

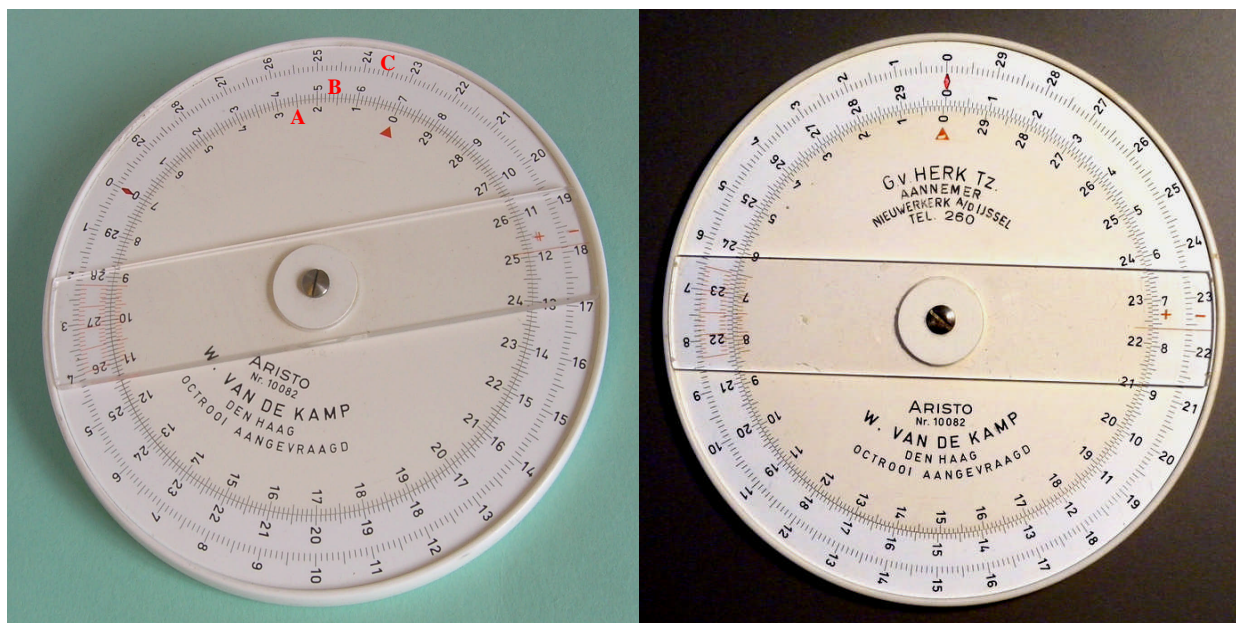
Inleiding

De afgelopen jaren zijn twee exemplaren gevonden van een bijzondere rekenschijf van Aristo. John vond de ene op Marktplaats, en Jaap de andere bij een uitdragerij, op de plank van een oude kast. Het opvallende van de schijf is de verdeling van de schalen, die volledig lineair is. Er kan dus alleen mee worden opgeteld en afgetrokken. Dit artikel beschijft deze rekenschijf, en de toepassing ervan die pas onlangs is ontdekt.



Constructie

De schijf is van een goede constructie, Aristo waardig (en zelfs beter dan diens 600-serie schijven met holnietje). De diameter is 121,5 mm en de dikte op de rand is 6 mm. Op de achterkant is weinig te zien, behalve de contraschroef waarmee de roterende wijzer op de voorzijde is bevestigd. De binnenschijf op de voorkant is draaibaar en bevat een enkele lineaire schaal **A** verdeeld in 300 delen, met een nummering van 0 tot 30, tegen de klokrichting in. De ring aan de buitenkant is deel van het vaste lichaam en bevat twee lineaire schalen, eveneens van 0 tot 30, de buitenste **C** in de zelfde richting als de draaibare schaal en de binnenste **B** in tegengestelde richting. Schaal **B** is met een "+" gemarkeerd, bedoeld voor optelling, terwijl **C** met een "-" is gemarkeerd, bedoeld voor aftrekken.



De schalen van binnenschijf en buitenring liggen in hetzelfde vlak, zodat onder de haarlijn nauwelijks parallax bestaat. De dubbelzijdige wijzer van transparant plastic is bevestigd met een schroef. Het bijzondere van één van de twee haarlijnen is de tweezijdige nonius-schaal om een vierde decimaal op elke schaal te kunnen bepalen. Het gebruik van een dergelijke nonius is alleen mogelijk bij lineaire schalen en wordt vaak gebruikt bij meetinstrumenten zoals sextanten of schuifmaten. De tekst op de afgebeelde schijf luidt:

ARISTO | Nr. 10082 | W. VAN DE KAMP | DEN HAAG | OCTROOI AANGEVRAAGD

Het andere exemplaar heeft de (er boven) toegevoegde tekst [1]:

G. v. HERK Tz. | AANNEMER | NIEUWERKERK A/D IJSSEL | TEL. 260

Onderzoek

De beschreven schaalverdelingen kunnen alleen gebruikt worden voor optellen en aftrekken. Het mysterie van deze schijf zit in de beperking van de schaalverdelingen tot 300 (of 3000 schaaldelen als de noniusdecimaal wordt meegeteld). Welke toepassing zou een beperking tot 300/3000 toestaan?

Het onderzoek dat op deze vraag een antwoord moest geven, begon bij het Dennert & Pape/ARISTO boek van IM2004, zie [2]. Daar bleek in de lijst van "Sonderrechenschieber" de schijf voor te komen op pagina 305 met de summiere beschrijving:

"10082 Additionsrechner mit Nonius; ???; 1953"

Navraag bij diverse verzamelvrienden gaf geen extra informatie. De D&P firma-archieven zijn jaren geleden, met de collectie van Hans Dennert, overgedragen aan het Deutsches Museum in München. Navraag bij de archiefafdeling van het museum resulteerde in de summiere registratiegegevens [3]:

"No. 10082 / Zeichn. Nr. 6536 / Additionsrechner mit Nonius / Jan. 1953"

Veel van de D&P/Aristo rekenlinialen hebben een beschrijving in het museumarchief, maar dit exemplaar helaas niet. Ook heeft het museum geen object van dit type in de collectie.

De volgende stap was het volgen van het aanknopingspunt van de naam "W. van de Kamp". In Den Haag bestaat nog steeds een gelijknamig reproductiebedrijf, dat in de 50'er jaren al bestond als een handelsbedrijf in

kantoorbenodigdheden. Bij gesprekken met de familie Van de Kamp bleek dat in die tijd "oom Wim" in Den Haag een handelsfirma in geodetische instrumenten dreef, welke de technische kennis had voor onderhoud en verbetering van dergelijke instrumenten. De connectie van de mysterieuze 300/3000-grens zou dus gezocht kunnen worden ofwel in kantoorbenodigdheden, ofwel in landmeetkunde.

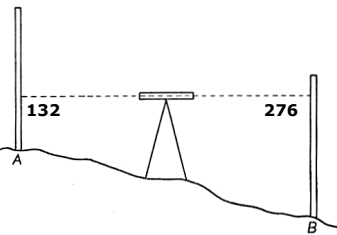
Daar stopte het spoor.

Totdat Andries de oplossing kon aanreiken na een zoektocht [4] naar het "aangevraagde octrooi", hoewel daar geen nummer van bekend was. Het octrooi blijkt onder nr. 78352 te zijn verleend in 1955, zie een kopie in de annex. De toepassing is dus inderdaad geodesie, en wel de berekening van meetgegevens bij waterpassingen.

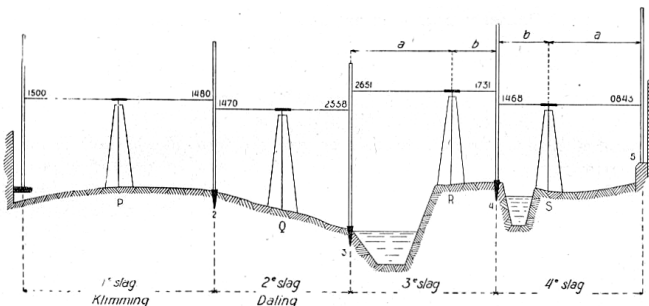
Toepassing

Bij hoogtemetingen wordt de waterpas gebruikt, zie de afbeelding links van een destijds veelgebruikt type van G. de Koningh te

Arnhem, uit [5]. Om het hoogteverschil tussen 2 punten A en B te meten, werden twee waterpasbaken gesteld op respectievelijk A en B. De waterpas werd tussen deze punten geplaatst: eerst werd het instrument "waterpas" gesteld in beide richtingen, en daarna werden de hoogten van A en B gemeten op de baken ten opzichte van de vizierlijn. Het verschil tussen de twee aflezingen was het hoogteverschil. Als baak werd vaak een handzame 3 meters versie gebruikt, zie de afbeelding rechts uit een catalogus [6] van Ahrend (merk op dat de waterpasoptiek een omgekeerd beeld gaf!). Nu wordt de 300-begrenzing (zonder nonius) op de Aristo 10082 duidelijk, want de cm verdeling van een dergelijke baak ging tot 300 cm.



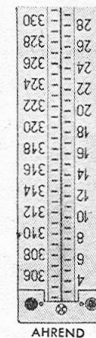
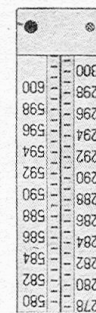
Het voorbeeld in de figuur met twee baken is het meest eenvoudige; vaak komt het voor dat een waterpassing in meer stappen moet gebeuren, bijvoorbeeld als de afstand tussen de punten groter is dan de vergroting van de optiek toestaat, of als er geen direct zicht bestaat tussen A en B. In die gevallen wordt een "aaneengeschakelde waterpassing" uitgevoerd, in meer trappen, zie de linker figuur.



Gebruik

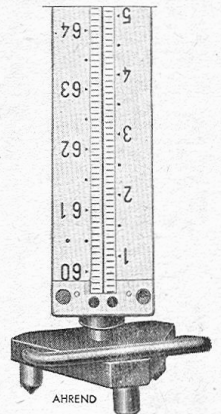
Stel dat op baak A een waarde 132 wordt gemeten, en op baak B een waarde 276. Op de rekenschijf wordt de 276 op schaal A van de

Nauwkeurigheds invar-waterpasbaken van WILD



Voor gebruik met de nauwkeurigheds waterpasinstrumenten van Wild, type III.

Voor waterpassingen van zeer grote nauwkeurigheds. Op hout der baak is een verdeelde band van invarmetaal verbonden (onderaan vast, bovenaan met een veer). De uitzetting der baak oefent dus geen invloed uit op de lengte der invar-band. Het warmte-uitzettingscoëfficiënt van invar zelf is praktisch 0.



Verdelingsinterval 5 mm, in overeenstemming met de verplaatsingsmogelijkheid der parallelleplaat van het WILD waterpasinstrument, type III. Controle op grove fouten door 2 verschillend aangebrachte verdelingen. Afnembaar doosniveau voor nauwkeurige verticaalstelling.

No. 7147/1 Uit één stuk, lang 3 m, met scharnierende handgrepen en afneembaar doosniveau f 385.—

No. 7147/3 Piket voor opstellen der invarbaken f 29.70

No. 7147/2 Complete uitrusting, 2 invarbaken no. 7147/1 en 2 piketten no. 7147/3, in transportkist f 944.90

Voor vrije opstelling van invar-baken leveren wij metalen schoren, eventueel per 2 stuks, in transportkist. Prijzen op aanvraag.

binnenring tegenover de waarde 132 van de schaal C op de buitenring gezet, met behulp van de haarlijn op de wijzer. De verschilwaarde $276 - 132 = 144$ voor de daling wordt afgelezen op schaal A tegenover $B=0$, of evengoed op schaal B tegenover $A=0$.

Algemene regel voor aftrekken $p - q$ is: zet p op A tegenover q op C (de min-schaal), en lees het verschil $p - q$ af op A tegenover $B=0$, of op B tegenover $A=0$. Algemene regel voor optelling $p + q$ is: zet p op A tegenover q op B (de plus-schaal), en lees de som af op A tegenover $B=0$, of op B tegenover $A=0$. Het verschijnsel dat een resultaat zowel op A als op B is af te lezen, komt voort uit het feit dat de schalen A en B elkaars inverse zijn.

Bij een aaneengeschakelde waterpassing zijn kettingberekeningen nodig, bijvoorbeeld voor een twee-traps meting $90 - 30 + 150 - 200$: draai 90 op A tegenover 30 op C; wijzer op $A=0$ (tegenover de uitkomst $B=60=90-30$); draai 150 op A onder wijzer; tegenover $A=0$ staat dan de tussenuitkomst $B=210=60+150$. Nu staat het tussenresultaat, waarvan 200 afgetrokken moet worden, helaas op de plus-schaal B. Daarom wordt de laatste aftrekking "minus 200" gedaan door af te trekken via de schaal A: lees tegenover $A=200$ het resultaat $B=10=210-200$.

Een eventuele volgende trap geeft weer een optelling en een aftrekking, op dezelfde manier.

De nonius verdeling op een zijde van de wijzer maakt in principe het instellen en aflezen van een vierde decimaal mogelijk. In de praktijk echter is de nonius-schaal moeilijk te gebruiken, omdat de rode strepen van de nonius-schaal door de lichtere kleur en door wat parallax lastiger in lijn te brengen zijn met de zwarte strepen van A, B of C. Ook kan men zich vergissen in de richting van een noniusaflezing, waardoor bij voorbeeld een vierde decimaal 4 als een 6 kan worden gelezen.

Beperking van 0-300

Als een uitkomst van de rekenschijf kleiner is dan 0 of groter is dan 300, werkt de rekenschijf volgens het getsysteem "modulo-30", bij voorbeeld $1 - 3 = -2$ wordt op de schijf als $-2 + 30 = 28$ weergegeven. Als het gebied 0-300 in een tussenresultaat overschreden wordt, kan best worden doorgerekend, bij voorbeeld $1 - 3 + 7 = 5$ wordt (ondanks het tussenresultaat 28) toch goed berekend. Alleen als het eindresultaat buiten het gebied 0-300 gaat vallen, moet de landmeter alert zijn op die overschrijding, net zoals een rekenliniaalgebruiker zelf de decimale komma moet bepalen. In feite zal de 300 cm toch een beperking vormen in een hellend terrein waarbij 3 meter klimming of daling wordt overschreden. Bovendien zal meestal een hoogtebepaling ten opzichte van een NAP ijkpunt nodig zijn (zoals in het patent als voorbeeld gegeven wordt), in welk geval de kans op grotere waarden dan 3 meter aanzienlijk kan zijn, zelfs in het vlakke Nederland. Daarom was het gebruik van deze rekenschijf waarschijnlijk beperkt tot lokale metingen, bijvoorbeeld relatieve hoogtemetingen binnen de grenzen van een bouwterrein (zie ook het gebruik van het tweede exemplaar door een aannemer). Ook binnen de afmetingen van een bouwterrein kan een aaneengeschakelde waterpassing met een serie van optellen/aftrekken nodig zijn als directe vizierlijnen zijn afgeschermd door bebouwing.

Conclusie

De Aristo 10082 rekenschijf is speciaal ontworpen voor optellen en aftrekken van meetwaarden bij waterpassingen. Het octrooi van de ontwerper, W. van de Kamp in de Van Diemenstraat 11-14 te Den Haag, vormt hiervan het bewijs. Van de Kamp heeft deze schijf waarschijnlijk in zijn geodetische handelsfirma verhandeld, of zelf als relatiegeschenk gebruikt. Als relatiegeschenk - met de opdruk van de firmanaam - moet deze rekenschijf ook gebruikt zijn door aannemer Van Herk.

De beperking tot 300 eenheden zal -in geval van 300 cm- het gebruik van deze rekenschijf soms onmogelijk maken, of in ieder geval moeilijk.

Hoewel de nonius bedoeld is om tot in vier decimalen -tot een waarde van 3000- te werken, is het gebruik van de rode nonius-schaal niet erg gemakkelijk.

Dankbetuiging

Mijn speciale dank aan John Vossepoel, Jaap Dekker en Andries de Man voor hun essentiële bijdragen aan dit artikel.

Literatuur en referenties

- [1] email correspondentie met Jaap Dekker dd. 21-8-2009
- [2] Kühn, K. & Kleine, K., *Dennert & Pape ARISTO 1872-1978*, München, 2004
- [3] email correspondentie met Christian Burchard, Trade Literature and Technical Reports, The Deutsches Museum Archive, dd. 22-6-2009
- [4] email correspondentie met Andries de Man dd. 12-9-2009
- [5] Schermerhorn, W. & Steenis, H.J., *Leerboek der Landmeetkunde*, Ahrend, Amsterdam, 1946
- [6] N.V. Wed. J. Ahrend & Zoon, *Ahrend's technische prijscourant 1952, verkorte editie*, 1952, p. 79



OCTROOI No. 78352.

KLASSE 42 m 36.

WILHELMUS PAULUS JOHANNES VAN DE KAMP,
te 's-Gravenhage en ADRIANUS MICHAEL MARIA GOEDEMONTD,
te Alphen a. d. Rijn.

Waterpasrekenschijf.

Aanvraag No. 179507 Ned., ingediend 30 Juni 1953, 24 uur;
openbaar gemaakt 15 Januari 1955.

1

Bij het meten van hoogten met behulp van een waterpasinstrument komt het vaak voor dat met het omrekenen ten opzichte van het N.A.P. vergissingen worden gemaakt, met het gevolg dat soms een gedeelte van een wegdek of fundering moet worden gesloopt.

De bron van fouten is hierin gelegen, dat men bij het opmeten van een bepaald werk uit moet gaan van een of meer vaste punten, waarvan men van te voren de hoogteligging reeds kende of met behulp van een ander vast punt bepaalde. Voor elk te bepalen punt moet een rekensom gemaakt worden bestaande uit enige optel- en/of aftrek-bewerkingen. Het is in de praktijk gebleken, dat men zich hierin vaak vergist.

De uitvinding beoogt hierin te voorzien, en wel door het verschaffen van een eenvoudige rekenschijf. Deze schijf wordt gekenmerkt door drie concentrische, aan elkaar grenzende en onderling gelijke regelmatige schalen, waarvan er een is aangebracht op een in het vlak van de schijf en concentrisch met de schijf verdraaibaar deel, waarbij de twee vaste schalen voorzien zijn van een onderling gelijke, doch vanaf een gemeenschappelijk nulpunt tegengesteld gerichte maataanduiding en de verdraaibare schaal voorzien is van een met een der twee vaste schalen overeenkomende maataanduiding.

Een uitvoeringsvoorbeeld volgens de uitvinding zal thans nader worden beschreven aan de hand van de tekening. In de tekening toont:

fig. 1 een aanzicht van de waterpasrekenschijf en

fig. 2 een dwarsdoorsnede over de rekenschijf;

fig. 3—9 tonen schematisch de verschillende handelingen bij het gebruik van de rekenschijf.

De rekenschijf bestaat uit een ronde plaat 1, waarop aan de voorzijde langs de buitenrand twee concentrische regelmatige schaalverdelingen B en C zijn aangebracht. In het midden van de schijf is een uitsparing 2 aangebracht, waarin een schijf 3 wordt geplaatst. Langs de buitenrand van deze laatstgenoemde schijf is een derde regelmatige schaalverdeling A aangebracht, die gelijk is aan en aansluit tegen de twee eerder genoemde schaalverdelingen B en C. De maataanduidingen van de drie schaalverdelingen zijn onderling gelijk, doch de aanduiding van de mid-

2

delste schaal is tegengesteld gericht aan die van de beide hieraan grenzende schalen.

In het midden van de rekenschijf is een as 4 aangebracht, waarom de losse middelste kleine schijf 3 kan draaien. Op deze as is bovendien een looper 5 draaibaar bevestigd. Op deze looper is een maatstreep met nonius-verdeling aangebracht, zodat de aflezing zeer zuiver kan geschieden.

Bij het gebruik van de rekenschijf gaat men als volgt te werk. Aangenomen wordt, dat de opmetingen beginnen vanaf een punt, waarvan de ligging ten opzichte van het N.A.P. bekend is. Ter bepaling van de gedachten wordt aangenomen, dat het uitgangspunt ligt op $0,40 + \text{N.A.P.}$ Deze waarde wordt vastgelegd op de rekenschijf door de looper in de stellen op het cijfer 4 van de middelste schaalverdeling B (zie fig. 3). Daarna wordt de hoogte van het waterpasinstrument zelf bepaald met behulp van een baak. Daarbij wordt bijvoorbeeld een waarde van 0,90 afgelezen. Men draait nu het cijfer 9 van de binnenste schaalverdeling A tot naast het cijfer 4 van de middelste schaalverdeling, waarop de looper was ingesteld (zie fig. 4). Vanaf deze stand kan thans de hoogte van alle punten van het op te meten werk worden bepaald die lager zijn gelegen dan het horizontale vlak door de waterpas.

Voorbeeld I.

Het meten van de hoogte van een wegdek.

De baak wordt op het wegdek geplaatst en de aflezing is bijvoorbeeld 0,20. De looper wordt nu ingesteld op het cijfer 2 van de binnenste schaalverdeling A, en de aflezing geschiedt op de middelste schaalverdeling B (zie fig. 5). De aflezing is 11 d.w.z. de hoogte van het wegdek ten opzichte van N.A.P. is gelijk aan $1,10 + \text{N.A.P.}$

Voorbeeld II.

Het meten van de hoogte van de waterstand van een langs de weg gelegen sloot.

De baak wordt op de waterspiegel geplaatst en de aflezing is bijvoorbeeld 1,90. De looper wordt nu op de verdeelstreep 19 van de binnenste

3

schaalverdeling ingesteld. Tijdens het verdraaien van de looper wordt het gemeenschappelijke nulpunt van de buitenste en de middelste schaalverdeling C en B gepasseerd. Dat wil zeggen het gezochte niveau blijkt te liggen onder N.A.P. Thans treedt de buitenste schaalverdeling C in werking, doordat nu onder de looper op laatstgenoemde schaalverdeling direct kan worden afgelezen de hoogte van de waterspiegel onder N.A.P. De looper staat op het cijfer 6, hetgeen wil zeggen dat de hoogte van de waterstand in de sloot is 0,60 — N.A.P. (zie fig. 6).

Voor de bepaling van de ligging van een punt boven het vlak gaande door de waterpas, bijvoorbeeld de hoogte van een boven de sloot liggende brug, dient een punt, hoger gelegen dan het oorspronkelijke uitgangspunt als basis te worden genomen. Hiertoef gaat men als volgt te werk:

De baak wordt op een geschikt tussenpunt geplaatst, waarbij de aflezing bijvoorbeeld 0,35 is. Overeenkomstig de reeds aangegeven wijze wordt nu de looper ingesteld op het cijfer 3,5 van de binnenste schaal. Op de middelste schaal wordt nu afgelezen 9,5, d.w.z. de hoogte van het nieuwe uitgangspunt ten opzichte van N.A.P. is thans 0,95 + N.A.P. (zie fig. 7). De baak blijft thans op dit punt staan en het waterpasinstrument wordt opgesteld op een zodanig punt, dat het vlak door de waterpas ligt boven de op te meten brug. Van hieruit wordt de op haar plaats gebleven baak ten tweede male gemeten. De aflezing is dan bijvoor-

4

beeld 0,50. Het cijfer 5 van de binnenste schaalverdeling A wordt thans verdraaid, totdat het komt te liggen naast de verdeelstreep 9,5 van de middelste schaalverdeling, onder de looper (zie fig. 8). De baak wordt thans op de brug geplaatst en de aflezing is bijvoorbeeld 0,20. De looper wordt nu verdraaid tot op de verdeelstreep 2 van de binnenste schaal A, waarna de aflezing op de middelste schaal B geschiedt (zie fig. 9). De hoogte van de brug blijkt nu te zijn 1,25 + N.A.P.

Het zal uit het voorgaande duidelijk zijn, dat door de nieuwe rekenschijf vergissingen praktisch uitgesloten zijn, doordat bij elke opmeting slechts met behulp van een eenvoudige aflezing direct de juiste hoogte van het te bepalen punt kan worden vastgesteld.

Conclusie.

Waterpasrekenschijf, gekenmerkt door drie concentrische, aan elkaar grenzende en onderling gelijke regelmatige schalen, waarvan er een is aangebracht op een in het vlak van de schijf en concentrisch met de schijf verdraaibaar deel, waarbij de twee vaste schalen voorzien zijn van een onderling gelijke, doch vanaf een gemeenschappelijk nulpunt tegengesteld gerichte maataanduiding en de verdraaibare schaal voorzien is van een met een der twee vaste schalen overeenkomende maataanduiding.

Aanvraag No. 179507

Hierbij 1 blad tekeningen.

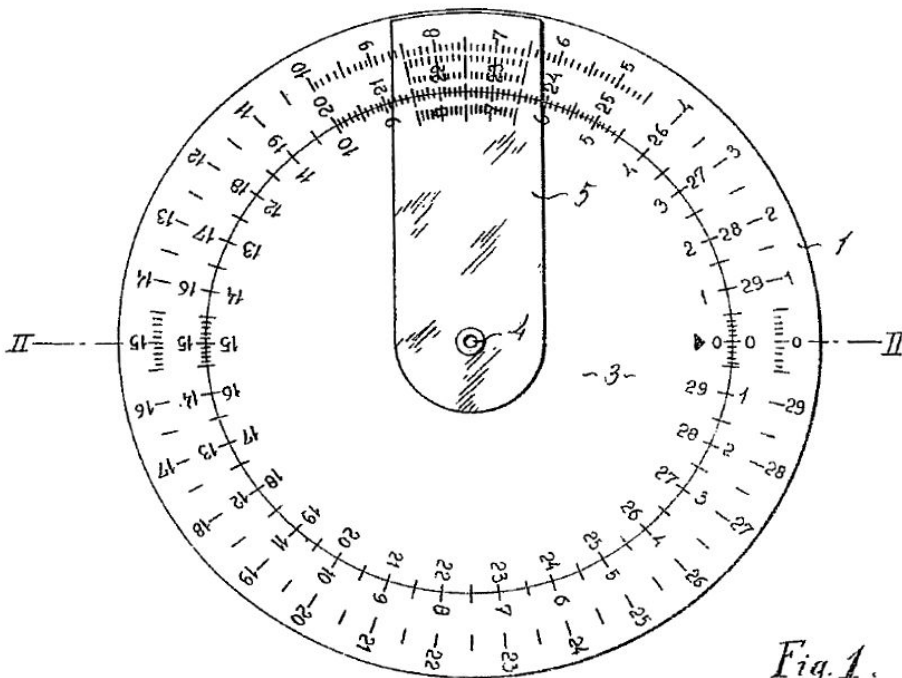


Fig. 1.



Fig. 2.