

Fotografien i Opmålingens Tjeneste

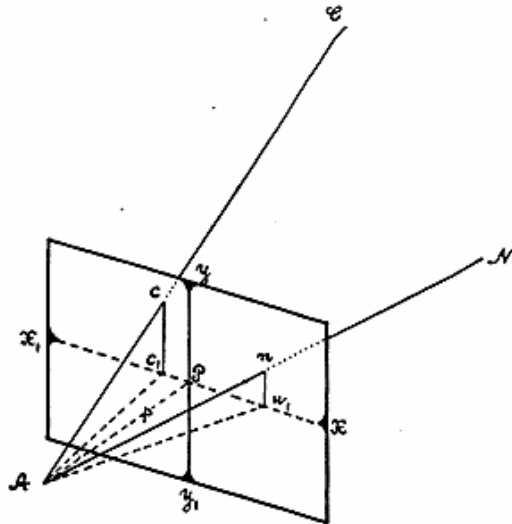
af

Premierlieutenant ved Generalstabens topografiske Afdeling
J. F. Chantelou.

Fotografiet kan benyttes i Opmålings- og Kortlægningsøjemed på mange Måder. Fælles for dem alle er dog, at der i det Terrain, der findes optaget på Fotografiet, må være et System af Punkter, hvis nøjagtige Plads er bestemt i Forvejen enten ved en forudgående Detailtriangulation, eller ved en ældre Opmåling eller på anden Måde. Fotograferingen kan derfor aldrig blive en selvstændig Opmålingsmetode, der helt kan bære sig selv, men den er et Hjælpemiddel, der med godt Udbytte kan anvendes sammen med andre Opmålingsmetoder, hvor Forholdene frembyder passende Vilkår. Sin bedste Anvendelse finder den fotografiske Opmåling ved Revision af ældre Kort, hvor det drejer sig om at indlægge det nye, der er kommet til, siden Opmålingen blev udført. Her vil man altid på det foreliggende, ældre Kort finde så mange Terrainlinier og Punkter, at man ved Hjælp af disse let og sikkert kan føje det nye ind, som er optaget på Fotografiet.

Et Kort fremkommer ved at projicere Terrainets Punkter og Linier lodret ned på en vandret Plan — Havets Overflade — og optegne det derved fremkomne Billede i en passende valgt Målestok. Samtidig giver man hyppig en Fremstilling af Terrainets Højdeforhold, f. Eks. ved Horisontalkurver og Kotetal. Med de almindelig valgte Opmålingsmetoder, som Målebordsmåling, sker Tilvejebringelsen af et Kort derved, at man bestemmer Beliggenheden af Projektionerne af en Række passende valgte Terrainpunkter, samt måler disses Højder over Havfladen, og konstruerer ved Hjælp heraf Kortbilledet op. Ganske det samme Princip ligger til Grund for den ældste Anvendelse af Fotografien i Opmålingens Tjeneste, således som det neden for skal fremstilles.

1. Almindelig Fotografering med lodret Plade.



(Fig. 1)

A, B og C er 3 Punkter, hvis Beliggenhed i Forvejen er kendt, idet man kender deres Koordinater i Landets Koordinatsystem, samt deres Højder over Havfladen. N er et Punkt, hvis Beliggenhed ønskes bestemt ved fotografisk Opmåling.

Fotografiapparatet opstilles med Objektivet i A, for Nemheds Skyld tænkes den negative Plade bag Objektivet erstattet med en Diapositiv (Kopi på Glas) i samme Afstand foran Objektivet. Apparatet opstilles således, at Pladen er lodret. Punkterne C og N afbildes på Pladen i c og n. A P er Fotografiapparatets optiske Axe, der står vinkelret på Pladens Plan, X-X₁ og Y-Y₁ henholdsvis den vandrette og lodrette Linie på Pladen gennem P. Disse Liniers Plads på Pladen kendes, idet der i Fotografiapparatet er anbragt 4 Mærker, som antydte på Fig. 1, der altid medfotograferes, forbindes Mærkerne 2 og 2, fremkommer Linierne X-X₁ og Y-Y₁. c₁ og n₁ er c's og n's Projektioner på den vandrette Linie X P X₁. Fotografiapparatets Brændvidde p (= A P) forudsættes kendt.

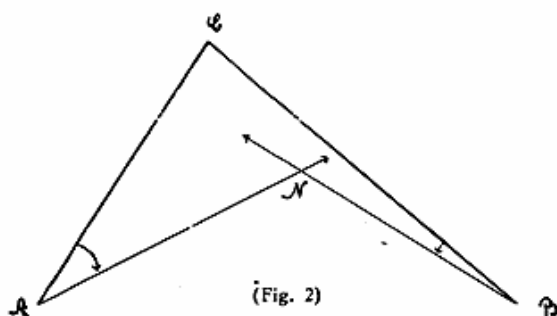
Længderne c₁ P og n₁ P udmåles på Pladen.

Man har da:

$$\operatorname{tg} P A c_1 = \frac{P c_1}{p} \quad \text{og} \quad \operatorname{tg} P A n_1 = \frac{P n_1}{p}$$

Man kender m. a. O. Vinkel P A c₁ og Vinkel P A n₁ og følgelig også deres Differens nemlig Vinkel c₁ A n₁, der netop er lig Horisontalvinkelen C A N. (På Figur 1 ligger alle stiplede Linier i den horizontale Plan).

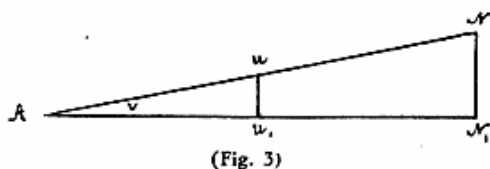
Når A og C, som her, er Punkter, hvis Beliggenhed i Forvejen kendes, får man ved i A at afsætte den nys fundne Vinkel CAN Kendskab til den Retning, hvori det søgte Punkt N ligger (Fig. 2).



For at få Punktet helt fastlagt kræves ny Fotografering fra Opstilling i B med tilsvarende Bestemmelse af Vinkel CBN. N ligger da, hvor Linierne fra A og B imod N skærer hinanden.

Med Henblik på Bestemmelsen af Højden h_N af N tegnes (Fig. 3) et lodret Snit gennem A og N.

N_1 ligger lodret under N i Højde med A, det er dette Punkts Beliggenhed — i A's Horisont — der ovenfor er bestemt. AN_1 er således kendt.



nn_1 ligger i Pladens Plan, jfr. Fig. 1; kaldes Vinkel NAN_1 , der er lig med Vinkel nAn_1 , v , har man af Trekant nAn_1 ,

$\operatorname{tg} v = \frac{nn_1}{An_1}$ heraf udmåles nn_1 paa Pladen, medens An_1 findes af Trekant PAn_1 som $An_1 = \sqrt{p^2 + Pn_1^2}$, hvoraft p er kendt, og Pn_1 udmåles paa Pladen.

Værdien af Vinkel v er m. a. O. kendt.

Betragtes atter Fig. 3 faas af Trekant NAN_1

$$\operatorname{tg} v = \frac{N_1N}{AN_1} \text{ eller } AN_1 \operatorname{tg} v = N_1N.$$

Højden af N er da $h_N = h_A + N_1N$.

På tilsvarende Måde, som her anført for Punktet N, kan et vilkårligt Punkt indtegnes. Det ses at være nødvendigt for at kunne udnytte de fotografiske Plader, at den indbyrdes Beliggenhed af mindst 3 Punkter — her A, B og C — i Forvejen er kendt.

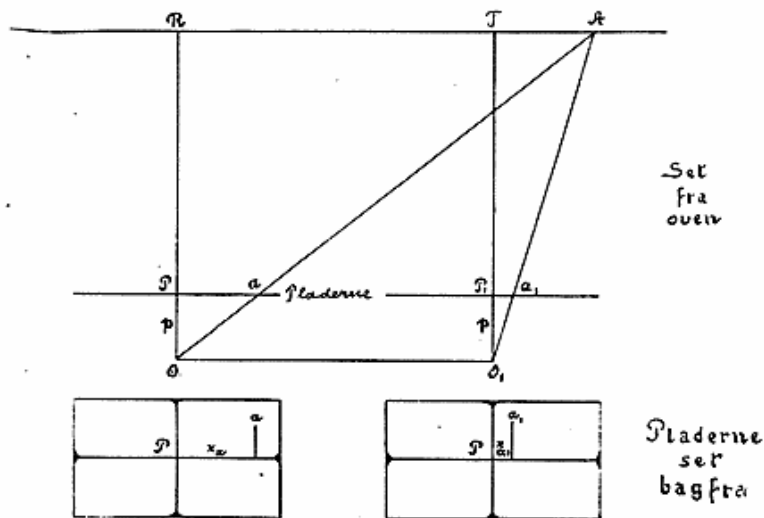
2. Stereofotografering.

Fotograferer man et Terrainafsnit fra 2 Punkter O og O_1 (Fig. 4) med Kamera-Axen i hver af Opstillingerne rettet nøje vandret og vinkelret på Linien OO_1 , således at Negativpladerne i begge Opstillinger står i en og samme lodrette Plan, så vil Billederne — Diapositiver — indbragt i et Stereoskop givet et stereoskopisk Rumbillede,

hvori alle Terrainets Enkeltheder træder tydeligt frem; enhver lille Sten, Græstue o. l., som Øjet knap vilde bemærke på det enkelte Billede, træder frem med overraskende Klarhed og Skarphed og kan bruges som Holdepunkter under Udmålingen af Pladerne, hvilket navnlig har Betydning ved Indtegning af Højdekurver over det fotograferede Terrain.

Bestemmelsen af Beliggenheden og Indkonstruktionen af et Terrainpunkt på Grundlag af de på Pladen målte Stykker er ret simpel.

Til Fotograferingen anvendes med Fordel en Fototeodolit, \varnothing : et Fotografiapparat, der blandt andet har en Kikkert i Forbindelse med



(Fig. 4)

en inddelt vandret Kreds. Ved Hjælp af Fototeodoliten opstilles Kameraet således, at den optiske Axe peger mod det Punkt, hvorimod Instrumentets Kikkert er rettet.

Lad O og R være to Punkter i Terrainet. Fototeodoliten opstilles i O og rettes ved Hjælp af Kikkerten mod R, Terrainet fotograferes. A afbildes da på Pladen i a, x_a er den vandrette Afstand fra P til a.

Man har da

$$\frac{x_a}{RA} = \frac{p}{OR} \quad \varnothing: RA = \frac{x_a}{p} \cdot OR$$

x_a udmåles på den fotografiske Plade, p — Apparatets Brændvidde — forudsættes kendt. A, det Punkt i Terrainet, hvis Plads ønskes bestemt ved fotografisk Opmåling, ligger således i Afstanden RA fra R udad den vinkelrette på OR, men endnu kendes hverken OR eller RA.

Ved Hjælp af Fototeodolitens vandrette Kreds udstikkes Retningen OO_1 vinkelret på Retningen OR. OO_1 udmåles med Målebånd

(almindeligvis fra 20 til 100 Meter), og Fototeodoliten opstilles igen, men i O_1 , vinkelret på $O_1 O$. Terrainafsnittet fotograferes atter, og Punktet A afbildes denne Gang i a_1 .

$$\frac{X a_1}{T A} = \frac{p}{O_1 T} = \frac{p}{O R}, \text{ da } O_1 T = O R \text{ } \therefore T A = \frac{X a_1}{p} \cdot O R$$

Nu er $R A = R T + T A = O O_1 + T A$, da $R T = O O_1$

$$\text{eller} \\ \frac{X a}{p} \cdot O R = O O_1 + \frac{X a_1}{p} \cdot O R \text{ eller } O O_1 = \frac{O R}{p} (X a - X a_1) \text{ eller } O R = \frac{O O_1 \cdot p}{X a - X a_1}$$

hvorved Afstanden $O R$ er fundet.

Af Trekant $O R A$ har man

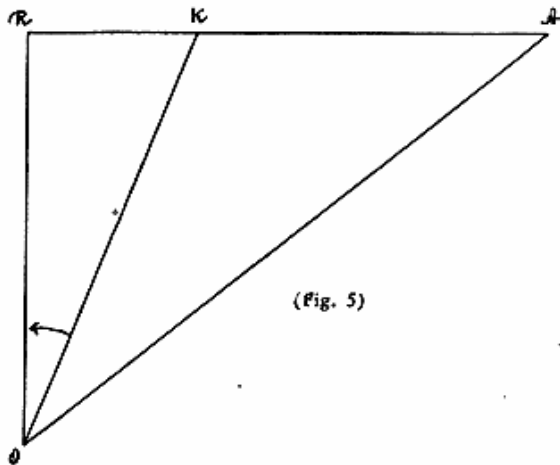
$$\frac{X a}{R A} = \frac{p}{O R} \text{ } \therefore R A = \frac{O R \cdot X a}{p} \text{ og indsættes heri den nylig fundne}$$

Værdi for $O R$, har man

$$R A = \frac{O O_1 \cdot X a}{X a - X a_1}$$

I de her fremstillede Udtryk for $O R$ og $R A$ kendes p (Fotografiapparatets Brændvidde); $O O_1$ (Afstanden mellem de to Opstillinger, hvorfra der fotograferes) udmåles med Målebånd; x_a og x_{a_1} , (de vandrette Afstande fra Pladens Midtpunkt til det søgte Punkt A 's Afbildning) udmåles på de to fotografiske Plader.

Forudsættes O 's Beliggenhed i Forvejen kendt, kræves for at kunne indtegne A et andet Punkt med kendt Beliggenhed medfotograferet, da man ellers ikke ved, i hvilken Retning fra O Linien $O R$ skal afsættes. Hvis K (Fig. 5) er et sådant kendt Punkt, som er medfotograferet, da bestemmes Vinklen $R O K$ enten som omtalt under den almindelige Fotografering, eller man måler ved Hjælp af Fototeodolitens Kikkert og vandrette Kreds i selve Terrainet, medens Instrumentet er opstillet i O , den pågældende Vinkel.



A findes da således: Fra den kendte Linie $O K$ afsættes Vinklen $K O R$, udad hvis Ben afsættes $O R$ til R . I R oprejses en vinkelret på $O R$, udad denne afsættes fra R Stykket $R A$.

Til Bestemmelse af et Punkt ved denne Metode kræves således Forhåndskendskab til Beliggenheden af to Punkter, medens et tredje Punkts Plads (O_1) betsemmes af Observator under Arbejdet.

Højden af A bestemmes omtrent som under almindelig Fotografering anført.

Den fotostereografiske Opmålingsmetode, der her kun lige er skitseret, opstod omkring Århundredskiftet. Den vakte ved sin Fremkomst megen Opmærksomhed, og der blev knyttet store Forventninger til den. Erkendes må det også, at Metoden har mange Fordele; den giver en Nøjagtighed, som, når man ikke måler ud til større Afstande end 25 à 30 Gange Afstanden mellem de to korresponderende Opstillinger O og O₁, ingenlunde står tilbage for, snarere noget over, hvad de ældre, almindelig brugte Metoder kan give; den er hurtigere og billigere end de ældre Metoder, når man ikke møder Vanskeligheder fra Terrainets Side, og den Omstændighed, at man fører Billeder af hele det opmålte Terrain med sig hjem, Billeder, som man senere i Tilfælde af Tvivl og Usikkerhed kan rådføre sig med, betyder en stor Vinding.

Når Metoden desuagtet langt fra har fået den almindelige Udbredelse, som man fra første Færd havde ventet, så ligger det i, at man kun yderst sjældent fra et Standpunkt på Jordoverfladen er i Stand til at indse hele det Terrainafsnit, der skal fotografisk opmåles derfra, der vil i så godt som ethvert Standpunkt være større eller mindre Terrainpartier, som skjuler sig i Terrainfolder eller dækkes af Bebyggelser og Beplantninger og således ikke kommer med på de fotografiske Plader. Ved Opmålingen af Pladerne og Optegningen af Kortet viser disse skjulte Partier sig som bare Pletter på Kortet. Det er ofte først her, at det bemærkes, at der er Terrainpartier, der har skjult sig, og nu kan det manglende kun udfyldes ved, at der sendes ny Opmålingsekspeditioner ud.

Denne Mislighed har man naturligvis set forlængst og været klar over, at den eneste Mulighed for at komme ud over den var at hæve Standpunktet op til en sådan Højde, at intet Terrainparti af nogen Betydning kunde forblive uindset. Det lod sig således vel gøre ad fotografisk Vej at opmåle et Dalstrøg, der fra nærliggende Højder var helt overset, men udover Løsningen af slige lokale Opgaver oversteg Ulemperne langt Fordelene.

Der blev derfor også rundt om i forskellige Lande, navnlig i Frankrig, Tyskland, Østerrig, Italien, Rusland og Japan, i en Årække forud for Verdenskrigen anstillet talrige Forsøg med fotografisk Opmåling fra Luften, idet man lod særligt indrettede Fotografiapparater gå tilvejs med Lænkeballoner, store Drager o. l. Disse Forsøg var dog langt fra afsluttede, da Verdenskrigen udbrød; man stod endnu på dette Tidspunkt famlende og usikker overfor det hele Problem og savnede ganske en fuldt færdig, koncist udformet Me-

tode for Gennemførelsen af sådanne Målinger. Alligevel havde Forsøgene ydet højst værdifulde Bidrag til Udformningen af Instrumenter og Udvikling af Beregningsmetoder, således at da Krigen kom og snart stillede Krav til Opmålingsarbejder, også fra Luften, i et hidtil uanet Omfang, stod man ikke ganske uforberedt, om der end endnu stod meget tilbage, som først måtte finde sin Løsning under Krigen.

Som omtalt var det navnlig Balloner og Drager, man under Forsøgene forud for Krigen brugte som Bærere af Fotografiapparaterne. Luftskibe og Flyvemaskiner nåede først få År før Krigen en sådan Fuldkommenhed, at de kunde tages i Brug. Forsøgene med Opmålinger fra Luftfartøjer forud for Krigen var derfor mindre talrige og mindre betydningsfulde. Under Krigen blev det imidlertid fra Luftfartøjer og ganske særlig fra Aeroplaner, at Opmålingerne kom til at foregå.

(Fortsættes).
