

B e s k r i v e l s e
 o v e r
 e t n y t N i v e l l e r i n g s - I n s t r u m e n t ,
 v e d
 T h o m a s B u g g e .

D e forskiellige Slags af Nivellerings-Instrumenter, som man hidtil har opfundet, kan deles udi tvende Hovedclasser. Den første Classe indbefatter de Instrumenter, som ere forsynede med Kikkerters, og som ere bestemte til at nivellere paa meget lange Distancer med den mueligste Nøiagtighed. Saa-danne Instrumenter ere udiænkte af Römer, Hugens, de la Hire, Picard og le Febure; af disse ere Picards og le Febures de bedste; de have et nede hængende Lod af 3 Fods Længde, paa hvilket Kikkertens Arel er perpendicular og altsaa horizontal. I hvor meget man end søger at indelukke Binden fra Loddet, saa trænger den dog igiennem de fineste Sprækker, og gjør Loddet uroligt og Instrumentet ubrugbart i Blæst. Af den Aarsag har man isteden for det under Kikkerten hængende Lod anbefalet Waterpas med Luftblære eller Luftboble. Glasrøret maae inden udi være fuldkommen jevnt, glat og overs alt af samme Diameter, hvorved Luftboblens Gang ved forskiellige Hældinger bliver jevn og forholdsmæssigen mærkelig. Dersom Glasrøret var fuldkommen lige, saa kunde det ansees for en Cirkelbue af en meget stor Radius; det ville giøre samme Virkning som et Lod af mere end 100 Fods Længde, og blive alt for sølsomt. Ved at boie Glasrøret mindre eller mere, raader man for at give det den fornødne Sølsomhed til at angive forskiellige Hældinger fra 1 Secund til 1 Minut, efter den forskiellige Hensigt, hvortil Waterpasset skal brues.

ges. Den berømte svenske Instrumentmager Daniel Ekström har paa en meget suild Maade anbragt Vaterpasset under en Kikkert, og lagt Kikkerten i tvende Pander paa Diopterne af en Diopterlineal; dette meget gode Nivellerings-Instrument kalder han Ufvignings-Instrumentet, hvilket og her af vore Landmaalere, saavel geographiske som oekonomiske, sædvanligen bruges ved Nivelleringen. Det har tillige den Fordeel i Landmaalingen, at det kan bruges til at tage Sigter paa Maalebordet til saa langt borteværende Objecter, at Sigter ved blot Øjesyn og ved den simple Diopterlineal kunde være uvisse og usikre.

Ekström har og gjort det første Udkast og givet den første Tanke til den geographiske Cirkel, hvilken med adskillige tillagte Forandringer og Forbedringer siden 1762 hos os er brugt ved geographiske Opmaalinger og astronomiske Observationer. Paa denne geographiske Cirkel er en fast og ubevægelig Kikkert, som ei kan vendes omkring Centeret og som kaldes Vaterpasskikkerten. Naar denne Kikkert er achromatisk og af 2 Fods Længde, naar det under den værende Vaterpas er meget fint og selsomt, naar de Pander eller Opstandere, i hvilke Kikkerten hviler, have de fornødne tvende Bevægelser, den ene opad og den anden til Siderne, hvilke ikke findes ved den første svenske Opfindelse, men af mig siden ere tilseiede og paa et andet Sted beskrevne (Beskrivelse over den Opmaalingsmaade, som er brugt ved de danske geographiske Carter. Kjøbh. 1779. Side 24, og Observationes astronomicae Havniæ 1784. 4. Introd. pag. 59), saa er den geographiske Cirkels Vaterpasskikkert det fuldkomneste Nivellerinstrument til lange Distancer. Paa ovenmeldte Steder har jeg viist at der kan være tvende Kilder til Feil: 1) i Centreringen af Krydstraadene indeni Kikkerten, 2) udi Vaterpasset selv, som er under Kikkerten; og tillige er det viist, at disse Feil under de meest usordealagtige Omstændigheder i det heieste kan udgiøre 6 til 8 Secunder. Dersom man kalder den nivellerede Distance eller Nivellersignalets Afstand fra den geographiske Cirkel = a , den af ovenmeldte 6 til 8 Secunders Uvisshed fremkomne Feil i den nivellerede Høide eller Dybde = f , saa er $a \times \text{tang. } 8'' = f$; men da $\text{tang. } 8'' = 0,0000388$, saa er $f = 0,0000388a$, hvoraf følger at den muelige Feil er $\frac{1}{257000}$ af den nivellerede Distance paa det allernærmeste.

Deels Jordmonnets Stigen eller Falden, deels Utydeligheden i at see og rigtigheden træffe Midten af Nivellersignalet, tillader ikke at nivellere ved eet Slag eller ved eet Sigte paa længere Frastand fra den geographiske Cirkel end 500 Alen eller 12000 Tomme, og da bliver den uuelige Feil i den relative Høide af det nivellerede Punct $= \frac{12000}{27000}$ Tomme eller mindre end $\frac{1}{2}$ Tomme; paa kortere Distancer bliver Feilen endnu mindre. Erfaring har og bekræftet dette Instruments Ypperlighed ved større Nivellering. Efter det Kongelige Rentekammers Befaling har jeg, som dets daværende Oberlandmaaler, nivelleret adskillige meget betydelige Distancer og store Søer, saasom Arresøe i Anledning af en Tvistighed om Flodmaalet imellem Frideriksværks Eier og de paa Søen stødende Bønder; og derved befundet, at til Nivellationer i det Store og paa meget lange Distancer, saasom 1 til 2 Mile, kan man ei betiene sig af noget bedre, fortreffeligere og paalideligere Nivellerings-Instrument end den geographiske Cirkels forbedrede Vaterpasskikkert.

Den første Classe af Nivellerings-Instrumenter er derfor bragt til den Grad af Fuldkommenhed, at man neppe skal kunne vente noget bedre. Den anden Classe af Nivellerings-Instrumenter indbefatter dem, som ei ere forsynede med Kikkert, og ikkun ere bestemte til at nivellere paa korte Distancer, saasom til at afgrave Søer og Moser, naar Vandgrøfterne ei blive over 2 til 3000 Alen i Længde; at sætte Flodemaal for mindre Mølledamme; at nivellere Anlægget af Veie og Gader; at planere en ujevn Overflade, enten til en horizontal Flade eller til en Flade af en given Hælding. Til disse og flere ligesaa vigtige practiske Arbejder har man intet andet Instrument end det, som bestaaer af tvende sammenhængende Rør, hvis øverste Dele er Glas; og naar disse fyldes med Vand, bestemmer Vandets øverste Overflade en horizontal Linie, efter hvilken man sigter og bestemmer Stedernes relative Høider og Dybder. Af flere Årsager er dette Nivellerings-Instrument meget upaalideligt. Formedelst Glassets tiltrækkende Kraft eller Vandets større Sammenhæng med Glasset end med sine egne Dele, bliver Overfladen af Vandet ei flad og jevn, men buet, og altsaa Sigtet uvist; dernæst gaaer Lystraalen i begge Rørene igiennem Glas og Vand ind i Røret, og siden igiennem Vand og Glas ud af Røret, hvorved meget let kan fremkomme en uregelmæssig Refra-

fraction, især naar Glassene i de tvende Rør skulde være af forskjellig Beskaffenhed, og derved vil Lystraalen fordreies fra sin retlinede Gang. Dersom Rørets Længde var 1 Alen eller 24 Tomme, og Uvissheden i at træffe den horizontale Linie efter Vandets Overflade blot udgjør $\frac{1}{4}$ Linie paa Rørets Længde, da vil paa en nivelleret Distance paa 200 Alen deraf fremkomme en Feil af $\frac{200}{4}$ Linier eller 4 Tomme og 2 Linier. Af den Aarsag har jeg for meer end 20 Aar siden været betænkt paa at indrette et Instrument til Nivellering af mindre Distance, og det er dette Instrument, hvilket jeg har givet Navn af

Fig. 1. Nivellerings-Linealen, hvis Beskrivelse jeg herved fremlægger. AB er en Lineal af Træ, 20 Tomme lang, $2\frac{3}{4}$ Tomme bred, og $2\frac{1}{2}$ Linie tyk; ovenpaa denne Lineal er et firkantet sammenhengende Rør af Træ FEDCKIHG, hvilket staar midt paa Linealen og er paa 3 Linier nær ligesaa bredt som Linealen selv. De opstaaende større Rør CDEF og GHJK ere indvendigen eller i Utsningen 1 Tomme. Det smale og horizontale Rør ab, som forener begge de større og vertikale Rør, er af samme Brede som disse, men er ifkurt i indvendig Høide og Nabning 2 Linier. Alt maae være vel forenet og fuldkommen tæt. Naar nu disse sammenhengende Rør fyldes med Quikselv, hvilket ved Punctering er betegnet, saa bestemmer Quikselvets Overflade D en horizontal Linie LM, i hvordan end Stillingen af Linealens underste Kant maatte være.

Fig. 2. Den anden Figur afbilder begge Nivellerings-Diopterne; disse bestaae af tvende firkantede Stykker Træ cdeh og lmnq af 2 Tommes Høide, men af en saadan Brede og Tykkelse, at de nøie passe i Rørene CDEF og GHJK. Til Træstykkerne cdeh og lmnq ere nittede tvende Messingdioptere hefg og qnop; i hver af dem er en firkantet Nabning, i hvilken er spændt en horizontal Sigteplade ved kx og su; i Linien xi og ur ere tvende Sigtehuller. Disse Dioptere skal være saaledes indrettede, at Linierne ik og rs igiennem Sigtepladerne og Sigtehullerne ere parallelle med Grundfladerne cd og lm, og i lige Høide over samme, saa at $ic = kd = rl = sm$. Naar man nu sætter Nivellerings-Diopterne i de firkantede vertikale Rør, og sigter igiennem Hullerne i Linien ix efter Sigtepladen su, saa bestemmes derved en horizontal Linie, naar man opløster eller nedlader Nivellersignalet paa Nivellerstokken, indtil dets Midte er dækket af den horizontale Sigteplade. Da

saavel

saavel Sigtepladerne som Hullerne findes dobbelte, saa kan man nivellere saavel fremad som tilbage eller paa begge Sider af Stationen, naar denne tages i Midten.

Nivellerings-Lineaens Natur udfordrer at Sigtelinien is skal være en horizontal Linie (Fig. 1.), og det kan den ikke være medmindre at is er parallel med Linien igiennem Quivelsesvets Overflade LM, og at $ic = sm$. Dette verificerer man ved at ombytte Diopterne; man sætter mo hen i Røret DE, og eg hen i Røret HI, dersom da Midten af Nivellerbrettet vedbliver at være dækket efter Ombytningen, saa er $ic = sm$, og is parallel med cm og altsaa en horizontal Linie.

Dersom derimod Diopteren sm er for høi og Diopteren io for lav, og cm Quivelsesvets horizontale Linie, saa er is Sigtelinien i den første Stilling og P det dertil svarende Punct paa Nivellerbrættet; efter Diopternes Ombytning kommer s hen i s' og i hen til i', og efter denne Sigtelinie findes Punctet Q paa Nivellerbrættet; naar altsaa efter Nivellerdiopternes Ombytning vises et lavere Punct end før Ombytningen, da er den Diopter, som i første Stilling var imod Objectet og i anden Stilling er ved Diet, for høi; og man maae lidt efter lidt affile eller bortslibe for neden af den høie Diopter, indtil Diopterne vise samme Punct paa Nivellerbrættet eller et langt fra værende Object ved begge Ombytninger. Hvor meget man skal tage af den aii for høie Diopter kan bestemmes ved følgende Forhold $RQ : QP = Ri' : i's$, hvor RQ er Nivellerbrættets Afstand fra Midten af Linealen, PQ er Afstanden imellem begge Puncter paa Nivellerbrættet, og Ri' er Nivellerlineaens halve Længde paa det allernærmeste.

Denne Nivellerings-Lineal behøver ei egentligen noget særskilt Stativ, men kan sættes paa ethvert Maalebord. Dersom man dertil ville have et særskilt Stativ, da kunde det gives følgende Indretning.

AB er et Bord af Træ, 24 Tomme langt og 12 Tomme bredt; dertil er skruet en Messingplade CD, som er forenet med Stykket EGF; paa dette Stykke er fæstet Nyelem G af Hiulet HI, hvilket har Indsnit, som passe i den under samme liggende Skruen uden Ende KL. GP forener Hiulet med Stykket MN, hvilket kan sættes paa en sædvanlig Fod med trende Been. Man ser strax, at Bordfladen AB, hvorpaa Nivellerings-Linealen skal

sættes, kan stilles horizontal ved Skruen uden Ende KL, hvilken dreier Hjul-
 let HI og med det samme Skiven AB.

Naar man kalder Længden eller Afstanden imellem Nivellerings-Diop-
 terne = a, Sigtepladens Tykkelse = d, og den nivellerede Distance eller
 Nivellersignalets Afstand fra Instrumentet = b, saa er den Feil, som kan
 fremkomme af Sigtepladens Tykkelse, eller $f = \frac{bd}{a}$. I det Instrument,
 som her er beskrevet, er Afstanden imellem Diopterne = a = 1,3 Fod,
 Sigtepladens Tykkelse er $\frac{4}{100}$ Linie eller d = 0,0004 Fod, og heraf er be-
 regnet den muelige Feil i Høiden paa forskjellige nivellerede Distancer fra 100
 til 600 Fod, som er den længste Fraastand, til hvilken man med det blotte
 Øie bør nivellere, under den Betingelse at Instrumentet er opstillet i den
 ene Ende af Linien.

Den nivellerede Længde. Feil i Høiden.

100 Fod.	0,0231 Fod.
200 —	0,0461 —
300 —	0,0692 —
400 —	0,0923 —
500 —	0,1153 —
600 —	0,1384 —

Man seer heraf, at paa 400 Fods eller 200 Alens Afstand kan Ni-
 vellerlinealen ikkun feile $\frac{2}{100}$ Fod eller omtrent en Tomme, da det derimod
 forhen er beviist at Nivellerings-Instrumentet med Glasrørene paa samme
 Distance kan feile 4 Tomme. Paa 600 Fod feiler Nivellerings-Linealen
 ikkun 1 Tomme 3 Linier; og dette er vel den største Nøiagtighed, som af
 et Nivellerings-Instrument uden Kikkert kan forlanges. Fra Aaret 1768 til
 1776 har jeg bestandigen brugt Nivellerings-Linealen til Vandgrøvters An-
 læg, til Mosers Afgravning og til Flodemaals Bestemmelse, og Erfarenhed
 har lært, at det til saadanne Nivellationer giver god Tjeneste og Nytte, hvor-
 til endnu kommer at det ei er bekosteligt, at det er beqvemt paa Reiser, og
 naar det en Gang er vel verificeret, kan det ei komme i Worden, medmindre
 det skeer nogen Overlast og Vold.

Fig:1.

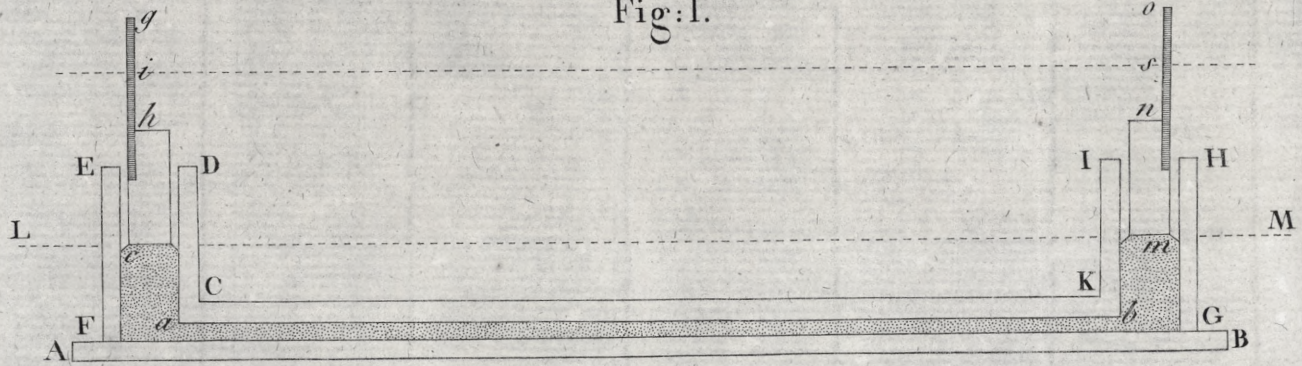


Fig:2.

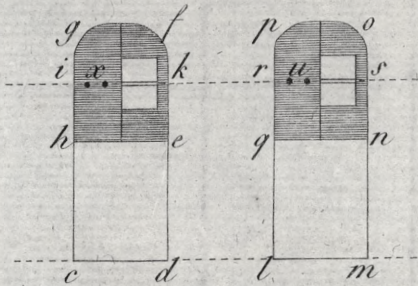


Fig:3.

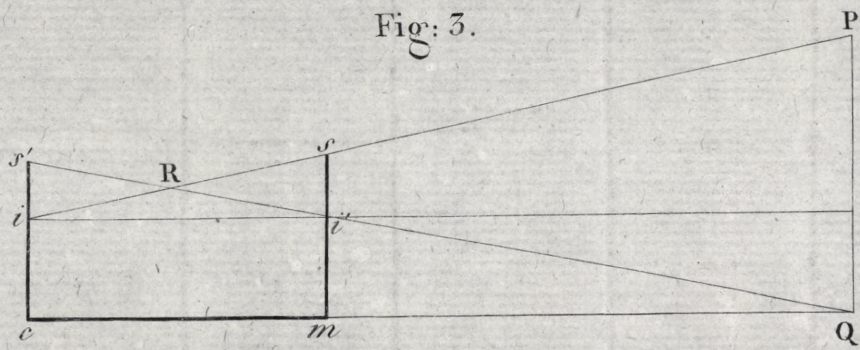


Fig:4.

