5,30

RETTLEDNING FOR DE PRAKTISKE LANDMÅLINGSØVELSER

for

hage-, jord- og skogbruksstudentene.

Norges landbrukshøgskole
Institutt for landmåling

I. TEODOLITTØVINGER.

1. <u>Innledende øvinger med sikte på å bli kjent med plasseringen av de forskjellige skruer og instrumentets virkemåte.</u>

   a. Først må vedkommende instrument oppsøkes i instrumentbeskrivelsen. Teodolitten anbringes så på underlaget i utgangsstillingen som er I. k.st. (denne stilling er nærmere presisert i instrumentbeskrivelsen), og brukeren plasserer seg selv bak okularet.

   b. Ved hjelp av instrumentbeskrivelsen oppsøkes alidadens klemskrue og tilhørende finskrue. Det neste blir å gjøre seg fortrolig med virkemåten og bruken av disse skruene. Først løsnes klemskruen, og instrumentet dreies om alidadeaksen. Deretter festes klemskruen, og så følger finbevegelsen ved hjelp av finskruen. Dersom instrumentet er dobbeltakset, utføres det samme med limbens klem- og finskrue. Er instrumentet enakset, skal sirkeldreieskruen oppsøkes og virkemåten prøves.

   c. Det samme som omtalt under pkt. b, utføres så med klemskrue og tilhørende finskrue for bevegelsen i vertikalplanet.

   d. Så foretas en del gjennomslåinger fra I. til II. k.st. og tilbake igjen.

   e. Innstill kikkertens okular slik at trådkorset ses tydelig. Deretter siktes til en del objekter (i forskjellig avstand) med tilhørende fokusering av kikkerten.

2. <u>Loddrettstilling av vertikalaksen.</u>

   Denne loddrettstilling foretas ved hjelp av alidadelibellen(e). Dersom det viser seg at libelleaksen(e)s vinkel med vertikalaksen er forskjellig fra 100^g, skal libellen(e) korrigeres.

3. <u>Øvinger i horisontalvinkelmåling (både med en- og toakset teodolitt).</u>

   a. En gjør seg først kjent med instrumentets avlesningsmiddel ved å foreta avlesninger (minst 10) på forskjellige steder på horisontalsirkelen.

   b. Det skal observeres og noteres en fullstendig satsserie mot 4 objekter i 4 fullsatser. Mellom hver fullsats skal teodolitten :

      1. slås over til I. k.st.

      2. vertikalstillingen kontrolleres.

      3. sirkelen forskyves.

Observasjonsarbeidet skal fordeles med 2 fullsatser på hver partideltaker.

c. Samme retningsserie skal observeres i to halvsatser.

4. Øvinger i vertikalvinkelmåling.

Hver partideltaker skal observere 2 fullsatser mot de samme objekter som ble nyttet i oppgave 3. Målingene skal kontrolleres ved indeksfeilprøve, og middeltallet av avlesningene skal regnes ut.

5. Øvinger i bestemmelse av kikkertforstørrelse.

Denne øving skal utføres ved metoden med sammenligning mellom bilde av en gjenstand (stangdel) og gjenstanden selv. Det er ikke nødvendig å innføre avstandskorreksjon. Bestemmelsen skjer ved hjelp av tavlerutene, idet en rute deles i 2 (eventuelt 3), og det undersøkes hvor mange direkte betraktede hele ruter som dekkes av en halv (tredjedels) rute betraktet gjennom kikkerten.

6. Bestemmelse av en libelles vinkelverdi.

Vinkelverdien til teodolittens vertikallibelle (eller eventuelt en løs libelle som settes på kikkertrøret) skal bestemmes ved korresponderende stangavlesninger og libelleutslag. I utgangsstillingen bør den ene libelleenden befinne seg ved den ene av libelledelingens "ekstremalstreker" og i sluttstillingen ved den andre. Som stang anvendes 2 meters målebånd og avstanden må gjøres størst mulig.

7. Avlesningsmidler (bruk og nøyaktighetsundersøkelser).

Teodolitter med følgende avlesningsmidler skal nyttes :

Nonie eller noniemikroskop.
Skalamikroskop.
Skruemikroskop.
Planglassmikroskop (optisk mikrometer).
Wilds koinsidensavlesning.
Kern

a. Først foretas en del prøveavlesninger med sikte på å bli kjent med teodolittens avlesningsanordning.

a.1. For instrumenter med egen "avlesningsmikrometerskrue", dvs. for instrumenter med skrue- og planglassmikroskop og med koinsidensavlesning, foretas 10 avlesninger på samme sted på horisontalsirkelen. Dette utføres ved at avlesningsmidlet bringes litt ut av stilling etter hver avlesning ved hjelp av avlesningsmidlets mikrometerskrue. Avlesningene noteres. Under denne øving må alidadens klemskrue være tilskrudd, og verken klem- eller finskruen må berøres.

a.2. For instrumenter <u>uten</u> egen "avlesningsmikrometerskrue", slik som tilfellet er for skala- og nonieinstrumentets vedkommende, skal det foretas så mange avlesninger (minst 10) på forskjellige steder på sirkelen at hver partideltaker blir fullt fortrolig med avlesningsanordningen.

b. Nøyaktighetsundersøkelser vedrørende sirkelavlesningen.

Dette skal kun utføres for sekunds-teodolittene og etter nærmere anvisning av øvingslederen.

Undersøkelsen består i en middeltallsdannelse av de 10 avlesninger som er foretatt under pkt. a a.1. med etterfølgende bestemmelse av avvikene mellom middeltallet og de enkelte avlesninger. Middelfeilen (middelavviket) som gir uttrykk for avlesningsnøyaktigheten, er da gitt ved :

$$m = \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n-1}}$$

hvor v-ene er avvikene mellom middeltallet og de enkelte avlesninger, og n er antall målinger (her 10).

En slik avlesningsserie og nøyaktighetsbestemmelse skal utføres selvstendig av hver partideltaker.

8. <u>Øvinger i verifisering</u>.

Følgende verifiseringer skal foretas på instrument anvist av øvingslederen.

a. Verifisering av kollimasjonsfeil ved hjelp av metoden med retningsavlesninger mot et objekt i begge kikkertstillinger.

b. Verifisering av indeksfeil for instrumenter med og uten egen mikrometerskrue for vertikallibellen.

NB. Begge disse verifiseringer skal etterpå kontrolleres ved retningsmåling mot et objekt i begge k.st., resp. vertikalvinkelmåling mot et objekt i begge k.st.

II. ØVINGER I AREALBESTEMMELSE.

A. Forberedelser.

1. Først foretas en del innledende øvinger med sikte på å bli fortrolig med planimeteret og dets bruk. Disse øvinger skal omfatte

a. Oppstilling.
b. Omfaring av figurer.
c. Avlesning.
d. "Gjennomslag".

Som prøvefigur velges en av figurene på kartet.

2. Kontroll av planimeteret. Denne foretas ved hjelp av kontroll-linjalen, og førearmslengden justeres inntil en oppnår den ønskede verdi for planimeterets konstant.

I forbindelse med denne kontroll skal det også undersøkes om planimeteret har rulleakseskjevhet. Den fremgangsmåten som vi senere kommer til å nytte ved selve arealbestemmelsen, nemlig å begrense bruken av planimeteret til bare én polstilling, bygger på den forutsetning at instrumentet ikke er beheftet med rulleakseskjevhet av betydning.

B. Oppgave i arealberegning.

Denne oppgave går ut på å bestemme arealet for det området som det utdelte kart omfatter. Områdets yttergrenser er markert av eiendomsgrense, trådgjerde og bygdevegens østre vegkant. Søkt er så vel totalarealet som arealet av de enkelte figurer (ialt 20). Arealbestemmelsen faller i to trinn :

1. Store masseberegning som tar sikte på bestemmelse av totalarealet, idet hele området betraktes som en enkelt kartfigur. Store masseberegning foretas med utgangspunkt i rutenettet. De kvadrater som er helt utfylt, oppføres med det areal de skal ha ifølge målestokken. For de kvadrater som bare delvis er utfylt, måles begge deler hver for seg. Hver del omfares to ganger med avlesning og notering etter hver omfaring. Det må kontrolleres at de to bestemmelser ikke avviker mer enn tillatt ifølge feilgrensen som er oppstilt for Jordskifteverkets målinger :

$$dA_{m^2} = 0{,}0005\,M\,\sqrt{A_{m^2}}$$

hvor M er identisk med M i uttrykket for kartets målestokkforhold 1 : M, og A er markfigurens areal.

Dersom den utfylte eller udekkede del av ruten utgjør mindre enn 1/8 av rutearealet, er det tilstrekkelig å beregne det minste areal. Før et således bestemt areal trekkes inn i store masseberegning, må det korrigeres for kartkrymping.

Forskjellen mellom summen av kvadratets to delarealer og den korrekte verdi for samme fordeles på de to deler proporsjonalt med delarealene. Derved elimineres virkningen av kartkrympingen.

2. Figurberegningen. Denne innledes med bestemmelse av kartkrympingen. Denne bestemmelse skjer ved hjelp av rutenettet og utføres separat for begge hovedretninger. Krympingen uttrykkes i prosent av de målte lengder

$$p = \frac{L - l}{l} 100$$

hvor L er den korrekte lengde, mens l er den lengde som kartet gir. Det må nyttes pålitelig linjal til denne lengdemåling, helst av metall, og kontrollavstandene bør være lengst mulig.
Så følger selve figurberegningen.

a. "Planimeterfigurer".

Arealbestemmelsen foretas også her bare i en polstilling. Hver figur omfares to ganger med avlesning og notering etter hver omfaring.

b. "Grafiske figurer".

Lange smale figurer egner seg ikke så godt for planimetermåling. Slike figurer bør måles grafisk ved skritting eller ved lengdemål tatt på kartet. Den siste metode bør nyttes for lange, smale, men forholdsvis regelmessige figurer som veier og bekker f.eks. Gjennomsnittsbredden bestemmes ved akkumulerende passerskritting jevnt fordelt i figurens lengderetning, mens lengden tas ut av kartet på vanlig måte.

Figurberegningen avsluttes med ny bestemmelse av krympingsprosentene i rutenettsretningene. Som endelig verdi nyttes middeltallene av bestemmelsene før og etter figurmålingen.

3. Utregning av arealene. Det areal som fås ved store masseberegning betraktes som endelig. Avviket mellom store masseberegning og summen av delefigurenes areal må holde seg innenfor feilgrensen etter den tidligere angitte formel. Men før en foretar denne undersøkelse, må resultatet av figurberegningen korrigeres for kartkrymping. Som verdi for krympingsprosenten nyttes summen av de tidligere bestemte krympingsprosenter for de to hovedretninger.

Dersom avviket mellom store masseberegning og figurberegningen holder seg innenfor feilgrensen, fordeles avviket på de enkelte figurers areal proporsjonalt med deres størrelse. Det foregår på den måten at en på grunnlag av avviket beregner utjevningsprosenten.

I foreliggende tilfelle blir det ikke aktuelt å nytte lille masseberegning, dvs. en sammenslåing av detaljfigurer til større grupper, hvis areal bestemmes under ett. Denne metode nyttes bare dersom kartet er sterkt detaljert slik at figurene blir små.

NB. Fremgangsmåten ved planimetermåling slik som den er beskrevet foran, bygger på den forutsetning at instrumentet ikke har rulleakseskjevhet av betydning, og dessuten at arealbestemmelsen tar sikte på en moderat nøyaktighet. I de aller fleste tilfelle vil denne fremgangsmåte være nøyaktig nok. Tas sikte på en størst mulig nøyaktighet, må målingene utføres i begge polstillinger slik som forutsatt i Jordskifteverkets skjema.

Jordskifteverket. *Skjema B nr. 13.* *Store masseberegning.*

Kartblad nr. .... *Tillegg for krymping* .... +0,55 *ar pr. 100 ar, som utjevnes for hver rute.*

Rutemidt-punktets koordinater	Første beregning: Faktorer: Areal		Kontroll-areal		Areal + kontroll-areal	Annen beregning: Faktorer: Areal		Kontroll-areal		Areal + kontroll-areal	Middel med utjevning	Endelig: Areal	Endelig: Kontroll-areal
1	2	3	4	5	6 Ar	7	8	9	10	11 Ar	12 Ar	13 Ar	14 Ar
y = 2300	6176		453		330 8						330 8		
x = 1100	5349	827	285	168							1 8	332 6	
	4522	827	118	167	67 0						67 0		
											0 4		67 4
		1654		335	397 8						400 0		
y = 2500	4142				41 8						41 8		
x = 1100	4038	104								+0.55 % krympning	0 2	42 0	
	3933	105											
											358 0		358 0
		209									400 0		
y = ...												- - - .	
x = ...													- - - .
											Sum	2312 8	887 2
						+3 hele ruter á 400 ar						1200 0	
											Areal	3512 8	3512 8
					Areal + kontrollareal = 11 hele ruter á 400 ar								4400 0

Jordskifteverket. ***Skjema B. nr. 14.*** ***Figurberegning***

Kartblad *Tillegg for krymping* +0,55 *ar pr. 100 ar.*

Kart-fig. Nr.	Første beregning: Faktorer		Areal	Annen beregning: Faktorer		Areal	Tillegg for kartets krymping	Middel av første og annen beregning med *tillegg*	Lille masseberegning: Enkelt-figurenes sum	Etter beregning: Faktorer		Areal + tillegg for krymping	Jfr. reg. pkt. 84.4: Utjevning 0,584 pst.	*Endelig areal*
1	2	3	4 Ar	5	6	7 Ar	8 Ar	9 Ar	10 Ar	11	12	13 Ar	14 Ar	15 Ar
1	102	9												
	93	9												
	84	18	3 6										–	3 6
2	328	114	45.4											
	214	113	-3.6											
	101	227	41 8										0 2	42 -
3	p.p.													
	(10 · 112)m²		11 2										0 1	11 3
4	(13.2 · 214)m²		6 8										–	6 8
...			... .										..	... .
Sum			3492 4									Sum	20 4	3512 8
Tillegg for krympning			19 2											
			3511 6											
Store masse			3512 8											
Differens			1 2											
(Tillatt)			5 9											
Å utjevne			20 4	drs. i prosent =			$\frac{20,4 \cdot 100}{3492.4}$ = 0,584							

Rettledning.

1. Store masseberegning. I kolonne 2 føres avlesningene for den delen av ruten som inngår i selve arealbestemmelsen. Begynnelses-avlesningen føres i 3. linje, avlesningen etter 1. gangs omfaring i 2. linje og sluttavlesningen i 1. linje. I kolonne 3 dannes differensene mellom to og to avlesninger. Videre er summen av disse differenser oppført nedenfor. I kolonnene 4 og 5 føres på tilsvarende måte de avlesninger som angir kontrollarealet, dvs. arealet til den del av ruten som faller utenfor området. I kolonne 6 føres så de målte verdier for areal og kontrollareal. Begge fås i ar ved å multiplisere de to summene i 5. linje med o,2. Planimeterets konstant er nemlig lo mm² og kartets målestokk 1:2ooo. For å komme over til ar må vi følgelig multiplisere med o,4, og det er nettopp det som skjer når vi først summerer og etterpå multipliserer med o,2. Avviket fra 4oo ar fordeles så i kolonne 12 proporsjonalt med arealene, og de utjevnede verdier føres i kolonne 13 og 14.

Det andre horisontale avsnittet (y = 25oo, x = 11oo) refererer seg til det tilfelle at arealet utgjør mindre enn 1/8 av hele rutearealet. Det foretas da ikke omfaring av kontrollarealet, men måleresultatet korrigeres for krymping og føres direkte opp i kolonne 12.

2. Figurberegningen. Føringen i kolonnene 2 og 3 og utregningen av arealene i kolonne 4 foregår nøyaktig på samme måte som ved store masseberegning. Det første linjeavsnittet viser eksempel på føring av en vanlig figur, mens det andre linjeavsnitt refererer seg til det tilfelle at vi har en liten figur innenfor begrensningen av en større figur (her er det figur 1 som befinner seg inne i figur 2). For å få figur 2's areal må vi følgelig subtrahere fra arealet av figur 1.

Tredje hovedavsnitt viser et eksempel på føring når figuren beregnes ved hjelp av skrittingsmetoden (p.p. står for parallellplanimeter), mens fjerde linjeavsnitt refererer seg til en lang og forholdsvis jevnsmal figur, hvor arealbestemmelsen baserer seg på akkumulerende breddemålinger jevnt fordelt utover figuren i lengderetningen, mens lengden er målt på kartet.

Til slutt dannes summen av alle arealene etter figurberegningen. Denne sum må så korrigeres for krympning før en undersøker om avviket fra store masseberegning holder seg innenfor feilgrensen. Dersom det er tilfelle, beregnes utjevningsprosenten, hvoretter utjevningen foretas i kolonne 14 og de endelige arealer føres i kolonne 15.

III. ØVINGSOPPGAVE
i
KARTKONSTRUKSJON og KARTTEGNING.

Kartkonstruksjonen skal foregå etter polarmetoden i målestokk 1/1000 og med ekvidistanse 1 m. En forutsetter at beregningen av polygon- eventuelt triangelpunktenes koordinater er utført. Øvingsoppgaven omfatter følgende operasjoner :

1. Reduksjon av tachymeterbøker.

Dette omfatter beregning av horisontale avstander og av detaljpunktenes høyder.

Under avsnittet "Vanlig optisk avstandsmåling med hellende siktelinje" har vi vist at når en avstand er bestemt optisk til

$$D' = c + kl$$

er den tilsvarende horisontale lengde tilnærmet lik

$$D = D' \cos^2\alpha = D' - D' \sin^2\alpha$$

m.a.o. lik avlest lengde minus en korreksjonsstørrelse $D' \sin^2\alpha$. Høydeforskjellen mellom stasjons- og detaljpunkt er lik

$$\Delta h = D' \sin\alpha \cos\alpha + i - s \quad (= D' \tfrac{1}{2} \sin 2\alpha + i - s)$$

$$= \Delta h' + i - s$$

Ved foreliggende oppgave skal vi nytte ing. Lindheims tachymeterstav som har en $\sin^2\alpha$-deling for beregning av lengdereduksjonen $D'\sin^2\alpha$ og en $\sin\alpha \cos\alpha$-deling for beregning av $\Delta h'$.

Pilen på regnestavens skyver stilles inn på den optisk bestemte lengde D'. Ved å oppsøke den aktuelle høydevinkel α (senitdistanse) på den øvre del av skyveren, bestemmer en så $\Delta h'$ ved avlesning på øvre skala av regnestaven. $\Delta h = \Delta h' + i - s$ kan så beregnes.

Ved å oppsøke den aktuelle høydevinkel på nedre del av skyveren, leser en av lengdereduksjonen $D' \sin^2\alpha$.

Det er tilstrekkelig å regne ut lengdereduksjonen og høydeforskjellen med 10 cm's nøyaktighet.

Vi skal ta et eks. (se fig. 1) hvor avlest lengde er 41,4 m og senitdistansen z er $108{,}3^g$.

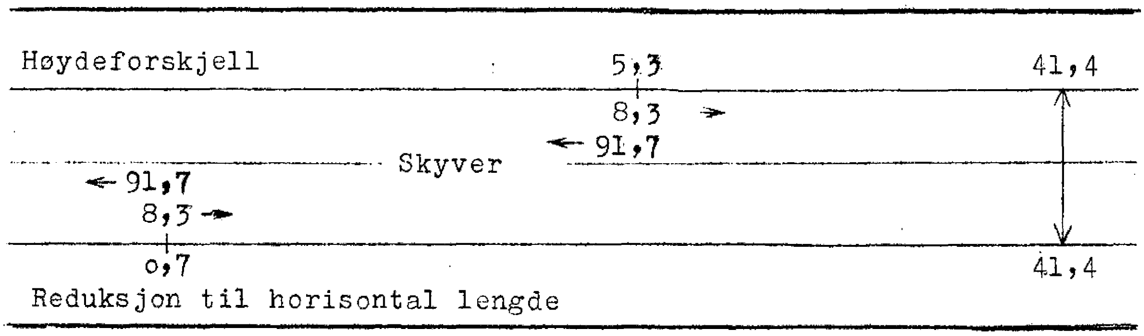


Fig. 1

Høydeforskjellen blir her - 5,3 m, og reduksjon av den optisk bestemte avstand blir o,7 m. Med en senitdistanse 91,7^g vil vi få tilsvarende tall, men positiv høydeforskjell.

Lengdereduksjonen noteres ikke i tachymeterboka. Utregningen av de horisontale avstander utføres i hodet (eller på kladdepapir) og resultatet noteres i tachymeterboka. Den beregnede høydeforskjell noteres, og på grunnlag av stasjonspunktets absolutte høyde beregnes så enkeltpunktenes høyder. En viser forøvrig til utførte beregninger i vedlagte tachymeterbok.

2. Konstruksjon av rutenett og avsetting av koordinatbestemte punkter.

På grunnlag av triangel- og polygonpunktenes koordinater gjør en seg opp en mening om kartarkets størrelse.

Rutenettet som består av lo cm's kvadratiske ruter konstrueres (avsettes) ved hjelp av rutenettsjablon og nettet trekkes svakt opp med skarp blyant.

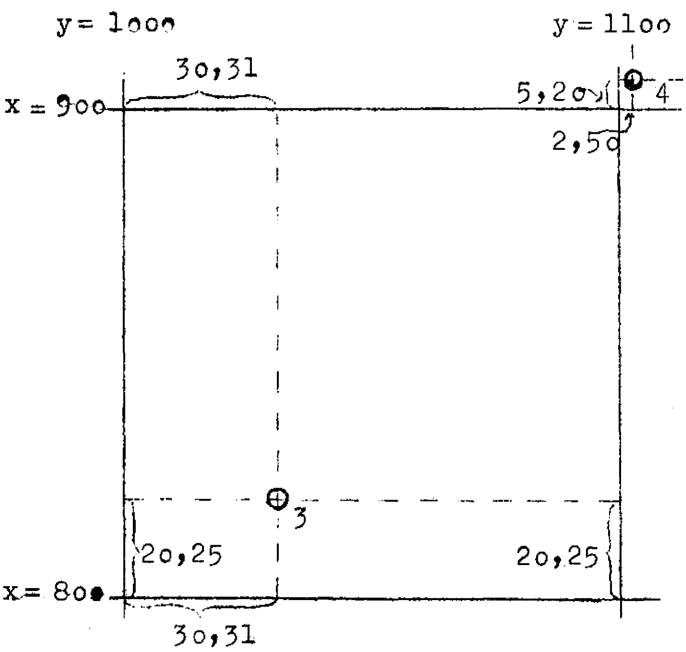


Fig. 2

En bør aldri sette av rutenettet før kartarket har ligget en tid under noenlunde de samme forhold (temperatur og fuktighet) som der konstruksjonen skal foregå. Dermed får kartarket mest mulig "krympet fra seg".

De koordinatbestemte punkter (triangel- og polygonpunktene) avsettes i forhold til rutenettet enten ved bruk av passer og linjal (transversalmålestokk), eller ved bruk av spesielle rettvinkelkoordinatografer (detaljkoordinatografer). Begge metoder skal nyttes.

Fig. 2 viser avsetting med passer

og linjal av to polygonpunkter i kartmålestokk 1/1oo•. Koordinatene er for punkt 3 : x = 82o,25, y = 1o3o,31 og for punkt 4 : x = 9o5,2o, y = 11o2,5o. Avstandene tas nøyaktig i passeren og avsettes i forhold til rutenettet. For å få kontroll på avsettingen måles avstanden på kartet mellom to og to påfølgende punkter, og disse avstander sammenlignes med de tilsvarende avstander i koordinatfortegnelsen. Differensene bør ikke overstige o,2 - o,3 mm.

Bruken av detaljkoordinatograf vil bli forklart under øvingene.

3. Kartkonstruksjon (avsetting av detaljpunkter).

Selve kartkonstruksjonen skal utføres ved bruk av transportør.

Ved konstruksjon i f. eks. punkt nr. 5 med orientering (o-avlesning) til punkt nr. 4 (se fig. 3) trekkes først opp orienteringsretningen ved bruk av linjal. Orienteringsretningen avmerkes med en kort strek, hvis midtpunkt skal ha en avstand fra punkt nr. 5 lik transportørens radius.

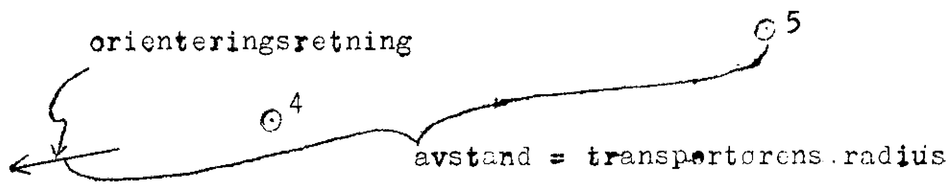


Fig. 3

Kontroll og mulighet for forbedring av den avsatte orienteringsretning fås ved å trekke opp orienteringsretningen på nytt, denne gang med linjalen plassert på andre siden av punktene, og så nytte middelverdien av de to retninger.

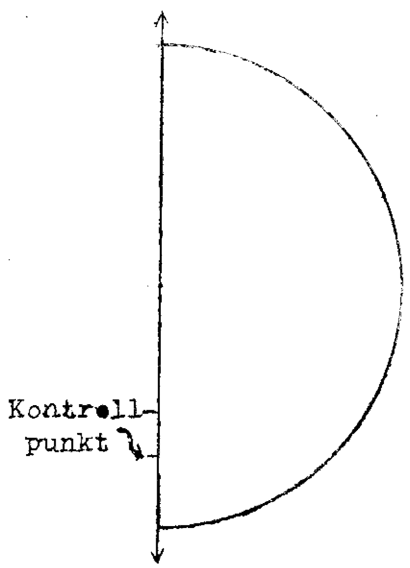


Fig. 4

Før avsettingen av detaljpunktene tar til, bør en undersøke om stiften står i transportørens sentrum. Dette kan utføres ved å plassere transportørens stift i et vilkårlig punkt og avmerke diameteren svarende til o - 2oo^{g} (se fig. 4). Samtidig avmerkes et kontrollpunkt og avstanden til dette leses av. Så dreies transportøren 2oo^{g} og diameterens ene endepunkt legges inn til et av de tidligere avsatte diametermerker. Fås et utslag ved det andre merket, skyldes dette at stiften er eksentrisk anbrakt i sideretningen (utslaget er lik den firdobbelte eksentrisitet). Avstanden leses av på nytt. Fås en annen verdi enn i første tilfelle, skyldes det eksentrititet i lengderetningen.

Er eksentrisiteten i en av retningene større enn o,2 mm, bør stiften korrigeres eller erstattes med en ny.

Ved litt større konstruksjonsoppgaver (mange stasjonspunkter) bør en slik kontroll utføres med visse mellomrom.

Ved bruk av enkelte transportører (Baalsruds transportør med lang linjal) bør en være oppmerksom på at det kan bli nødvendig med avsetting av to diamentrale orienteringsretninger.

Selve konstruksjonen av et punkt utføres ved at en først avsetter horisontalvinkelen og deretter avstanden (den reduserte) i kartets målestokk langs transportørens linjal. Punktet stikkes med en nål eller spiss blyant, punktets høyde og om nødvendig også dets nummer noteres på kartet. Disse notater bør gjøres ganske svakt og med små skrift da de etter tusjing skal viskes bort.

Vi skal nedenfor ta et eksempel på avsetting av måledata fra punkt nr. 5 med orientering (o- avlesning) til punkt 4 (fig. 5).

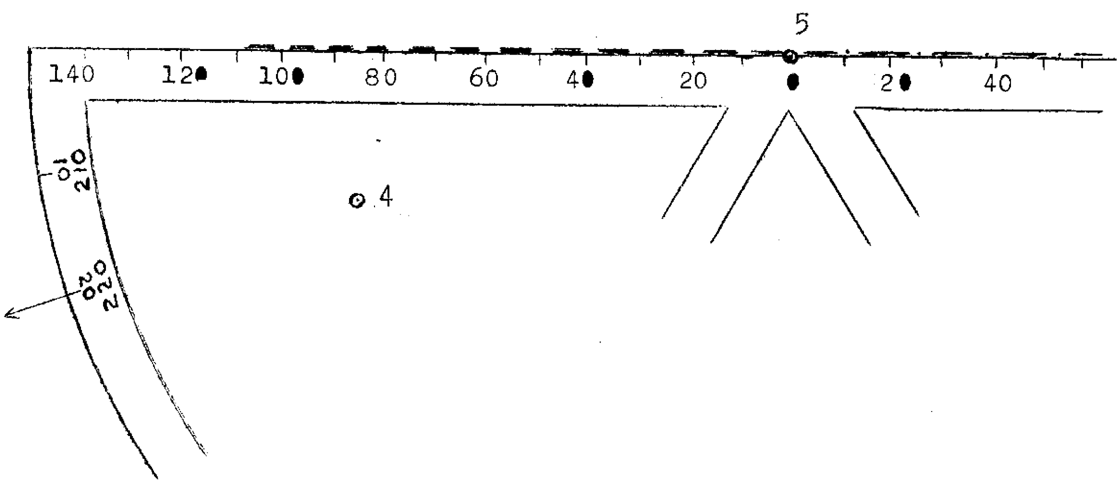


Fig. 5

Et punkt bestemt ved horisontalvinkel β = 2og avsettes langs den stiplede linje. Ved en horisontalvinkel β = 22og skal punktet ligge på den strek-prikkede linje.

For å unngå 2oog's feil avsetting, bør en kontrollere punktenes beliggenhet ved hjelp av måleskissen.

De avsatte punkter forbindes med hverandre i overensstemmelse med skissene. Det bør nyttes rene og skarpe linjer. Linjal, eventuelt krumlinjal bør nyttes for alle linjer unntatt begrensning for vann, bonitetslinjer og høydekurver. En bør aldri starte med konstruksjon i et nytt punkt før rentegningen (i grunnriss) med blyant er utført i det foregående punkt.

Når samtlige punkter er avsatt og grunnrisstegningen i blyant er ferdig, bestemmer en høydekurvenes beliggenhet og kurvene trekkes opp.

4. <u>Utstyr, navnsetting, opptrekking m.v.</u>

Når det gjelder kartets utstyr, navnsetting, bruk av konvensjonelle tegn og opptrekking i tusj, skal dette utføres i overensstemmelse med Norsk Standard nr. 74o - 741. En skal nedenfor behandle og delvis suplere en del av det som er nevnt i Norsk Standard.

a. <u>Bruk av sjabloner og utstyr for tusjing.</u>

Det finnes i dag flere typer <u>skriftsjabloner</u>. De er raske å bruke, og når en ved litt øvelse oppnår en jevn avstand mellom bokstaver og ord, blir resultatet som regel vellykket. Disse sjabloner er derimot ikke gunstige å bruke ved små skrift. Ved alminnelig kartskrift er bokstavhøyden vanligvis 3 mm og mindre, og en bruker i slike tilfeller <u>sjabloner som bare angir bokstavenes høyder og helning (linjesjabloner)</u> og skriver ellers med fri hånd. Ved litt øvelse skriver en på denne måten raskere enn ved å bruke skriftsjabloner. Når en oppnår jevn høyde og helning på hver enkelt bokstav og dertil jevne mellomrom mellom bokstaver og ord, blir helhetsinntrykket vel så tiltalende som ved bruk av skriftsjabloner.

Linjesjabloner bør anskaffes. De anbefales brukt selv om en blir ganske dreven i kartskrift.

Ved tusjing i store målestokker brukes mest rissefjær og spesielle tusjfyllepenner med splitter for opptrekking av linjer og for skrift. Tykkelsen av strekene er angitt på pennen i 1/1o mm. Dette letter arbeidet med tusjingen. Har en først bestemt seg for de forskjellige detaljers strektykkelse på kartet, går arbeidet raskt unna ved bruk av slike penner.

b. <u>Opptrekking i tusj.</u>

All tusjing, unntatt for høydekurvenes vedkommende, skjer med sort (ufortynnet) tusj. Høydekurvene trekkes opp med en spesiell rødbrun tusj, brent sienna. Skal kartet kopieres, nyttes som regel utelukkende sort tusj.

Ved tusjing er det til god hjelp å ha visse normer å holde seg til når det gjelder strektykkelsen. Arbeidet går da raskere unna og det er håp om å få en viss ensartethet i kartarbeidet. Av hensyn til kopiering var det tidligere nødvendig med forholdsvis grove streker. De moderne kopieringsmetoder gjør sitt til at dette hensyn på det nærmeste faller bort. Det er imidlertid vanskeligere å trekke et kart pent opp med tynne streker enn med litt grovere.

I siste tilfelle er det ved f. eks. opptrekking av kurver med linjal, lettere å skjule skjøtene i linja. Som en rettledning kan nevnes noen strektykkelser som ansees passende :

0,6 ~~o,4~~ mm vannlinje (innsjøer og store elver)
0,5 ~~o,3~~ " herredsgrense, riksveg
mindre veger
0,3 - ~~0,4~~ o,25 " bebyggelse og mindre veger
o,2 " begrensningslinje for dyrket mark, gjerde, kanal
0,2 - o,15 " hekk, steingard (skravering av hus og myr)
o,1 " rutenett, skravering av hus og myr.

Strektykkelser for andre objekt må en da passe inn i skalaen etter beste skjønn.

All opptrekking med unnatak av elver, bekker og høydekurver bør skje ved hjelp av linjaler. Ved tusjing av vegkurver kan krumlinjaler brukes. Vanskeligheten består i å få kurvene jevne uten synlige skjøter. Denne vanskelighet overvinnes lettest ved konsekvent å tusje fra venstre til høyre. Ved opptrekking av bebyggelse bør vinkelhaker brukes for å få rette vinkler og parallelle linjer, likeså ved skravering.

Opptrekking av elver, bekker og høydekurver gjøres med frihånd, og en kan bruke vanlig rissefjær, krumrissefjær eller tusjfyllepenner. Enkelte høydekurver, de såkalte tellekurver skal fremheves, dvs. trekkes kraftigere opp enn andre. Ved f. eks. 1 m ekvidistanse fremheves hver femte kurve, (5 m, 1o m osv.). Det er sikrest først å trekke opp tellekurvene. Som strektykkelser for høydekurver bør nyttes o,1 og o,~~2~~ 3 mm for henholdsvis vanlige kurver og tellekurvene.

α. Bruk av konvensjonelle tegn.

På et kart som skal nyttes innen jord- og skogbruk, blir foruten eiendomsgrenser, forskjellig bebyggelse, ledningsstolper, veger kanaler, elver osv., også de forskjellige markslag skilt ut. Ved hjelp av konvensjonelle tegn skal en uten noen slags skriftlig angivelse kunne finne ut hva slags mark en har på de forskjellige kartfigurer, hva slags bebyggelse som fins der, hva slags ledningsstolper osv.

De forskjellige konvensjonelle tegn finner en i Norsk Standard nr. 74o-41. En stor del av disse tegn må kjennes for at en skal kunne "lese" et kart.

De konvensjonelle tegn må ikke dominere på kartet. De bør ikke være for store og heller ikke stå for tett. De kan uten skade gjøres mindre enn hva som er antydet i Norsk Standard. På en liten kartfigur er det ofte nok med et enkelt konvensjonelt tegn, på en større figur kanskje 2-3. De skal tegnes slik at de "leses" vest-øst på kartet.

d. Kartets tittel og utstyr.

Når det gjelder kartets tittel og utstyr vises til "Mønsterkart" som er utlagt på tegnesalen.

e. Kartets påskrift.

Mesteparten av kartets påskrift utføres med tenkisk skrift. Det vanlige med teknisk skrift er at strektykkelsen er 1/1o av bokstavhøyden (store bokstaver). Ved kartskrift brukes bestandig noe tynnere skrift, f. eks o,2 mm strektykkelse til 3 mm høye bokstaver.

Hovedregelen er at skriften skal stå vest-øst. Unnatak er navn på langstrakte vann, elver, bekker, fjellrygger, smale daler, veger osv. Her plasseres navnet parallelt med hovedretningen.

Som passende høyde for alminnelig påskrift angir Norsk Standard:

M. 1/2oo - 1/5oo	:	5 mm
M. 1/1ooo	:	3,5 "
M. 1/5ooo	:	2,5 "
M. 1/1oooo	:	2 "

Ellers må størrelsen av bokstavene rette seg noe etter objektenes betydning.

Vanligvis brukes til høyre-hellende skrift. Til venstre-hellende skrift, som tegnes tynnere enn annen skrift, brukes på all påskrift som refererer seg til vann og myr.

Loddrett skrift brukes bl.a. ved navn på kirker, fjell,høyder og åser.

Kurvenes høyder påskrives i feltets yttergrenser og ellers inne på feltet så mange steder som en finner det nødvendig for oversiktens skyld.

M.h.t. skriftens utforming vises til Norsk Standard og spesielle plansjer.

IV. ØVINGER I TRIGONOMETRISKE BEREGNINGER.

Disse øvinger omfatter hovedsakelig beregning av lukket polygon og polygonale drag med tilhørende høydeberegning.

Hva feilgrenser angår, så skal overalt nyttes de verdier som gjelder for Jordskifteverkets målinger.

Øvingene i trigonometriske beregninger omfatter følgende oppgaver :

1. Øvinger i oppslåing av trigonometriske funksjonsverdier.

Slå opp sin, cos, tg og ctg med fortegn til følgende vinkler 58,363o^g, 126,164o^g, 286,718o^g og 342,831o^g

2. Øvinger i beregning av retningsvinkel og avstand.

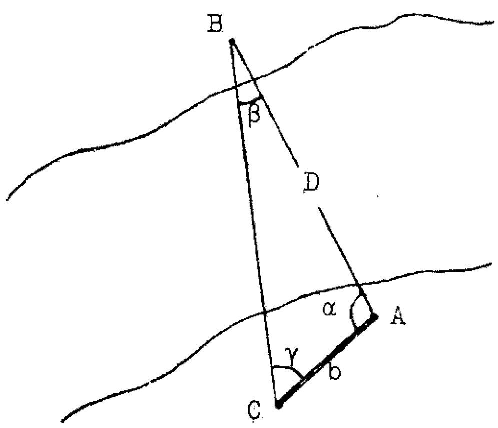
Gitt to punkter A og B med koordinatene

	y	x
A :	- 12105,73	+ 5476,28
B :	- 13068,12	+ 9891,34

Beregn retningsvinkelen og sidelengden for siden A-B (φ_{AB} og S_{AB}). Beregningen skal utføres i skjema for beregning av retningsvinkel og avstand. Det vises forøvrig til eksemplet på retningsvinkel- og avstandsberegning på side 2o med tilhørende kommentarer.

Hvilken av de to avstandsbestemmelsene er nøyaktigst ?

3. Øvingsoppgave i sideberegning.



Til bestemmelse av avstanden D mellom to punkter A og B som ligger på hver sin elvebredd, måles ut fra A en hjelpebasis b og dessuten alle tre vinklene i trianglet ABC.

De målte størrelser er :

α = 112,634o^g

β = 22,116o^g

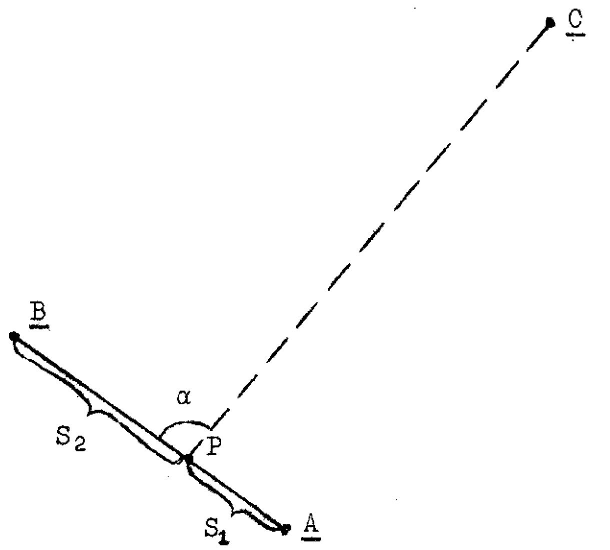
γ = 65,253o^g

og b = 45,168 m

1. Finn den søkte avstand D.
2. Hvilke størrelser vil nøyaktigheten av D i første rekke være avhengig av ?

4. Øvingsoppgave i linjestikking.

Fra et punkt P på linjen mellom A og B skal det stikkes en rett linje til et punkt C. A, B og C er gitte koordinatbestemte punkter, mens punktet P blir bestemt ved måling av avstandene S_1 og S_2. Fra P er det ikke



mulig å sikte til C, slik at stikkingen av linjen P-C skal skje ved oppstilling i P og utsetting av vinkelen α.

Koordinatene til de gitte punkter er :

Pkt.	y	x
A	-3246,28	+9467,81
B	-3377,52	+9637,83
C	-2839,66	+9713,47

De målte avstander er :

S_1 = 72,32 m og S_2 = 142,43 m

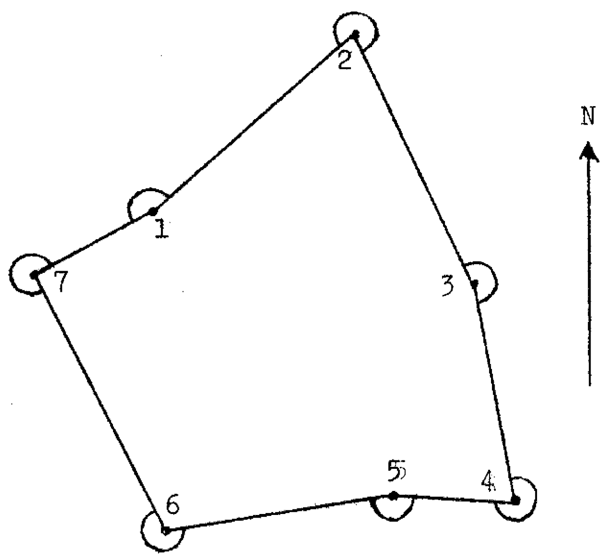
(en eventuell uoverensstemmelse mellom summen av S_1 og S_2 og den gitte avstand mellom A og B skal fordeles proporsjonalt med avstandene).

Beregn stikningsvinkelen α.

5. Øvingsoppgave i beregning av lukket polygon.

Hver student får utdelt en oppgave i beregning av en lukket polygon og et polygondrag som skal beregnes selvstendig.

Til støtte for denne beregning følger nedenfor først et fullstendig eksempel på beregning av lukket polygon, og deretter et eksempel på beregning av polygondrag. Begge gjelder innmarksmålinger (er av betydning for fikseringen av feilgrensene).



Målte vinkler (utvendige) og sider.

Vinkel 1 = $183,630^g$	S_{1-2} =	113,35 m
" 2 = $319,946^g$	S_{2-3} =	103,90 "
" 3 = $210,040^g$	S_{3-4} =	79,55 "
" 4 = $314,480^g$	S_{4-5} =	45,70 "
" 5 = $188,226^g$	S_{5-6} =	88,70 "
" 6 = $280,294^g$	S_{6-7} =	110,70 "
" 7 = $303,403^g$	S_{7-1} =	46,20 "

Polygonen er "fri" for så vidt som ingen av polygonpunktene er koordinatbestemt på forhånd. Koordinatberegningen lar en derfor bygge på følgende valgte verdier for koordinatene til punkt 1 :

$$y = x = 1000,00 \text{ m}$$

Dessuten er den magnetiske retningsvinkel for siden S_{1-2} målt med kompass til $65,0^g$. Ved å ta hensyn til misvisningen, som er $5,0^g$ vestlig, fås som utgangsverdi :

$$\varphi_{1-2} = 65,0^g - 5,0^g = 60,0^g$$

Jordskifteverket. Skjema B nr. 8. Koordinatberegn. av polygonpunkter.

Punkt nr.	Polygon vinkel β			Side	Retnings-vinkel φ			~~log~~ sin φ ~~log side~~ ~~log~~ cos φ Eller etter koordinattabeller	log sin φ + log side log side + log cos φ	Koordinattilvekster Δy		Koordinattilvekster Δx		Koordinater Y	Koordinater X	Punkt nr.
	g	c	cc	m	g	c	cc			+ m	− m	+ m	− m	m	m	
1	2			3	4			5	6	7	8	9	10	11	12	13
								Lukket polygon •1-•7								
		-	2					+0,80902		-2		+2				
•1	183	63	0	113,35	60	00	0			+91,70		+66,63		1000,00	1000,00	•1
								+0,58779								
		-	3					+0,30986		-2			+2			
•2	319	94	6	103,90	179	94	3			+32,19			-98,79	1091,68	1066,65	•2
								-0,95078								
		-	3					+0,15674		-1			+1			
•3	210	04	0	79,55	189	98	0			+12,47			-78,57	1123,85	967,88	•3
								-0,98764								
		-	3					-0,99755			-1	0				
•4	314	48	0	45,70	304	45	7				-45,59	+3,20		1136,31	889,32	•4
								+0,06995								
		-	3					-0,99340			-2		+1			
•5	188	22	6	88,70	292	68	0				-88,11		-10,18	1090,71	892,52	•5
								-0,11473								
		-	3					-0,41193			-2	+2				
•6	280	29	4	110,70	372	97	1				-45,60	+100,87		1002,58	882,35	•6
								+0,91122								
		-	2					+0,93191		-1		0				
•7	303	40	3	46,20	76	37	2			+43,05		+16,76		956,96	983,24	•7
								+0,36268								
Sum	1800	01	9	588,10						+0,11		-0,08				
Skal være	1800	00	0							0,00		0,00				
Retting	-	1	9	(tillatt 53^c)						$f_y = -0,11$		$f_x = +0,08$		$f_s = 0,14$ (tillatt 0,5?)		

Rettledning.

Eksemplet forutsetter at beregningen baseres på vinkelenheten $1o^{cc}$ og lengdeenheten 1 cm. Det vil være tilstrekkelig nøyaktig for de aller fleste former for polygonmåling. Beregningen skal utføres i Jordskifteverkets skjema for koordinatberegning av polygonpunkter (Skjema Bnr.8).

1. Først føres de målte verdier (eventuelt avrundet til $1o^{cc}$) i kolonne 2. Så dannes summen av polygonvinklene, som sammenholdes med den korrekte verdi for samme ($\{n + 2\}\ 2oo^g$ og $\{n - 2\}\ 2oo^g$ for henholdsvis utvendige og innvendige vinkler). Dersom vinkelsumsfeilen holder seg innenfor feilgrensen, fordeles den likt på samtlige vinkler. I foreliggende tilfelle med $\frac{19o^{cc}}{7} = 27^{cc}$ som avrundes til 5 korreksjoner à $3o^{cc}$ og 2 à $2o^{cc}$. Som regel for fordelingen av disse korreksjoner fastsettes : de "ukorrekteste" verdier skal anbringes slik at de virker minst mulig inn på "polygongapet", og det er tilfelle når de legges til vinklene nærmest begynnelsespunktet. Her er de derfor lagt til punktene 1 og 7. Hadde vi hatt $\frac{18o^{cc}}{7} = 26^{cc}$, ville feilen blitt å fordele med 4 korreksjoner à $3o^{cc}$ og 3 korreksjoner à $2o^{cc}$, og de siste ville blitt lagt til punktene 1, 7 og 2.

2. Med de korrigerte verdier for polygonvinklene foretas så utregningen av retningsvinklene i kolonne 4 etter følgende regel (som forutsetter at punktene nummereres i positiv omløpsretning, altså med solen): en sides retningsvinkel er lik foregående sides retningsvinkel + $2oo^g$ + polygonvinkelen med etterfølgende redusering med så mange ganger hele $4oo^g$ at den søkte retningsvinkel blir mindre enn $4oo^g$. De beregnede verdier for φ jevnføres med skissen for å gardere seg mot kvadrantfeil. Kontroll på korrigeringen av polygonvinklene og utledningen av φ-ene fås ved til siste retningsvinkel å addere den korrigerte verdi for polygonvinkelen i begynnelsespunktet. En skal da komme fram til utgangssidenes retningsvinkel.

3. Koordinattilvekstene føres i kolonne 7 - 1o med tilføyelse av fortegn, (fortegnene letter nemlig korrigeringen av koordinattilvekstene og likeså utregningen av nypunktenes koordinater).

4. Så dannes summen av koordinattilvekstene, som for en lukket polygon skal være lik null. Dersom polygongapet $f_s = \sqrt{f_y^2 + f_x^2}$ holder seg innenfor feilgrensen, fordeles f_y og f_x på de enkelte koordinattilvekster proporsjonalt med de tilhørende sidelengder.

5. Nypunktenes koordinater fås ved en suksessiv summering av de korrigerte koordinattilvekster til begynnelsespunktets koordinater. Det skjer enklest ved innsetting av begynnelsespunktets koordinater i regnemaskinen og fortløpende addering av koordinattilvekstene. Kontroll på korrigeringen av koordinattilvekstene og beregningen av nypunktenes koordinater fås ved til endepunktets koordinater å addere siste sides koordinattilvekster. En skal da komme fram til begynnelsespunktets koordinater.

6. Øvingsoppgave i beregning av polygondrag.

Nedenfor følger et komplett eksempel på beregning av polygondrag (tilknyttingsdrag). Beregningen referer seg til polygondraget i figuren, hvor de gitte koordinatbestemte punkter er understreket, og baserer seg på følgende data :

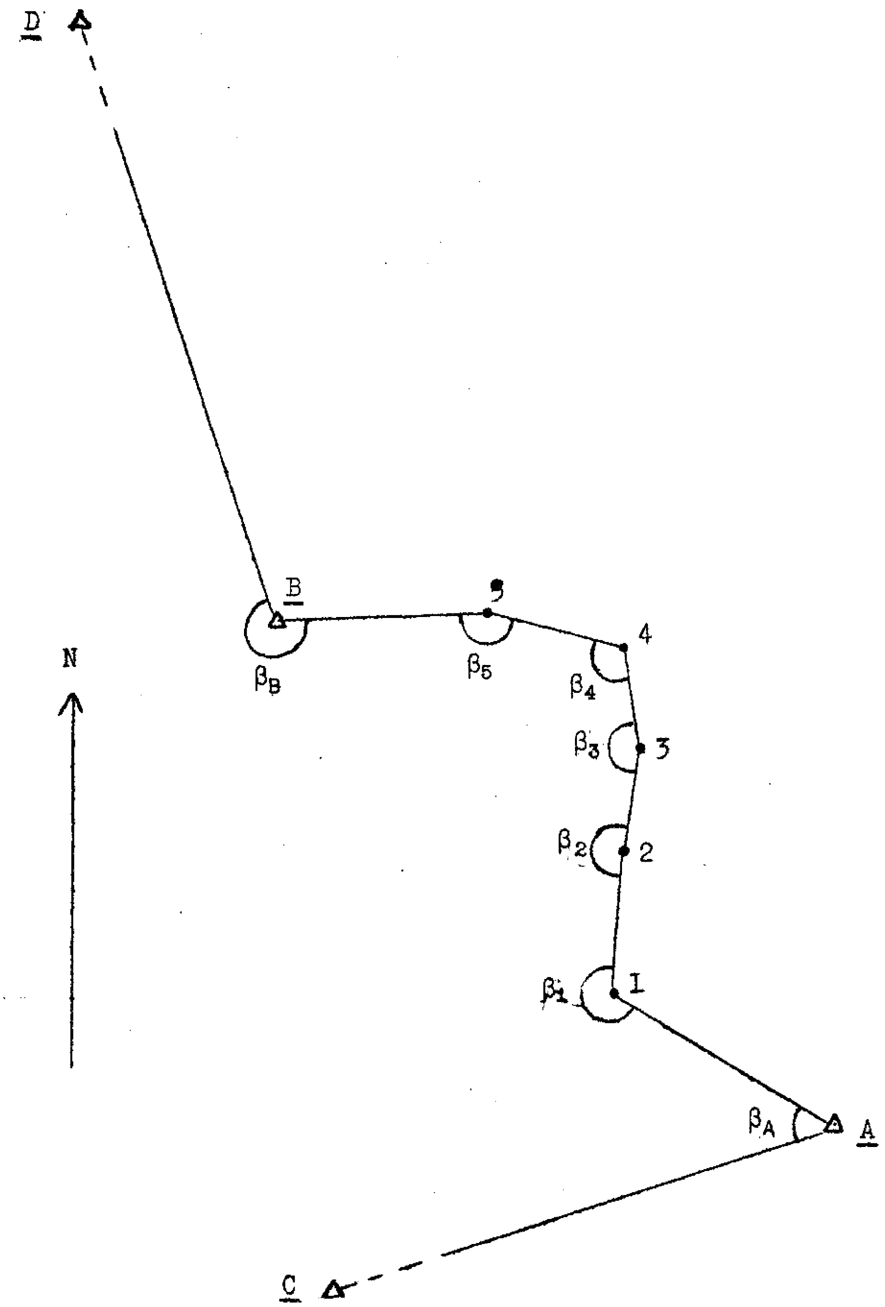
Gitte koordinater

Pkt.	y	x
A	2318,78	8254,15
B	1996,17	8630,60
C	658,44	7595,69
D	731,92	11150,94

Målte vinkler og sider

$\beta_A = 58,7049$
$\beta_1 = 268,281$
$\beta_2 = 206,102$
$\beta_3 = 181,874$
$\beta_4 = 134,233$
$\beta_5 = 173,262$
$\beta_B = 271,957$

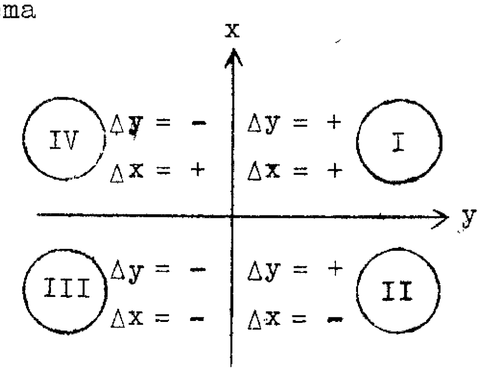
$S_{A-1} = 132,15$ m
$S_{1-2} = 98,65$ "
$S_{2-3} = 106,45$ "
$S_{3-4} = 80,10$ "
$S_{4-5} = 74,35$ "
$S_{5-B} = 149,50$ "



Beregning av retningsvinklene til de gitte sider.

Mellom punktene		
2	A	D
1	C	B
y_2	2318,78	731,92
y_1	658,44	1996,17
$\Delta y = y_2 - y_1$	+ 166o,34	- 1264,25
x_2	8254,15	1115o,94
x_1	7595,69	863o,60
$\Delta x = x_2 - x_1$	+ 658,46	+ 252o,34
$tg\varphi = \Delta y : \Delta x$	+ 2,52155	- o,5o162
φ'_{12}	75,964	29,599
φ_{12}	75,964	37o,4o1
$\sin\varphi_{12}$	+ o,92957	- o,44836
$\cos\varphi_{12}$	+ o,36865	+ o,89385
S= $\Delta y : \sin\varphi$	1786,14	2819,72
S= $\Delta x : \cos\varphi$	1786,14	2819,65

Bruken av skjemaet går fram av eksemplet. I første omgang tar en ikke hensyn til fortegn (dvs. en regner som om alle fortegn var positive) og kommer da fram til "råverdien" φ' som vil være en vinkel i første kvadrant. Så bestemmes kvadranten på grunnlag av koordinatdifferensenes fortegn etter følgende skjema



og den søkte retningsvinkels virkelige verdi (φ) bestemmes ved regelen om at <u>råverdien alltid er den minste vinkel mellom vedkommende stråle og x-aksen</u>.

Kontroll på beregningen av φ fås ved dobbelt sideberegning. De to sideverdier må stemme overens innenfor regnenøyaktigheten. Her hvor vi opererer med 5- sifret tabell, kan vi ikke vente mer enn 5 riktige siffer, slik at overensstemmelsen i eksemplet må karakteriseres som tilfredsstillende.

NB. Den dobbelte sideberegning kontrollerer bare at φ er i overensstemmelse med de benyttede verdier for Δy og Δx, derimot ikke at punktenes koordinater er riktig innført og heller ikke at substraksjonene ved danningen av Δy og Δx er riktig utført. En må derfor være særlig omhyggelig med utførelsen av sistnevnte transaksjoner.

Jordskifteverket. Skjema B nr. 8. Koordinatberegn. av polygonpunkter.

Punkt nr.	Polygon vinkel β (g c cc)	Side (m)	Retnings-vinkel φ (g c cc)	~~log~~ sin φ ~~log side~~ ~~log~~ cos φ	log sin φ + log side log side + log cos φ	Koordinattilvekster Δy + (m)	Δy — (m)	Δx + (m)	Δx — (m)	Koordinater Y (m)	X (m)	Punkt nr.
			Eller etter koordinattabeller									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					Polygondrag ΔA-ΔB							
	(75 96 4)	ΔC-ΔA	75 96 4			(+2318.78)		(+8254.16)				
	+3			-0.85533			+3	-4				
ΔA	58 70 4	132.15	334 67 1				-113.03	+68.46		2318.78	8254.16	ΔA
				+0.51808								
	+3			+0.04640		+3		-3				
⊙1	268 28 1	98.65	29 5 5			+4.58		+98.54		2205.78	8322.58	⊙1
				+0.99892								
	+3			+0.14183		+3		-3				
⊙2	206 10 2	106.45	9 06 0			+15.10		+105.37		2210.39	8421.09	⊙2
				+0.98989								
	+3			-0.14188			+2	-3				
⊙3	181 87 4	80.10	390 93 7				-11.36	+79.29		2225.52	8526.43	⊙3
				+0.98988								
	+4			-0.92283			+2	-2				
⊙4	134 23 3	74.35	325 17 4				-68.61	+28.64		2214.18	8605.69	⊙4
				+0.38521								
	+4			-0.99970			+4		-5			
⊙5	173 26 2	149.50	298 44 0				-149.46		-3.66	2145.59	8634.31	⊙5
				-0.02450								
	+4											
ΔB	271 95 7	ΔB-ΔD	370 46 1							1996.17	8630.60	ΔB
Sum	137[illegible] 27 7	641.20				+1996.00		+8630.80				
Skal være	-137[illegible]					+1996.17		+8630.60				
Retting	+ 2.[illegible]	(tillatt 5.3c)				f_y = +0.17		f_x = -0.20		f_s = 0.26 (tillatt 0.61)		

Rettledning.

1. Først innføres de målte verdier av polygonvinklene og sidelengdene i kolonne 2 og 3, likeså de beregnede verdier for retningsvinklene til de kjente sider φ_{C-A} og φ_{B-D} i kolonne 4 og de gitte koordinater til begynnelses- og endepunktet i kolonne 11 og 12. De gitte retningsvinkler og koordinater understrekes. Alle vinkler avrundes til 1o^{cc}.

2. Deretter dannes summen av alle vinklene i kolonne 2 (utgangssidenes retningsvinkel føres opp i kolonne 2 og medtas ved denne summering). Resultatet blir den målte verdi for retningsvinkelen til sluttsiden (bortsett fra et multiplum av 2oo^{g}).

3. Differensen mellom denne målte verdi for sluttsidens retningsvinkel og den gitte verdi for samme blir vinkelsumsfeilen. Dersom denne holder seg innenfor feilgrensen, skal den fordeles likt på samtlige polygonvinkler etter regelen om at de "ukorrekteste" korreksjoner skal innbringes slik at de får minst mulig innvirkning på polygongapet, og det oppnås her når de legges til punktene i nærheten av dragets sluttpunkt.

4. Med de korrigerte verdier for polygonvinklene foretas så beregning av sidenes retningsvinkler i kolonne 4 etter samme regel som fastsatt ved beregning av lukket polygon : en sides retningsvinkel er lik foregående sides retningsvinkel + 2oo^{g} + polygonvinkelen, med etterfølgende redusering med så mange ganger hele 4oo^{g} at den søkte retningsvinkel blir mindre enn 4oo^{g}. De beregnede verdier for φ må jevnføres med skissen. Kontroll på korrigeringen av polygonvinklene og utledning av φ-ene fås derved at den suksessive utledning av sidenes retningsvinkler skal resultere i den gitte verdi for retningsvinkelen i dragets endepunkt.

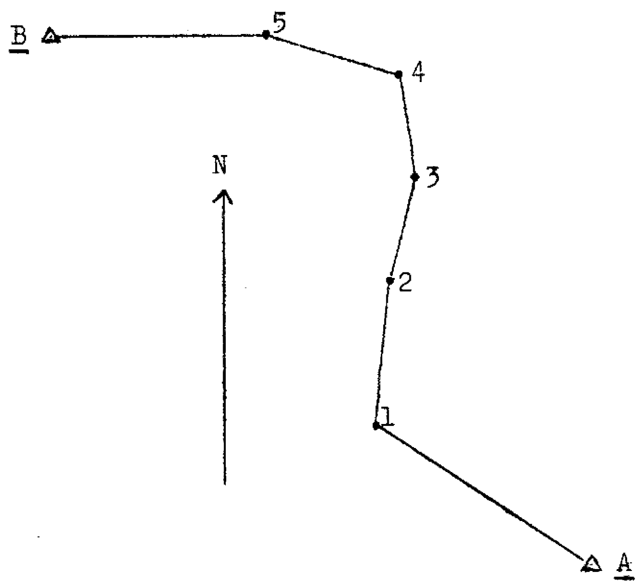
5. Etter at koordinattilvekstene er beregnet (med tilføyelse av fortegn), dannes de målte verdier for koordinatene til dragets sluttpunkt ved til utgangspunktets koordinater (som føres opp i kolonne 7 - 8 og 9 - 1o) å summere alle Δy og Δx. Denne verdi sammenholdes med den gitte verdi for sluttpunktets koordinater. Dersom polygongapet holder seg innenfor feilgrensen, fordeles f_y og f_x på de enkelte koordinattilvekster proporsjonalt med de tilhørende sidelengder.

6. Så utledes nypunktenes koordinater ved suksessiv summering av de korrigerte koordinattilvekster til utgangspunktets koordinater. Kontroll på korrigeringen av koordinattilvekstene og beregningen av nypunktenes koordinater fås derved at en skal komme fram til de gitte verdier for endepunktets koordinater.

7. Øvingsoppgave i høydeberegning.

Disse øvinger omfatter beregning av polygonpunkters høyde på grunnlag av vertikalvinkler og avstander.

Til støtte for denne beregning følger nedenfor et fullstendig eksempel på høydeberegning i forbindelse med polygondrag. Eksemplet refererer seg til polygondraget på side 18. Vi gjengir først de data fra dette drag som angår høydeberegningen :



Horisontale avstander :

$S_{A-1} = 132,15$ m
$S_{1-2} = 98,65$ "
$S_{2-3} = 106,45$ "
$S_{3-4} = 80,10$ "
$S_{4-5} = 74,35$ "
$S_{5-B} = 149,50$ "

Høydeberegningen baserer seg på følgende målte data :

Målte senitdistanser	Observert verdi	i	s
A-1	103,9429	s	
1-A	95,120	1,52	3,54
1-2	106,325	s	
2-1	93,661	s	
2-3	101,123	s	
3-2	98,897	s	
3-4	89,306	s	
4-3	11[illegible],73[illegible]	s	
4-5	1[illegible]4,814	s	
5-4	95,207	s	
5-B	85,364	1,44	2,95
B-5	113,985	s	

De gitte høyder til utgangspunktene er :

$H_A = 144,67$ m og $H_B = 166,05$ m

Jordskifteverket. Skjema B nr. 11. Beregning av polygonpunkters høydeforskjell og høyde.

Retning fra — til	Høydevinkel a (Zenit-distanse z) g	c	cc	Side D m	~~log D~~ ~~log tg a~~ ctg z ~~log D — log tg a~~	D tg a m	i s m i — s	Høyde-forskjell h m	Middelverdi h + m	Middelverdi h — m	Punktets Høyde over havet m	Punktets Nr. eller navn
1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11
						Polygondrag ∆A-∆B						
									(144,67)			
A-1	103	94	2	132,15	-0,06200	-8,19	0	-8,19		-3 -8,16	144,67	∆A
1-A	95	12	0	132,15	+0,07681	+10,15	1,52 3,54 -2,02	+8,13			136,48	⊙1
1-2	106	32	5	98,65	-0,09968	-9,83	0			-3 -9,85		
2-1	93	66	1	98,65	+0,09990	+9,86	0				120,60	⊙2
2-3	101	12	3	106,45	-0,01764	-1,88	0			-3 -1,86		
3-2	98	89	7	106,45	+0,01733	+1,84	0				124,71	⊙3
3-4	89	30	6	80,10	+0,16958	+13,58	0		-2 +13,61			
4-3	110	73	0	80,10	-0,17016	-13,63	0				138,30	⊙4
4-5	104	81	4	74,35	-0,07576	-5,63	0			-2 -5,62		
5-4	95	20	7	74,35	+0,07543	+5,61	0				132,66	⊙5
5-B	85	36	4	149,50	+0,23404	+34,99	1,44 2,95 -1,51	+33,48	-4 +33,43			
B-5	113	98	5	149,50	-0,22328	-33,38	0	-33,38			166,05	∆B
Sum				641,20					166,22			
Skal være									166,05			
Retting									- 0,17		(tillatt 0,74)	

Formel: Høydeforskjellen $h = \pm D\,tg\,a + i - s$ eller $= \pm D\,ctg\,z + i - s$, hvor D = avstanden, a = den målte høydevinkel (z = zenitdistanse), i = instrumenthøyde og s = siktehøyde.

J.C.G

Rettledning.

1. Beregningen av de enkelte høydeforskjeller baserer seg på formelen

$$\Delta h = D \text{ ctg } z + i - s$$

hvor ctg z må innføres med fortegn. Denne beregning er utført i kolonnene 1 - 7.

2. Deretter dannes middelverdiene av de gjensidige høydeforskjeller, som innføres i kolonne 8 og 9. De skal her innføres med det fortegnet som gjelder for høydeforskjellen "framover".

3. Til utgangspunktets høyde (som føres opp i kolonnene 8 - 9) adderes så samtlige Δh. Derved fås en beregnet verdi for endepunktets høyde, som sammenholdes med den gitte verdi for samme.

4. Dersom "høydegapet" holder seg innenfor feilgrensen, fordeles sluttfeilen proporsjonalt med sidelengdene. (Strengt tatt skulle sluttfeilen her - på samme måte som når trigonometrisk høydebestemmelse nyttes ved triangulering - fordeles proporsjonalt med kvadratene til sidelengdene, men i praksis er det vanlig ved polygonberegning å fordele feilen proporsjonalt med sidelengdene fordi det faller enklere og gir resultater som avviker forholdsvis lite fra de som fås ved den teoretisk mer korrekte fordeling.)

5. Nypunktenes høyder fås ved suksessiv summering av de korrigerte høydeforskjeller til begynnelsespunktets høyde. Det skjer enklest ved innsetting av begynnelsespunktets høyde i regnemaskinen og fortløpende addering av høydeforskjellene.

<u>Kontroll på korrigeringen av høydetilvekstene og beregning av nypunktenes høyder fås derved at den suksessive høydebestemmelse skal resultere i den kjente verdi for endepunktets høyde.</u>

8. Øvingsoppgave i knutepunktberegning.

Nedenfor følger et komplett eksempel på beregning av polygondrag med knutepunkt. Målingene er foretatt på innmark. Beregningene refererer seg til figuren, hvor de gitte koordinatbestemte punkter er understreket, og baserer seg på følgende data :

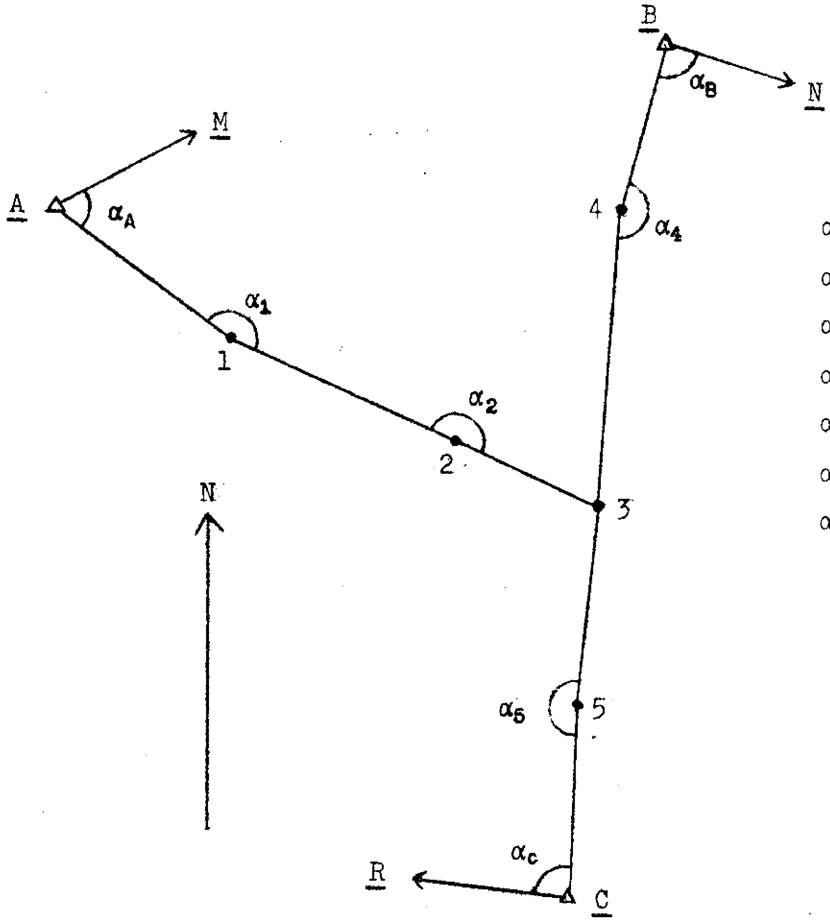
Gitte koordinater og beregnede retningsvinkler.

Pkt.	y	x
A	1020,50	3150,30
B	1425,27	3246,53
C	1345,21	2683,84

$\varphi_{AM} = 63,600^g$

$\varphi_{BN} = 123,170$

$\varphi_{CR} = 307,001$



Målte vinkler og sider :

$\alpha_A = 79,066^g$

$\alpha_1 = 185,672$

$\alpha_2 = 201,462$

$\alpha_B = 93,748$

$\alpha_4 = 190,282$

$\alpha_c = 99,904$

$\alpha_5 = 200,219$

$S_{A1} = 144,76$ m

$S_{12} = 161,64$ "

$S_{23} = 105,53$ "

$S_{B4} = 109,84$ "

$S_{43} = 198,72$ "

$S_{c5} = 124,68$ "

$S_{53} = 136,18$ "

Satsmåling i ⊙3 :

⊙2 : $0,000^g$

⊙4 : 77,416

⊙5 : 277,329

Jordskifteverket. Skjema B nr. 8. Koordinatberegn. av polygonpunkter.

Punkt nr.	Polygon vinkel β (g c cc)	Side (m)	Retnings-vinkel φ (g c cc)	~~log~~ sin φ ~~log side~~ ~~log~~ cos φ — Eller etter koordinattabeller	log sin φ + log side / log side + log cos φ	Koordinattilvekster Δy + (m)	Δy — (m)	Δx + (m)	Δx — (m)	Koordinater Y (m)	X (m)	Punkt nr.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Beregning av ⊙3 som knutepunkt fra ΔA, ΔB og ΔC.										
					Drag 1, ΔA-⊙3.							
	(263 60 0)	ΔM-ΔA	263 60 0			(+1020	50)	(+3150	30)			
	-2			+0.78372		-2			-2			
ΔA	79 06 6	144.76	142 66 4			+113.45			-89.91	1020.50	3150.30	ΔA
				-0.62112								
	-2			+0.90258		-3			-2			
⊙1	185 67 2	161.64	128 33 4			+145.89			-69.59	1133.93	3060.37	⊙1
				-0.43052								
	-2			+0.89247		-2			-2			
⊙2	201 46 2	105.53	129 79 4			+94.18			-47.61	1279.79	2990.76	⊙2
				-0.45111								
	-3											
⊙3	77 41 6		7 20 7							1373.95	2943.13	⊙3
Sum	807 21 6	411.93				+1374	02	+2943	19			
Skal være	807 20 7					+1373	95	+2943	13			
Retting	-9	(tillatt	40c)			f_x = -0	07	f_y = -0.	06	f_s = 0.09 (tillatt 0.50)		
					Drag 2, ΔB-⊙3							
	(323 17 0)	ΔN-ΔB	323 17 0			(+1425	27)	(+3246	53)			
	+3			-0.26268			-1		+1			
ΔB	93 74 8	109.84	216 92 1				-28.85		-105.99	1425.27	3246.53	ΔB
				-0.96484								
	+4			-0.11247			-1		+2			
⊙4	190 28 2	198.72	207 30 7				-22.45		-197.45	1396.41	3140.56	⊙4
				-0.99360								
Sum	607 20 0	308.56				+1373	97	+2943	10			
Skal være	607 20 7					+1373	95	+2943	13	1373.95	2943.13	⊙3
Retting	+7	(tillatt	28c)			f_x = -0.	02	f_y = +0.	03	f_s = 0.04 (tillatt 0.45)		
					Drag 3, ΔC-⊙3.							
	(107 00 1)	ΔR-ΔC	107 00 1			(+1345	21)	(+2683	84)			
	-1			+0.10823		+2						
ΔC	99 90 4	124.68	6 90 4			+13.49		+123.95		1345.21	2683.84	ΔC
				+0.99413								
	-1			+0.11164		+3		+1				
⊙5	200 21 9	136.18	7 12 2			+15.20		+135.33		1358.72	2807.79	⊙5
				+0.99375								
	-2			-								
⊙3	200 08 7		7 20 7							1373.95	2943.13	⊙3
Sum	607 21 1	260.86				+1373	90	+2943	12			
Skal være	607 20 7					+1373	95	+2943	13			
Retting	-4	(tillatt	35c)			f_x = +0.	05	f_y = +0.	01	f_s = 0.05 (tillatt 0.43)		

Beregning av middelverdi for φ_{3-4} og knutepunktets koordinater.

Drag	φ	p	Δ	p·Δ	Y	p	Δ	p·Δ	X	p	Δ	p·Δ
1	7 21 6	0.25	1.6	0.40	1374.02	2.4	12	28.8	2943.19	2.4	9	21.6
2	7 20 0	0.50	0	0	1373.97	3.2	7	22.4	2943.10	3.2	0	0
3	7 21 1	0.33	1.1	0.37	1373.90	3.8	0	0	2943.12	3.8	2	7.6
Sum		1.08		0.77		9.4		51.2		9.4		29.2

$\bar{\varphi} = 7.200^g + \frac{0.77^c}{1.08} = \underline{7.207^g}$ $\bar{Y} = 1373.90 + \frac{51.2}{9.4} = \underline{1373.95}$ $\bar{X} = 2943.10 + \frac{29.2}{9.4} = \underline{2943.13}$

Rettledning.

1. Først innføres for hvert enkelt drag utgangssidenes retningsvinkler i kolonne 4, de målte polygonvinkler i kolonne 2, de målte sidelengder i kolonne 3 og de gitte koordinater til utgangspunktene i kolonne 11 og 12.

2. Deretter dannes summen av alle vinklene i kolonne 2 (utgangssidenes retningsvinkel føres opp i kolonne 2 og medtas ved denne summering). Resultatet blir den målte verdi for retningsvinkelen til "knutepunktsiden" (bortsett fra et multiplum av 200^g).

3. Den endelige verdi for retningsvinkelen til knutepunktsiden utledes ved middeltallsdannelse etter vekt

$$\bar{\varphi} = \frac{p_1\varphi_1 + p_2\varphi_2 + p_3\varphi_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \varphi^\circ + \frac{[p \cdot \Delta]}{[p]}$$

hvor φ-ene er de tre enkeltverdiene for knutepunktsidenes retningsvinkel, mens p-ene er vektene som settes omvendt proporsjonale med antall målte vinkler som inngår i bestemmelsen av de enkelte φ-er. (Hva utregningen av et middeltall etter vekt angår, lønner det seg å holde den ikke-variable del utenfor og begrense beregningen til avvikene fra denne konstante del - altså fra φ° i eksemplet, som her er kalt Δ. Videre er det lønnsomt som konstant del å velge den minste av verdiene som inngår i middeltallsdannelsen.)

4. Avvikene mellom enkeltverdiene for φ-ene og $\bar{\varphi}$ blir vinkelsumsfeilen i de enkelte drag. Denne skal fordeles på vanlig måte, hvoretter de endelige retningsvinkler for sidene i draget beregnes.

NB. Kontroll på sistnevnte beregning fås derved at en skal komme fram til den utjevnede verdi for knutepunktsidens retningsvinkel.

5. Så følger på vanlig måte beregning av Δy og Δx for samtlige drag.

6. Deretter utledes de tre sett koordinater til knutepunktet ved til utgangspunktets koordinater (som føres opp i kolonne 7 - 8 og 9 - 10) suksessivt å addere de tilhørende Δy og Δx.

7. De endelige verdier for knutepunktets koordinater utledes ved middeltallsdannelse etter vekt

$$\bar{y} = \frac{p_1 y_1 + p_2 y_2 + p_3 y_3}{p_1 + p_2 + p_3} \quad \text{og} \quad \bar{x} = \frac{p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3}{p_1 + p_2 + p_3}$$

hvor y-ene og x-ene er de tre enkeltverdier for knutepunktets koordinater, mens p-ene er de tilhørende vekter som settes omvendt proporsjonale med lengden av de enkelte drag.

8. Avvikene mellom enkeltverdiene for knutepunktets koordinater og $\bar{y}$ og $\bar{x}$ blir f_y og f_x i de enkelte drag. Disse feil skal fordeles på vanlig måte (altså proporsjonalt med de enkelte sidelengder).

9. Til slutt følger beregning av koordinatene til nypunktene. Kontroll på denne beregning fås derved at en skal komme fram til de utjevnede verdier for knutepunktets koordinater.

9. Øvingsoppgave i beregning av kompassdrag.

Til støtte for denne beregning følger nedenfor et eksempel som baserer seg på følgende data (jevnfør risset på side 30):

Målte og beregnede størrelser.

Side	Målte magnetiske retningsvinkler	Målte sidelengder	Beregnede retn.vinkler (av koord.)
36-37	209,10^g		198,29^g
36-35	337,70		326,76
36-1	60,70	57,7 m	
1-2	69,12	87,2 "	
2-3	70,12	64,1 "	
3-4	101,08	55,9 "	
4-5	95,75	44,0 "	
5-6	79,05	75,6 "	
6-21	88,20	42,2 "	
21-20	191,60		180,74
21-22	391,65		380,74

Gitte koordinater.

Pkt.	y	x
⊙ 20	2859,87	3409,66
⊙ 21	2833,66	3493,64
⊙ 22	2799,18	3604,11
⊙ 35	2370,19	3334,48
⊙ 36	2467,37	3291,04
⊙ 37	2470,70	3166,95

Rettledning.

1. Først bestemmes dreiningsvinkelen Δ mellom det magnetiske aksesystem og det plane x.y-koordinatsystem. Det skjer på grunnlag av de målte verdier for magnetisk retningsvinkel til de 4 "fastpunktssider". Som endelig verdi for Δ nyttes middeltallet av de 4 bestemmelser.

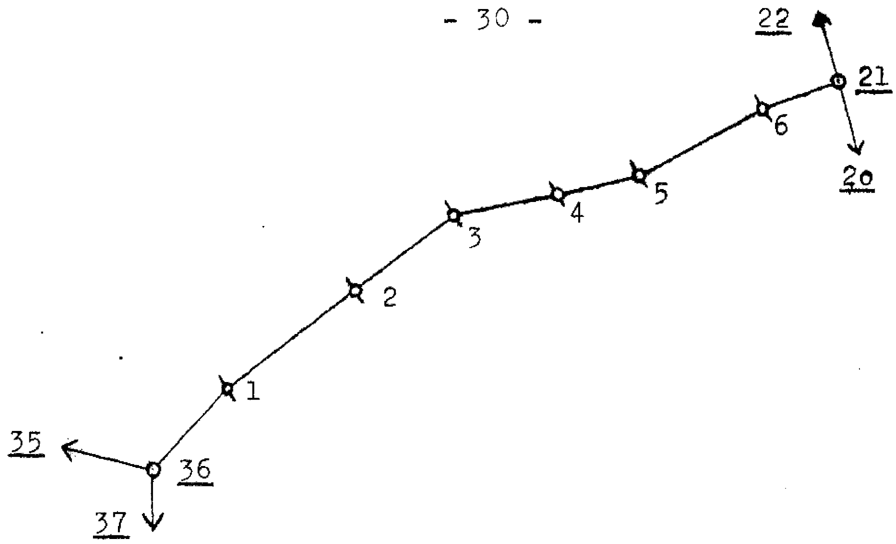
2. Etter innføring av de målte magnetiske retningsvinkler i kolonne 2 og målte sidelengder i kolonne 3, foretas utledning av sidenes retningsvinkler i kolonne 4. De er gitt ved

$$\varphi = \mu - \Delta$$

Kontroll på denne beregning fås derved at

$$[\mu]=[\varphi]+n\cdot\Delta$$

3. Det videre beregningsarbeid blir det samme som ved beregning av vanlig polygondrag, bare med den forskjell at f_x og f_y ved kompassdrag skal fordeles proporsjonalt med koordinattilvekstene.



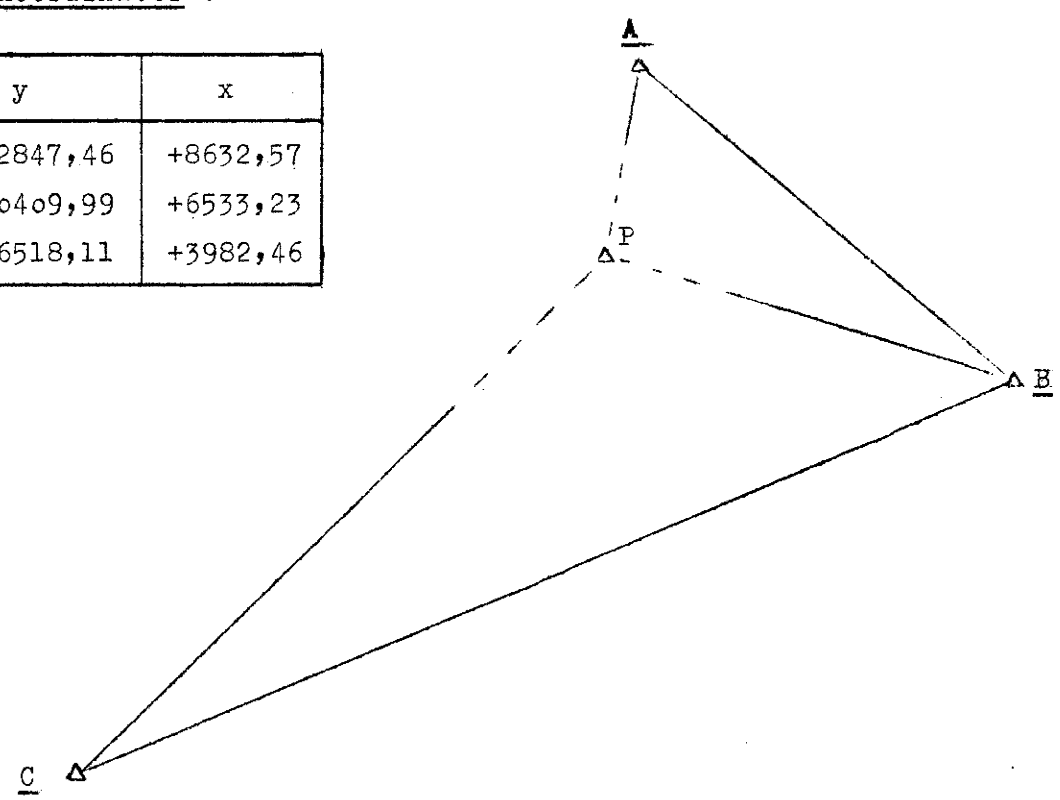
Punkt nr.	Polygon vinkel β			Side	Retnings-vinkel φ			~~log~~ sin φ / ~~log side~~ / ~~log~~ cos φ	log sin φ + log side / log side + log cos φ	Koordinattilvekster Δy		Δx		Koordinater Y	X	Punkt nr.
								Eller etter koor-dinattabeller		+	—	+	—			
	g	c	cc	m	g	c	cc			m	m	m	m	m	m	
1	2			3	4			5	6	7	8	9	10	11	12	13
					Beregning av kompassdrag ⊙36-⊙21.											
				Bestemmelse av korreksjon til målt magnetisk retningsvinkel.												
				Side	μ			φ	Δ = μ - φ							
				36-35	337	70		326.76	+ 10.94							
				36-37	209	10		198.29	+ 10.81		Middel:	Δ = + 10.88 [9]				
				21-20	191	60		180.74	+ 10.86							
				21-22	391	65		380.74	+ 10.91							
								Sum	43.52							
	μ				φ					(2467.37)		(3291.04)				
								+0.70510		+14		+6				
⊙36	60	70		57.7	49	82				+ 40.62		+ 40.92		2467.37	3291.04	⊙36
								+0.70910								
								+0.79246		+23		+8				
⌽1	69	12		87.2	58	24				+ 69.10		+ 53.19		2508.07	3332.02	⌽1
								+0.60992								
								+0.80194		+17		+6				
⌽2	70	12		64.1	59	24				+ 51.40		+ 38.29		2577.21	3385.29	⌽2
								+0.59740								
								+0.98817		+18		+1				
⌽3	101	08		55.9	90	20				+ 55.24		+ 8.57		2628.64	3423.64	⌽3
								+0.15333								
								+0.97189		+14		+2				
⌽4	95	75		44.0	84	87				+ 42.76		+ 10.36		2683.91	3432.22	⌽4
								+0.23543								
								+0.87759		+22		+6				
⌽5	79	05		75.6	68	17				+ 66.35		+ 36.24		2726.70	3442.60	⌽5
								+0.47941								
								+0.93721		+13		+2				
⌽6	88	20		42.2	77	32				+ 39.55		+ 14.72		2793.09	3478.90	⌽6
								+0.34877								
⊙21														2833.66	3493.64	⊙21
Sum	564	02		426.7	487	86				2832	45	3493	33			
				(7·10.88)	76	16			Skal være	2833	66	3493	64			
					564	02			Retting	f_x = +1,	21	f_y = + 0,	31	f_s = 1,25 (tillatt 330)		

10. Øvingsoppgave i framskjæring.

Til støtte for denne beregning følger nedenfor et fullstendig eksempel på framskjæringsberegning. Eksemplet refererer seg til følgende oppgave, hvor punktet P blir bestemt ved tilsiktning fra de 3 fastpunktene A, B og C.

Gitte koordinater :

Pkt.	y	x
A	-12847,46	+8632,57
B	-1o4o9,99	+6533,23
C	-16518,11	+3982,46



Observerte retninger :

Stasjon	Sikte til	Observert verdi
A	B	o,ooo^9
	P	67,118
B	C	o,ooo^9
	P	43,855
	A	7o,444
C	P	o,ooo^9
	B	24,313

Punktet P skal beregnes ved framskjæring på vanlig måte, dvs. beregningen skal baseres på de to siktene som gir den gunstigste bestemmelse, mens det overskytende sikte skal nyttes til retningsvinkel- og tverravvik-kontroll.

Skjema for framskjæring.

$$\Delta x_{2-p} = \frac{-(y_2-y_1)+(x_2-x_1)\,\mathrm{tg}\,\varphi_1}{\mathrm{tg}\,\varphi_2-\mathrm{tg}\,\varphi_1} \qquad \Delta x_{1-p} = \frac{-(y_2-y_1)+(x_2-x_1)\,\mathrm{tg}\,\varphi_2}{\mathrm{tg}\,\varphi_2-\mathrm{tg}\,\varphi_1}$$

Nypkt.	Fra	Utg.punktets y	Utg.punktets x	φ	tg φ	Δx	Δy=Δx·tg φ	x_p	y_p	cos φ	sin φ	S=Δx:cos φ / Δy:sin φ
P	2 B	-1o4o9,99	+6533,23	318,673	-3,31o97o	+ 812,73	-269o,91	+7345,96	-131oo,9o	+o,289127	-o,957291	281o,98 (96)
	1 A	-12847,46	+8632,57	212,382	+o,196986	-1286,61	- 253,44	,96	,9o	-o,981145	-o,193272	1311,34 (31)
	2-1	+ 2437,47	-2o99,34		-3,5o7956							
	2											
	1											
	2-1											
	2											
	1											
	2-1											

Beregning av retningsvinkler og sider på grunnlag av koordinatene.

Mellom punktene 2 / 1	B / A	C / B	P / C
y_2	-1o4o9,99	-16518,11	-131oo,9o
y_1	-12847,46	-1o4o9,99	-16518,11
$\Delta y=y_2-y_1$	+ 2437,47	- 61o8,12	+ 3417,21
x_2	+ 6533,23	+ 3982,46	+ 7345,96
x_1	+ 8632,57	+ 6533,23	+ 3982,46
$\Delta x=x_2-x_1$	- 2o39,34	- 255o,77	+ 3363,5o
tg $\varphi=\Delta y:\Delta x$	-1,161o65	+2,394618	+1,o15968
φ'_{12}	54,736o	74,816o	
φ_{12}	145,264o	274,816o	5o,5o42
sin φ_{12}	+o,7577o6	-o,92277o	+o,712685
cos φ_{12}	-o,652596	-o,385352	+o,7o1485
S= Δy:sin φ	3216,91	6619,33	4794,84
S= Δx:cos φ	3216,91	6619,32	4794,83

Orienteringsregister.

Stasjonspunkt	Tilsiktede punkter	Gitte retningsvinkler φ	Observerte retninger r	φ-r	Orienterte nypunktretninger
A	B	145,264	o,ooo	145,264	
	P		57,118		212,382
			o =	145,264	
B	C	274,816	o,ooo	274,816	
	P		43,855		318,673
	A	345,264	7o,444	274,82o	
			o =	274,818	
C	P		o,ooo		5o,5o3
	B	74,816	24,313	5o,5o3	
			o =	5o,5o3	

Rettledning.

1. Først tas standpunkt til hvilke to sikter beregningen skal baseres på.

2. Retningsvinkelberegning for samtlige observerte "fastpunktretninger" (dvs. retninger mellom to og to fastpunkter).

3. Utledning av retningsvinklene til nypunktet, som foretas i orienteringsregisteret.

4. Innføring i framskjæringsskjemaet. I kolonnen for φ skal de orienterte retninger fra orienteringsregisteret føres inn.

5. Oppslåing av de trig. funksjoner. Dersom det <u>ikke</u> er bruk for sidelengdene, kan sin φ og cos φ sløyfes. (For beregnere med noen øvelse skulle det ikke være nødvendig å operere med fortegn for sin φ og cos φ ved sideberegningen. Det samme gjelder også ved sideberegning i forbindelse med beregning av retningsvinkler).

6. Så følger selve framskjæringsberegningen. Først beregnes Δx i forhold til begge fastpunkter. En rask, enkel og sikker måte å gjøre dette på består i å beregne tellerne i uttrykkene for Δx_2 og Δx_1 samtidig, slik som vist nedenfor :

Δx_2	Δx_1
- 2437,47	- 2437,47
- 413,54	+ 6950,85
- 2851,01	+ 4513,38

Først noteres $-(y_2-y_1)$ på begge steder. Så settes (x_2-x_1) i maskinen som <u>fast faktor</u>, hvoretter en multipliserer etter tur med tg φ_1 og tg φ_2 og noterer resultatene under Δx_2, resp. Δx_1. En adderer de to tallene og dividerer etter tur med tg φ_2- tg φ_1 og får Δx_2 og Δx_1.

7. Så utledes x_p , som skal bli den samme i begge tilfelle.

8. Deretter beregnes Δy og y_p . <u>Dersom Δy er vesentlig større enn Δx, dvs. Δx skal multipliseres med en stor tangensverdi for å få fram Δy, må Δx utregnes med like stort sifferantall som Δy</u>, og den fullstendige verdi noteres på kladd (i eksemplet er for utregningen av Δy nyttet den fullstendige verdi Δx_{2-p} = 812,727).

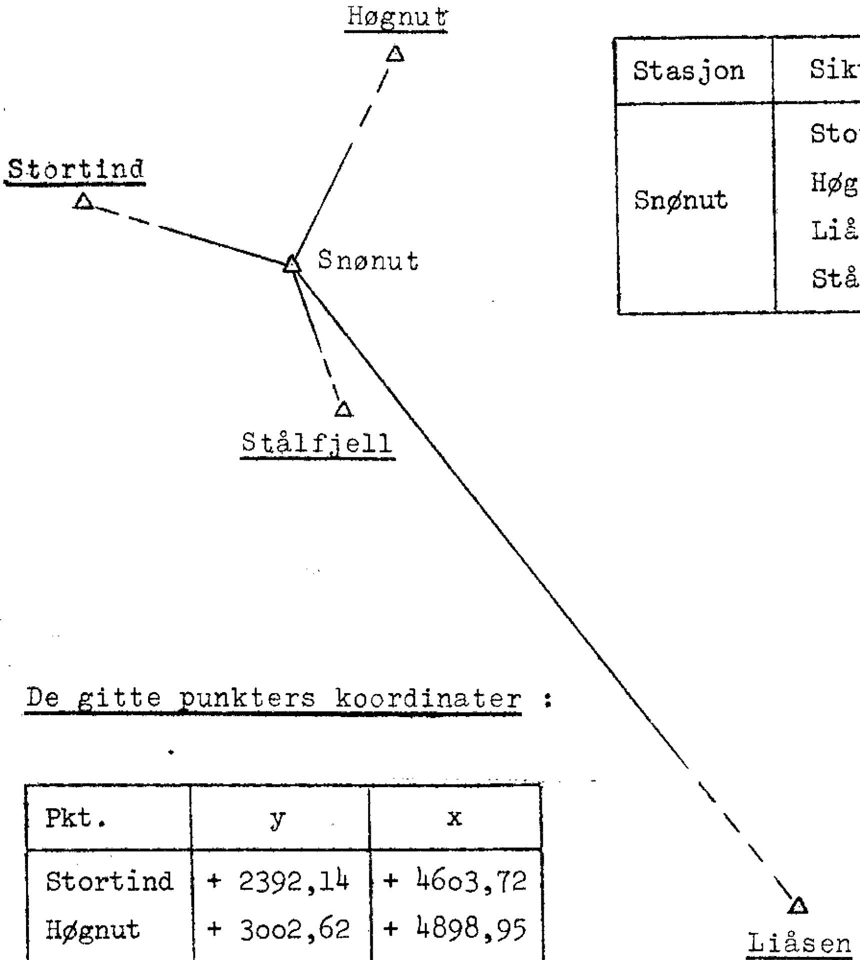
9. Dersom en har bruk for sidelengdene, følger nå utregningen av disse (i eksemplet er de regnet ut fordi det blir bruk for dem senere under den trigonometriske høydeberegning).

10. Så følger den kombinerte observasjons- og beregningskontroll, som består i at en sammenligner beregnet og observert verdi for retningsvinkelen til kontrollsiktet.

<u>Feilvinkel.</u>	<u>Tverravvik.</u>
Beregnet retningsvinkel φ_{cp} = 50,5042^9	$t = \frac{\delta}{\varrho} S_{cp} = \frac{12}{636620} 479500 = \underline{9\ cm}$
Observert " " = <u>50,5030</u>	
Dif. = δ = 12^{cc}	

11. Øvingsoppgave i tilbakeskjæring.

Nedenfor følger et eksempel på beregning av tilbakeskjæring.



Observerte retninger :

Stasjon	Sikte til	Observert verdi
Snønut	Stortind	$0{,}0000^g$
	Høgnut	110,6273
	Liåsen	239,4928
	Stålfjell	258,8492

De gitte punkters koordinater :

Pkt.	y	x
Stortind	+ 2392,14	+ 4603,72
Høgnut	+ 3002,62	+ 4898,95
Liåsen	+ 3798,16	+ 3200,27
Stålfjell	+ 2901,17	+ 4200,46

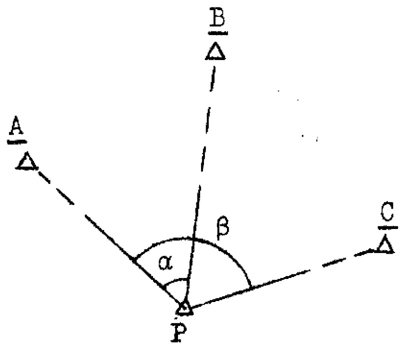
Rettledning.

1. Først tas standpunkt til hvilke tre sikter som punktbestemmelsen skal baseres på. De tilhørende fastpunkter gis betegnelsen A, B og C, hvor A er det pkt. som nullretningen refererer seg til. Det overskytende sikte skal nyttes til kontroll.

2. Så følger koordinatberegningen av nypunktet i skjema for beregning av tilbakeskjæring. Først innføres verdiene for α og β og de tilhørende ctg-er (med fortegn).

3. Kontroll på målingen og beregningen fås ved sammenligning aw beregnet og observert verdi for retningsvinkelen til kontrollpunktet (den beregnede verdi beregnes på grunnlag av koordinatene, mens den observerte verdi fås ved å beregne retningsvinkelen til nullretningspunktet og til denne å addere den observerte retningsverdi mot kontrollpunktet). Deretter beregnes tverravviket.

Beregning av tilbakeskjæring for P : Snønut.



Gitte punkter :

		Observerte retn.:
Stortind	(A)	$0{,}0000^g$
Høgnut	(B)	$110{,}6273$
Liåsen	(kontrollpunkt)	$239{,}4928$
Stålfjell	(C)	$258{,}8492$

$$k = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} = \frac{T}{N}$$

$$\Delta x_{Ap} = k(b_1 - b_2) \qquad \Delta y_{Ap} = -k(a_1 - a_2)$$

$\alpha = 110{,}6273^g$ $\qquad$ $\beta = 258{,}8492^g$

$ctg\ \alpha = -\ 0{,}168501$ $\qquad$ $ctg\ \beta = +\ 0{,}754532$

1	y_B	+3002,62	x_B	+4898,95	y_C	+2901,17	x_C	+4200,46
2	y_A	+2392,14	x_A	+4603,72	y_A	+2392,14	x_A	+4603,72
1-2	y_B'	+ 610,48	x_B'	+ 295,23	y_C'	+ 509,03	x_C'	- 403,26
3	$y_B'\ ctg\ \alpha$	- 102,866	$-x_B'\ ctg\ \alpha$	+ 49,747	$y_C'\ ctg\ \beta$	+ 384,079	$-x_C'\ ctg\ \beta$	+ 304,273
4	x_B'	+ 295,230	y_B'	+ 610,480	x_C'	- 403,260	y_C'	+ 509,030
3-4	a_1	- 398,096	b_1	- 560,733	a_2	+ 787,339	b_2	- 204,757
	a_2	+ 787,339	b_2	- 204,757	x_A	+4603,72	y_A	+2392,14
	$a_1 - a_2$	-1185,435	$b_1 - b_2$	- 355,976	Δx_{Ap}	- 121,53	Δy_{Ap}	+ 404,69
	T N	+522999,9 1531975,1	$k = \frac{T}{N}$	+0,341389	x_p	+4482,19	y_p	+2796,83

Beregning av retningsvinkler og sider på grunnlag av koordinatene.

Mellom punktene 2 1	Stortind Snønut	Liåsen Snønut			
y_2		+ 3789,16			
y_1		+ 2796,83			
$\Delta y = y_2 - y_1$	+ 404,69	+ 992,33			
x_2		+ 3200,27			
x_1		+ 4482,19			
$\Delta x = x_2 - x_1$	+ 121,53	- 1281,92			
$tg\ \varphi_{1-2} = \Delta y : \Delta x$	-3,329960	-0,774097			
	81,4275	41,9371			
φ_{1-2}	318,5725	158,0629			
$sin\ \varphi_{1-2}$	-0,957746	+0,612126			
$cos\ \varphi_{1-2}$	+0,287615	-0,790760			
$S = \Delta y : sin\ \varphi$		1621,12			
$S = \Delta x : cos\ \varphi$		1621,12			

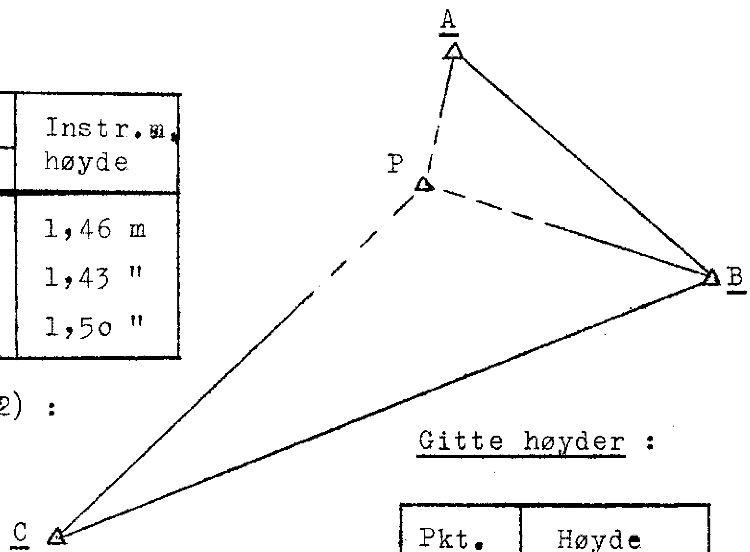
Kontroll : $\varphi_{observert} = \varphi_{pA} + 239{,}4928 = 158{,}0653$, dvs. $\delta = 24^{cc}$ og t = 6 cm

12. Øvingsoppgave i trigonometrisk høydeberegning.

Nedenfor følger et fullstendig eksempel på beregning av trigonometriske høydeforskjeller og høyder. Eksemplet refererer seg til øvingsoppgaven i beregning av framskjæring (side 31).

Målte størrelser

Stasjon	Sikte til	Obs. senitdistanse I	Obs. senitdistanse II	Instr.m. høyde
A	P	101,662[9]	298,334[9]	1,46 m
B	"	96,320	303,678	1,43 "
C	"	103,126	296,87[illegible]	1,50 "



Beregnede sidelengder (fra side 32) :

S_{AP} = 1311,34 m

S_{BP} = 2810,96 "

S_{CP} = 4794,84 "

Signalets høyde i P = 3,26 m

Gitte høyder :

Pkt.	Høyde
A	204,48 m
B	7,12 "
C	404,56 "

Rettledning.

1. Først følger beregningen av de trigonometriske høydeforskjeller. I den trig. høydeformel skal det strengt tatt opereres med D_m (avstanden målt i punktenes middelhøyde), men i de fleste tilfelle kan det regnes med D_0 (avstanden målt i høyden null), som er den verdi som fås på grunnlag av punktenes plane koordinater (når det ses bort fra kartprojeksjonsforvanskningen).

2. Så følger beregningen av nypunktets høyde, som foretas ved middeltallsdannelse etter vekt

$$H_p = \frac{p_1 h_1 + p_2 h_2 + p_3 h_3}{p_1 + p_2 + p_3} = H_p^o + \frac{[p\cdot\Delta]}{[p]}$$

hvor h-ene er de 3 enkeltverdier for P's høyde, mens p-ene er de tilhørende vekter som settes omvendt proporsjonale med kvadratet av sidelengdene. For å få høvelige verdier for vektene er det vanlig å sette

$$p = \frac{10}{D^2_{km}}$$

Beregning av trigonometriske høydeforskjeller og høyder.

a. Beregning av trigonometriske høydeforskjeller.

$$\Delta h_{1\,2} = D_m \operatorname{ctg} \underbrace{(z_1 - k' \cdot D_{km})}_{z_1'} + i - s$$

hvor z_1 er den observerte zenitdistanse, k' er den kombinerte jordkrumnings- og refraksjonskoeffisient, hvis normale verdi er $43{,}3^{cc}/\text{km}$, $k' \cdot D_{km}$ er korreksjon for jordkrumning og refraksjon og z_1' er den jordkrumnings- og refraksjonsfrie zenitdistanse.

Til 2	P	P	P		
Fra 1	A	B	C		
D_o	1311,34	281o,96	4794,84		
D_m					
z_1	1o1,664o	96,321o	1o3,128o		
$k' \cdot D_{km}$	- 6o	- 12o	- 21o	-	-
$z_1' = z_1 - k' \cdot D_{km}$	1o1,658o	96,3o9o	1o3,1o7o		
ctg z_1'	-o,o26o5o	+o,o58o43	-o,o48844		
$D_m \cdot$ ctg z_1'	- 34,16	+ 163,16	- 234,2o		
i	+ 1,46	+ 1,43	+ 1,5o	-	-
s	- 3,26	- 3,26	- 3,26		
$\Delta h_{1\,2}$	- 35,96	+ 161,33	- 235,96		

b. Beregning av trigonometriske høyder.

Utg. punktets Nr. eller navn	Utg. punktets Høyde over havet m	Høyde-forskjell Δh m	Avst. D km	Vekt $p = \frac{1}{D^2}$ $(\frac{1}{p} = D^2)$	Observ. ensidig (1) gjen-sidig (2)	Beregning av middeltall (utjevning)	Punktets Høyde over havet m	Punktets Nr. eller navn
						H Δ pΔ		
A	2o4,48	- 35,96	1,3	5,9	1	168,52 7 41,3		
B	7,12	+ 161,33	2,8	1,3	1	168,45 o o,o		
C	4o4,56	- 235,96	4,8	o,4	1	168,6o 15 6,o		
			[p]=	7,6		[pΔ] = 47,3		
	H_p	= 168,45 m +		$\frac{47{,}3}{7{,}6}$ cm	=168,45	+ o,o6 =	168,51	P

13. Øvingsoppgave i sentreringsberegninger.

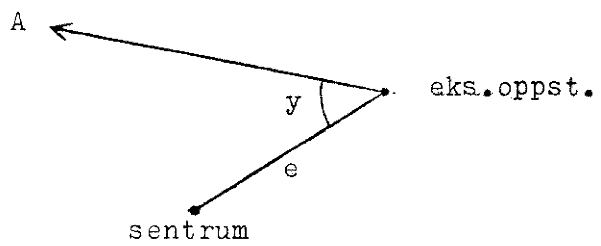
Nedenfor følger et fullstendig eksempel på sentreringsberegninger. Beregningene refererer seg til følgende oppgave :

I punktet P er det foretatt eksentrisk vinkelmåling mot punktene A, B og C. Punkt B har eksentrisk signal.

Observerte retninger :

Stasjon	Sikte til	Obs.retning
P	A	$0{,}000^g$
(eksentrisk	B(signal)	245,162
oppstilling)	C	375,168

Sentreringsdata for pkt.P (eks.oppst.):

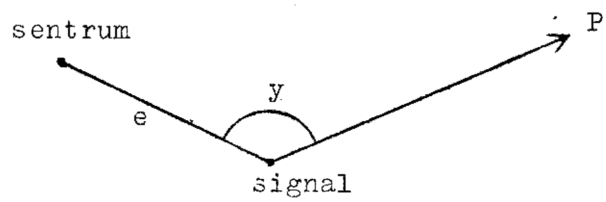


$y = 45{,}16^g$, $e = 0{,}68$ m

Provisoriske sidelengder :

$S_{P-A} = 5620{,}5$ m
$S_{P-B} = 3266{,}1$ "
$S_{P-C} = 4411{,}9$ "

Sentreringsdata for pkt.B (eks.signal):



$y = 146{,}20^g$, $e = 0{,}55$ m

Beregning av sentreringstillegg.

Tilsiktede punkten	Observerte retninger	Sentr.-vinkel	Side-lengder	Sentr.-tillegg	Sentr.-tillegg	Sentrerte retninger	Redusert sats
1	2	3	4	5	6	7	8
		P(eksentrisk oppstilling)					
		$y_A = 45{,}16^g$, $e = 0{,}68$ m					
A	0,000	45,16	5620,5	+ 50		0,005	0,000
B	245,162	290,32	3266,1	- 130	+ 80	245,157	245,152
C	375,168	20,33	4411,9	+ 30		375,171	375,166
		B(eksentrisk signal)					
		$y_P = 146{,}20^g$, $e = 0{,}55$ m					
P		146,20	3266,1		+ 80		