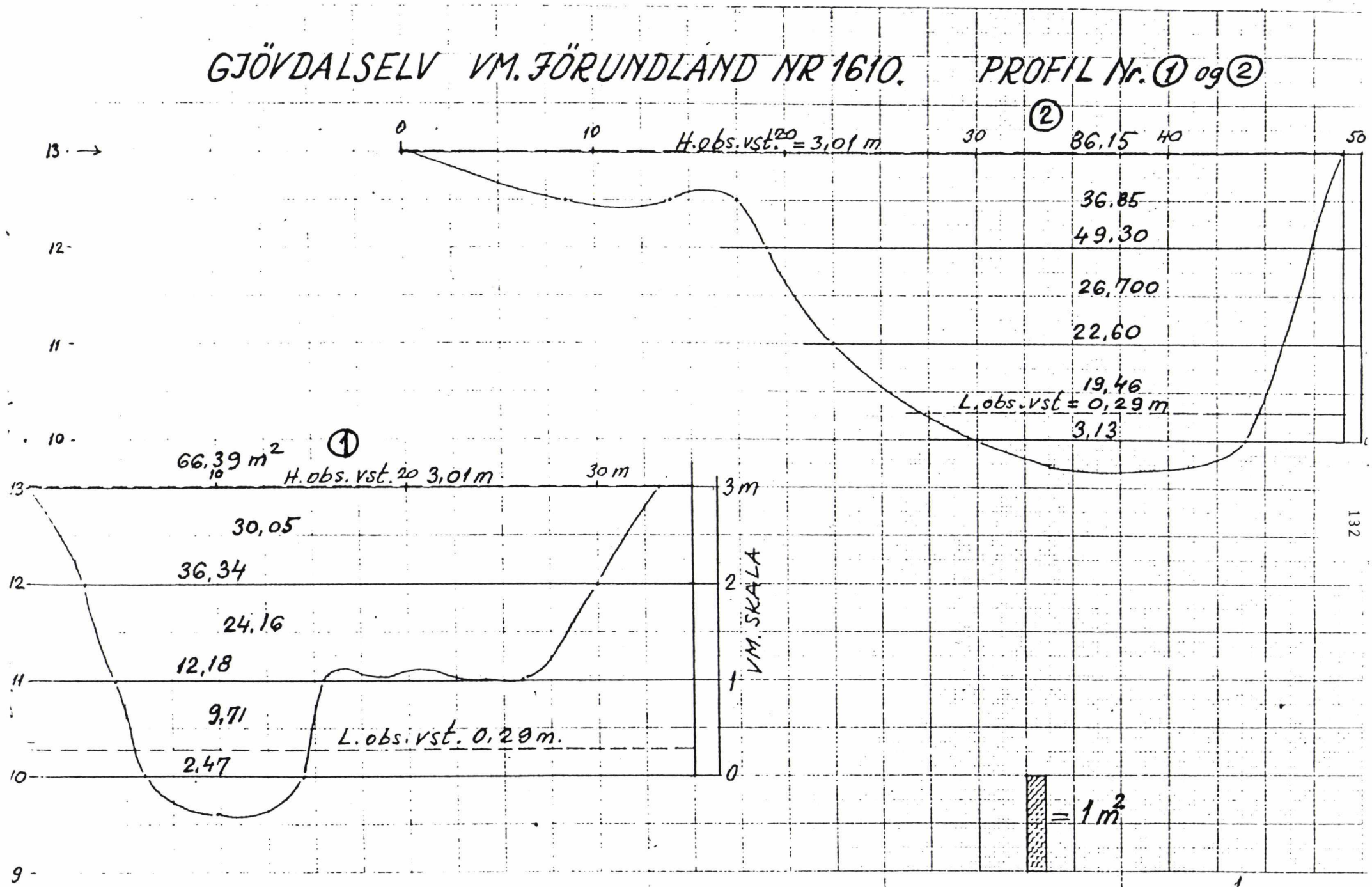
Figur 2.


SÖRELVA VM. SÖRELVBRU NR. 740. PROFIL NR ①
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100 m
220,91 m²
70,95
149,96
62,10
87,86
45,34
42,52
35,22
7,30
H. obs. vst. = 2,43 m
L. obs. vst = 0,42 m
VM. 0 PKT. 63,509 m.o.h.
VM. SKALA
0
1
2
3
4
5
= 1 m²
1/0.4

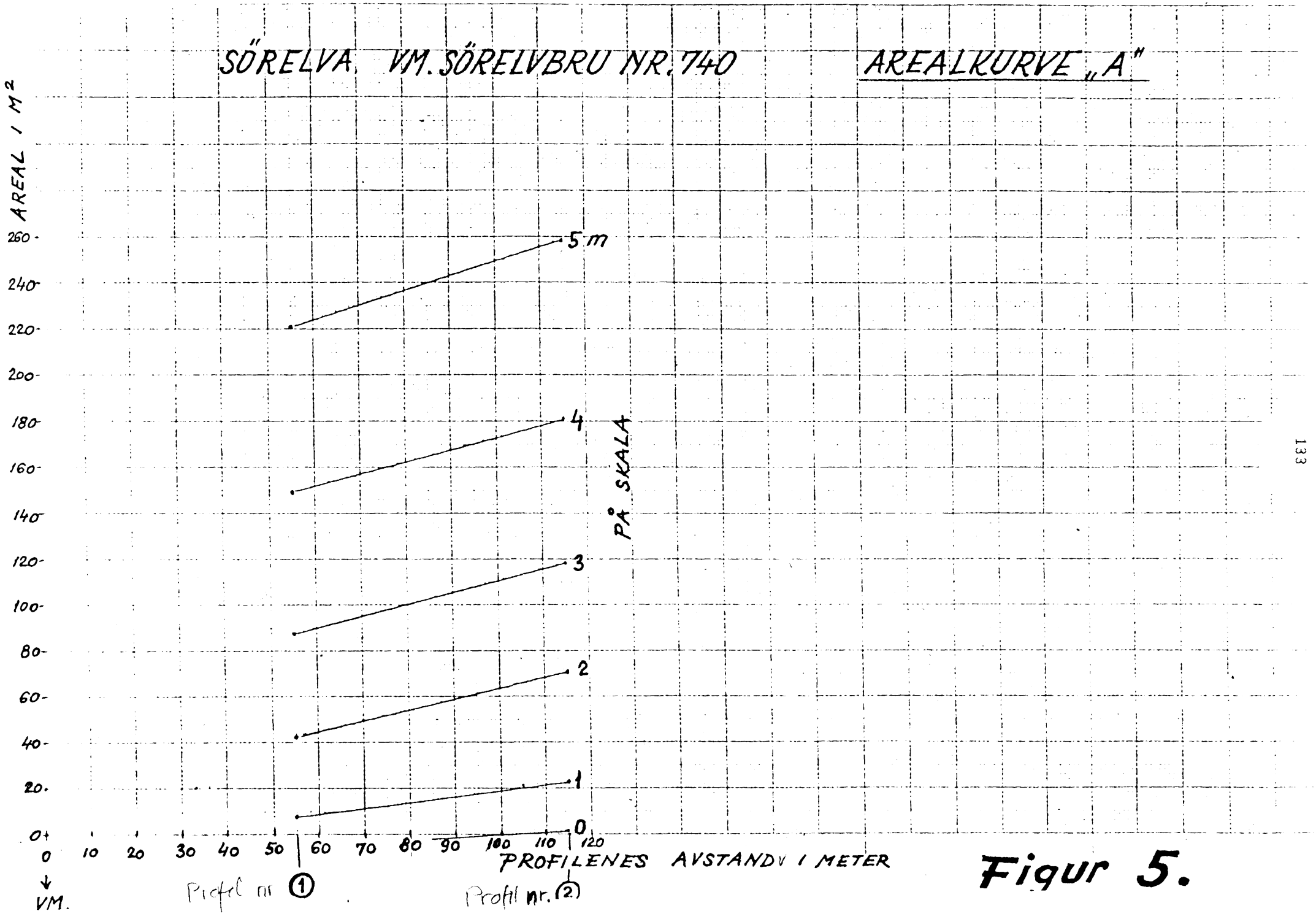
Figur 3/A


SÖRELVA VM. SÖRELVBRU NR. 740. PROFIL NR. ②
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100 m
258,44 m²
76,80
181,64
63,30
118,33
47,88
70,45
47,30
23,15
21,85
1,30
H. obs. vst. = 2,43 m
L. obs. vst. = 0,42 m
VM. O PKT = 63,509 m. o. h.
5 m
4
3
2
1
0
VM. SKALA
= 1 m²
1/0,4

Figur 3/B

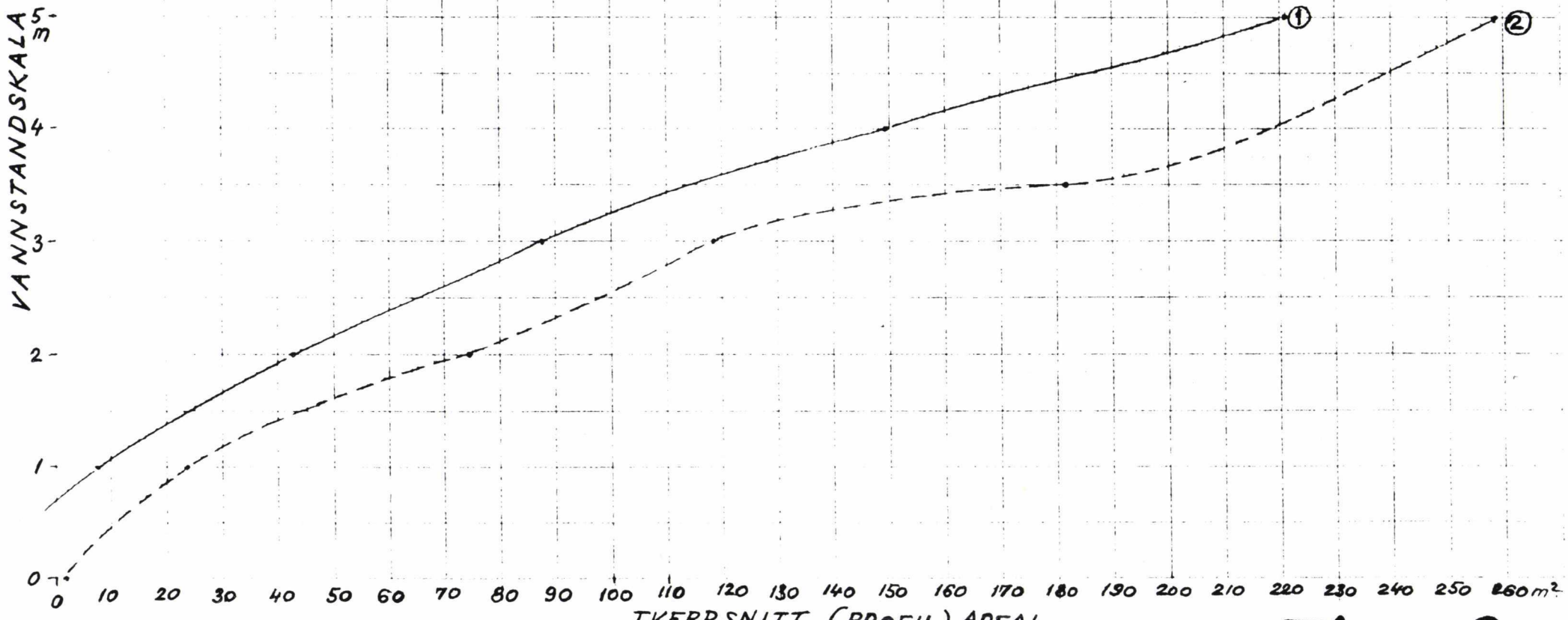

GJÖVDALSELV VM. FÖRUNDLAND NR 1610. PROFIL Nr. ① og ②
②
H.obs.vst.20 = 3,01 m
86,15
36,85
49,30
26,700
22,60
19,46
L.obs.vst = 0,29 m
3,13
①
66,39 m²
H.obs.vst.20 3,01 m
30 m
30,05
36,34
24,16
12,18
9,71
L.obs.vst. 0,29 m.
2,47
3 m
2
1
0
VM. SKALA
= 1 m²
1/0,8
132

Figur 4.


SÖRELVA VM. SÖRELVBRU NR. 740
AREALKURVE „A"
AREAL I M²
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
5 m
4
3
2
1
0
PÅ SKALA
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
PROFILENES AVSTAND I METER
VM.
Profil nr. (1)
Profil nr. (2)

Figur 5.

SÖRELVA. VM. SÖRELVBRU NR. 740 „AREALKURVE „B"



Figur 6

OM KARTLEGGING AV INNSJØER.

Det er ikke meningen å gå i detalj i dette emnet her, fordi dette trenger et eget bind. Meningen er bare å berøre temaet, fokusert av kartografisk terrenglære. Likevel vil jeg kort nevne enkelte faser ved kartleggingen og bearbeidelsen etterpå.

Det er en annen grunn til at jeg ikke vil gå i detalj med standarder og normer. Som nevnt tidligere skal en arbeidsgruppe, der jeg selv er medlem oppnevnt av Miljøverndepartementet, levere en innstilling om det fremtidige, landsomfattende kartleggingsarbeid av innsjøer og elver og dettes organisering.

Under "Om kartlegging av elver" har jeg nevnt noen av metodene, som også gjelder for innsjøer, særlig etter ekkoloddets innføring. Selvfølgelig er en god del forskjellig ved innsjøer. Det er også forskjell mellom hav (Sjøkartverkets virksomhet) og innsjøer. Bare for å nevne noen:

Vannstanden på havet mellom et høyvann og et lavvann er en kjent fast, tidsmessig, målbar vannspeildata. Ved innsjøer kan vannstanden svinge rapsodisk og kan ikke beregnes på forhånd. Er innsjøen regulert kan man eventuelt finne ut høyeste og laveste vannstand, men uten tidsangivelse, og mellom disse kan man få store variasjoner. Er innsjøen uregulert, har man enda større usikkerhet.
Man kan velge som kartleggingsgrunnlag:

a) Høyeste regulert vst. som "0"
b) Middelvst. under kartleggingsarbeid som "0"
c) Høyeste naturlig vst. som "0" (ureg sjø)
d) Middelvst, under kartleggingsarbeid som "0" (ureg. sjø)
eller
e) Etter h.o.h altså havets 0-pkt. som "0"

Det er enda en vesentlig forskjell mellom havets sjøkartlegging og innsjøkartlegging:
Mens havets bunn stort sett heller utover mot store dyp, er en innsjø et lukket basseng, slik at dybdekurvene av samme verdi møtes i seg selv, altså lukker seg. Det sier seg selv at en innsjø er en selvstendig,

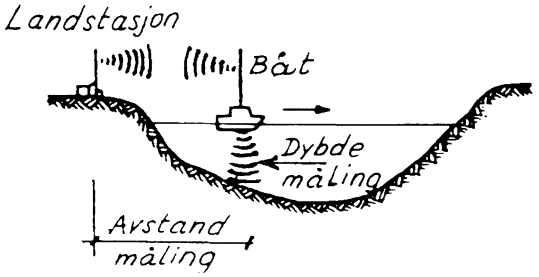
geografisk enhet, eller en selvstendig terrengform. Man kan også kalle det for en negativ kolle om man vil. Her er vi kommet tilbake til behovet for terrenglære. Etter kapittelet "Fremgangsmåten ved opptaking av høydekurver" laget jeg et sidesprang og beskrev hvorfor det er vanskeligere å konstruere terrengbilde under vann enn på land. Under vann ser man ikke formene, kan ikke få tak i skjelettet som rygglinjene og dallinjene. Slik blir man nødt til å sørge for mye mere dybde/høyde-data enn på land. Det beste ville være å belegge vannet med dybdemålinger så tett som det er plass til, til hvert tall, om man har masse av tid og penger. Derimot, er man i besittelse av terrenglære-kunnskap, kan man basere seg på omhyggelig valgte "profileringer". Selvfølgelig gjør et tettere nett av profilene saken lettere.
Profilenes valg er av stor betydning. Profilen bør helst være "tverrprofil", altså om mulig skjære kurvene i tilnærmet rett vinkel. Ved langaktige innsjøer er det som regel lett å se, men ved andre former (eller i skjærgården) kan det by på problemer og det er ikke noe annet å gjøre enn å øke tettheten av målingene.

Metodene til datafangst

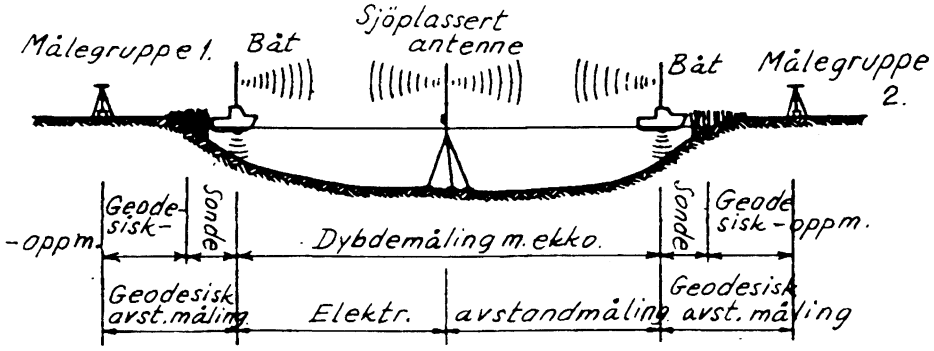
Metodene er nesten de samme som ved elvekartleggingen. Det begynte med tjæret og utjæret tau, belastet med lodd. Som nevnt er utviklingen ført videre via ekkoloddet, og ved posisjoneringen via radio (radar)-bølger til laser-alderen. (Se fremgangsmåter ved elvekartlegging).
Forskjellen ved innsjøen melder seg likevel.
Mens elvene faller, er innsjøens vannstand vannrett. Mens elvenes vann er flytende, beveger seg, er innsjøenes vann praktisk talt i ro (unntatt noen strømninger).
For det første har vi den fordelen at en trenger ikke så mye landmåling rundt sjøen hvis ikke annet behov krever dette. For det andre, vi kan anvende diverse fartsmålere, montert på båten under vann. Disse fartsmålere tjener til å måle avstandene på den kjørte linjen (profilene). Ellers kan en basere seg på jevn hastighet på hele linjen og ta ut dybdeverdiene ved jevn oppdeling. Denne "posisjoneringsmetode" er den absolutte enkleste, men må ikke foraktes av den grunn. Ved gunstige forhold kan en oppnå ganske stor nøyaktighet. Det får man bevis for hver gang en profillinje krysser den andre. En må videre huske på å

notere avstand fra land ved start og avstand til land ved slutt, samt holde båten på rett kurs. Det sikreste er "overettsmerker" på land, men det er arbeidskrevende å sette opp. Ofte fins naturlige overrettmerker som hus, master, spesielle trær, knauser, bekker, elver, skar, etc. Start og avslutning på den kjørte linjen må avmerkes på ekkoloddpapiret (ekkogrammet). Vil man ha den samme fart allerede ved start, kan man kjøre ut først, få opp farten, kjøre mot land og ved startpunkt.et ta en tangerende brå sving.

Det finnes imidlertid mer avanserte metoder. Fremskjæring fra land med to teodoliter, men dette krever ekstra bemanning både på land og i båten. Det er mange feilmuligheter, fordi signaliseringen fra båt, registrering av signalet og måling av vinklene på land og dybdemålingen med dennes registrering i båt skal skje synkront (samtidig). Det sier seg selv at feilmulighetene er mange. Den nest beste metode er radioavstandmålingen.



Svaktheten ved radioavstandmåling er rekkevidden. Ved gode forhold, (åpent terreng, klart vær osv.) er den ca. 3 km. Oppfinnsomme mennesker har overvunnet dette med en forankret antenne på stativ ute i sjøen, som blir nøyaktig posisjonsbestemt ved geodesiske målinger. Slikt øker rekkevidden i en radius til ca. 6 km.



Metoden som var brukt ved sjøen Balaton.

MODERNE FREMTIDSRETTEDE METODER.

I. INNLEDNING

Utstyr og personell som er nødvendig for å produsere dybdekart kan deles i 4 hovedgrupper:

a) Feltutstyr til datafangst.
b) Tekninsk hjelpeutstyr (båt, motor, bil, tilhenger etc.
c) Båtfører og personell som betjener instrumentene på båten og på land.
d) Kontorutstyr til etterbehandling.

A. Feltutstyr til datafangst.

1) Dybdemåling

I moderne oppmåling brukes bare ekkoloddet og bare den skrivende "ekkograf" som dybdemålingsinstrument. Gode dybdemålinger kan oppnås raskt og greit med rimelige apparater. De mere avanserte og dyrere apparater kommer inn i bildet når målingen legges opp til automatisering. (F.eks. digitalutgang fra ekkolodd)

De aller fleste ekkolodd har en rekkevidde i dybden som er mere enn tilstrekkelig for innsjøer. Nøyaktigheten i dybdeangivelse er også tilfredstillende. Ved siden av 1 meter avlesning, kan de fleste apparater stilles om til desimeterskala.

2) Posisjonering eller stedsfesting av målt dybde.

En mest mulig nøyaktig målt dybde, har bare verdi når dennes posisjon kan stedfestes.

Her ligger det største problemet. Ikke bare på grunn av mange forskjellige metoder, men for innlandssjøer og elver er det ikke så lett å anvende tunge, omfangsrike og strømkrevende instrumenter, som vanligvis er konstruert for havgående båter. Det finnes likevel flere praktiske muligheter, avhengig av hvilken pris man vil betale.

De dyreste i anskaffelse har også de fordelene som i det lange løp gjør dem mere lønnsomme i drift, om man driver med dette på helårsbasis.
F.eks. De trenger ikke bemanning på land
Deres rekkevidde er lang nok
De kan operere i all slags vær, i tåke også, og uten direkte siktslinje. (Signalene tas ned fra satellitt).

Navigasjonsinstrumentenes nøyaktighet i stedsfesting er også sterkt varierende. Ved innsjøer og elver er det ønskelig med en nøyaktighet på ± 1-2 meter, og ± 3-5 meter kan godtas. I visse tilfeller, ved kartlegging av større sjøer kan ± 10 meter aksepteres.

Utstyr for dybdemåling og posisjonering må gi mulighet for digital databehandling.

B. Tekninsk hjelpeutstyr

1) Oppløddningsbåt

Båten må om mulig tilfredstille følgende krav:

- Den må ikke stikke dypt i vannet, da det er viktig for rasjonell oppmåling at den kan gå inn på grunne områder.
- Båten må være stødig og ha liten avdrift, samtidig.
- Det må være god utsikt i alle retninger fra plassene til fører og betjening for ekkolodd og posisjonsutstyr.
- Båten må ha kalesje over oppholdsplass eller fast overbygg.
- Det må være varmeanlegg i båten.
- Båten må kunne transporteres på båthenger etter personbil.
- Båten bør være relativt hurtiggående, slik at det ikke går med for mye tid til kjøring til og fra arbeidsfeltet.
- Motoren bør kunne levere ladestrøm til nødvendige batterier.

Ekkoloddets svinger må fastmonteres i båtskroget på en slik måte at den ikke hemmer farten eller blir viklet inn i vannplanter. Ekkolodd og posisjonsutstyr med batterier etc. må ha fast plass eller fastmonteres.

2) Trekkbil

Det bør fortrinnsvis anskaffes en passende bil (gjerne terrenggående).

C. Personell

1) Det absolutte minimumskrav er 2 personer, 1 hydrograf/kartograf og 1 båtfører. Bemanning forøvrig vil være avhengig av utstyrvalget.

2) For etterbehandling kreves også bemanning som vil være avhengig av opplegget.

D. Kontorutstyr til etterbehandling

Hvor grensen går mellom datafangst og etterbehandling, er avhengig av det totale opplegget. Dersom fremtidens utstyr "krymper" og man kan montere plotter, evt. tegneutstyr på selve båten, vil det meste av arbeidet bli gjort der.

Innledningen kan sammenfattes slik; at utstyrsvalget er avhengig av:

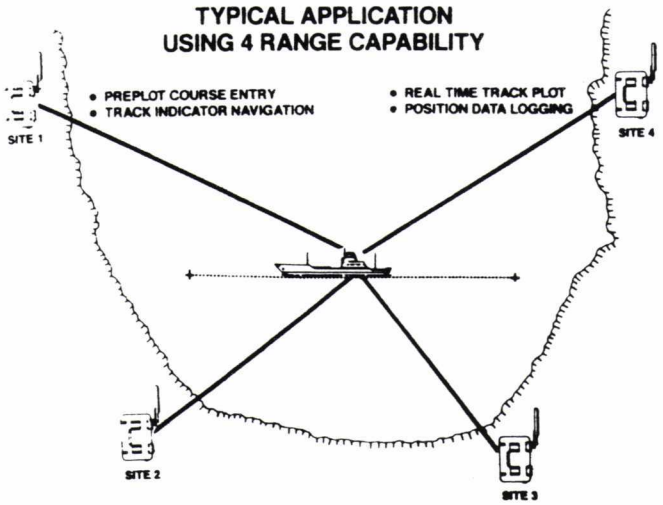
1) Bevilgningens størrelse.
2) Vektbegrensninger pga. båtens relativt beskjedne størrelse, (hyppige sjøsettinger) strømforsyning etc.
3) Forventet fremtidig utvikling i teknikk/elektronikk.
4) Etterbehandlingsmuligheter, og utstyr som man evt. eier fra før av.

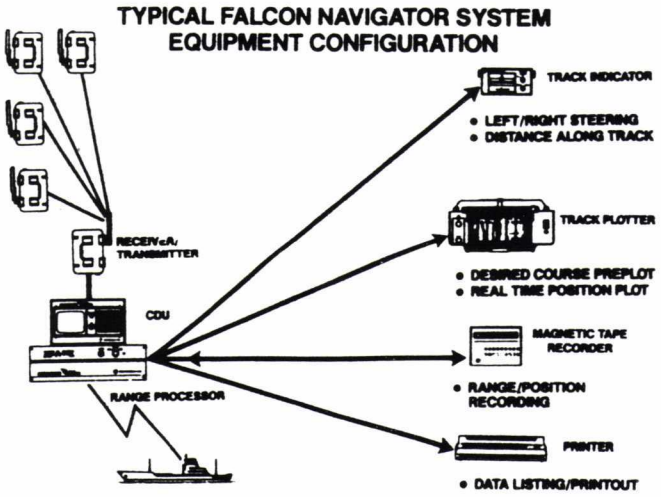
NAVIGERING MED RADIOBØLGER

"FALCON IV Navigator 20 NMI" fra Datamatik A/S. Dett er en Mini-Ranger med Motorola posisjonering. Den trenger landmåling for å landplassere reflektorene. Det trengs minst 3, helst 4 eller flere reflektorer hvorfra båten kan skjære seg tilbake og bestemme sin egen posisjon. Firmaet er spesialist i navigasjon og bearbeidelse av navigasjonsdata, men ikke i hydrografi. Ekkolodd av diverse typer kan kobles til deres utstyr, men det anbefales utført av et firma med erfaring.

Etterbehandling av data skjer som nevnt før ved datalagring på magnetbånd eller disk.

Utstyret fungerer best i bra vær og sikt.





NAVIGASJON MED "LASER"-OPPLEGG

Krupp Atlas Elektronikk.

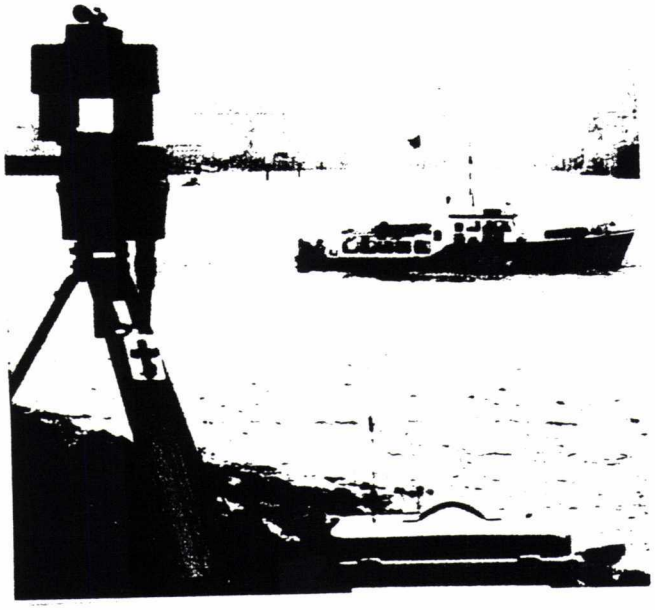
Systemet består av: 1 landsatt, ubemannet laserkikkert på stativ "Polarfix" som også kalles "laserkanon". Utstyret har 2-veis kommunikasjon, til og fra båt. 1 ekkolodd Atlas-Deso med 1 eller 2 kanaler og tilhørende transducere. Vekt 20 kg. 1 kanal 33-100-210 KHZ. 2 kanaler registrerer fast bunn/mudder. 1 printer (Texas). Polarfix kikkerten som er utstyrt med computer følger automatisk båtens reflektor ombord. Den gir X-Y posisjon eller R og ϕ dvs. Kartesiske eller Polarkoordinater.

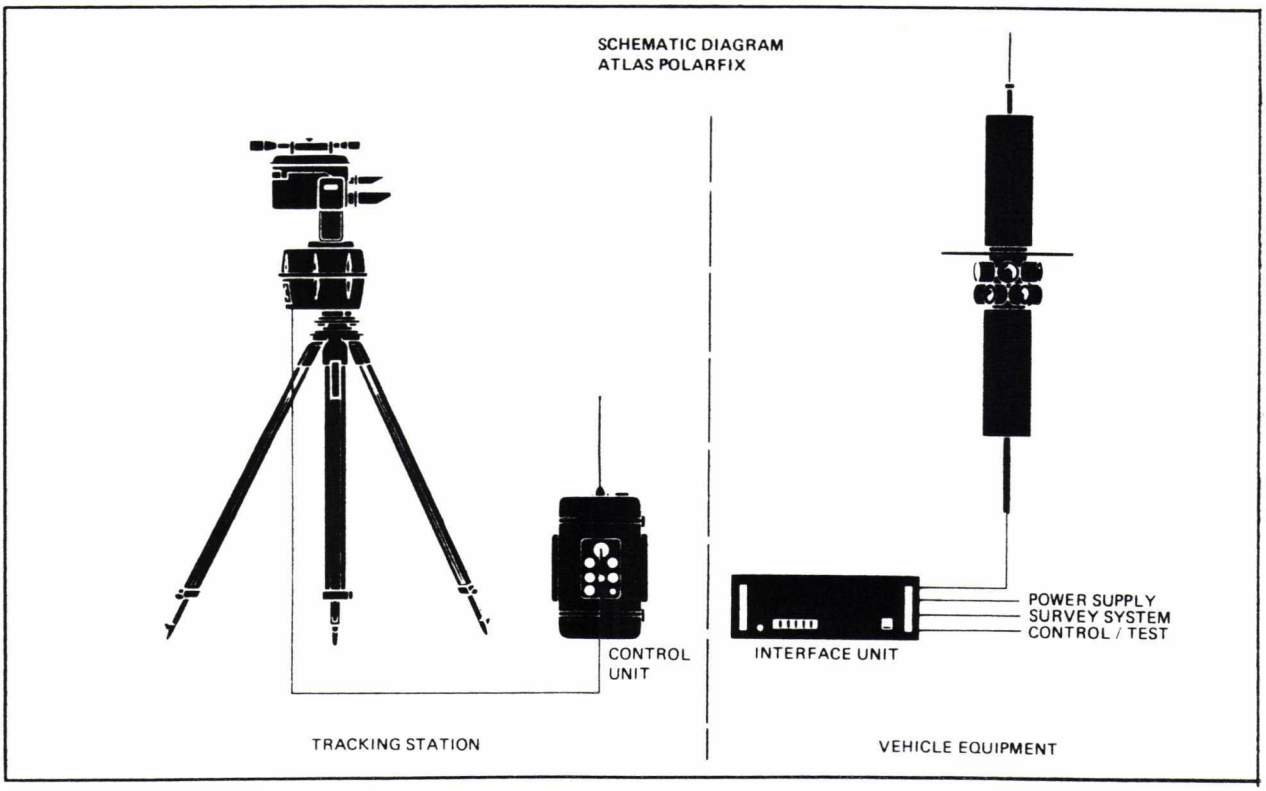
Telemetriprosessor med display plasseres ombord (printeren og antennen kobles til). Prisen inngår i Polarfix prisen. Strømføring: 12 V 20 amp. timer.

Fordeler: Det trengs ikke bemanning på land (men dette anbefales av brukere). Lettvint å annvende i felt. Lettvint å transportere (vanlig personbil er nok). Kan brukes til lettere båt.

Ulemper: Stasjonspunktene (oppstillingsplassene) må være forhåndsbestemt ved hver oppstilling og derifra må kikkerten orienteres mot minst ett kjent punkt. Det trengs relativt bra vær og god sikt. Rekkevidde ca. 5-6 km. Batteridrift uten lading rekker til en dags arbeid. Den har en egen oppmålingspakke (program) i sin service prosessor som tas med ombord (24 V). Fabrikat Hewlett Packard. Man får datalogging av tid, posisjon og dybde. (Lagres i memory). Begrenset til 99 punkter. Det følger også med interface f.eks. kombinert med magnetbånd (RS 232C eller HP/IB Bush) Ferdige utganger til variert datalagring (eller på større båt direkte utlegning). Kikkertpakken inneholder alt dette utstyret. Tilleggsutstyr: Printer (Texas instr. 703) tilpasset utstyret (computeren) skriver ut tid, posisjon og dybde på papir. Dette betyr økt datasikkerhet. Eventuelt kan denne bli levert med plotter i A4 eller A3 (HP 7475 Alfa).

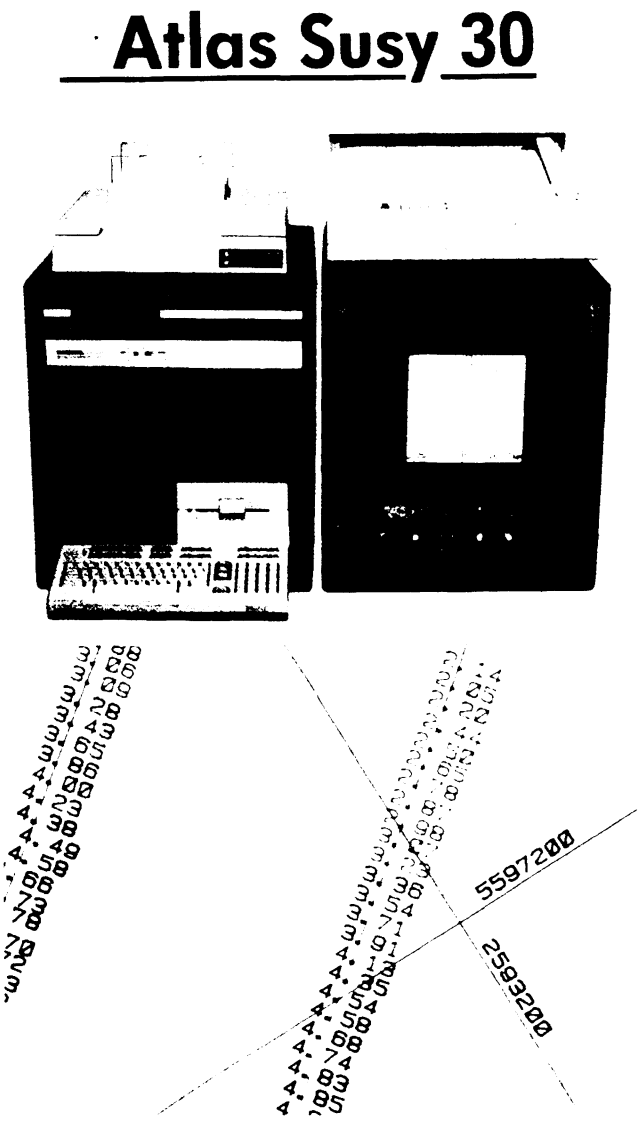
Atlas Polarfix





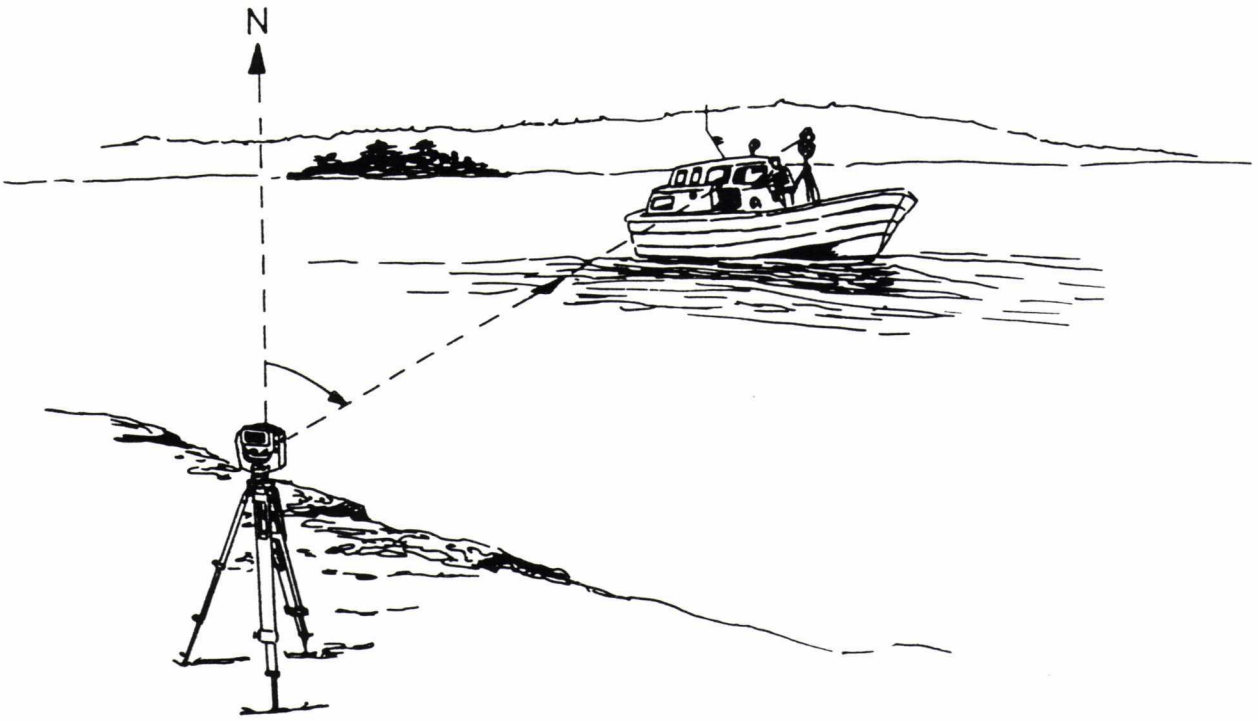
ALTERNATIV 2 (KRUPP ATLAS ELEKTRONIKK)

Krupp Atlas har en ferdigsydd kompakt utstyrspakke også; av de nevnte delene + en del i tillegg og heter ATLAS SUSY 30. Den plotter ut under kjøring med fargekoder. Den skriver ut dybdetallene i meter med to desimaler på den kjørte linje med ulike farger på forskjellige ekvidistanser. Utenom POLARFIX laserkanon og ATLAS DESO ekkolodd, inneholder pakken en A3 plotter, printer, HP regnemaskin, floppy diskettlagring, navigasjonshjelp til båtføreren (dvs. styrer båten på den på forhånd opptrukkede stedlinje). Alt i alt 3 enheter. Etter dagens teknikk og når det gjelder formålet (opplodding av innsjøer og elver) er dette den mest komplette og det mest anvendbare utstyret. Fra og med 1990 regnes med at GPS-system vil være det beste, men denne utstyrspakken, ATLAS SUSY 30, som er ferdigsydd av fabrikken selv, vil beholde sin anvendbarhet fullt ut.

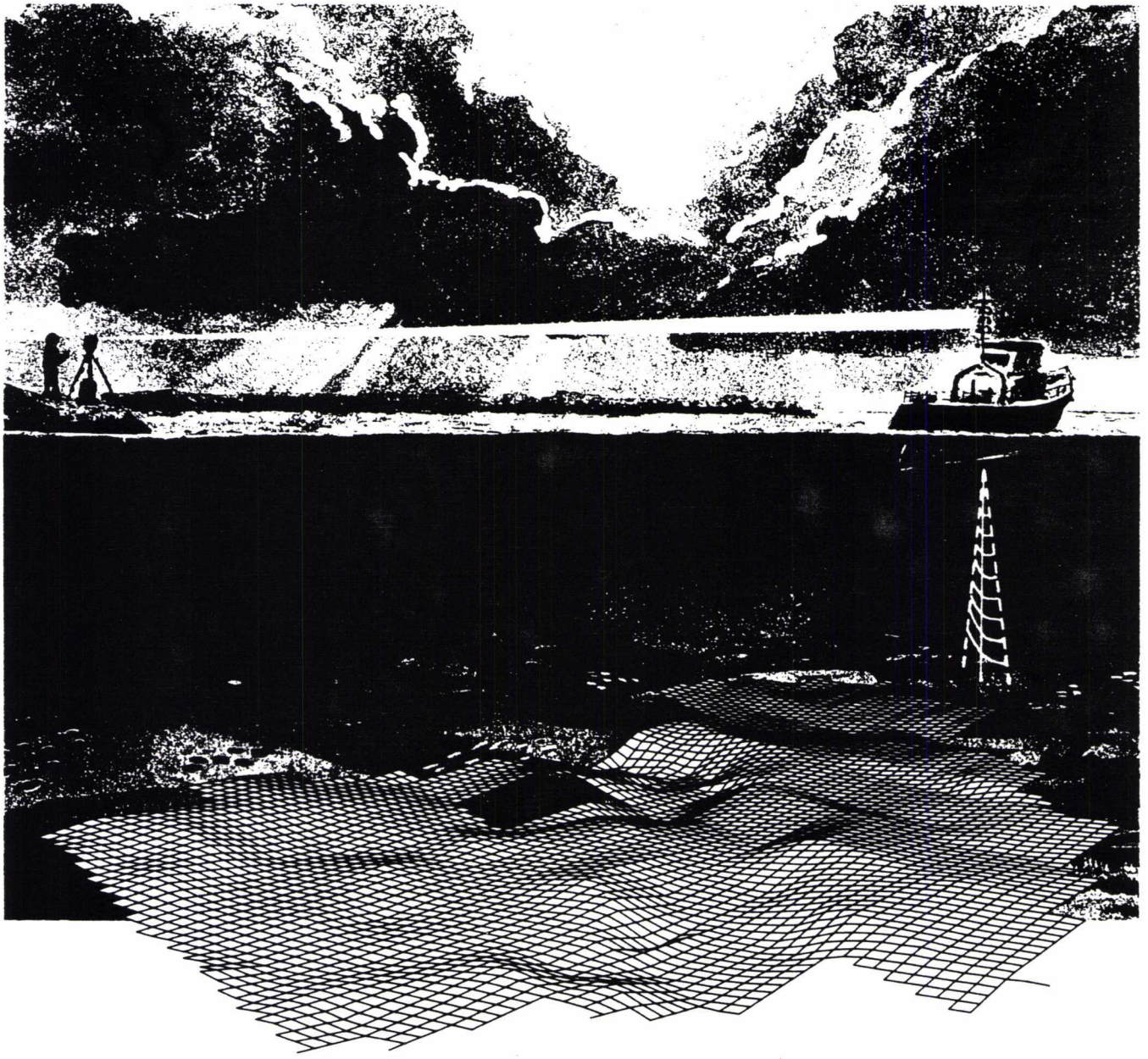


ALTERNATIV 4

Geodimeter 140 T (fra Geotronics AB). Dette er helt nytt og kan sammenliknes med Polarfix fra Atlas. Dette er en landsatt laserkikkert og skal betjenes av en mann. Egentlig er dette en videreføring av et landmålingsinstrument, og opereres automatisk med avstand og vinkelmålinger samt dybde. "T" varianten betyr telemetri og har toveiskommunikasjon (båt-land). Instrumentet finnes i flere utgaver, og varianter av tilbehør etter hvilken metodikk man ønsker seg. Komplett datalagring f.eks. på diskett. Fordelene er som ved Polarfix nemlig lettvint å anvende, transportere etc. Ulempene: bemanning er nødvendig. Man er avhengig av bra vær og sikt.



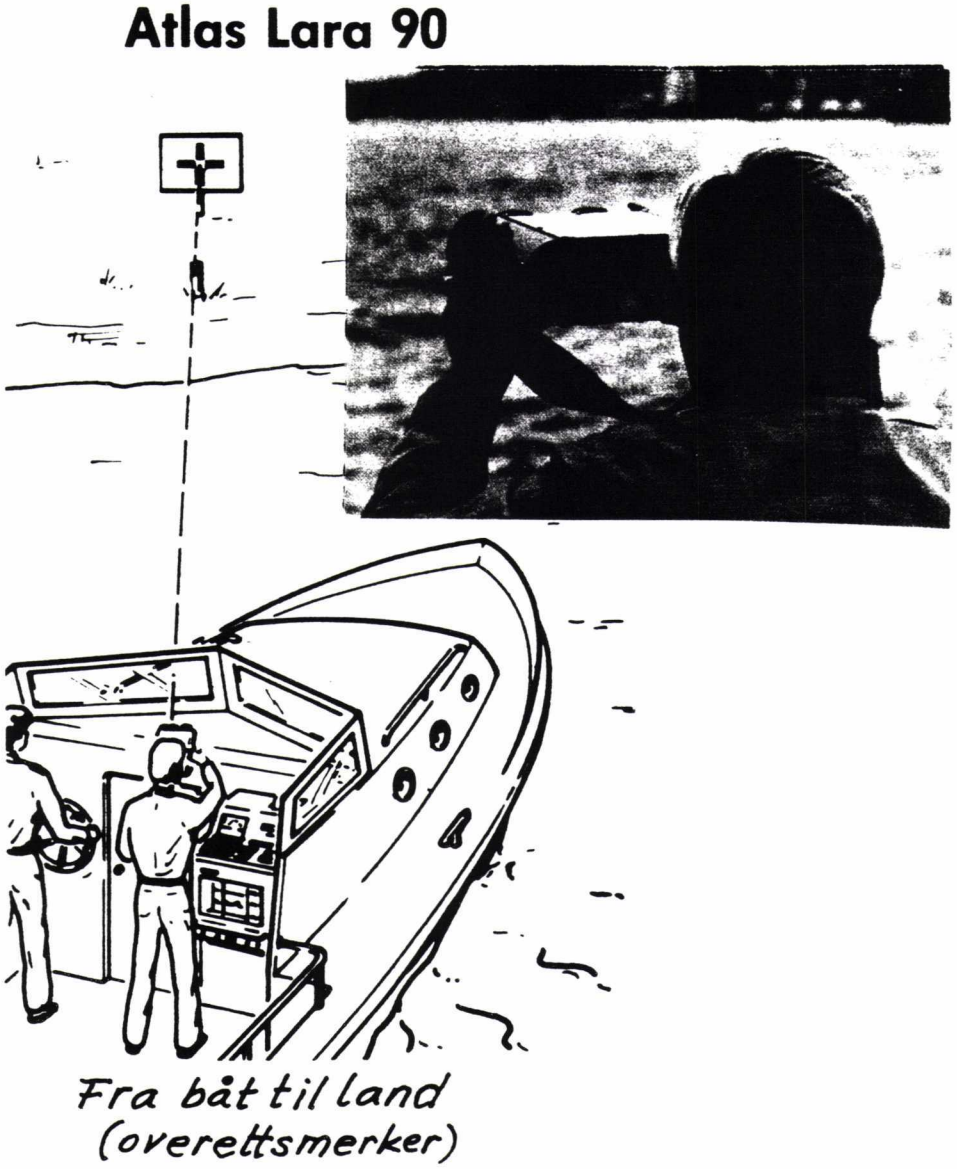
Hydrographic POSITIONING



A system presentation from Geotronics AB.

ALTERNATIV 5

Det finnes enklere løsninger med laser avstandsmåler - kikkert fra land til båt og fra båt til land. Disse instrumentene trenger bemanning, siden instrumentene holdes i hånden, som vanlig kikkert. Arbeidet blir mer vær- og vindavhengig, samtidig som samarbeidet (synkront) mellom land og båt kompliserer saken. Slike "titte-sikte" metoder er avhengige av stabile, store båter, ellers er det vanskelig å sikte. For store datamengder er metodikken uegnet. Bearbeidelse av data blir mer tid- og arbeidskrevende.



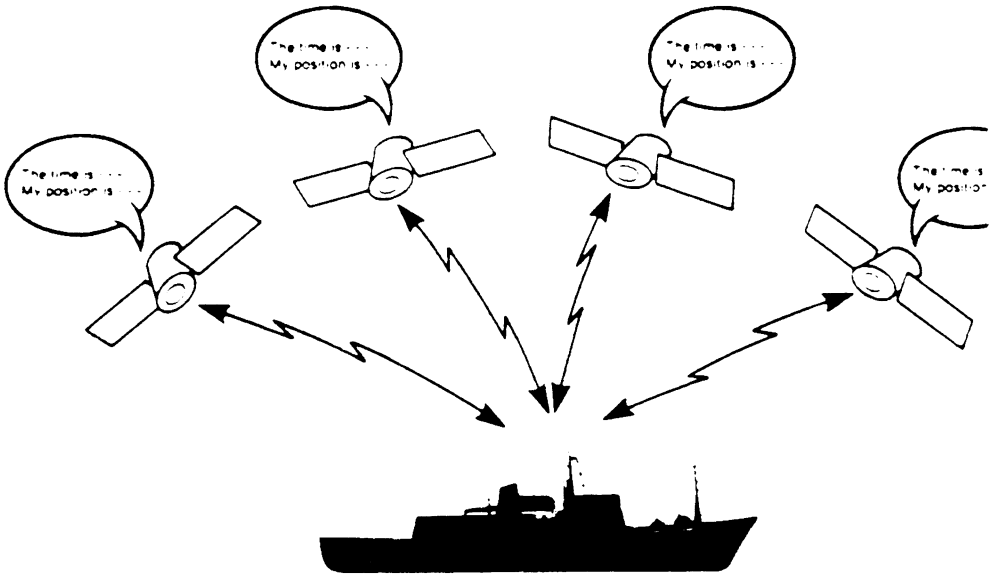
SATELLITTNAVIGASJON (GPS=Global Positioning System)

Satellittnavigasjon er fremtidens system. Ved en kort innføring i dette systemet må jeg nevne at mitt arbeide baseres på opplysninger fra to ekspert-bedrifter, nemlig: "Simrad" fra Horten og "Kongsberg Navigasjon" fra Kongsberg. Som det ble nevnt innledningsvis, er det ikke lenge siden det var utenkelig å montere slikt avansert utstyr på en mindre båt.

Posisjonering, eller navigasjon går ut på å ta imot signaler fra satellitter (flere) og beregne raskt hvor vi befinner oss. I vårt tilfelle båten og det øyeblikk dybden er registrert av ekkolodd. Dette krever minst 3-4 satellitter på banen samtidig over oss. Denne muligheten er til stede i dag, men bruken av disse er begrenset i tid, (arbeidstid) i Norge. Pr. oktober 1987 er brukstiden fra ca. kl 0600 - 1200 og fra kl 1800 - 2400. Alle satellitter danner en homogen enhet, men brukstiden forskyves hele tiden 4 minutter pr. døgn. I år 1990 ventes full dags dekning.

Systemets absolutte fordeler er at det ikke er nødvendig med innmåling eller orientering på land (Den landsatte mottakeren bestemmer sin egen posisjon selv). Videre behøver man ikke fri siktlinje, den kan brukes i all slags vær.

Posisjoneringsnøyaktighet er diskutabel, men den relative nøyaktighet, altså nøyaktighet i relasjon til den landsatte mottakeren er god nok. For å bedre nøyaktigheten har nyvinningen kommet, nemlig:

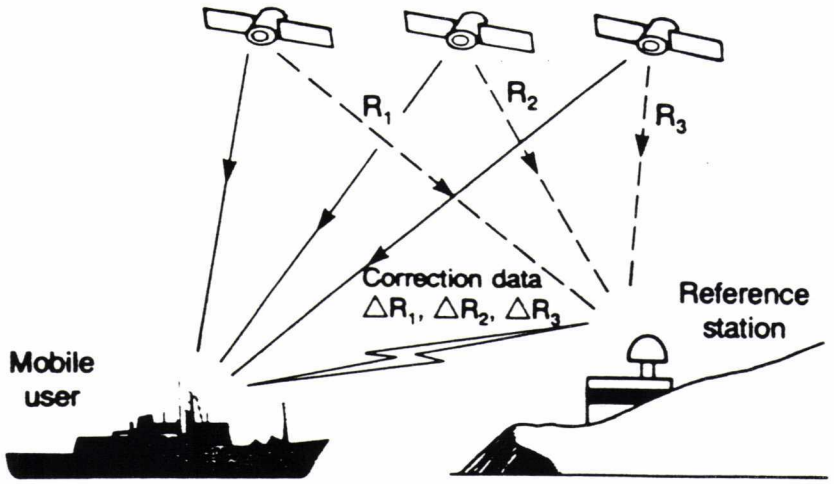


DIFFERENSIELL GPS.

Differensiell GPS forbedrer posisjoneringsnøyaktigheten med følgende løsning. Det ble opprettet faste landstasjoner (Referanse-stasjon) til satellittmottaking (f.eks. Andøya). Disse stasjoners posisjon er bestemt nøyaktig av geodetene, altså kjent på forhånd. Når båtens mottaker tar ned signalene fra satellitter, gjør landstasjonen det samme samtidig. Siden landstasjonens posisjon er kjent, beregner stasjonen eventuelle feil ved mottaking (differanse) og denne differansen sendes ut på båten kontinuerlig for å korrigere data. Slik oppnår man adskillig mer nøyaktig posisjoneringsberegning.

Selvfølgelig er slike landstasjoner meget nyttige for havområder og rekkevidden er stor, opp til 1000 km var brukt. For innsjøer er dette ikke utprøvd enda, men det er klart at bare få steder kunne holde kontakt mellom båt og landstasjon, pga. fjellenes skygging. Slik ble ideen om å skape mobile landstasjoner født. Disse kunne tas med og plasseres på kjente trigonometriske punkter, hustak e.l. eller måle inn for anledningen.

Det er mye som må skreddersys for innsjøbruk, men arbeidet er i godt gjenge. Jeg tillater meg herved å gjengi de gode forslagene som er kommet fra Simrad og Kongsberg Navigasjon.



ALTERNATIV 1) "SIMRAD"

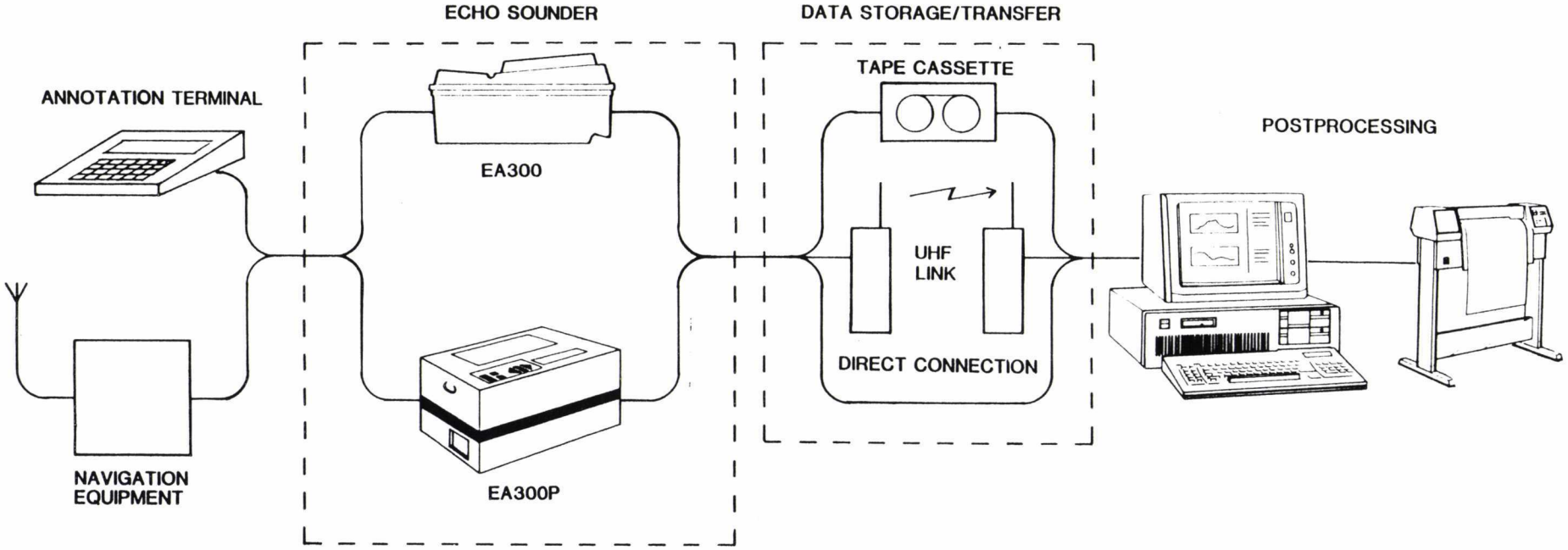
Simrad spesialpakke med GPS Satellittnavigasjon.
Systemet består av:

a) EA 300P EKKOLODD med 8'' farge-skriving for papirkopi av ekkoprogrammet + Svinger med 10 meter kabel.
b) Navigasjonspakke, Diff. GPS utrustning med
   2 mottakere (1 i båt og 1 på land)
   2 datamaskiner (1 i båt og 1 på land)
   2 VHF stasjoner for dataoverføring
   og SW = programware for de personlige datamaskinene.
c) Etterprosessering SP 100.
   Personlig datamaskin, type IBM PC AT.
   Programware for datamaskin.
   Plotter.

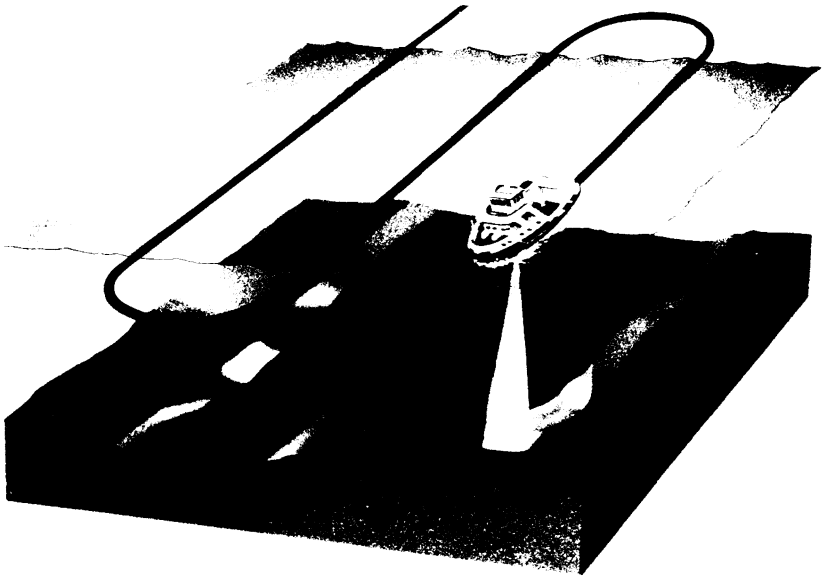
Systemets fordeler:
Systemet trenger ikke innmåling eller orientering på land. (Den landsatte mottakeren bestemmer sin egen posisjon selv.) Videre behøver man ikke fri siktlinje, den kan brukes i all slags vær. Posisjoneringsnøyaktighet uten tilleggsutstyr er også tilfredstillende.

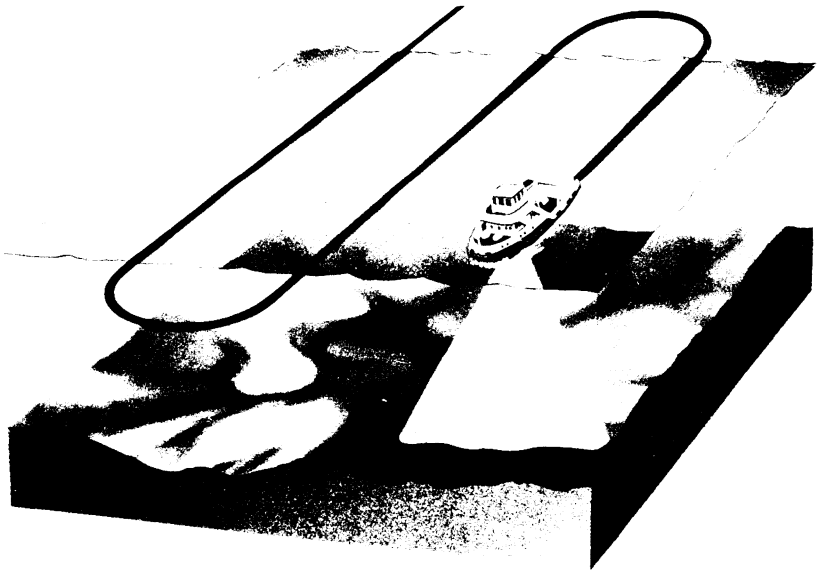
ALTERNATIV 1/A

Simrad har et meget godt alternativ med multistråle ekkolodd. Utstyret var tidligere så stort at det var utenkelig å plassere det på en mindre båt. I dag er dette mulig. Fordelen med multistråle-systemet er at ekkoloddet er utstyrt med mange svingere, og dekker ikke bare en stripe ved kjøring, men et helt belte. Terrenget i bunnen kartlegges i sin helhet, når disse beltene møtes. Slik blir ikke noen del av bunnen uoppdaget, og terrengfremstillingen baseres på et terrengmodell-system. Metoden er samtidig raskere, og nøyaktigere enn tidligere system. Den kan levere ca. 2 millioner dybdemålinger/dag i motsetning til hva som nå er vanlig, ca. 20 000.

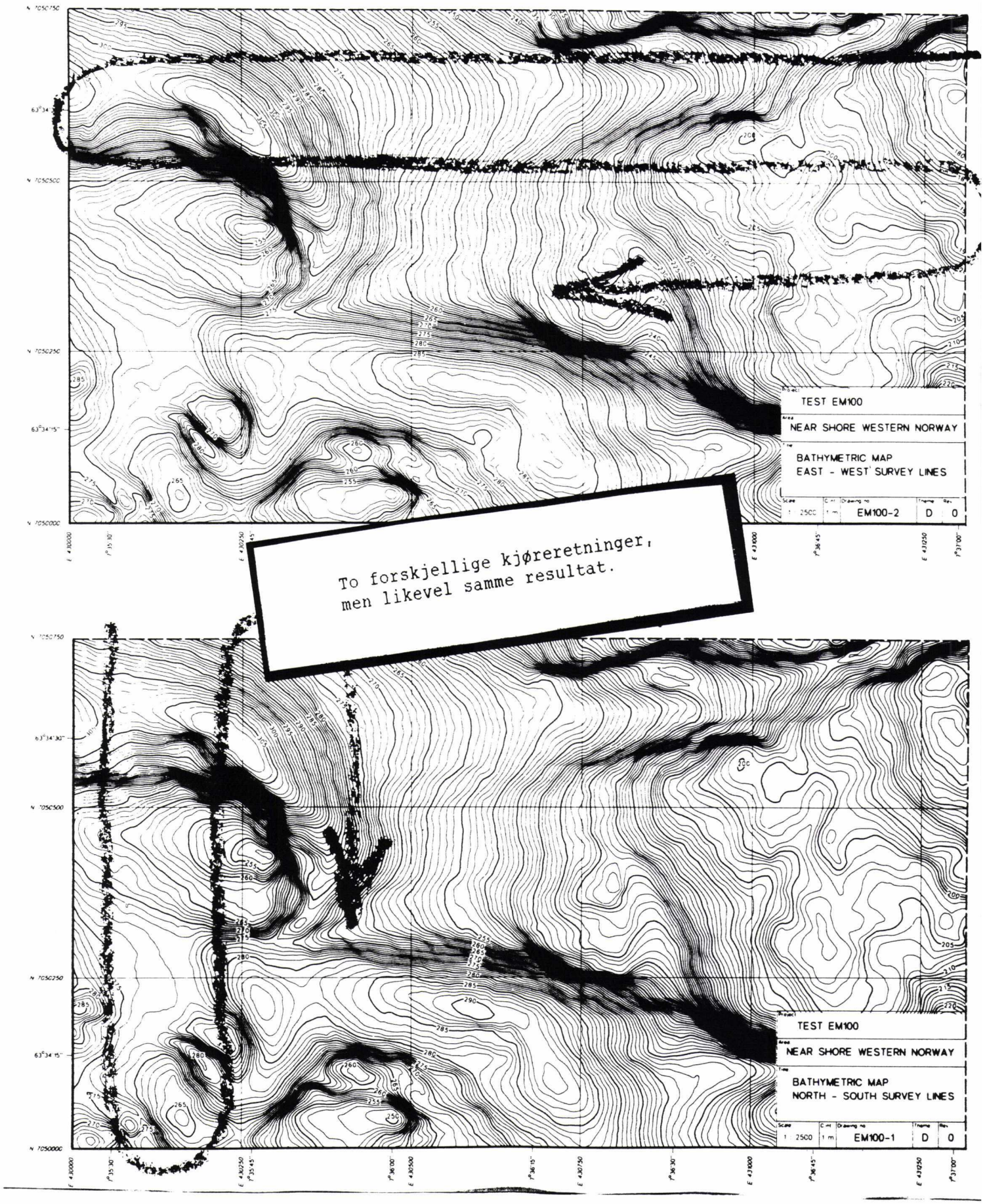


SIMRAD EA300 : DIGITAL PROCESSING TO FINAL MAP PRODUCTS





FORSKJELLEN MELLOM ENKELSTRÅLE OVF. OG MULTISTRÅLE EKKOLODD VED DEKNING AV HAVBUNNEN.
Simrads arealdekkende ekkolodd EM 100. Den kartlegger detaljert en stripe med en bredde på 2,5 ganger vanndypet, fra 5 til 600 meter vanndyp.



To forskjellige kjøreretninger, men likevel samme resultat.

Eksempel på Multistråle-ekkoloddets overlegenhet, ved havbunn kartlegging. Resultatet av et samarbeid melom "Simrad" ved Freddy Pøhner og Bergensfirmaet "Geoconsult" ved Hans M. Gravdal.

KONGSBERG NAVIGASJON A/S

Kongsberg Navigasjon (og Simrad også) er havrettede institusjoner. Behov for innsjøer og elver er kommet inn i bildet først i den senere tid. Kongsberg Navigasjon kom først i denne grenen ved Statens Kartverk Norges Sjøkartverks behov for kartlegging av kystnære områder. Nå til dags er Kongsberg Navigasjon A/S, på samme måte som Simrad, svært opptatt av å sy ferdig en pakke til formålet kartlegging av innsjøer og elver.
Kongsberg Navigasjon A/S, med Simrad som partner, beskriver et samarbeid og en utvikling med Norges Sjøkartverk som noe som kan gi et godt grunnlag for videreføring og tilpassing for landets innsjøer.

KON MAP MK 2 (bare for å nevne dennes eksistens)

Bruksområde Kon Map MK 2

Systemet skal dekke arbeidsoperasjoner og rutiner forbundet med sjømålinger.

Disse er delt i hovedområdene:
- Planlegging av måleprogrem før og under måling
- Måling med kontroll av måling og utstyr
- Etterbehandling av måleresultatet
- Datautveksling mellom målebåt, basefartøy og hovedkontor.

Systemet vil gi grunnlag for kart i forskjellige målestokker og innhold avhengig av bruksområdet.

For bruk hos Sjøkartverket for kystnære sjømålinger vil målingene utføres fra et ekspedisjonsfartøy med to målebåter. Et målelag består til vanlig av en hydrograf og et mannskap på tre. Dette er altså ikke akkurat for innsjøer og elver.

Kort beskrivelse, HYDMAP

Prosesserings senteret for loggede data er på ekspedisjonsfartøyet. Måledata verifikasjon og kontroll er to stikkord for arbeidet her.

Som nevnt tidligere er forhåndsplanlegging av oppmålingen en viktig funksjon hvor spesifikasjon for måleprogram, kystlinjer, detaljer, tidevannstabeller og gamle måledata gir grunnlag for nye opp-målinger.

Fremstillingen av hydrografisk original og andre kart, sammen med den digitale database er resultatene som skal tilbake til Sjøkartverket.

Prosesserings senteret kan også brukes for å fremstille det endelige kart. Det er da normalt snakk om spesialkart.

Utstyret inneholder data anlegg med høy kapasitet, flerbruker-muligheter og satt i et konsoll som er tilpasset fartøyet.

Perifere enheter er tilgjengelige for datalagring, datatransport eller datatransmisjon. Kapasiteten er stor nok til at de kartblad som er i bearbeiding ligger inne på hurtiglager dvs. disk.

Digitaliseringsenhet, printer og plotter er tilgjengelige.

Målinger av tidevann ved innsjøer, vannstandsvariasjoner under målearbeid og andre observasjoner som temperatur og trykk vil kunne avleses direkte eller overføres ved digitalisering.
Database.

Rådata fra HYDAQ som trenger videre etterprosessering (dybder, posisjoner) lagres i en Rådatabase. Reduksjoner og nødvendige korreksjoner gjøres på denne database før vertifiserte og aksepterte resultater lastes inn i den Hydrografiske database. De originale dybdeprofilene fra HYDAQ beholdes normalt i et arkiv utenfor HYDMAP som en sikkerhetskopi.

Prosesserte digitale kart og egenskapsdata ligger i den Hydrografiske databasen. Denne defineres for et gitt sjømålingsområde. Prosesserte dybder og ferdige kotekart ligger i den Hydrografisake databasen. I tillegg ligger kartdata fra hovedkontoret på denne basen. Datasettene kan brukes til å produsere kart i forskjellige målestokker.

Den Hydrografiske databasen kan etter en sjømåling overføres til hovedkontoret via datakassetter på digital form.

Presentasjon og operatørdialog

- Grafisk fargeskjerm med høy oppløsning for detaljert fremstilling av kartinformasjon
- Tastatur med funksjonstaster og mus

Data inn

- Digitale data fra hovedkontor
- Digitaliserte kartdata
- Målte data til bruk for korrigering av dybder
- Egenskapesdata
- Rapporter
- Rådata fra HYDAQ's dybdelogg og posisjonering
- Oppmålte kartdata, kystlinjer, grunner, sjømerker osv.
- Kvalitetskontrolldata

Data ut

- Planleggingsinformasjon til HYDAQ
- Digitale kart og egenskapsdata til hovedkontoret
- Database sikkerhetskopier
- Plott av kart
- Utskrift av rapporter

Funksjoner

HYDMAP funksjoner som opererer mot den Hydrografiske databasen er:

- Send og motta digitale data fra hovedkontoret

  Data forberedt på hovedkontoret er til vanlig:
  - Kystlinjer
  - Tabeller og registre
  - Data fra tidligere målinger

  Datasettene overføres direkte til databasen.

- Planlegging av sjømålinger

  Operatør kan legge opp målelinjer på grafisk skjerm, uavhengig av det navigasjonsystem som er i bruk.
  Annen informasjon som kan legges inn er:
  - Referansepunkter for radionavigasjon enheter
  - Korreksjonsfaktorer
  - Predefinerte tidevannstabeller
  - Tabeller og parametre for ekkolodd og navigasjonsutstyr

  Disse datasett overføres til HYDAQ

- Digitalisering

  To typer digitalisering er tilgjengelige:
  - Digitalisering fra papirark av kystlinjer, merker osv.
  - Tidevannskurver og kurver fra annen instrumentering

- Prosessering av loggede data

  Systemet korrelerer og prosesserer loggede datasett. Loggede dybder reduseres for tidevann, lydhastighetsprofil, hivrull, stamp og skråstilling av utsendt stråle.
  Posisjoner justers til dybdene slik at de representerer posisjon for strålens treffpunkt.

  Systemet kan deretter bruke forskjellige utvalgskriterier for datareduksjon. Dette kan være nyttig for f.eks. for å finne og deretter gjøre en presentasjon av grunnområder med dybdetall på en plott.

- Terrengmodellering med kotetrekking og volumberegning.

  Reduserte og aksepterte dybdedata i den Hydrografiske databasen er basis for kotering. Resultatet er dybdekonturer med nivåtall og presentert som sammenhengende kote-linjer.

  En matematisk modellering av en tredimensjonal terrengmodell er grunnlaget for koteringen. Denne bygges opp i et rutenett som får tilordnet beregnede dybder fra dybdeprofilene.

  Modellen kan gi grunnlag for statistiske beregninger på dybdedatasettet og volumberegninger.

  Modellen er i tillegg egnet for å generere dybdeprofiler i vilkårlig retning.

Presentasjon kan med et slikt grunnlag gjøres både perspektivsk og i plan.

Perspektiv bilder eller plott kan i tillegg til kotekartet gi et informativt bilde om området det arbeides i og i tillegg gi informasjon om terrengformasjoner som kan kreve en mer detaljert undersøkelse.

Terrengmodellen som er i bruk kan arbeide både på frie dybdedata eller en modell hvor man bruker et rutenett og tilordner verdier i rutenett krysspunktene. Modellen har under en del forsøk vist seg å gi godt resultat i ulendt undersjøisk terreng langs Norskekysten. Funksjoner for å kontrollere modellen mot profilbasen er tilgjengelige. Dette kan gi mål på hvor godt modellen følger terrenget. Standard avvik i et område som vist vil kunne ligge i et område på 0,5 - 0,3 m.

Prosesseringstid er essensiell for en operasjon hvor operatør bør kunne bruke forskjellige parametersettinger for å oppnå det beste resultatet. Kotekart basert på 15 000 selekterte dybder og et konturintervall på 1 m vil typisk ha prosesseringstid på under 5 min.

Tester på modellen viser også at den er et godt filter for fjerning av anomaliteter. Dette vil si at for ren kotekart-produksjon kan modellen effektivt filtere ut de ikke relevante dybdene som er beskrevet tidligere. Dybdeselekterings-fasen kan elimineres på prosesseringshastigheten som har en tendens til ikke lineær øking av tidsforbruk med økende antall dybder.

- Hydrografiske plott/kart

Hydrografiske kart kan konstrueres ut fra den Hydrografiske database. Datasettene som skal være ved velges ut fra temakoder. Typisk kombinasjon er kystlinjer, grunnlinjer, koter, dybdetall, sjømerker.

- Grafisk editering

Arbeidsstasjon for interaktiv grafisk bruk er fargeskjerm med høy bildeoppløsning. Alle funksjoner for bearbeiding av data vist på skjerm vil ha skaleringsmuligheter for å generere bildeutsnitt definert av operatøren.

Operatør kan med dette f.eks. etablere oversiktsbilder hvor detaljene likevel er tydelige nok hvor måleresultatene fra flere dagers målinger samles, eller detaljbilder for å justere f.eks. en kystlinje. Forøvrig er alle hjelpefunk-sjoner for grafisk editering til stede.

- Plotting av kart

  Typer av kart/plott er:

  - Hydrografiske kart
    Kart over fartøyets bevegelser
  - Kurver av digitaliserte målinger (tidevann o.l.)
  - Dybdeprofiler
  - Terrengmodeller

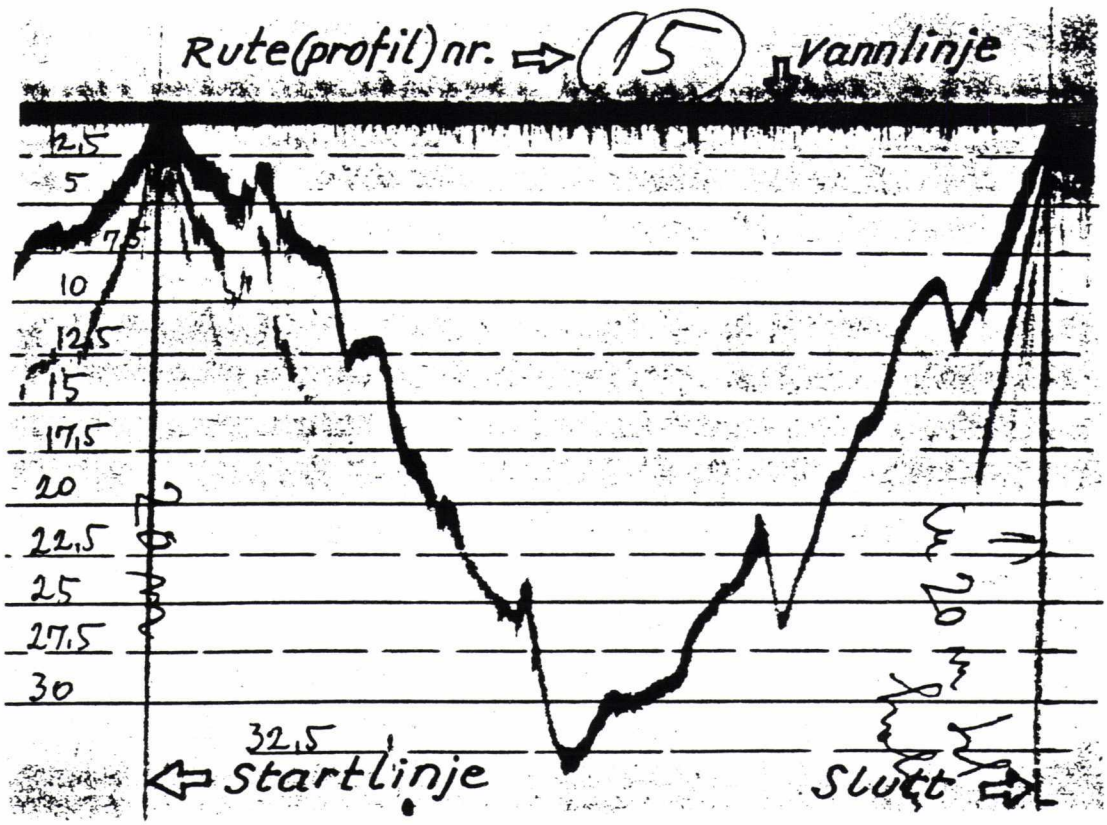
  For alle plott kan plottparametre lagres og justeres.

- Rapporter

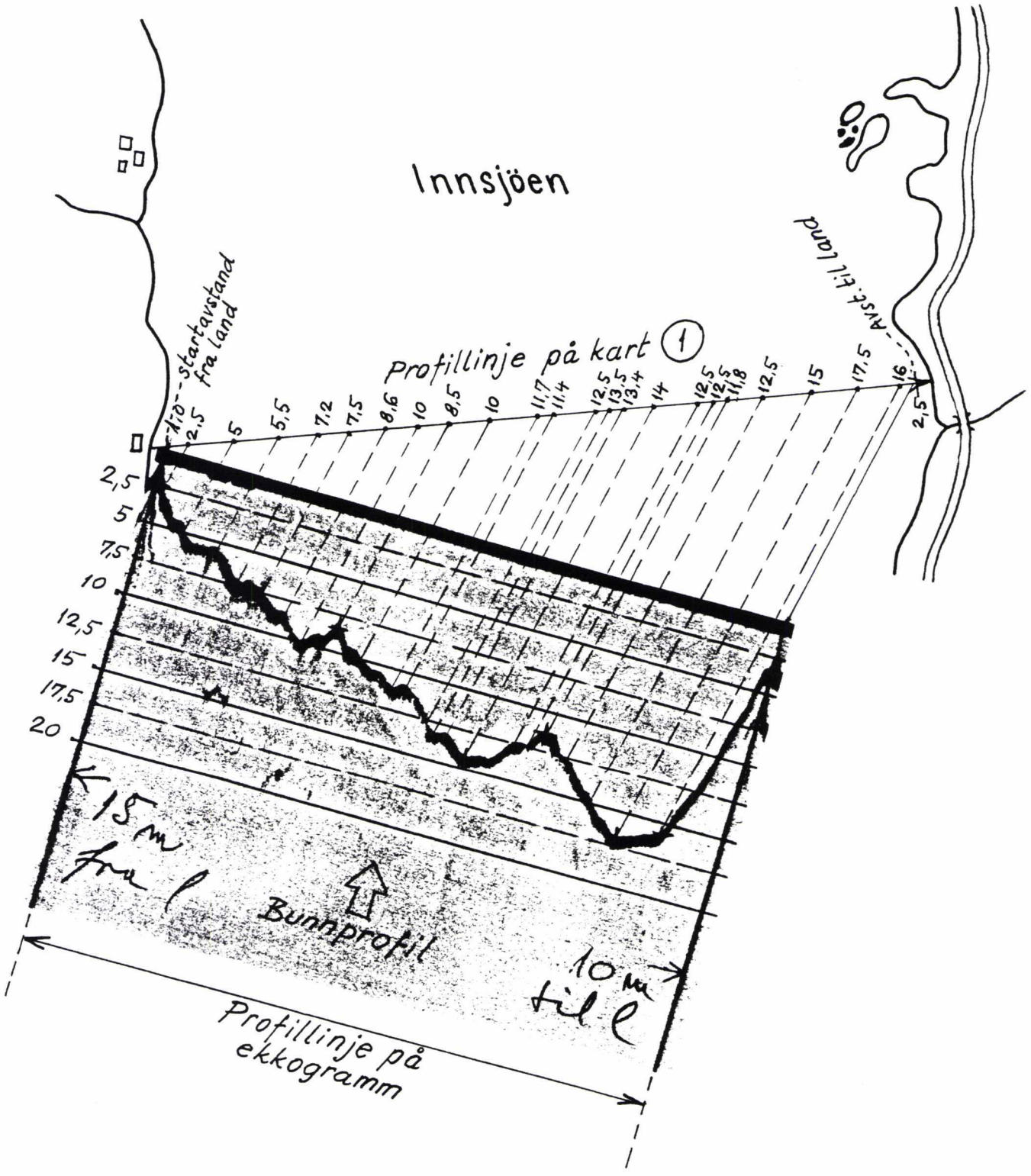
  Forskjellige rapporter som lages er:

  - Sjømålingstatistikker
  - Logg av sjømålingsforløp
  - Tilleggsinformasjon til plott

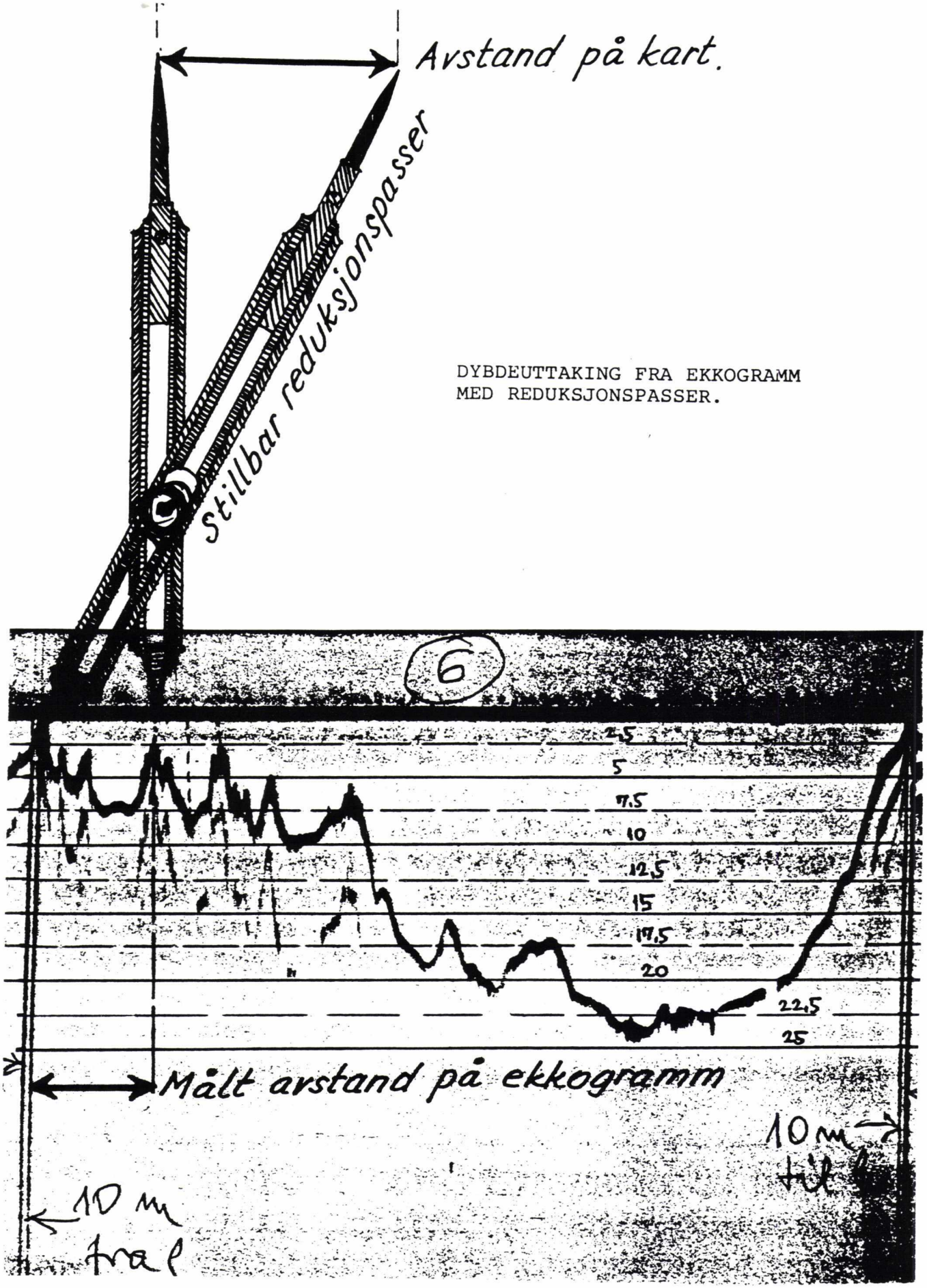
Som vi har merket i den overstående HYDMAP-beskrivelse, var alt innsiktet til Sjøkartverkets virksomhet til havs. Samtidig må en få det inntrykk at veien ikke er lang til å ferdigsy systemet for innsjøer og vassdrag.


Rute(profil)nr. ⇨ 15
vannlinje
2,5
5
7,5
10
12,5
15
17,5
20
22,5
25
27,5
30
32,5
startlinje
slutt

EKKOGRAMM

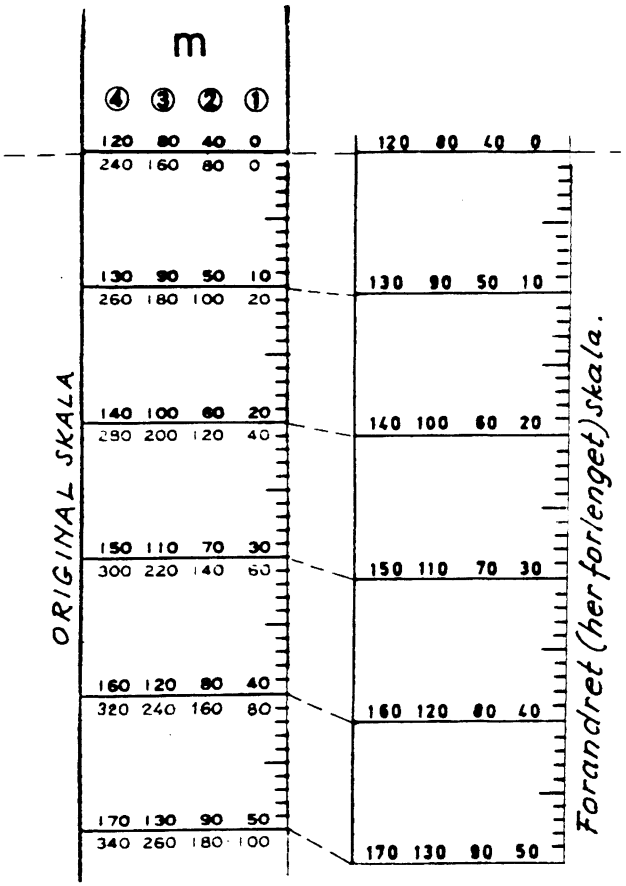


DYBDEUTTAKING FRA EKKOGRAMM ved PARALELLE LINJER.

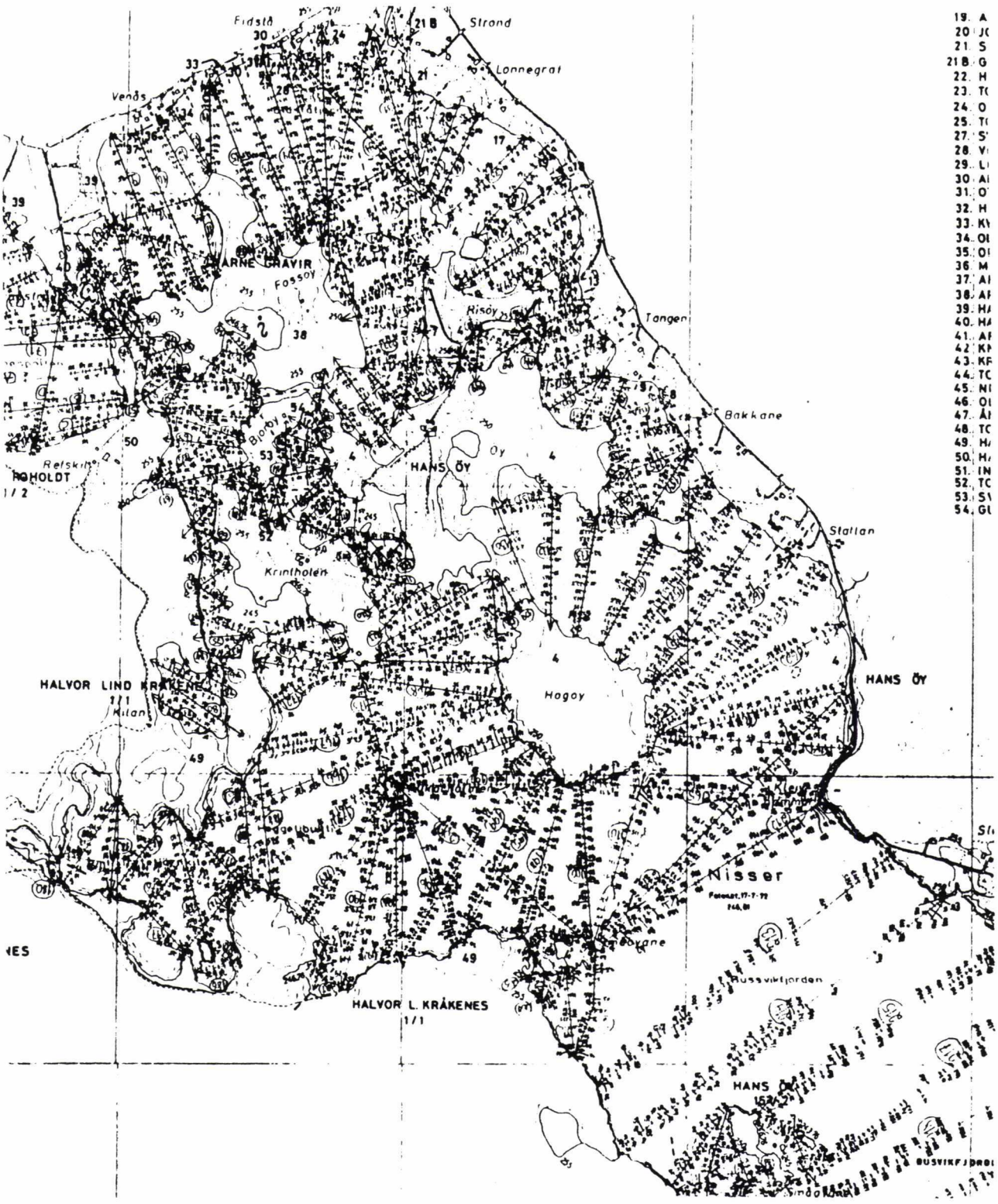


DYBDEUTTAKING FRA EKKOGRAMM
MED REDUKSJONSPASSER.

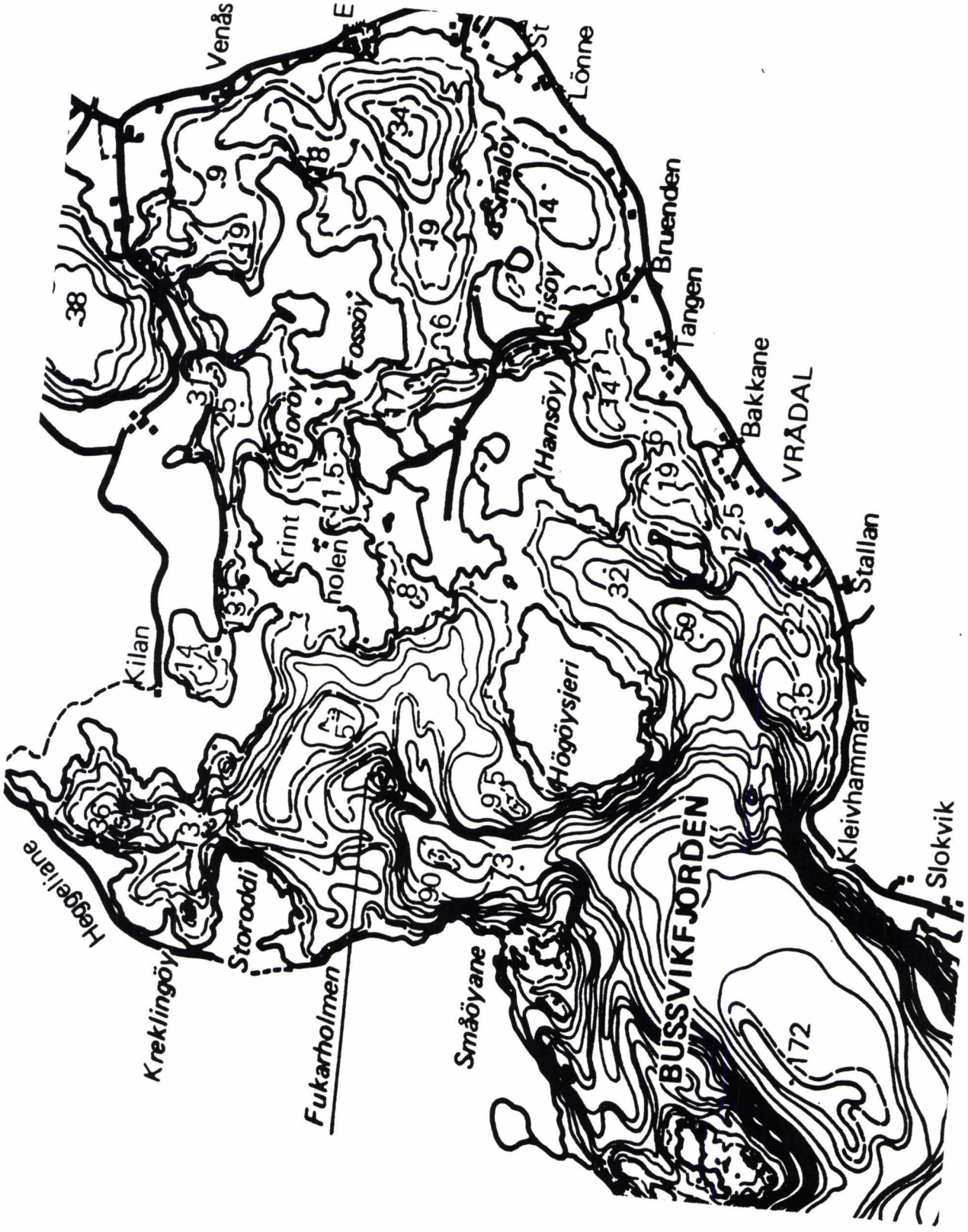
Som kjent kan ekkolodd vi se avvik fra virkelige dybder. Det skyldes at lydhastigheten i sjøen varierer med temperatur, saltholdighet (eller annen gehalt) og trykk osv. Det finnes formler og tabeller for slike avvik, men det sikreste er å kontrollmåle med håndlodding ved diverse dybder. Det er svært viktig å kontrollmåle dybder, noe følgende eksempel viser. Ved Salsvatnet viste ekkolodd 484 m.*. Man reduserer dybden med 20 m og fordeler feilen jevnt oppover. Men kontrollene i div.dybder viste et ikke jevnt avvik. Ved utlånt vannprøveutstyr ble det tatt opp vannprøver. Det viste seg at sjøen har nydelig ferskt vann oppe med rikt laks- og ørretfiskeliv, mens i nederste del fantes bare illeluktende, salt brakkvann, som stammer fra istiden. Det var det som gjorde utslaget. Ved håndlodd (spes. wire) viste dybden seg å være 464 m.



For å ta ut den riktige dybden fra ekkogramm med det samme, kan en forandre dybdemålerskalaen etter det målte avvik for en bestemt innsjø.
Viser ekkolodd et større dybde enn virkeligheten, må vi redusere dybden.
Så lager man en forlenget skala.
Da forenkler vi vårt arbeid adskillig, ved uttaking av dybder.

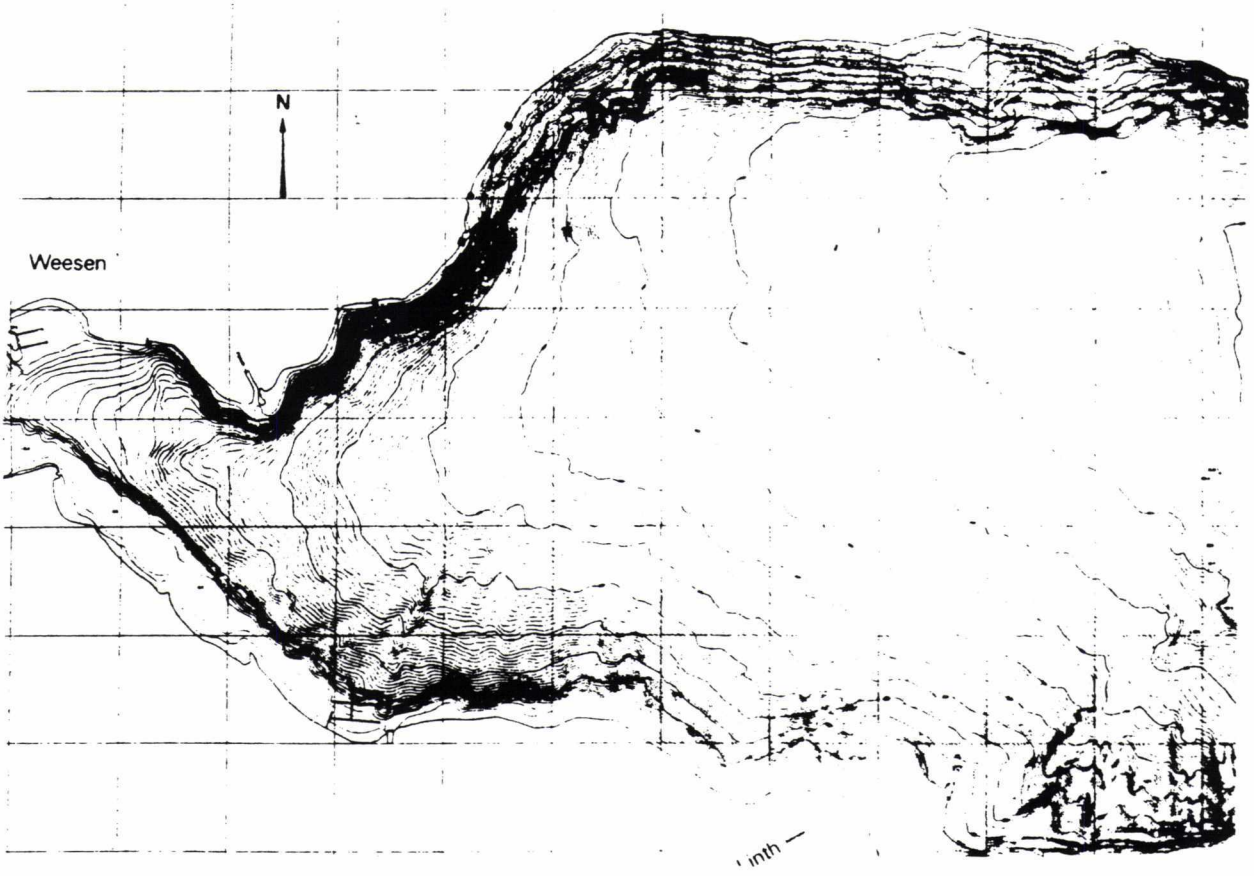


ARBEIDSKART MED PÅFØRT PROFILER/DYBDER.(NISSER.)

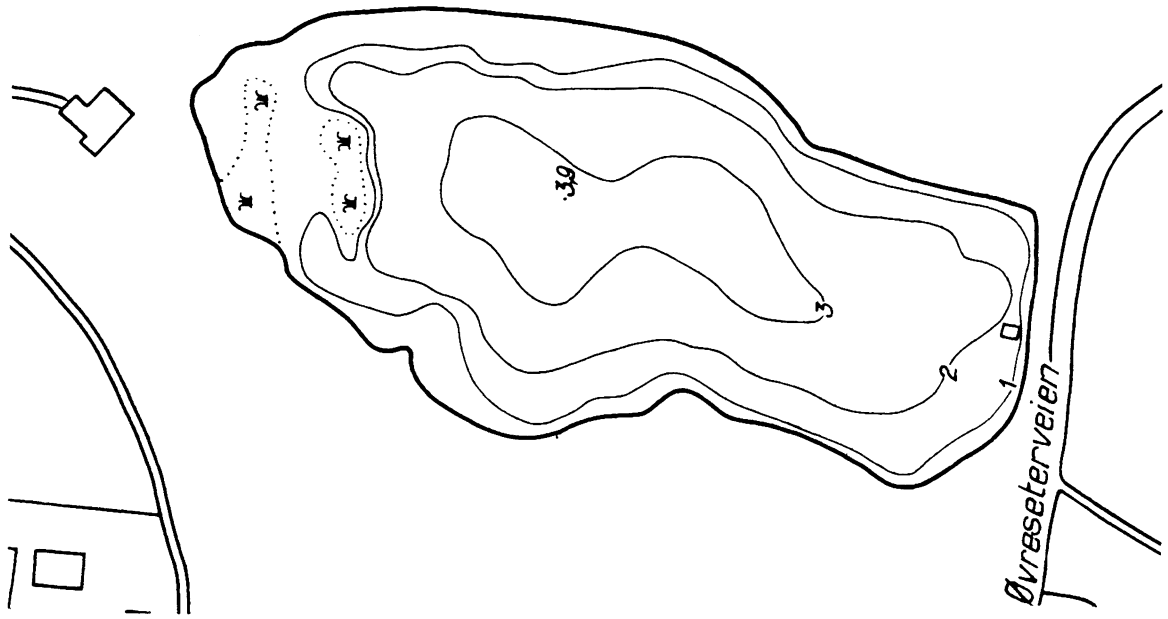


FERDIGTEGNET DYBDEKART PÅ GRUNNLAG FRA FORRIGE SIDE.
I dette tilfellet grovtegnet til nedfotografering.

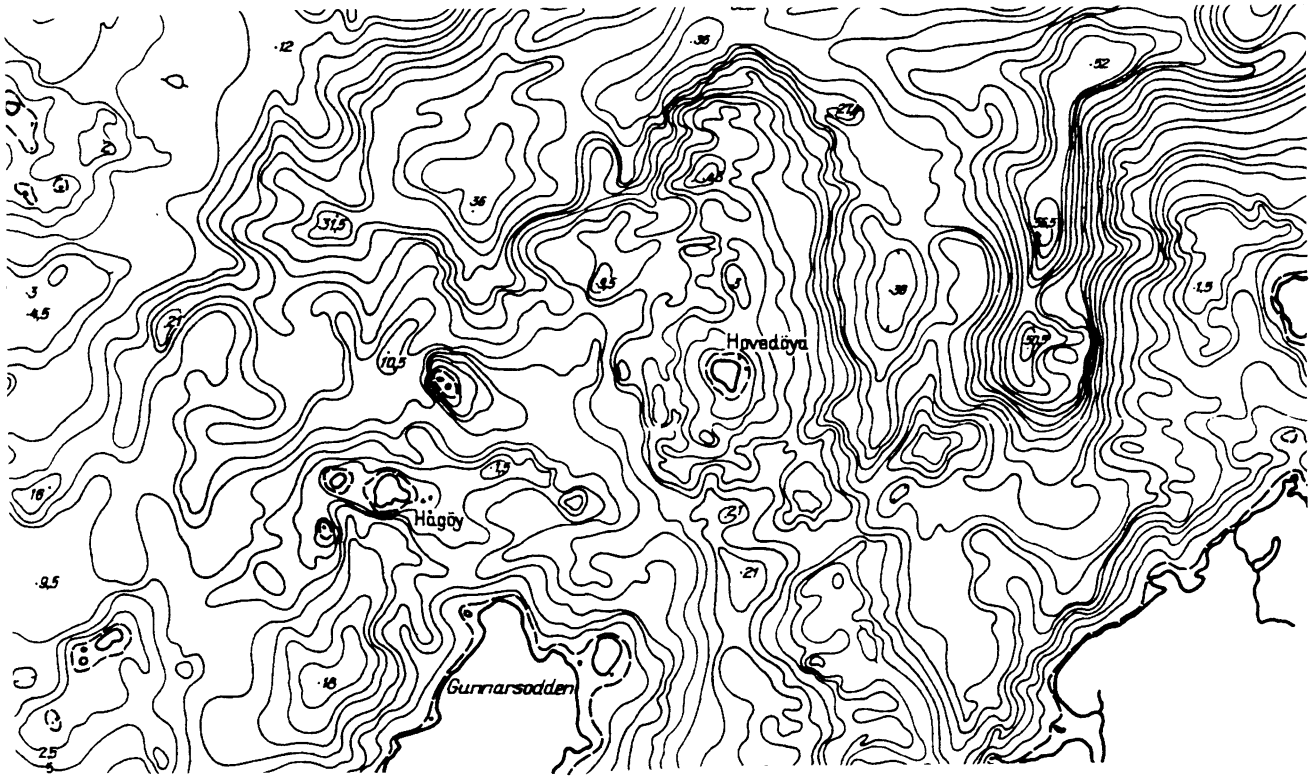
Dybdetall påført etter digital-terrengmodell (bord-plotter). Maks. avstand mellom punktene er 25 m. (Mensuration, Photogrammètrie, Gènie rural 1/82).



Bunntopografi-del av Walensee. Automatisk uttegning på grunnlaget ovf.

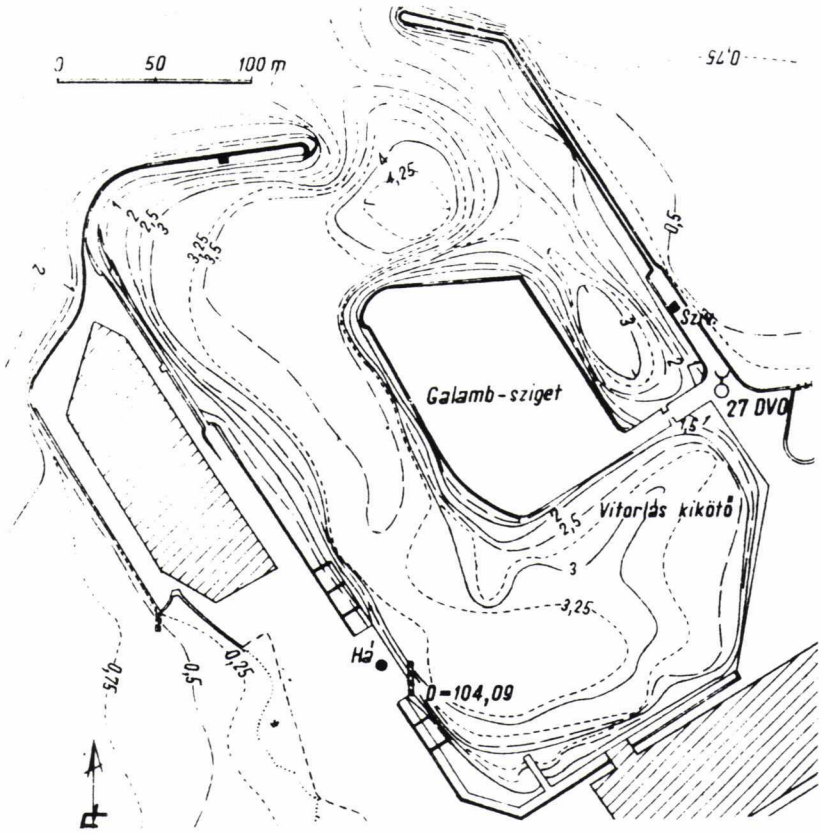


ENKEL BUNNTOPOGRAFI

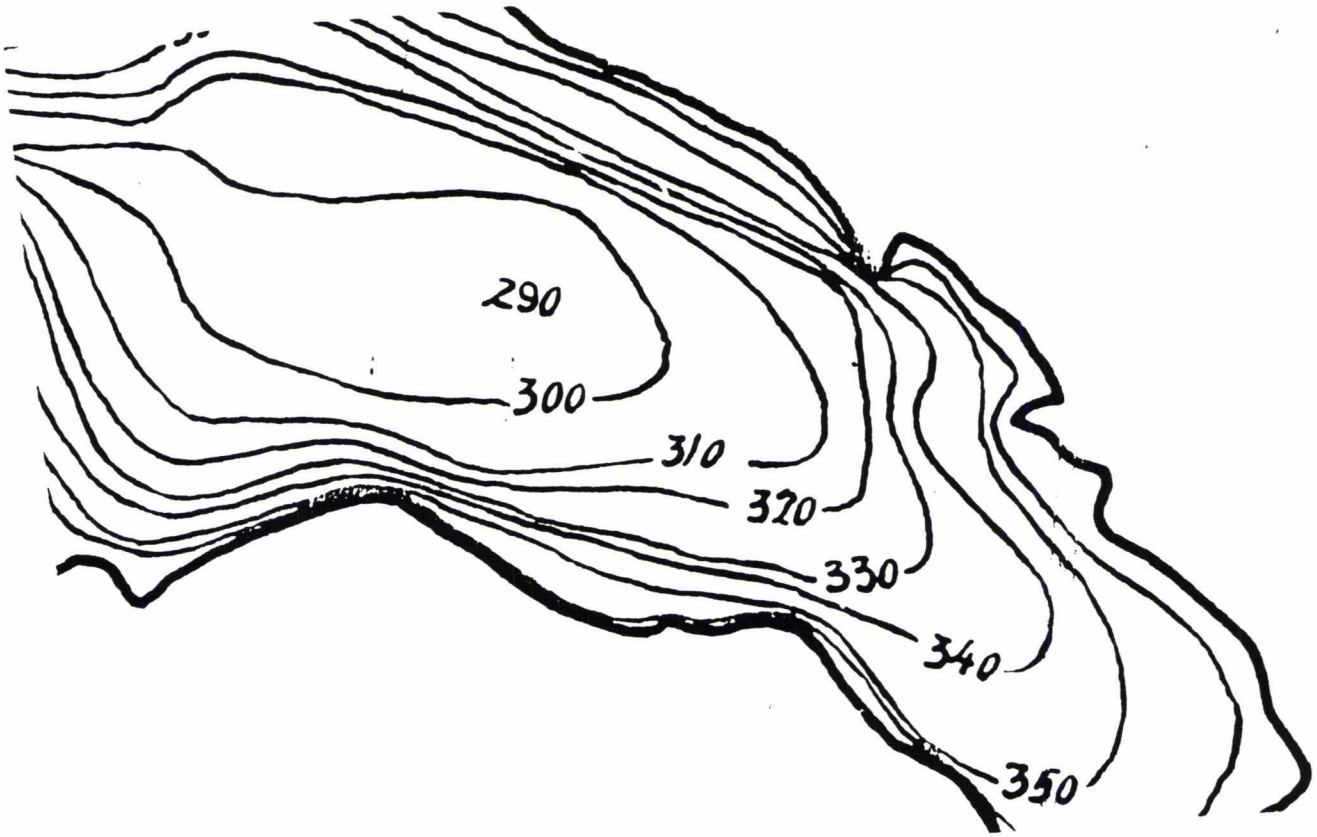


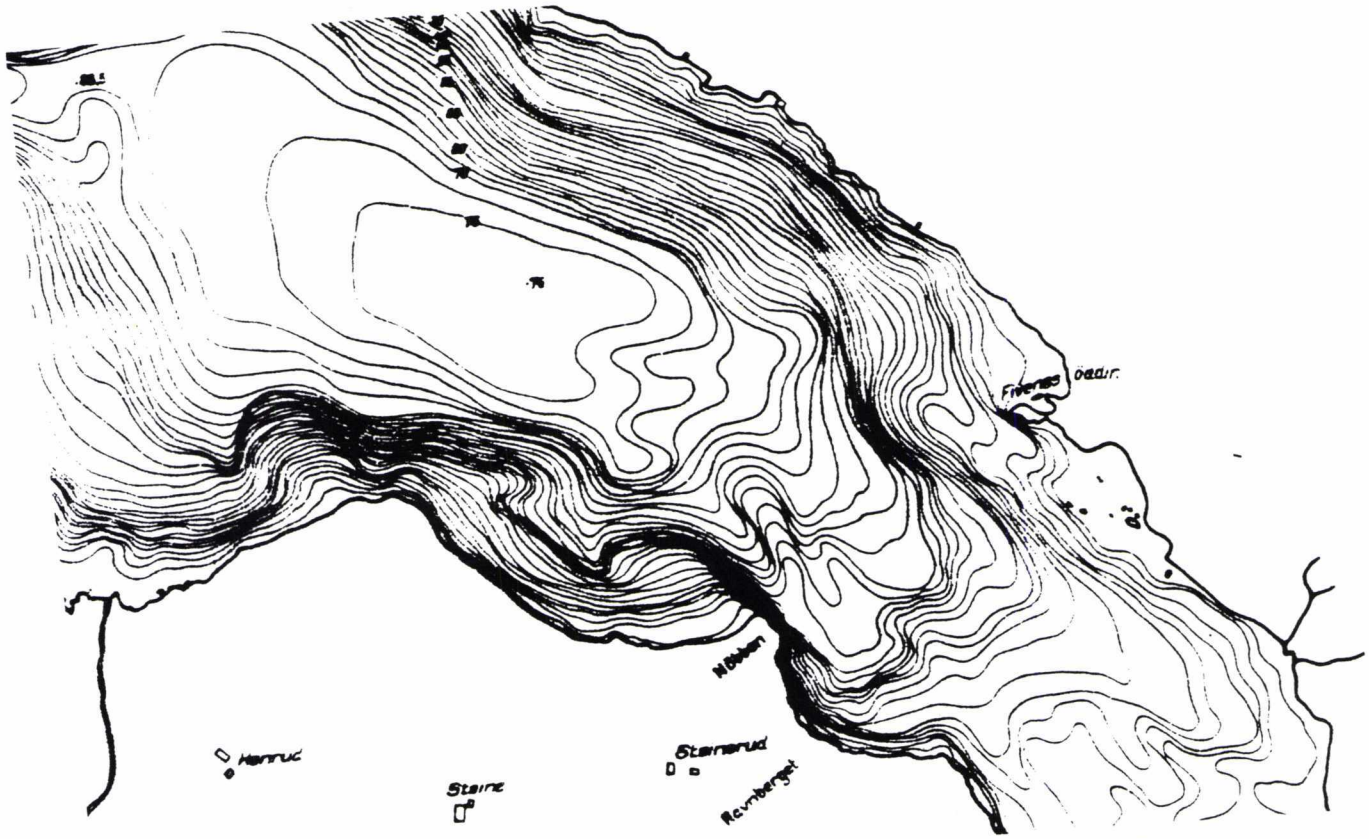
KOMPLISERT BUNNTOPOGRAFI

INNSJØKART INTEGRERT I FLYFOTO.
U.S.Geological Survey.(Indiana)

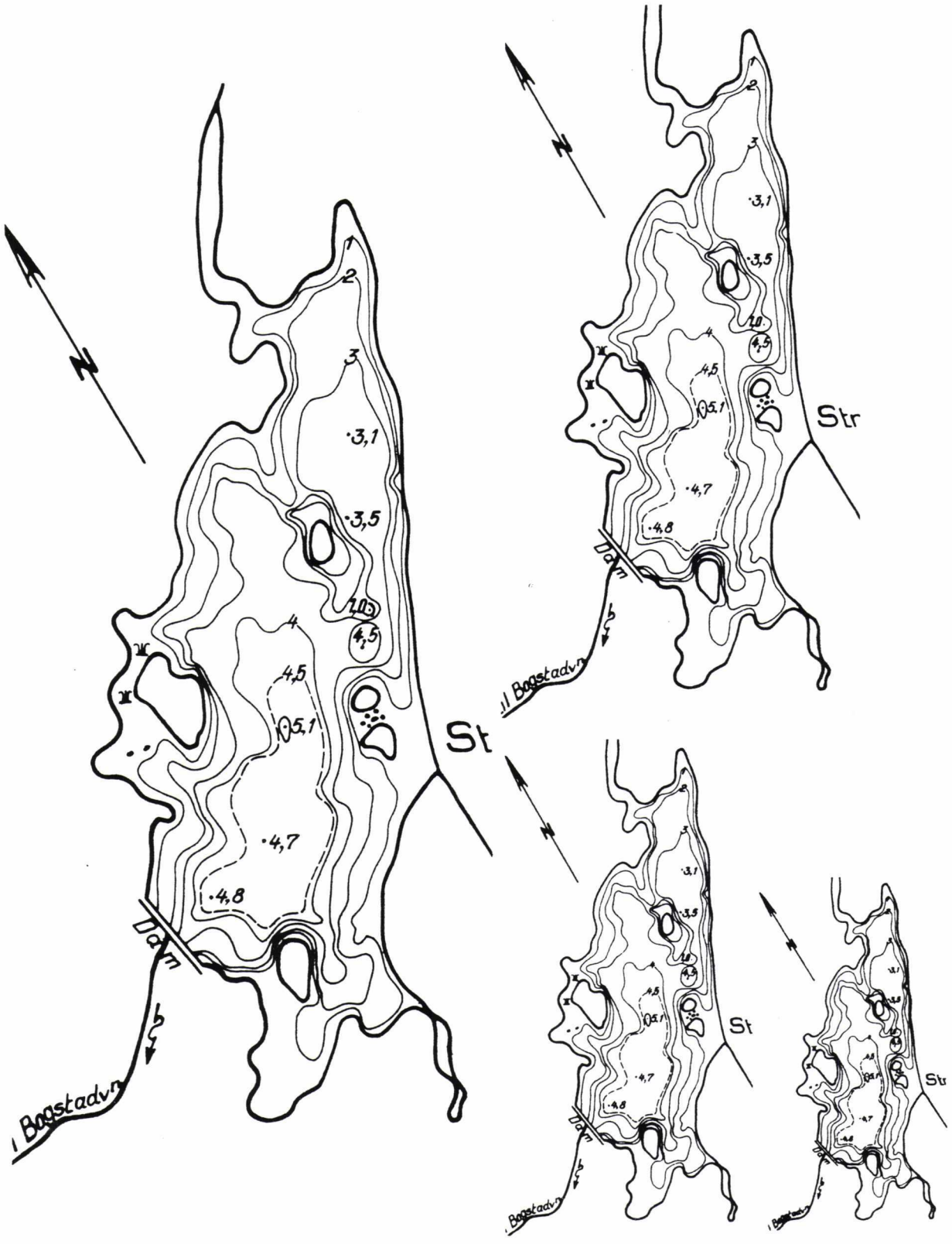


Småbåthavnkart ved Balaton-sjøen.



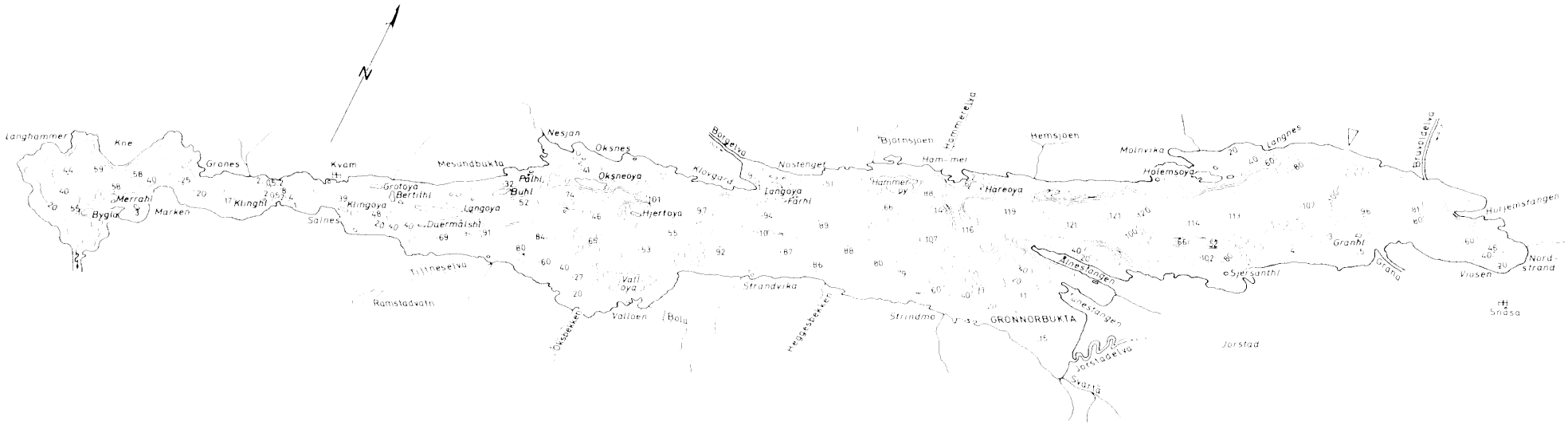


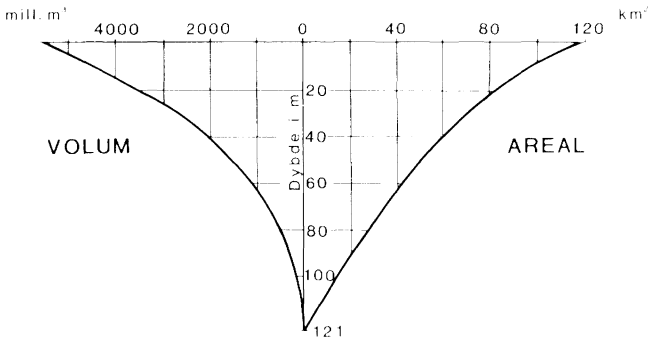
To kartutsnitt over samme område.Ovf.håndloddet og ndf.loddet med ekkograf.

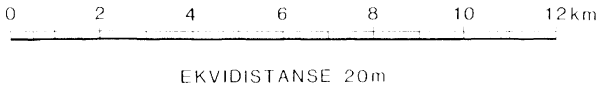


Det samme dybdekart gradvis nedfotografert til et målestokk-eksperiment.:1:2500,1:5000,1:10000 og 1:20000

SNÅSAVATNET 22 m.o.h.







EKVIDISTANSE 20m

AREAL OG VOLUMKURVE.

Forarbeid: Man planimetrerer arealet mellom dybdekurvene, mellom 0–10 m 10–20 m osv., eller tettere eller mindre tett. Tilslutt planimetreres arealet av hele sjøen og man sammenligner, evt. utjevner.

Opptegning av kurvene på millimeter papir.

Arealkurven.

På vertikal–aksen kommer dybde i meter på horisontal–aksen til høyre, som svarer til vannflaten, velger man en skala til km^2.

F.eks. ved SNÅSAVATN: (se vedlegg).

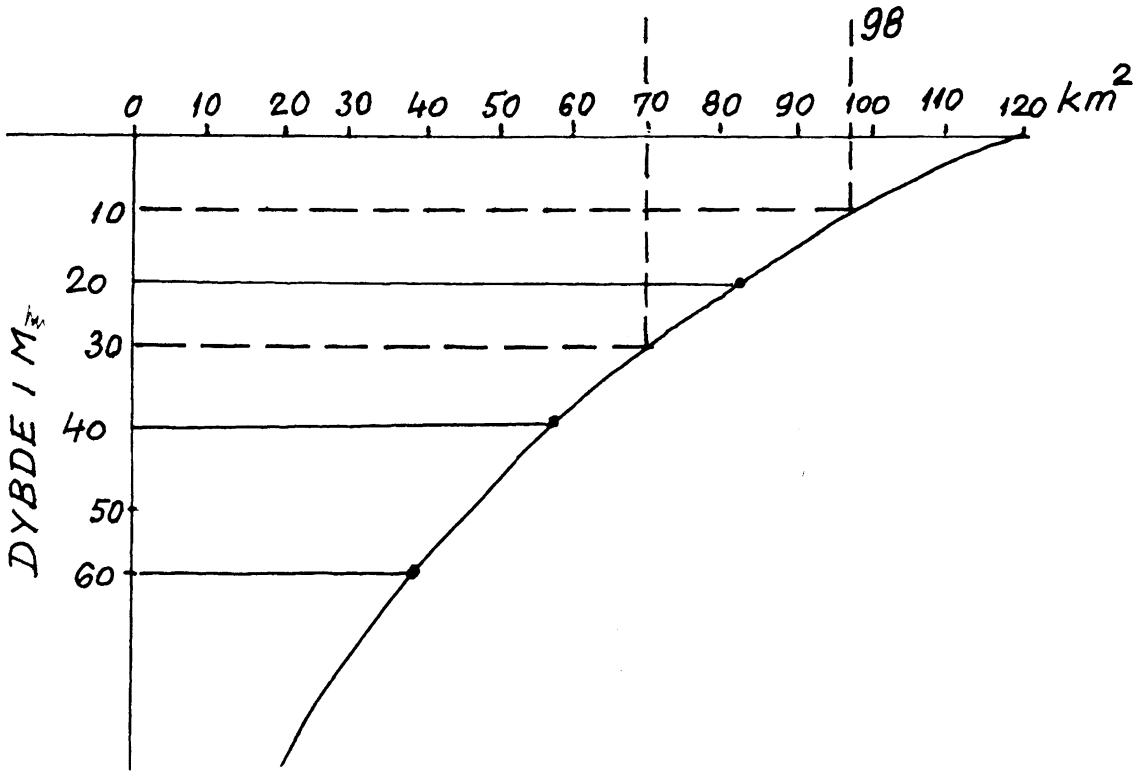
Det er planimetrert mellom hver 20 m–kurve, og man fikk:

0–20 m	36,6 km^2	areal	under	0		119,5 km^2	
20–40 m	24,1 "	"	"	20		82,9 "	
40–60 m	17,4 "	"	"	40		58,8 "	
60–80 m	14,5 "	"	"	60		41,4 "	
80–100 m	14,7 "	"	"	80		26,9 "	
100–120 m	10,7 "	"	"	100		12,7 "	
120–140 m	1,5 "	"	"	120		1,5 "	

Man begynner nedenfra og oppover, slik at man legger sammen oppover, f.eks. først tegner man opp ved 120 m dybde 1,5 m til høyre. Etterpå ved 100 m dybde 1,5 + 10,7=12,2 m til høyre. Ved 80 m dybde 12,2 + 14,7= 26,9 til høyre osv. Disse tallparrene gir så grunnlag for opptegning av arealkurven.

Volumkurven.

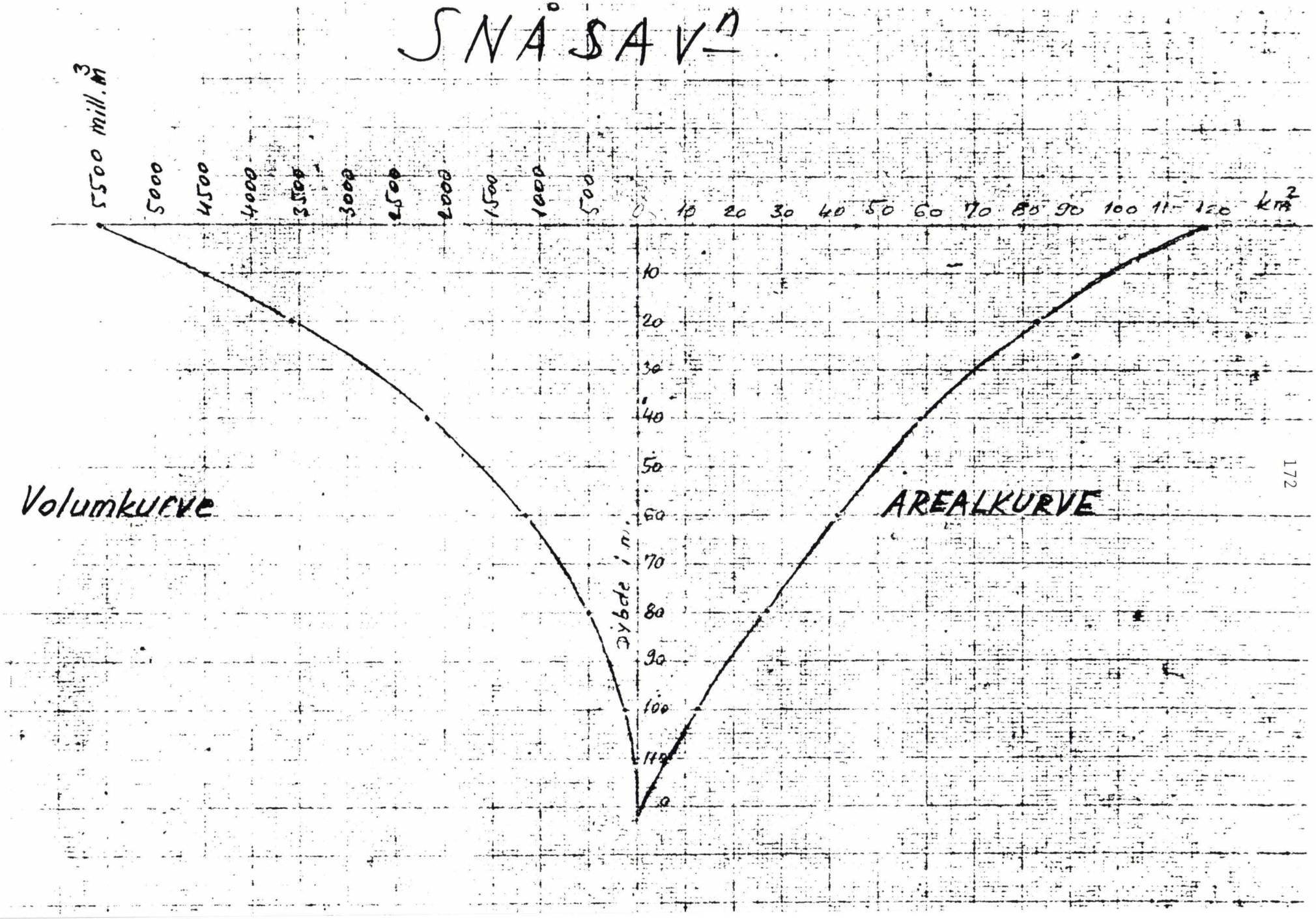
Til volumkurven lages også en liste av volumenheter. Er man interessert i volumenheter mellom f.eks. 0 og 20 m, 20 og 40 m osv, kan man få disse enhetene fra arealkurven ved at man på midtlinjens og kurvens skjærepunkt avleser km^2–ens verdi. Den multipliseres med dybden av vannsjiktet(i vårt tilfelle 20 m). F.eks. for 0 – 20 sjiktet fåes 98 x 20=1960 dvs. 1960 $mill.m^3$. Videre mellom 20 og 40 m dyp tar man linjen på 30 m, som har skjæringspunktet på kurven på 70 km^2. Altså 70 x 20=1400 ($mill.m^3$).



Så lages listen.

0 – 20	m (på 10 m linje) =	1960 mill.m³	0 m	5550 mill.m³	
20 – 40	m (på 30 m linje) =	1400 "	20 m	3500	"
40 – 60	m (på 50 m linje) =	1010 "	40 m	2190	"
60 – 80	m (på 70 m linje) =	680 "	60 m	1180	"
80 – 100	m (på 90 m linje) =	370 "	80 m	500	"
100– 120	m (på 110m linje) =	130 "	100 m	130	"

Oppsettingen skjer til venstre fra dybde-linjen og begynner nedenfra og oppover slik at summene legges sammen igjen.


SNÅSAVD
5500 mill. m³
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
km²
djupet i m.
Volumkurve
AREALKURVE

Om Vassdragsnivellement.

Som vi merket på forangående sider er høyde over havet, og høydereferanser i det hele tatt en viktig del av kart og terreng. Ja rett og slett grunnpillaren.

Fallforholdene i et vassdrag kan presenteres på en nivellements-plansje. Vannflater og deres variasjon (vannstand) relateres til disse høydemålingene og deres "faste representanter" i terrenget: Fastmerkene.

Selve den alminnelige nivellerings-teknikken vil jeg ikke berøre her. De fleste av oss kjenner dette fra før, eller kan lett få tak i annen litteratur. Likevel er det viktig å nevne en del ting som er spesifikt for vassdragsnivellement.

Formålet ved vassdragsnivellement er å føre nivellement langs vassdraget og påføre h.o.h på vertikalt karakteristiske punkter. Dette kan skje ved direkte sidesikt på disse punktene under nivellements-draget, eller med ekstra oppstillinger.

Utstyret:

Man har et minimumskrav når det gjelder nøyaktighet. Det må anvendes bare presisjons-stenger, (ikke sammenleggbare) 3 m stenger, med 1/2 mm avlesning og med dobbel skala. Disse stengene bør kontrolleres (compareres) hver gang før sesong-start med mikroskop, normalmeter med nonius avlesning. Disse stengene er utstyrt med "invarbånd " og skulle holde mål ved temperatursvingninger, men det minste mikroskopiske avvik kan samle seg opp ved et lengre niv.-drag. Til slutt kan man utjevne resultatet med disse kjente avvikene. Nedenfor gjengis et protokoll-skjema som viser en undersøkelse av et stangpar (neste side). Det er en selvfølge at man anvender solide fotplater. Det brukes idag nesten bare automatisk niv.kikkert (med pendel). Målingene blir ikke bare raskere, men gir nøyaktigere resultat.

Normen:

Nøyaktighetskrav ved vassdragsnivellement skal være:

$$15 \sqrt{S} \text{ mm} \quad \text{hvor S=km}$$

Man skal avlese hver gang (ved hvert sikt) på begge skalaer og på begge stenger. Ved å avlese på stangens begge skalaer, får vi ikke bare en kontrollmulighet hvis feil oppstår, men det gir oss også en fordoblet måling og større nøyaktighet.

Fremgangsmåten:

Det nivelleres fra et kjent FM. fremover til et nytt FM. Tilslutt nivelleres det tilbake for kontrollens skyld. Målingen fremover kalles frem- eller helst lengde-nivellement og målingen tilbake kontroll-nivellement. Avstand mellom niveller stang og kikkert bør ikke være for stor ellers går det ut over nøyaktigheten (25 - 30 m og maks. 50 m). Omtrent hver gang en side i niveller boken blir full trenger man et kontrollmerke KM. Dennes avstand varierer etter terrengets hellning (ca 500 - 1000 m). Da er det best å finne en landfast stentopp med karakteristisk spiss og den bør merkes enten med maling eller med fettkritt og nummereres. Disse kontrollmerkene trenger vi ikke lenger enn til lengde- og kontrollnivellementet er fullført. Der hvor en vei går ved siden av vassdraget, måler man på veien, men holder øye med fallforholdene hele tiden. Ligger ikke veien for høyt i forhold til vannkanten, kan det ene sikt tas direkte fra eksisterende stasjonspunkt, men husk å flytte stasjonspunktet etterpå og fullfør kontrollen med det samme. Fotplatene må ikke røres før alt dette er avklart. Det slås ned en FM-bolt gjennomsnittlig for hver 3.km. Dette kan variere litt pga. terrengforholdene eller fallforholdene i vassdraget. Uansett avstand merkes større foss med FM-bolt både ved foten og toppen av fossen.

2.11.1978 Kern strang nr. 158885

Avlest fram : Jozsef Santha
-"- tilbake : Kåre H. Berg

Avlesn. streker	Temp. °C	V del	H del	Strekenes middelbel. V deler	H deler	Avstanden mel. midten av strekene	Merknad
1,0	23,0°	+3,2 ÷1,8	÷3,2 +1,7	+1,4	÷1,5	÷0.1	÷0,020
10		+1.4 ÷3.7	÷1.4 +3.6	÷2,3	+2.2	÷0.1	÷0,005
15		+0.1 ÷4.9	÷0.2 +4.8	÷4.8	+4.6	÷0.2	÷0,020
20		+3.0 ÷2.0	÷3.1 +1.9	+1.0	÷1.2	÷0.2	÷0,010
25		+1.8 ÷2.2	÷2.0 +3.0	÷1.4	+1.0	÷0.4	÷0,035
30		+2.2 ÷2.2	÷2.8 +2.2	÷0.6	÷0,6	(÷1.2)	÷0,040
39.8		+2.9 ÷2.1	÷2.9 +2.0	+0.8	÷0.9	÷0.1	÷0,015
							÷0,145 : 7 = ÷0,021
39.8		+2,9 ÷2,1	÷3,0 +2,0	+0,8	÷1,0	÷0,2	
30		+3,5 ÷2,3	÷3,9 +1,0	+1,2	÷2,9	(÷1,7)	+2,8 ÷2,1 ÷3,0 +2,0 +0.7 ÷1,0 ÷0,
25		+2,7 ÷2,2	÷3,0 +2,0	+0,5	÷0,8	÷0,3	+2,0 ÷2,9 ÷2,3 +2,7 ÷0,9 +0,4 ÷0,
20		+2,0 ÷3,0	÷2,0 +3,0	÷1,0	+1,0	0,0	
15		+1,8 ÷3,1	÷1,9 +3,0	÷1,3	+1,1	÷0,2	
10		+3,0 ÷4,9	÷3,0 +1,9	+1,1	÷1,1	0,0	
1.0		+1,5 ÷3,8	÷1,5 +3,5	÷2,3	+2,0	÷0,3	
119,1	23,0°	+2.0 ÷3.0	÷2.1 +2.3	÷1.0	+0.7	÷0.3	÷0,040
110		+1.1 ÷3.9	÷1.9 +3.0	÷2.8	+1.1	÷1.7	÷0,070
105		+2.9 ÷2.1	÷3.2 +1.8	+0.8	÷1.4	÷0.6	÷0,050
100		+3.1 ÷1.9	÷3.6 +1.2	+1.2	÷1.4	÷0.2	÷0,025
95		+3.0 ÷1.9	÷3.0 +1.9	+1.1	÷1.1	0.0	÷0,005
90		+3.5 ÷1.5	÷3.0 +1.9	+2.0	÷1.1	(+0.9)	0,000
80.2		+3.2 ÷1.7	÷3.3 +1.5	+1.5	÷1.8	÷0.3	÷0,015
							÷0,205 : 7 = ÷0,029
80.2		+1,0 ÷4,0	÷1,0 +4,0	÷3,0	+3,0	0,0	
90		+4,0 ÷0,9	÷4,0 +0,9	+3,1	÷3,1	0,0	+2,0 ÷3,0 ÷2,0 +3,0 ÷1,0 +1,0 0,0
95		+1,1 ÷3,8	÷1,1 +3,9	÷2,7	+2,9	+0,1	
100		+1,8 ÷3,1	÷2,0 +3,0	÷1,3	÷1,0	÷0,3	
105		+1,8 ÷3,1	÷2,0 +2,9	÷1,3	+0,9	÷0,4	+0,9 ÷4,0 ÷1,4 +3,8 ÷3,1 +2,4 ÷0,7
110		+1,5 ÷3,6	÷2,0 +3,0	÷2,1	+1,0	÷1,1	+1,8 ÷3,1 ÷2,0 +2,9 ÷1,3 +0,9 ÷0,4
119,1		+1,0 ÷4,0	÷1,3 +3,8	÷3,0	+2.5	÷0,5	

Middel av de 2 obs. delt med 10 (dvs. flytte kommaen) Tilslutt midd. av alt

Middel av begg skala korreksjon tei

n/m = ÷0,025
n/t = ÷0,021
n = ÷0,004

Protokoll-skjema som viser undersøkelsen av en stangpar.

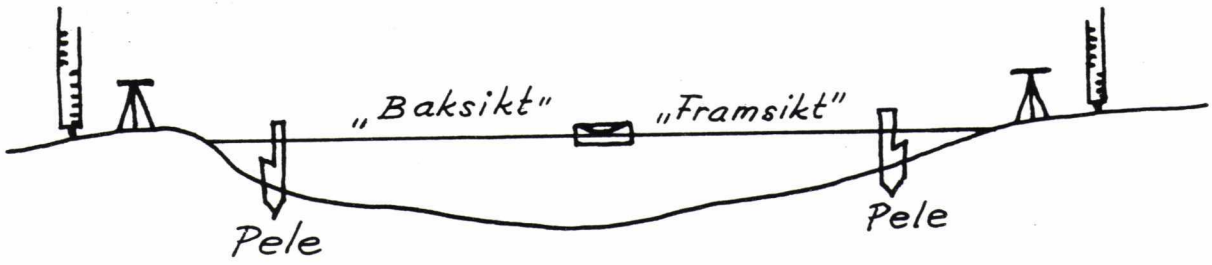
SESING.

Overføring av høyden over et vann.

Det forekommer ikke så sjelden, og særlig i Norge, at det under nivellementsarbeid kommer en innsjø i veien. Å gå rundt sjøen med måling kan ofte være en umulig oppgave, eller i alle fall meget tidkrevende. Når avstanden over sjøen er større enn at det er forsvarlig å sikte over, eller dette er umulig, benytter man seg av sjøens vannflate som "water". Det er ikke bare vannstandsvariasjoner som må tas hensyn til, men sjøens andre dynamiske egenskaper forlanger nøye observasjoner i begge ender.

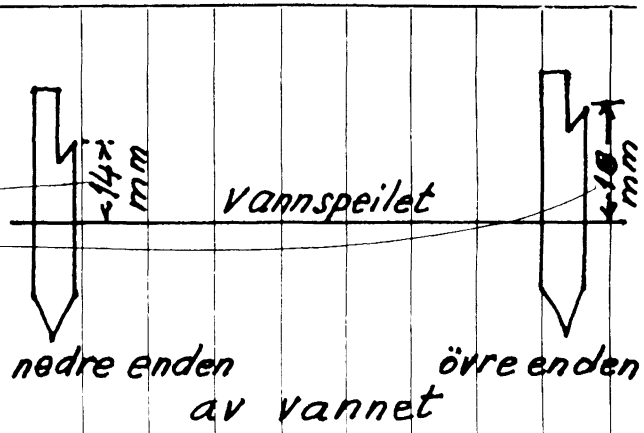
I slike tilfeller utpeker man enten en fast stentopp, eller man slår ned påler. Disse kan være over eller under vannet. En må opprette observasjoner på begge sider av sjøen og avlese vannstanden samtidig i forhold til disse merkene. (Sten eller påle). F.eks. avleses vst. hver kvart time i 2 timer e.l. middelverdi av denne observasjon som skal benyttes.

SKJEMATISK BILDE AV "SESING"



Vassdrag: Overföring av höyden over et vann (Sesing) | Datum:

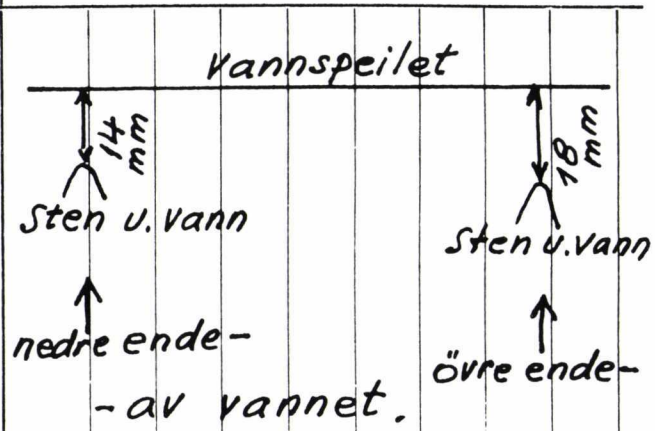
	Punkt nr.	Baksikt Skala I	Baksikt Skala II	Baksikt dist. m.	Fremsikt Skala I	Fremsikt Skala II	Fremsikt dist. m.	Avstand fra utløpet km.	Høyde over havet m.	Skisse og anmerkninger
1. oppstill.	FM1	4482	1557	50				2,159		
	Hakk på påle				5820	2895	40	2,249		
Skrives av obs.	Til vst.	(fordobles p.g.a. pres. stang)			0028	0028				
— " —	Fra vst	0036	0036	←(fordobles)				5,249		
2. oppstill.	Hakk på påle	4268	1343	26						
	FM2				3200	0275	20	5,295		



Sten eller påle over vann.

Vassdrag: Overföring av höyden over et vann (Sesing) | Datum:

Punkt nr.	Baksikt			Fremsikt			Avstand fra utløpet km.	Høyde over havet m.	Skisse og anmerkninger
	Skala I	Skala II	dist. m.	Skala I	Skala II	dist. m.			
FM1	4482	1557	20				2,020		
Sten u. vann				5820	2895	10	2,050		
Til vst.	0028	0028							
Fra vst				0036	0036				
Sten u. vann	4268	1343	26						
FM2				3200	0275	20	5,096		



Sten eller påle under vann

EKSEMPEL PÅ PROTOKOLLFØRSEL ETTER ENDT VASSDR:NIVELLEMENT.

Nivellert av: F. M. Santha År: 1978 Kontrollregnet av: Kåre H. Berg

Kontrollregning		Anmerkning
Baksikt	Fremsikt	
		86,932 86,931 86,964 86,914 347,741 : 8 = 43,467 Ingen stangkorreksjon, kontroll på stengene ga 0,001 pr. stangpar.
		11,946 11,946 11,943 11,943 47,778 : 8 = 5,972
		Med sesing over Borsø 1,785 1,785 3,570 : 4 = 0,893
		Med sesing over Borsø 1,978 1,978 3,956 : 4 = 0,989

Nivellement av: Åmdalselvi

F.M.-F.M.	Nivellement	Nivellert høydeforskjell (halve meter)	F.M.-F.M.	Midlere høydeforskjell (meter)	Høyde over havet	
					F.M.	meter
	Skala I	53,727		FM	7 =	615,039
	Kontroll	140,659				
		÷86,932				
	Skala II	255,177				
		342,108				
FM 7		÷86,931	FM 7			
–			–	+43,467	12	658,506
FM 12	Skala I	145,578	FM 12			
		58,614				
	Lengde	+86,964				
	Skala II	352,953				
		266,039				
		+86,914				
	Skala I.	14,934				
		2,988				
	Kontroll	+11,946				
	Skala II	32,709				
		20,763				
NGO		+11,946	NGO			
–			–	÷ 5,972	13	----------
FM 13	Skala I	3,645	FM 13			
		15,588				
	Lengde	÷11,943				
	Skala II	21,420				
		33,363				
		÷11,943				
	Skala I	5,938				
FM 13		7,723				
	Lengde	÷1,785	FM 13			
–	Skala II	17,788	–	÷0,893	14	----------
FM 14		19,573	FM 14			
		÷1,785				
	Skala I	6,183				
FM 14		8,161	FM 14			
	Lengde	÷1,978	–	÷0,989	KM 1.	----------
–	Skala II	18,033	KM 1			
KM 1		20,011				
		÷1,978				

SAMISKE TERRENGBETEGNELSER

ábmir (uf.) berghammer, avlang haug
áddjo j glenne, slette)i løvskog, med gressvekst)
ái'di id gjerde
ája , áddjag- 1)oppkomme, kilde 2)bekk, liten elv
alás - z- høyde, det høyeste av noe
ál'da id offersted
ál'li (uf.) heller, berghammer som gir ly
áp'paras z,z zz dyp kul-, meget dypt sted i vannet
áppi b det åpne hav (brukes også i bet.:"stor myr")
áv'zi vz trang dyp elvedal med svært bratte sider, skar
áv'zo vz dyp dal, bevokst med tett skog og uframkommelig
baddji[1] j "opp", substantivisk, hvor talen er om en elv, bekk eller om terreng: gås læ baddji, ja gås læ vuolli? "hvor er opp, og hvor er ned?" Som førsteledd: baddje- "øvre, over"
baddji[2] j (kort) avstand, lengde (som midterste ledd i 3-ledds stedsnavn: - baj-)
bái'ki ik sted, tilholdsted, bebodd sted, hjem
bák'ti vt berg, klippe, flåg
bálgis, bál'gá- sti
bár'si rs framstikkende kolle ved enden av et fjell, eller i en fjellside, knaus
bar'ta rt årestue, hytte
baskos, bas'kus- innsnevring
bassi s hellig sted, helligdom (som adj.: hellig)
batta ð 1) bak, bakende på menneske eller dyr 2)innerste del av noe (f.eks. fjord, bukt, dal)
bávtás -z- (deminutiv av bák'ti) lite berg, flåg, liten klippe
bes'ku sk sterk tilbakestrøm i elv
bieddjo j hi, dyrehule
biev'la vl barmark, barflekk
boaððo ð båe, skjær
boat'ka tk avsmalning, innsnevring

buđis, buoođás- den mindre gren av et elveløp som på en kortere strekning er delt i to

buođ'ga đg 1)glenne, åpning i skog 2) svange på dyr

boazo-aídi (reingjerde)

buol'da ld bakke, skogli

buollán -nn- sted hvor skog eller lavmark en gang har brent

buol'za lz ra, bratt morenerygg, tørr grushøyde

bæl'do ld åker

bæn'gir (uf.) grunt sted i elv med kort, sterkt fall, undervannsterrasse

bæn'ká nk marbakke

bæs'ki sk 1) fjellklubb (ved kysten, gjerne forbundet med fastlandet med et smalt eid) 2) smal passasje over et fjell

bådosvárri r isolert fjell, fjell på en slette

bákki g pass, passasje, innsnevring

bál'dni ln liten rund haug

bál'lo ll rund senkning i terrenget: fjordpoll

bárra r hule (i ur, særlig som oppbevaringssted for kjøtt)

bárri r fjell med jevne skråninger til to sider

bár'si rs kjelfoss (foss omgitt av bratte fjellvegger på tre sider)

bát'to tt isolert kratt, liten skogdunge, skogholt

báv'dna vn tue

cacca z vannskjell, smalt eid mellom to innsjøer, tørr landstripe mellom to myrer

coagan -nn- grunne

coagis, coakkás- grunne(som adj.: grunn)

cæk'ki kk 1)hakk, skår 2) bakkekneik, terasse

cacca z vannskjell, passovergang mellom to fjell

cázádat kk g vassdrag

ciel'gi lg rygg, høyderygg

ciev'ra vr (grov) grus, banke av småstein

coaf'fi ff rund haug

coaf'fil (uf.) hump, liten haug, vanligvis med reinlav på

coal'bmi lm sund

coal'ta lt høyde, rundaktig haug eller topp

coar'da rd jordbru, strekning hvor en elv løper under jorden

cuol'bma lm 1) knute 2)sted hvor elvene renner i forskjellig retning uten tydelig vannskjell

cæbet -h- 1)hals 2)halsliknende framspring på fjell

cærro r temmelig flat, gjerne vidstrakt, høytliggende høyfjellstrekning med lite vegetasjon, på lange stykker bare grus og stein

cåbma m langstrakt forhøyning, rabb, langstrakt ås

cåk'ka kk topp, fjelltopp

cål'pi lp liten rund haug i høyt terreng

cårro r langstrakt haug, lang rabb

dabbal, dab'bal- kort stille strekning i elv mellom to stryk, dyp større kulp (også i et stryk inne ved stranda) med bakevje

dállo l gård

dar'da rd ytterste kant ovenfor et flåg eller en bratt bakke

dar'di rd avsats i bakke eller (særlig) i elvemel eller bratt innsjøbredd

dievvá v (rundaktig) haug

duk'ta vt tomt, tuft

duoddar, duod'dar- høyfjell, snaufjell, fjellvidde

duokki g det som er bak noe

doul'badas ss s flate, slette

duol'ban -n- slette

duolbás -z- (liten) slette

duovda duov'dag- egn, trakt, (fjellsamers) flyttestrøk

dædno n stor elv, flod

dær'bmi rbm bakke (spes. ned til elv eller vann)

dærgádat kk g forhøyning utafor stranda, som ligger tørr når det er fjære

fáv'li vl vannet utpå, dypet: djupålen i elv, partiet omkring midtlinjen i en fjord

fiel'bma lm stilleflytende, jevndyp mindre elv, lon, kjos

fiel'ti lt = viel'ti

fierran -m- sandbanke

fier'vá rv fjære

gaccohat kk g fossefall

gád'di dd strand, bredd, landjorden

gái'sá is tind, høyt spisst fjell

gái'si is = gái'sá

gála, gállam- (gállag-) vadested

gál'do (uf.) oppkomme, kilde, sted hvor man henter vann, vasshull

gál'li ll stor stein, klippe, steinblokk

gár'di rd gjerde, reingjerde, inngjerdet jordstykke, hage

gárgo, gár'gu- ør, øyr (av småstein eller grus)

gár'go rg = gárgo

gas'ka sk mellomrom (f.eks. mellom to fjell)

gáv'put -g- by

gávva v sving, krok

geinudat kk g strøk hvor ferdsel foregår uten at der er egentlig vei

gieddádat kk g treløs gress-slette ute i marka

gied'di dd eng, voll

gielas, giellas- lang flat ås

giera, gierrag- 1)topp, det øverste av noe 2) elveutspring (ikke fra innsjø)

gieva, gievag- søkkemyr

giez'zi zz kort elv mellom to innsjøer

gil'ga lg side

gilli l tettsted, grend

gin'ski nsk nes som stikker ut i sjøen og ender i et bratt berg

goabma m utoverhengende kant (av jord, berg, stein, snø etc.)

goadnil (uf.) stille strømfritt sted i elv ved bredden eller ved en stein, bakevje

goadnjil (uf.) =goadnil

goar'vi rv 1) utoverhengende hvelvet kant (av jord, berg, snø etc.) større og bredere enn goabma: kleiv 2)= guor'vil

goatti o gamme, telt (av samisk type)

goav'di vd 1)heller, åpning under noe 2) framspringende tak, tak på stolper uten vegger

guddji j åpning, passasje, særlig mellom to gjerder: veiåpning i skog

guoi'ka ik stryk i elv

guolba, guol'ban- mo

guor'go rg rev, revle, ør som sjøen flør over

guorro r dam eller elv som ligger tørr om sommeren

guor'vill (uf.) sted i elvestryk hvor vannet fosser over stein, fall (ikke loddrett)

guot'ko tk landstrimmel eller smalt stykke tørt land mellom to innsjøer eller to myrer

guov'da vd vannpytt inne i skogen, hvor det vokser sennagress rundt

guov'lo vl trakt, egn, strøk

gurra r 1)skar, kløft 2)skår, hakk

gur'so rs dypt, stygt skar: dyp nedskjæring (f.eks. i en elvemel) med svært bratte sider

gæcci z ende, spiss

gæo'gi og stein

gæi'dno in vei

gæssesaddji j seter

gævnis, gæv'gná- stor foss, stort fossestryk

gåbadat kk g rundaktig senkning i terrenget

gåbástat kk g liten sekning mellom små hauger

gåivuhat kk g 1) sted hvor noen har gravd 2) grøft

gåppi b hulning, fordypning, søkk

gåp'pi pp rundaktig vik, bukt

går'gnehat kk g oppstigningssted (f.eks. for vintervei fra is innpå land)

går'nehat kk g =går'nehat

går'sa rs kløft, dal

går'zi rz fossefall, foss med loddrett fall

hábman (uf.) havn

hár'ji rj 1)manke, faks 2)børste 3) møne 4)ås, åsrygg

háv'dna vn = hábman

hen'ge ng fjellskrent som henger utover

hen'gu ng =hen'ge

hoallo l grop mellom store steiner

hoan'ka nk 1) tverrbratt eller utoverhengende bergvegg, bratt bergside, flåg 2) bestanddel av reinmerke: kutt på baksiden av øret

hui'to it smal myr som stikker seg inn i skogen: liten elvegren som igjen forener seg med hovedløpet: lang, smal bukt av sjøen

hæl'lo ll steinhelle

hængo, hen'gu- fjellskrent som henger utover

it'ko tk sted hvor solen ikke når hen, skyggeside, nordside

jal'ga lg slette

jal'gadas ss s slette

jalgás -z- slette

jal'vi lv kort stille strekning mellom to fosser eller større stryk

jarin -m- liten utvidelse av elv, mindre enn luobbal

jassa s snøskavl, snødrive, hardt sammenpakket snø

jávrádat kk g strandsjø som fylles med vann ved flo sjø: liten bukt av

innsjø, skilt fra denne ved en kort fiel'bma

jáv'ri vr innsjø, vatn

jiegna n is

jiek'ki kk jøkel, isbre

jug'gi gg fordypning i terrenget

junis, jurnás- =njunis

juovva v ur

jæg'gi gg myr

jågas -z- bekk

jåkka g elv

jår'bmi rbm kulp, åpent myrhull

jårri r reingjerde, mindre enn går'di

jår'ri (uf.) bakevje

jåttulat kk g (fjellsamers) flyttestrøk, flytteområde

klub'bo bb klubb (som terrengsbetegnelse)

láddo, lád'du- dam, tjern

lád'do dd =láddo

lad'ni (uf.) festning

ladnja nj 1)åpning under noe eller mellom noe 2) rom, værelse
3) lem, benk, flate i en fjellside

lái'dun -m- havnegang, beitemark

lákke g høyfjellsslette, stor flat dalsenkning på høyfjellet

lásis, lás'sá- svaberg, skjær

lieppa, liep'pag- råk i isen på innsjø: gjørmehull på myr

lig'ga gg liten bakke

lub'bo bb = klub'bo

luobbal, luob'bal- innsjøliknende utvidelse av en elv, liten innsjø som det går en elv gjennom

luok'ká kk bakke, li

luok'ta vt vik, bukt

luovusvárri r fjell som ligger isolert, "lausfjell"

lup'po pp kleiv

læoddeð = slæooo

lækki g dal

læk'sá VS = læk'si

læk'si VS stor, bløt, til dels gressbevokst myr (gjerne også med dvergbjørk-
kratt)

læn'si ma myrlendt høyfjellsslette med store steiner og dvergbjørk;
kupert lavlende, steinet og tuet

låk'ta vt 1) loft 2) avsats,lem,flat terrasse i fjellsiden

maðði o med (siktemerke, landmerke)

máoii (uf.) vei

maras,marras- vidstrakt forhøyning (midre fjell, ås, større haug)
i terrenget, bevokst med glissen bjørkeskog

már'kan (uf.) tettsted, kirkested

miek'ta vt tue

miel'li ll elvemel

moal'ki lk krok, sving

muot'ki tk eid

muv'ra vr 1) mur 2) varde

mæs'ci cc utmark, villmark, ødemark, ørken

mærra r hav, sjø

måk'ki kk 1) krok,sving, bukt, vik 2) ærend

mås'ki sk sted hvor det er uframkommelig, en dal som er lukket i botn

ñáakos, mås'kus- lukket dal

nannán -m- fastland

nib'ba bb spiss fjellknatt; liten pinne

nii'to it naturlig eng, utslått

nis'ki sk 1)nakke 2) den del av elva som er umiddelbart overnfor en foss
eller et stryk

njái'ka ik = njái'ko

njái'ko ik uregelmessig utstående snipp av noe

njál'bmi lm 1) munn 2) munning, åpning

njár'ga rg nes, odde, halvøy

njákahat kk g rydning

njavvi v mindre stryk i elv

njira, njirram- = njirran

njirran -m- skrdfar, sted hvor det har gått jord- eller steinskred

njis'ka sk = njái'ko

njoaido,njåi'du- skråning

njoai'do id = njoaido

njoas'ki sk dalsenkning over en fjellrygg

njunis,njunnás-laver utløper fra et fjell, framstikkende fjellfot

njunni n 1) nese, snute 2) framende, spiss 3) bergnase 4) tut 5) nebb

njuorra r grunne, banke

njærán, njærrám- grunt stryk hvor elva er bred

njærri r =njærán

njæs'si ss vått eller vansykt terreng

noal'ta lt liten haug

nuorri r sund

nur'ki rk nov, hushjørne, utstikker på et fjell, fjellnov

oaddji j bekk

oai'vi iv 1)hode 2) avrundet fjell) fjelltopp.

oaivos, åi'vus- en elvs utløp fra en innsjø

oal'gi lg skulder, aksel; mindre fjell som henger sammen med et større

oalli l djupål

oar'da rd =år'da

råma m skogbevokst fjellside, skog-li

ráddjá j = ráddji

ráddji j grense

rái'gi ig hull, åpning, dalføre

rák'to vt steinhelle, skiferhelle

rám'sko msk svært ujevnt terreng med humper og fordypninger

ráp'pát ,pl. ulendt, steinet terreng

rás'sa ss høyfjellsstrenkning uten vegetasjon, dekket av små, flate stein eller ut

rav'da vd kant, bredd

rav'dna vn liten haug

ráv'dnji vnj strøm

rid'do dd kyst

riep'pi pp vanskelig tilgjengelig dal med utvidet nisjeformet dalbotn, eller selve botnen

rii'da id =rii'di

rii'di id li gressli

rii'ka ik -rike, land

riv'dnji vnj strøm -som skifter med flo og fjære

roavvi v sted hvor det har vært skogbrann ; langt, ikke særlig høyt skogkledd fjell

ruotto ð risgjerde, skigard.

riovdás -z- smalt sted i elv eller elvedal mellom -bratt fjell-
vegger eller store flate steiner

ruovtut -h- bakevje

ruv'za vz haug som er smal oppnå, snal berggrygg

ruz'zo zz dypt og trangt fjellskar , kløft

ræk'ca vc stor flat fjære med leirbotn, utleire

ræs'si ss = ræk'cá

råcci z trandt dalføre, innsnevring (av elv eller dal)

råg'gi gg grop, fordypning

råtto o krattskog

råvvi v bru

saddji j sted , plass rom

sáddo, sád'du- sand, sandbanke

sáo'gi og flat mo, flat gressmark, til dels med vidje

sái'va iv 1)liten innsjø utenn (større) tilløp 2) ferskvann

sál'ti lt 1)salt 2) saltvann, sjø

šát'ko tk båtstø

savo, savvun- rett, stilleflytende stykke i større elv

siei'di id offerstein, stein som har vært gjenstand for religiøs dyrkelse

sii'da id 1)"reinby", samarbeidende gruppe av reindriftssamer
2) boplass, hjem

siskinvaooa o treløs slette, helt omgitt av skog

skádná n 1) skarp liten topp eller forhøyning 2) rur (Balanus)

skái'di id landet mellom to elver som løper sammen

skic'ci cc noe som stikker fram, smal spiss som stikker ut

skin'ski nsk =gin'ski

skoap'pa pp 1)borskuff 2) liten treløs slette i skogen, forbundet
med en større; forlengelse av en myr inn i skogen; liten bukt i
innsjå eller større elv

skoarro r fjellkløft,trang fordypning med lave berg på begge sider;
langstrakt grop

skui'ta it =skoap'pa 2)

skui'to it åpning, gate i skog (etter hugst)!forlengelse (på en
enkelt kant(av innsjø, myr slette etc.; smal elvebukt

skur'ci rc smalt sted i elv med høye og bratte bredder; kløft med
bratte sider

skur'corc =skur'ci

skuv'gi (uf.) ujevnt, sandet landskap ved elvemunning

skåp'pi pp avrundet utløper av noe, avrundet fordypning inn i noe; vidstrakt fordypning i terrenget

smil'ci lc stykke av vintervei (oftest langsmed en bakke) hvor det er helling, så slede el.l. vil slingre, eller kan gli ut

snii'pa ip fjell med spiss topp og tverrbratte sider

spál'go lg smalt mellomrom mellom to steiner, trang sprekk i stein

spái'to it (hugget eller naturlig) åpning gjennom skog

stáf'fo ff =sát'ko

stáp'po smal kjeile ved sjøen

stii'ka ik høy, bratt fjellvegg

strá'vi vv =ráv'dnji

stæl'li ll avsats, lem i fjellsiden

sud'di dd råk, hull i isen

suoddahat kk g =njáskahat

suodnjo nj blautmyr hvor det vokser starrgress

suikkadas ss s skogtykning, tett kratt

suokkan (uf.) sogn

suolo,sul'lu- øy, holme

suoppa, suop'pag- overgangssted, vadested, fergested

suoppás -z- sted hvor man kan slippe over eller forbi noe, passasje

suor'gi rg forgrening, hver av de to armer på en gaffelgren; hver enkelt av de mindre elver eller daler som -forgrener seg og danner en større elv eller dal;hvert enkelt av de elveløp som oppstår ved at en elv deler seg i to eller flere deler

suov'ka

suov'ka vk tett småskog

sæibos, sei'bus- lang,lav og svakt skrånende utløper av et fjelle eller en ås

sæl'gi lg rygg

såvdu (uf.) hengemyr

sal'di ld (eller uf.) bru

sal'ka lk hardtråkket snø

sloav'ka bærghammer som går utover og gir ly

slu'bo bb =klub'bo

slæðdo ð 1) stor,flat slette på høyfjellet 2)svaberg 3)grunt sted i elv (hvor bunnen er helt slett) som strekker seg lang utover

slætto ó svært stor myr, stor flat slette på høyfjellet, vidskrakt våtmark

uffir(uf.) storsteinet ur eler bakke ved sjøen

ui'to it liten kjos i en innsjø

ul'leráddji j flomål

urra r varde, riksrøys

vád'djá ddj liten dal, mer skar en dal

vaoa o åpen treløs slette, omgitt av skog

vág'gi gg dal, kort dalsenkning ved eler nær kysten (ikke elvedal)

vág'gi gg liten bukt ved sjøen

vákki g bukt, våg ; båtstø,havn

válla l val (sund som er fylt opp)

vál'lja llj bart sted, åpning i skogen

vár'do rd høyde med vid utsikt

várri r fjell

varrit -d- lavt skråberg ved sjøen, hvor man kan legge til med båt

viel'ti lt bakkeskråning, (fjell) side

viemar;viebmar- strandlinje, ra, grusrygg dannet av havet eller en elv

vir'di rd strøm

vujuhat kk g blautmyr, søkkemyr

vuobmi m skogland (i motsetning til det skogløse høyfjell, duoddar)

vuodna n fjord

vuoddo đ bunn, botn

vuog'go gg hule

vuolládat kk g lavereliggende terreng

vuomos, vubmus- lang og smal skogbevokst remse til fjells med elv ned fra fje

vuop'pi (uf.) kjos, lang og smal vik elv eller sjø

vuov'di vd skog

vuoz'zi zz våt blankis, speilblank is

væddji j mindre elv, bekk, dal med liten elv

ædno n = dædno

æna , ædnam- jord, land, mark

ær'ti rt bakkeside, skråning på bunnen av elv eller innsjø

åbmo m gjørmehull av større utstrekning en lieppa

år'da rd skoggrense

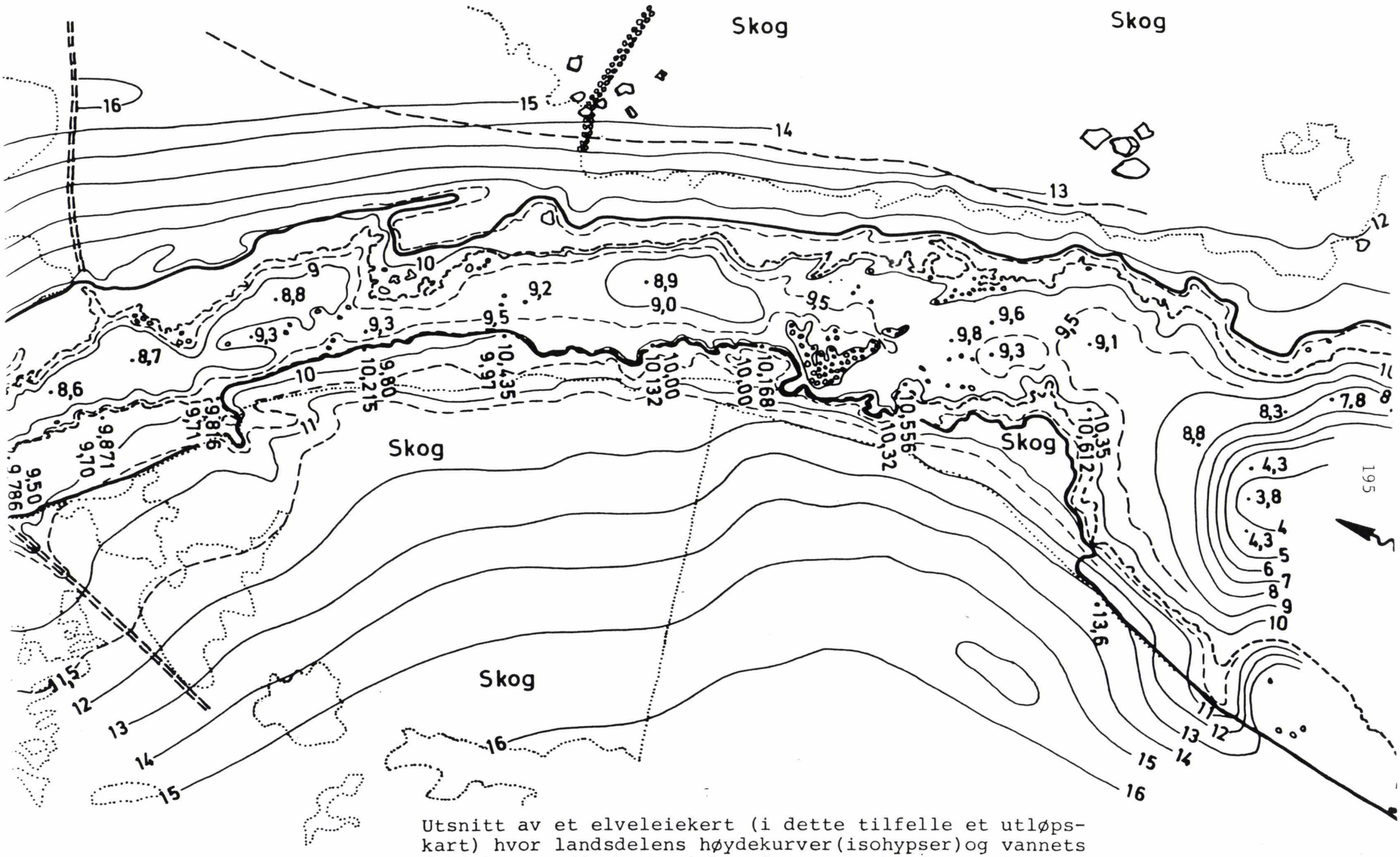
årrit -d- =varrit

åruhat kk g oppholdsted

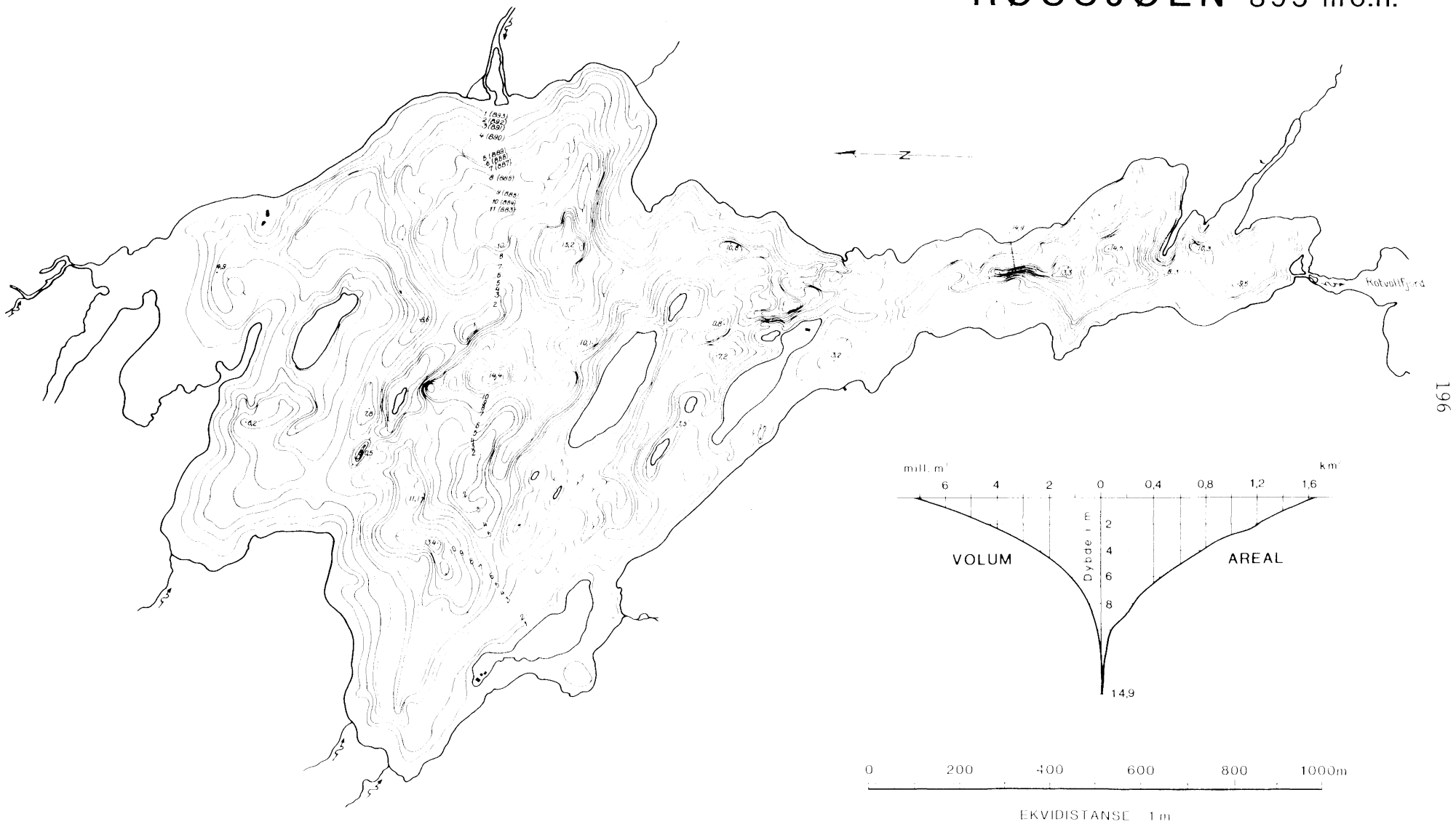
RETTNINGSORD

bajit	- øvre	stuora	- store
davit	- nordre	unna	- lille
gaskamus	- midtre	ucca	- lille
lulit	- søndre	vuolit	- nedre
giskit	- indre		
ålgot	- ytre		

Opptegnet bunntopografi basert på profiler fra side 56.



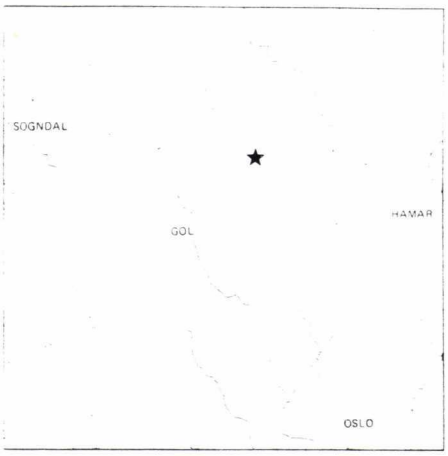
Utsnitt av et elveleiekert (i dette tilfelle et utløps-kart) hvor landsdelens høydekurver(isohypser)og vannets dybdekurver (isobather) har det samme høydegrunnlag og er i harmoni med hverandre. Målestokk 1:1000



EKSEMPEL PÅ DYBDEKART MED 1 m.kurver.

RØSSJØEN

895 m o.h.



VASSDRAGSNR.: 012.562
VASSDRAG: Dramselv (043)
ELV: Etna (054)
UTM-REFERANSE: 32VNN310746
FYLKE: Oppland
KOMMUNE: Etnedal og Nord-Aurdal
KARTSERIE M711: 1717 III

OPPLODDINGSDATA

OPPLODDET: 1977 av J. M. Santha, Vassdragsdirektoratet
METODE: Ekkograf
KVALITET: 5
ORIGINALKARTETS MÅLESTOKK: 1 : 5 000
KARTGRUNNLAG FOR STRANDLINJE: Økonomisk kartverk
HYDROMETRISK STASJON: -
HØYDESYSTEM: -
VANNSTAND VED OPPLODDING: Ca 894 m o.h.

INNSJØDATA

STØRSTE LENGDE:	2,7 km
STØRSTE BREDDE:	1,5 km
SJØAREAL (A):	1,7 km^2
AREAL AV ØYER:	0,07 km^2
VOLUM (V):	7,18 mill. m^3
MIDDELDYP (V/A):	4,4 m
STØRSTE MÅLTE DYP:	14,9 m
NEDBØRFELT TIL UTLØP:	- km^2
HØYESTE OBSERVERTE VANNSTAND:	- m o.h.
LAVESTE OBSERVERTE VANNSTAND:	- m o.h.
MIDLERE ÅRLIG AVLØP (Q):	- mill. m^3
MIDDELVANNFØRING:	- m^3/s
TEORETISK OPPHOLDSTID (V/Q):	- år

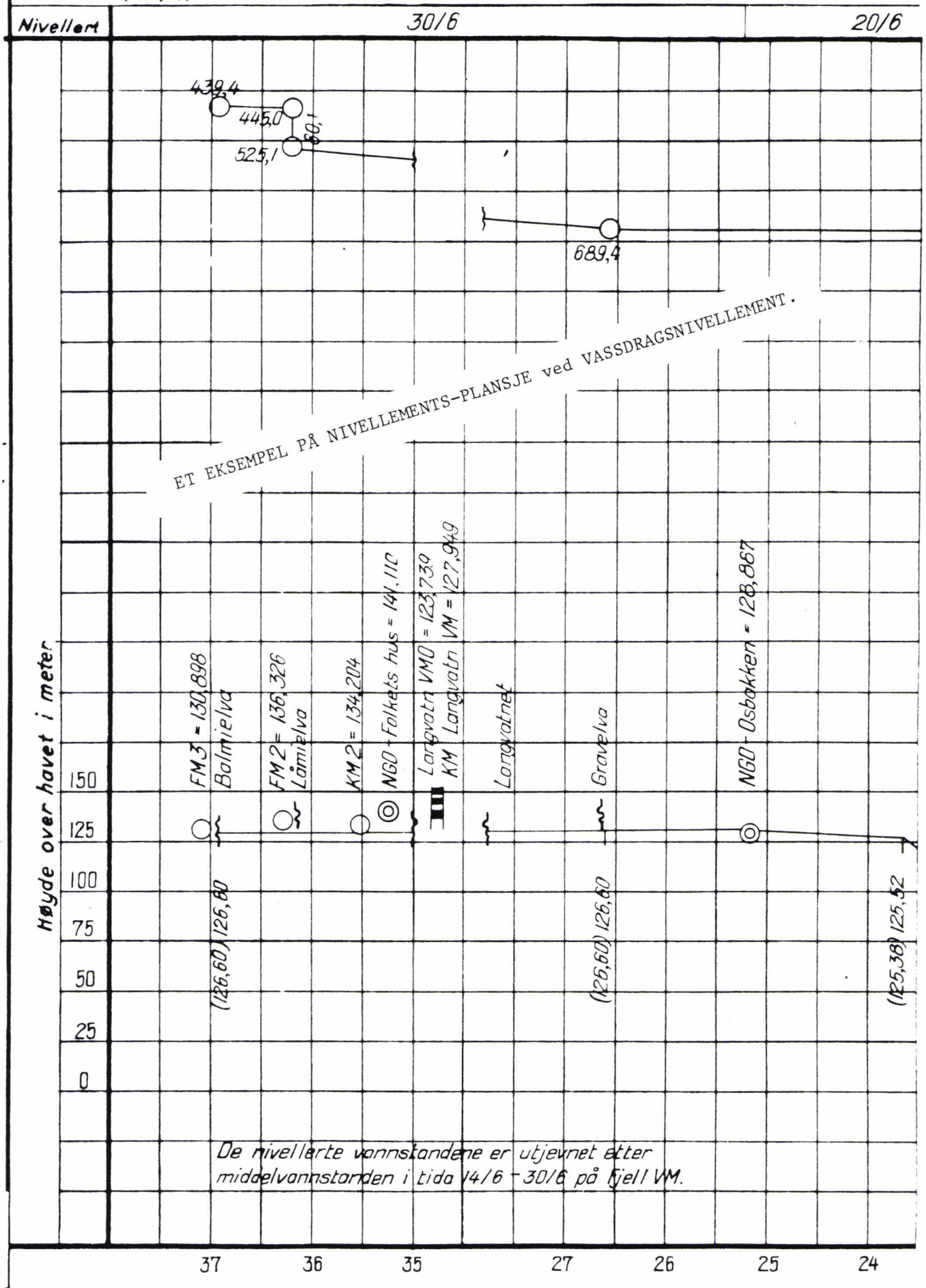
ANDRE OPPLYSNINGER:

ET EKSEMPEL PÅ INNSJØDATA:

Permanent vannmerke.

Provisorisk vannmerke.

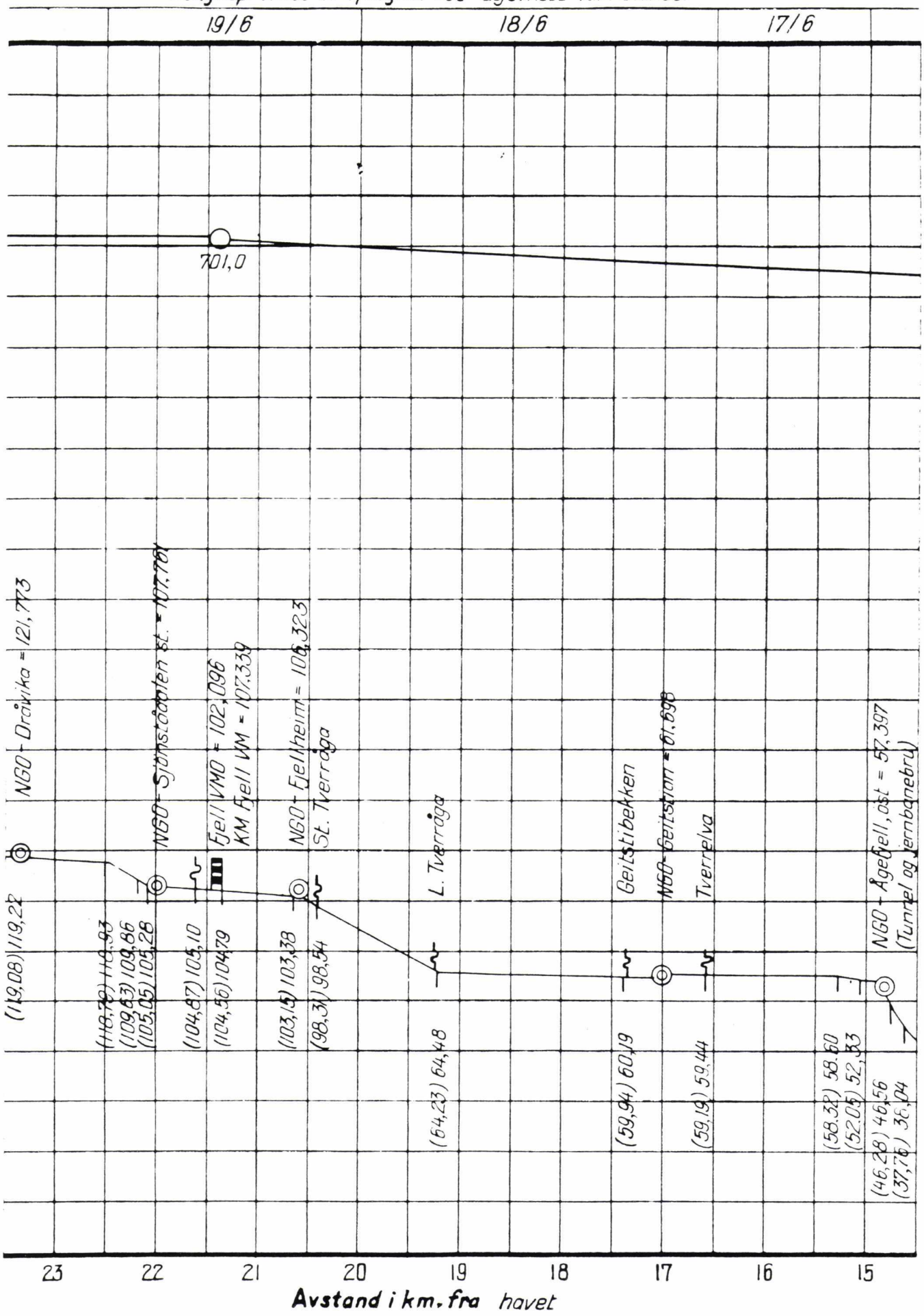
525,10 • Utjevnet vannstand.
(524,05) Nivellert vannstand.



ET EKSEMPEL PÅ NIVELLEMENTS-PLANSJE ved VASSDRAGSNIVELLEMENT.

De nivellerte vannstandene er utjevnet etter middelvannstanden i tida 14/6 - 30/6 på Kjell VM.

Lengdeprofilet er optegnet ved utjevnete vannstander

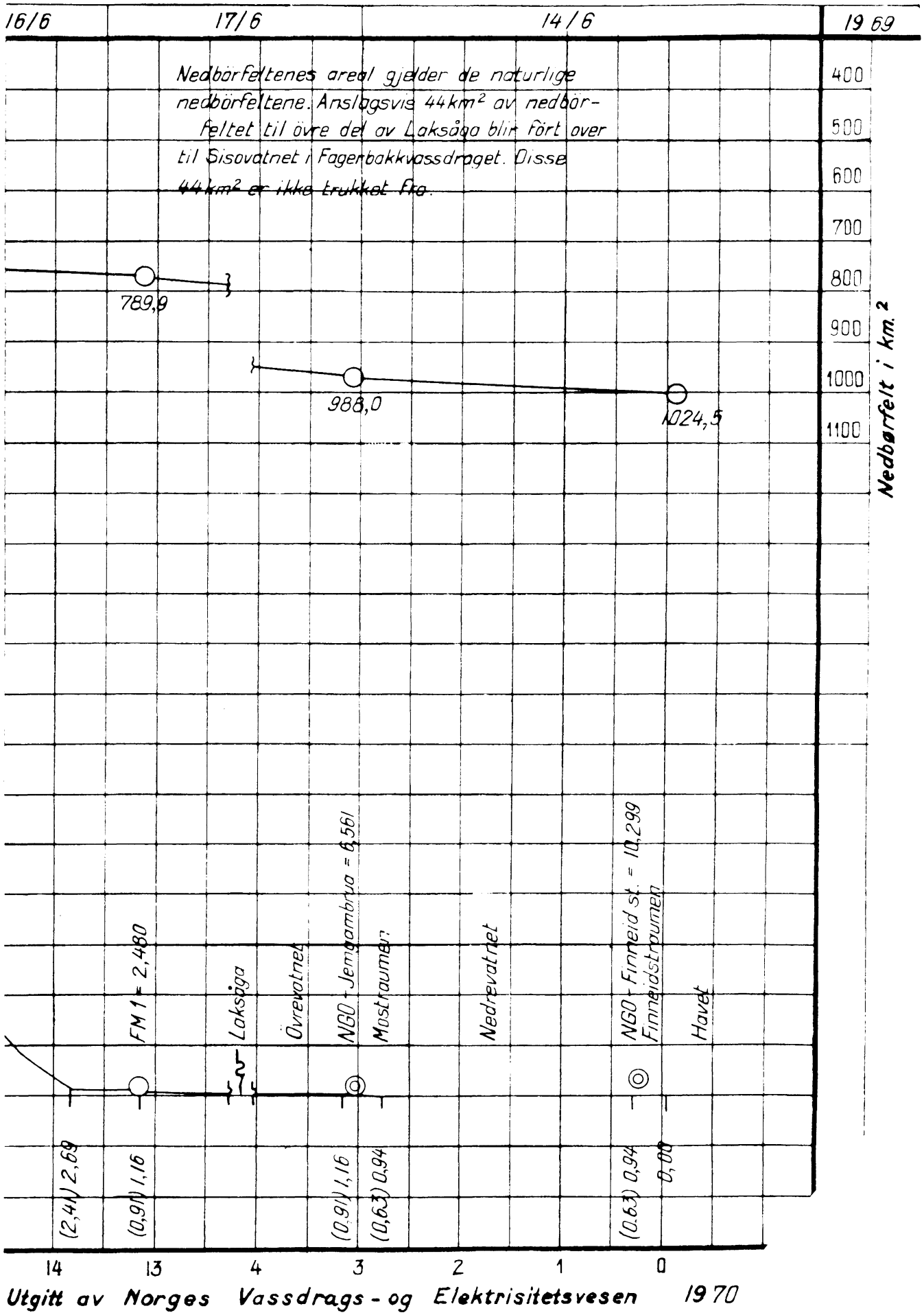


Vassdrags-
nivellement
L.nr. 556

SJÖNSTÅELVA

Bl. 1

Km. 36,9 - 0,0 **fra** havet
Hovedelv: Sjönståelva (Sulitjelmavassdr.)



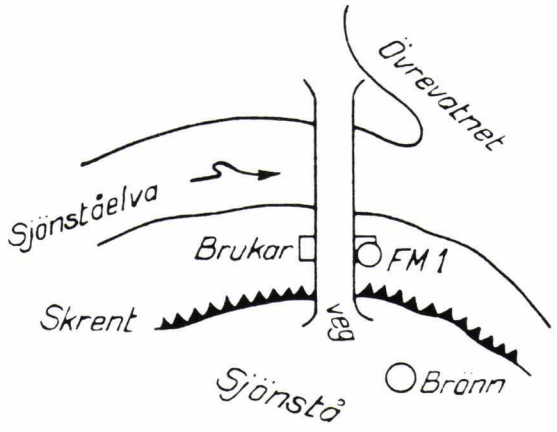
Utgitt av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen 1970

SJÖNSTÅELVA

Km. 36,9 - 0,0 fra havet

FASTMERKESKISSER.

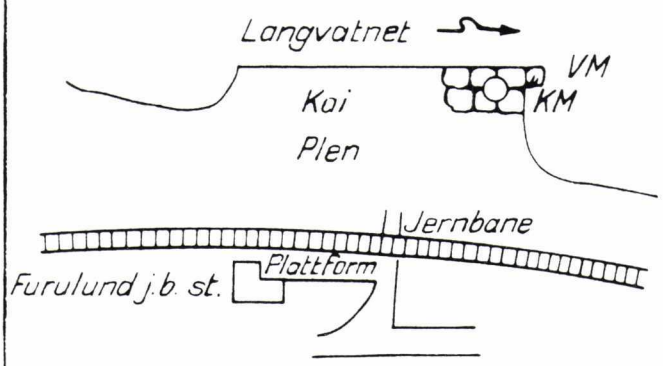
F.M. 1 H.o.h. 2,480 NVE



I brukar

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

Langvatn VM



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

F.M. H.o.h.

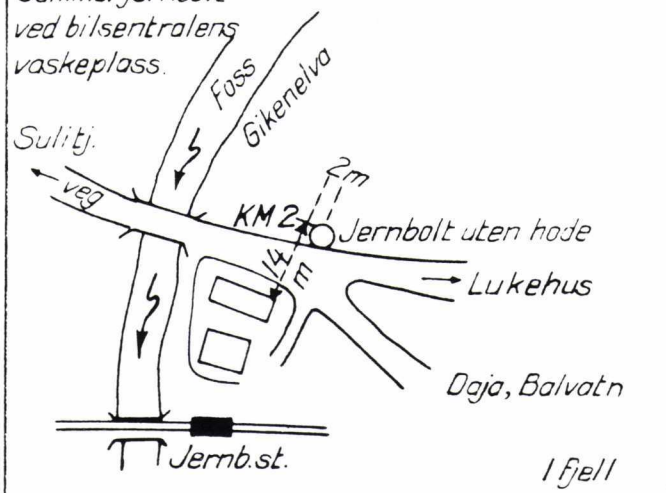
Fastmerkebeskrivelse for NGO-Fastmerkene finnes i NGO's publikasjon av 1967. Höyder for presisjonsnivellement i Sör-Norge 1954 - 1967.

Rettelser:

NGO - Geitstian. H = 61,638
„I stor stein 90m v. for Geitstielva" må korrigeres til 280 m.
NGO - Dråvika. H = 121,773
Hodet til bolten mangler.

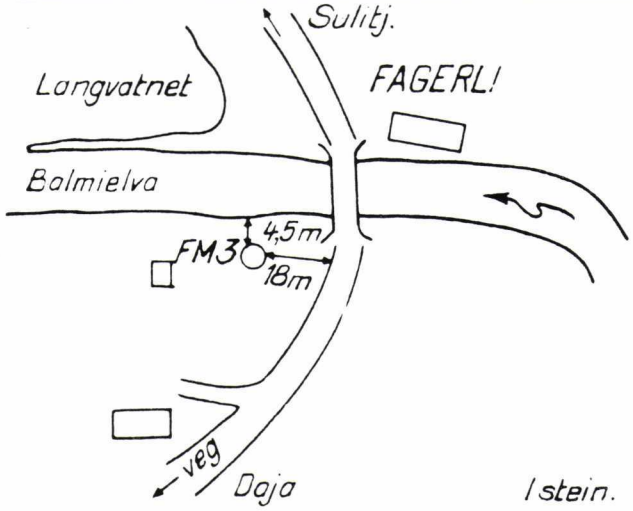
K.M. 2 H.o.h. 134,204 NVE

Gammel jernbolt ved bilsentralens vaskeplass.



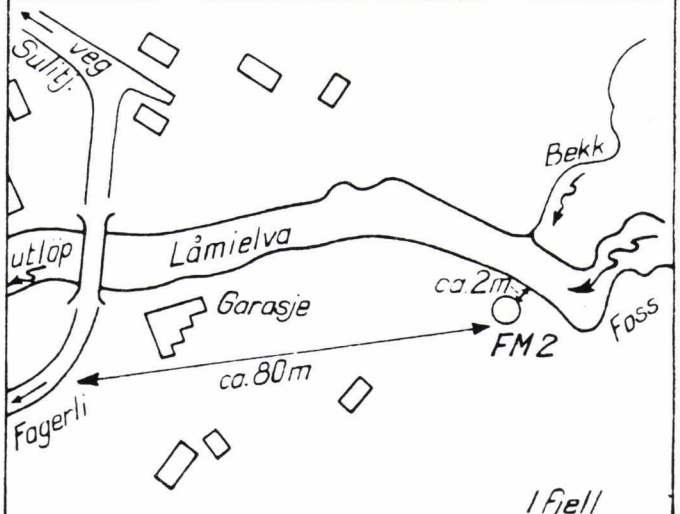
I fjell

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



I stein.

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



I fjell

LITTERATUR

Anslagsvis halvparten av materialet er sammensatt av mitt tidligere ervervede studium i fagene kartografi og hydrografi, samt opp-samling av stoff under mitt mangeårige arbeid og min undervisnings-praksis. Resten stammer fra følgende litteratur:

Dr. Irmèdi Molnàr Làszlo: "TERKEPALKOTAS".
Hrenko Pàl: Geodèzia ès Kartografia 1961.
Dr. Birkas J.: Geodèzia es Kartografia 1961.
J.M. Santha: Topografiske kart i hydrologien 1974.
J.M. Santha & Co.: Kat. Tereptan 1954.
NGO (Statens Kartverk): Samiske terrengbenevnelser.

Jeg takker Knut Wold for hjelpen med korrekturlesing.