

Hvordan et kart blir til.

Den første vanskelighet som møter kartografene når en større del av jordens overflate skal framstilles som et sammenhengende kart er at jorden, når der sees bort fra fjell og høyder, tilnærmelesvis er en kule¹⁾, og at derfor jordens overflate ikke kan utfoldes til en jevn flate eller hva matematikerne kaller et plan. Kartografene må derfor gripe til kunster. Vedkommende del av kuleflaten tenkes erstattet av en cylinder eller kjegleflate, som begge kan utfoldes til et plan. Kuleflaten kan også tenkes erstattet av en plan flate. På disse nye flater tenkes jordens kuleflate overført eller projicert, og vi får en k a r t p r o j e k s j o n.

Nu bestemmes et punkts beliggenhet på jorden ved dets geografiske bredde og lengde. Konstrueres derfor på det plane kart meridianer (nordlinjer) og breddecirkler (paralleller), som sammen danner g r a d n e t t e t, kan punkter, hvis bredde og lengde kjennes, avlegges, og området kan kartlegges og inntegnes i forhold til disse punkter. Kartprojeksjonens praktiske betydning er den måte hvorpå gradnettet beregnes og konstrueres på kartet. Med hver kartprojeksjon følger en projeksjonsfeil eller forrykkelse, som det i alminnelighet for kartografene gjelder å gjøre så liten at kartets nøyaktighet ikke lider.

For vårt hovedkartverk, kartene i 1 : 100 000, ble i 1867 valgt Cassinis transversale (liggende) cylinderprojeksjon. Cylinderen tenkes i denne projeksjon å berøre jorden i Kongsvinger meridian. Fordelen ved projeksjonen er at alle kartblader kan gjøres like store, og

¹⁾ Strengere matematisk en omdreiningsellipsoide.

at de kan sammensettes til et sammenhengende kart, men meridianene danner en vinkel med kartets rammekant — større jo lenger kartområdet ligger fra Kongsvinger meridian. Den går i Trøndelag omtrent gjennom Kopperåen i Meråker. Med projeksjonen følger en feil, som vokser sterkt med avstanden fra Kongsvinger meridian. Cassinis cylinderprojeksjon var også anvendt for målebordskartene — originalkartene fra 1828 av.

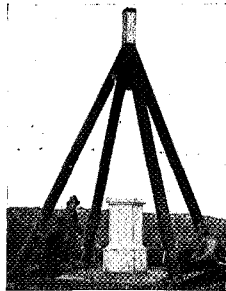
Det første ledd i fremstillingen av et kart er bestemmelsen av de enkelte punkter. Det skjer ved t r i a n g u l e r i n g. Punktene forsynes med signaler. Figuren viser noen av de signaler som alminnelig anvendes. Der siktes med vinkelinstrument — teodolit — fra punkt til punkt, og der fåes triangler. Der dannes først store triangler og så etterhånden mindre. Der fåes trianguleringer av forskjellig orden. Omkring Trondheim er bl. a. Gråkallen, Vassfjellet, Munken, Forbordfjell og Solheimsvåtten 1. ordens, Storheia, Gjeitfjellet, Munkholmen, Ranheim fabrikkpipe, de fleste kirker 3. ordens punkter.

For beregningen av trianglene må en triangelsides lengde kjennes. Der måles da en g r u n n l i n j e eller b a s i s. Av hensyn til nøyaktigheten måles flere basiser. En er målt på Værnes, og den danner grunnlaget for trianguleringen rundt Trondhjem for omegnskartet i 1 : 25 000. Basisen, som er 2871 m lang, er målt med 4 målestrenger, og forskjellen mellom største og minste verdi er 7,86 mm. Et sikrere uttrykk for hva der kan oppnåes viser målingene av Gardermoen basis. Den ble målt i 1921 om sommeren med gamle målestrenger og derpå om høsten med nye. Forskjellen mellom de 2 målinger er 18,68 mm på 6685 m. Der må her erindres at målestrengenes absolute lengde og den måte hvorpå denne er bestemt får betydning. Bestemmelsen av målestrengenes lengde kan føres tilbake til den internasjonale meter, som oppbevares i Paris.

For de ved trianguleringen bestemte punkter beregnes bredde og lengde — g e o g r a f i s k e k o o r d i n a t e r — eller r e t t v i n k l e d e k o o r d i n a t e r, hvorved forståes avstanden fra Kongsvinger meridian og avstanden fra perpendikulæren på denne meridian gjennom Kongsvinger festnings flaggstang.

For å kunne anbringe kartene på sin plass på jordoverflaten må

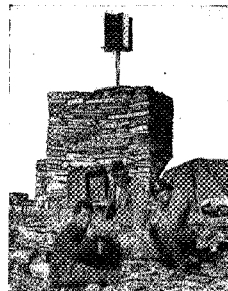
Trigonometriske signaler



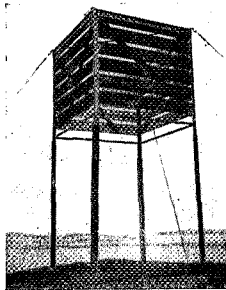
Basissignal



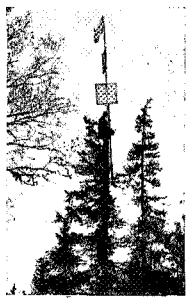
Stenvarde, 1. ord



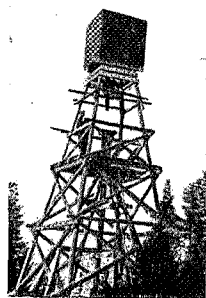
Stenvarde, 1. ord.



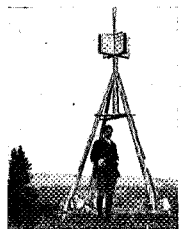
Jernsignal, 1. ord.



Topsignal, 2., 3. o.



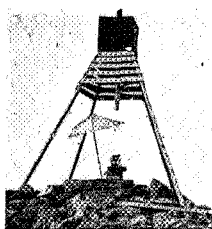
Fetårn, 1. ord.



Firesignal, 2., 3. ord.



Jernsignal, 2., 3. o



Firesignal, 1. ord.



Geodet i arbeide

astronomiske observasjoner utføres. Oslo observatoriums bredde og vinkelen — azimut — mellom observatoriets meridian og en triangelside, som utgår fra observatoriet, bestemmer våre karters beliggenhet på jordoverflaten. På hovedkartverket regnes meridianene i forhold til observatoriet. På kartene i 1 : 1 million

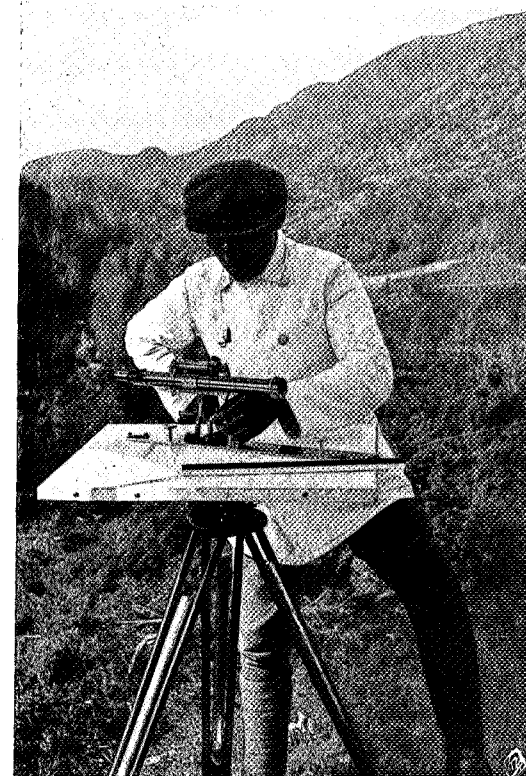
er meridianene avlagt i forhold til Greenwich meridian²⁾). Astronomisk bredde-, lengde- og ozimutbestemmelse er utført på mange trigonometriske punkter, bl. a. på Gråkallen.

Når trianguleringen er tilendebrakt, kommer turen til kartets opptagelse i terrenget. Ved kartleggingens begynnelse i vårt land i 1773, ble målebordsmetoden anvendt, og den benyttes delvis ennu. De fleste kartlegginger er utført og utføres i målestokken 1 : 50 000, hvor 1 km i terrenget er lik 2 cm på kartet. Målebordet er kvadratisk med 60 cm side, og som mål for det område målebordet omfatter kan tjene et kvadrat hvis hjørner er Værnes kirke, Ilsviken, åsen 2 km øst for Lundamo jernbanestasjon, nordenden av Slindvatnet 5 km syd for Neas utløp i Selbusjøen. På bordet blir konstruert rammen for det område som skal måles, i alminnelighet en gammelnorsk kvadratmil, og videre de trigonometriske punkter, som faller innen målebordsområdet. Måleren hadde til å begynne med få punkter på sitt målebord, inntil bare 6. I begynnelsen av vårt århundre vokser imidlertid antallet, og fra 1920-årene av har han 20—30 punkter på sitt målebord.

Målerens første arbeide i terrenget er å kontrollere at de trigonometriske punkter er riktig konstruert. Legges kikkerten an til det trigonometriske punkt han selv står i og til et av de andre trigonometriske punkter, skal han se signalet i centrum av sin målekikkerts synsfelt. Måleren begynner derpå å bestemme punkter. Antallet av disse vokser innen et kvadrat med side 10 km fra 45 i 1880 til 800 i 1930. Rektangelkartene over Trøndelag er for den største del målt i 1880-årene, og da kartets nøyaktighet er direkte avhengig av antallet av bestemte punkter, fremgår alene av det foran anførte at rektangelkartene over Trøndelag i nøyaktighet ikke kan sammenlignes med karter målt i 1920—40-årene.

Der er også en annen omstendighet som gjør Trøndelagskartene mindre gode. For å kunne inntegne terrenget i forhold til de bestemte punkter må måleren kjenne sine trigonometriske punkters høyde over havet — absolutt høyde. Til bestemmelse av høyden

²⁾ Kartene i Finnmark fylke er orientert i forhold til Fuglenes meridianstøtte ved Hammerfest.



Topograf i arbeide

anvendtes fra 1827 kvikksølvbarometer, som direkte gav vedkommende punkts høyde over havet, men først i 1889 ble det bestemt at havets middelvannstand³⁾ skulde være utgangsflaten for høydebestemmelsen. Fra 1865 av innføres instrumenter hvorved høydevinkelen bestemmes. Måleren kan da beregne høydeforskjellen til det tilsiktede punkt når avstanden kjennes. Det ble nu nødvendig som utgangspunkter å ha punkter hvis absolutte høyde var kjent, men sådanne var der stor mangel på. Også med høyde-

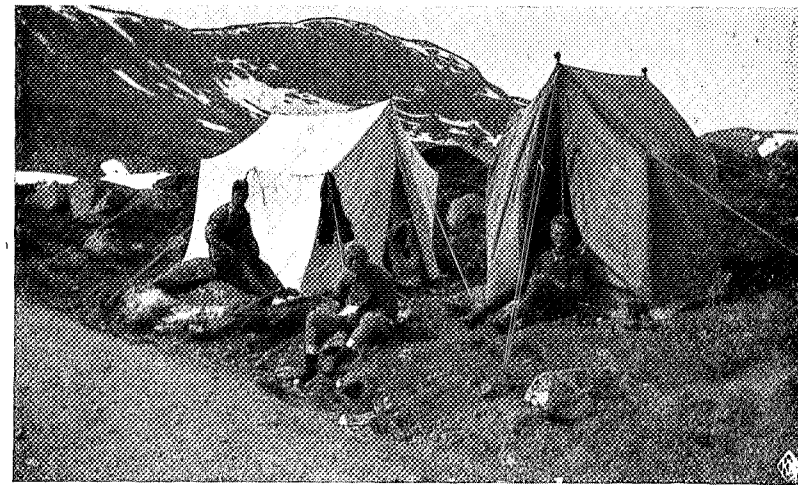
³⁾ Forskjellen mellom flo og fjære kan i Narvik gå opp til vel 5 m, i Øst-Finnmark og Trondheim til omtrent 4 m.

målingsinstrumenter var det dårlig bevendt i 1880-årene. Høyden ble for en stor del bestemt ved aneroidbarometer, som var innført 1865. Dette førte til at Norges Geografiske Oppmåling i 1887 endelig fikk bevilgning til *precisionsnivelllement*⁴⁾. Det følger som regel jernbane og riksveier. For hver 2 km anbringes et fastmerke av metall. Til enkelte trigonometriske punkter er nivellert fra et fastmerke eller fra havets middelvannstand, hvor *precisionsnivelllement* mangler.

Terrengets høydeforhold framstilles på kartene med *kurver* eller som de også kalles *coter*. De kan forklares som *strandlinjer* som vilde framkomme om havet steg 30 m, så igjen 30 m o. s. v. Kartet har da 30 m *equidistance*. Ved siden av kurvene anvendes til 1927 *bakkestreker* til framstilling av høydeforholdene. Fra kartleggingens begynnelse i vårt land blir terrenget framstillet ved *skyggelegging* med lyset fallende inn loddrett ovenfra. Jo steilere fjell- og åssidene er, dess mørkere blir de derved framstillet på kartet. På hovedkartverket er denne *skyggelegging* bibeholdt.

I begynnelsen av vårt århundre begynner forsøkene med kartlegging ad fotografisk vei. Det var Østerrike som gikk i spissen. N. G. O. fulgte med og fra 1920 anvendes den *terrestriske fotografometriske målemetode* ved kartleggingen av vårt land. Fotografier tas da i 3 parallelle retninger fra 2 stasjoner med mellomliggende avstand på 2—800 m. Disse fotografier anbringes parvis i en *stereoautograf*, anskaffet 1920, hvor de gir et *stereoskopisk bilde* av terrenget. Et merke kan beveges innen bildet, følge en vei, bekk m. v., og bevegelsen overføres til en blyant som tegner kartet. Merket kan innstilles på en bestemt høyde. Når merket så følger konturen på bildet, tegner blyanten *vedkommende høydekurve*. Kontrollen skjer ved trigonometrisk bestemte punkter, som er konstruert på kartet og kan gjenfinnes på bildet. Venstre fotografiske stasjon bestemmes trigonometrisk. Ikke hele terrenget innen det fotograferte område kommer med på fotografiene. Der oppstår

4) Ved *nivelllement* skaffer et instrument en horisontal siktelinje, og høyden avleses på en stang. Ved vekselvis flytning av stang og instrument, kan høydeforskjellen mellom 2 punkter bestemmes.



Landmålerleir

derfor huller i kartet, og de må utfylles i marken ved *målebordsmåling*. Samtidig samles navn og innmåles grenser m. v. Metoden er i dertil egnet terreng raskere og økonomisk fordelaktigere enn *målebordsmetoden*.

Under den første verdenskrig anvendtes *fotografering fra fly* i militære kartleggingsøyemed, og i årene etter krigen utvikles den *luftfotogrametriske kartleggingsmetode*. I 1937 tar N. G. O. metoden i bruk.⁵⁾ Over det område som skal kartlegges flyves da i parallelle striper, idet der tilstrebes 30 % *overgripen* mellom stripene. Fotograferingen foregår automatisk således at fotografiene griper 60 % over hverandre. Kopien av filmene gir et *fotografikart*, hvis bruk i terrenget imidlertid krever øvelse. Fotografikartet får en *målestokk* avhengig av flyvehøyden og fotografiapparatets *brennvidde*. Innen området blir derpå i tillegg til den vanlige *triangulering* ved videre *triangulering* eller *grafisk* ved *målebord* bestemt en rekke punkter, som kan gjenfinnes på de fotografiske kopier, og som tjener til *justering* av filmene i etternevnte konstruksjon.

5) Forsøk var gjort tidligere.

sjonsapparater. Filmene settes parvis inn i en planigraf eller autokartograf, som da gir et stereoskopisk bilde av terrenget. Når justeringen er i orden, skjer kartets opptegning på samme måte som ved stereoautografen. Måleren må derpå ut i terrenget, samle navn, inntegne grenser, stier m. v. Metoden er raskere og økonomisk fordelaktigere enn de 2 forannevnte kartleggingsmetoder.

Men hensyn til nøyaktigheten kan høyder på kartet opptatt ved målebord i de siste 30—40 år anslås å være bestemt, med en sikkerhet av mellom 0,1 og 0,7 m. De enkelte høydeangivelser på kartet opptatt ved terrestrisk fotogrammetri kan ventes å avvike inntil 2 m fra den sanne høyde. Ved luftfotogrammetri kan avvikelsen anslås å ligge inntil mellom 1 og 1,5 m. Terrenget er mest ensartet og sikrest gjengitt på et kart, som er opptatt luftfotogrammetrisk.

Som resultat av alle foran nevnte 3 kartleggingsmetoder fåes et originalkart i blyant. Det trekkes opp med sort tusj.

Nu står reproduksjonen for tur. Den enkleste måte å få et kart, bestemt for handelen, på er reproduksjon ved fotoalgrafi eller fotolitografi. Originalkartet blir fotografert. Fotografiet blir overført på en aluminiums- eller sinkplate, som direkte kan anvendes i trykkeriet. Gjelder det et kartverk som våre kart i målestokker fra 1 : 25 000 til 1 : 1 000 000 må først kartrammen konstrueres. Rektangelkartene var 4 gammelnorske mil i lengde og 3 mil i høyde. Da originalkartene også var begrenset av mil, var tilpassingen lett.

Den med Cassinis cylinderprojeksjon følgende projeksjonsforrykkelse gjorde at N. G. O. i begynnelsen av 1890-årene forlot denne projeksjon og innførte polyjederprojeksjonen. Kartet berører da jorden i sitt midtpunkt og begrenses av meridianer og paralleller. Man får gradavdelingskart eller som de senere kalles gradteigskarter. Disse kart avtar i størrelse mot nord da parallellene blir mindre og mindre ettersom avstanden fra ekvator vokser. Kartet på samme bredde kan sammensettes, men ikke kartet på samme lengde. De vil sprike langs parallellene. Projeksjonsforrykkelse medfører denne projeksjon praktisk talt ikke. Det første gradteigskart utkom i 1893. Gradteigskartene omfatter 1 lengdegrad

og 20 breddeminutter⁶⁾, sønnenfor 62° n. b. bare en halv lengdegrad. I Nord-Norge hadde måleren en kvart gradteig på sitt målebord, i Sør-Norge en tolvtedel.

I 1911 ble det i N. G. O.'s plan inntatt bestemmelse om at den skulde utføre den for en eventuell økonomisk oppmåling⁷⁾ fornødne mellom 1 : 500 og 1 : 10 000.

triangulering. Dette førte til at N. G. O. i 1916 innførte Gauss-Krügers konforme cylinderprojeksjon anordnet i 8 meridianstriper. Jorden tenkes da berørt av en cylinder langs 8 meridianer. Disse er innen vårt land fordelt således at projeksjonsforrykkelsen ikke overstiger 1 : 10 000 av lengden. Det vil si at der tåles inntil 1 dm forlengelse på kartet av 1 km i terrenget. Denne forrykkelse vil først inntreffe 90 km fra meridianen. At projeksjonen er konform vil si at projeksjonsforrykkelsen er likedan i alle retninger, mens den ved Cassinis cylinderprojeksjon forandrer seg med retningen fra 0 til maksimum. Kartenes form og størrelse ble ikke forandret ved innførelsen av Gauss-Krügers cylinderprojeksjon. Projeksjonsforrykkelsen er nemlig selv i målestokken 1 : 25 000 uten enhver praktisk betydning.

Den videre reproduksjon av hovedkartverket foregår således: Ved fotografering av originalmålingene blir skaffet et grunnlag for karttegningen. På de eldre rektangel- og gradteigskarter ble navn, bebygging, kurver, veier, elver, strandlinjer m. v. tegnet på en plate, og tegningen ble på det trykte kart gjengitt i sort. På de nyere kart derimot tegnes navn, bebygging og kommunikasjoner på en plate, vannsystemet på en og kurvene på en. På det trykte kart blir tegningen gjengitt i henholdsvis sort, blå og brun farge.⁸⁾ Ad fotomekanisk vei blir de tegnede plater overført til kobberplater, som etter retusj er trykkplater. Fra kobberplatene skjer i trykkeriet overføring til aluminiums trykkplater. Foruten nevnte

⁶⁾ På Trondheims bredde henholdsvis 50 km og 37 km eller 50 × 37 cm i målestokken 1 : 100 000.

⁷⁾ Ved økonomisk oppmåling forståes opptagelse av kart i målestokker

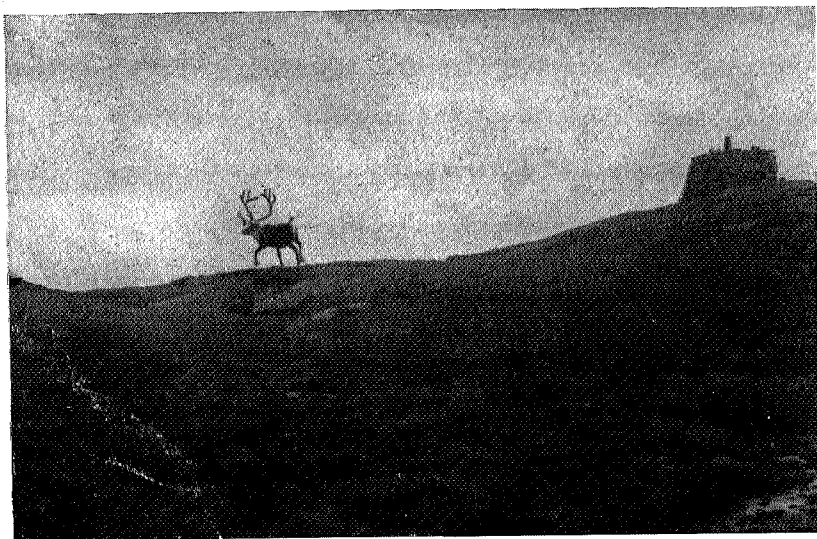
⁸⁾ Innført i 1936.

3 trykkplater utarbeides direkte på aluminium en vann- og bretoneplate og en skyggeleggings-fjelltoneplate.

N. G. O. har en maskin, som stempler navn og karttegn direkte i kobberplaten, og en som graverer kurver i kobberplaten. Begge er norske oppfinnelser og konstruksjoner.

Det ferdige kart blir etter noen år foreldet. Ny bebygging og nye kommunikasjoner kommer til, og navn forandres. Kartet må derfor revideres. Vanlig foregår revisjon i marken etter hvert 5., 10. eller 20. år etter vedkommende områdes beliggenhet i forhold til tettbebyggelsen. De nye fargearter letter i høy grad revisjonens utførelse på trykkplatene. Terreng- og vannsystemplatene blir som regel uberørt av revisjonen.

K. S. Klingenberg.



Ved Storkluken grenserøys

Oscar A. Johansen

Ødemark.

Når kulturen og mekanismen blir for innpåsliten, søker man naturen. Det primitive. Og fjellet med flyer, ur og tind, med sildrebekker, myrhull, vatn, trekker lik en veldig magnet. Entusiasten trenger seg dypere inn — i mystikken og romantikken for om mulig å få flere erfaringer lagt til sin viten. Men lar naturen seg avlure noen hemmeligheter? Nå, helt utleverer den seg ikke.

Noe er det som kaller og drar der inne på de nær sagt endeløse fjellvidder, der ensomheten og stilheten er overveldende. En forunderlig, uimotståelig makt! — Vidda er selsom og som været omskiftelig: smilende og bydende, truende og krevende, lekende med liv som den fostrer, inspirerer og tar etter forgodtbefinnende. Den kan fortelle om menneskers lykelige liv der inne om sommeren og om enkeltes sørgelige endeligt i forrykende uvær vinters dag.

Sommer, sol og fjell... deri ligger forjettelsen for den som en gang har fått smak for det mektige rike, det er faktorene for liv og trivsel av hva en måtte høste og nyte for så å leve på skjønne inntrykk og minner en kuldeperiode igjen til neste soltid.

— — —
Viddas hav — hva gjemmer det? Sola glir ned over vatnet, og der vaker fisken — ring i ring. Ørreten blinker når den hales inn, den er av et lyst slag her i sjøen. Myggen er uforskammet, men plagen tilgis, for alle timelige ergrelser glemmes i det fri. Man blir overstimulert av kaffe og tobakk så en får ikke sove, men en slik natt bør man helst også være våken og leve med i stemningen. Tankene