)OR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING
Nota 309 d.d. 15 juli 1965

Een zelfregistrerende waterstandsmeter voor verschillende meetopdrachten

W.C. Visser

De betekenis van verschilmetingen

Tot dusverre werden bij afvoermetingen eenvoudige peilmeters gebruikt. Bij het meten van de afvoer in beken en polderleidingen kwam steeds meer de opvatting naar voren, dat dit onvoldoende is. Ook het verhang bepaalt mede de afvoer en dit is niet zo'n constante grootheid als men veelal meende. Vooral bij polderleidingen is het verhang een variabele grootheid. Het geringe aantal doormetingen van de afvoercapaciteit van een stelsel van polderleidingen mag wel worden toegeschreven aan het ontbreken van geschikte apparatuur, speciaal gebouwd voor het bepalen van het in korte tijd sterk veranderende peil en verhang beide. Ook het meten in beken met beweegbare stuwen maakt het meten van het verhang steeds gewenster, omdat de stuw een deel van het verhang wegneemt en men veelal onzeker is omtrent de datum en hoogte van instellen van de opeenvolgende stuwstanden.

De peil- en verhangmeters zijn wel verkrijgbaar, maar zijn vrij duur en sommige typen zelfs buitengewoon kostbaar. Tevens zijn ze veelal nogal groot en onhandig, met enorme drijvers, en dus alleen geschikt voor een vaste opstelling. Zou men een grotere beek willen doormeten, dan kan men denken aan langdurig op dezelfde plaats meten om de maximale afvoer en de frequentie van optreden te meten. Dit geeft voordelen op lange termijn. Men kan echter ook reeds belangrijke gegevens verzamelen door op een aantal plaatsen, bijvoorbeeld gedurende een deel van de winter afvoeren te meten en hieruit de eigenschappen van de beek en het afvoerende gebied te leren kennen. Bij polders zal dit zelfs het belangrijkste punt zijn, omdat de maalstaten voldoende over de totale afvoer leren. Bij deze kortdurende metingen zal een goede kennis van het werkelijke verhang nog van meer belang zijn.

omdat de afstroming van kortdurende hoge vloedgolven zeer veel duidelijker te overzien zal zijn, wanneer men niet alleen iets over de hoogte van de afvoergolf, maar ook over de vorm weet.

Overleg met binnen- en buitenlandse hydrologen wees uit, dat een nauwkeurig, goedkoop en gemakkelijk verplaatsbaar apparaat niet beschikbaar was, zodat in overleg met een buitenlandse firma naar de constructie van een geschikt instrument werd gestreefd.

Een apparaat voor meersoortige toepassing

Het registratie-instrument zou in staat moeten zijn een bewegend waterniveau op een geschikte schaal af te beelden, maar zou bovendien het verschil tussen twee bewegende niveaux moeten kunnen registreren. Deze verschil- of differentiaalmeters zijn algemeen bekend en kunnen op verschillende wijze worden uitgevoerd. Maar een andere eis zal zijn, dat men een registratie per dag, per week of per maand kan uitvoeren met een kortere omloopstijd naarmate men in variaties over kleinere tijdsbestekken geïnteresseerd is. Ook hieraan komen bestaande instrumenten tegemoet. Verder is de schaal van registratie van belang. Soms zullen de verschillen in meters worden uitgedrukt, soms echter in tienden van millimeters. Hoe kleiner de uitwijkingen zijn, hoe lichter de registratie en overbrengingsmiddelen moeten lopen en hoe moeilijker een bruikbare constructieve oplossing wordt. Tenslotte zal voor cultuurtechnische vragen, die veelal met een korte duur van de meetserie zal moeten worden opgelost, een gemakkelijk verplaatsbaar instrument van belang zijn. Zware grote drijvers zullen ongewenst zijn. Eenvoudige kastjes waarmee direct in de ongewijzigde waterloop de metingen worden uitgevoerd zullen de plaats moeten innemen van peilhuisjes en bijzondere meetmiddelen als stuwen of goten in de waterloop. De ontwikkeling gaat bij de industrie deze kant sterk uit, nu metingen bij waterzuiveringsinrichtingen veelvuldiger worden en men voor deze metingen minder kosten wil maken. Ook voor dit laatste geval zijn verhangmetingen blijkbaar gewenst, zodat het mogelijk was aan deze ontwikkeling aan te sluiten. Het doel van de constructie was dus een instrument te verkrijgen, dat voor zoveel mogelijk doelstellingen bruikbaar was. Dit leek niet alleen vanuit een kostenoogpunt van belang, maar ook op grond van de steeds belangrijker wordende toepassing voor onderzoeks- in plaats van voor beheersdoeleinden.

Aard van de gewenste metingen

De in aanmerking komende metingen lijken in zes groepen in te delen te zijn, die alle onderling op een bepaald punt in belangrijke mate verschillen.

Het eerste type is het bepalen van het debiet van sluizen, bijvoorbeeld de suatie van sluizen, die op zeearmen afvoeren. De buitenpeilen variëren tot een meter of vier, de binnenpeilen een meter. Het ijken van sluizen is nogal wat werk, zodat de verplaatsbaarheid veelal van wat minder belang zal zijn. Het zal gewenst zijn beide standen op dezelfde rol te registreren, zodat geen gelijktijdigheidsproblemen optreden.

Een tweede groep richt zich op het indringen van eb en vloed in de ondergrond van een kustgebied, een onderzoek waar de naam Steggewentz aan verbonden is. Het doel kan zijn het bepalen van de doorlatendheid van de grond ofwel het nagaan van hydrologische ingrepen als bemalingen van bouwputten en het scheiden van die invloeden van de getij-invloed. Bij deze metingen is het soms gewenst de indringende getijgolf te meten in buizen met de filter op verschillende diepte. In de ondergrond zal men een peilvariatie van b.v. 1,5 m mogen verwachten, terwijl in de bovenste lagen een peilvariatie van enkele millimeters tot vele decimeters kan optreden. Deze metingen duren gewoonlijk niet langer dan 3 dagen, maar de uurwaarnemingen moeten dag en nacht worden voortgezet. Verplaatsbaarheid is bij deze kortdurende metingen zeer belangrijk.

Als derde groep is het meten van de debieten in beken en poldersloten van belang. De peilvariaties zullen de 1,5 m wel zelden overschrijden. Hier is echter het verhang, variërende van 0-10 cm per 100 m van belang en is dus een verschilmeting nodig. Vooral het verhang stelt hoge eisen aan de meetnauwkeurigheid. Deze metingen worden op willekeurige plaatsen in de waterloop uitgevoerd.

Een vierde groep van metingen is de debietmeting aan vaste en beweegbare stuwen. De meting aan een vaste stuw vraagt niet meer dan een eenvoudige peilmeting, de meting aan een beweegbare stuw het meten van de overstorthoogte over de bovenkant van schuif of klep. Dit laatste kan met een verschilmeting alleen worden uitgevoerd en vergt geen peilmeting.

Als vijfde groep kan men denken aan het gelijktijdig meten van het grond-

waterpeil en de regenval, uit welke beide gegevens het mogelijk is de gehele waterbalans af te leiden. De grondwaterstanden variëren over een diepte van omstreeks 1,50 m, terwijl men de regenval gewoonlijk tot in tienden van millimeters meet. Het verschil in schaal is hier zeer groot.

De zesde groep, welke zich richt op het vastleggen van de regen zowel als de verdamping van een verdampingspan, vereist dat beide metingen tot een fractie van een mm worden uitgevoerd. Deze nauwkeurigheidseis van een tiende millimeter is voor een praktijkinstrument te groot, zodat een eenvoudige hulpapparatuur moet worden tussengeschakeld. Deze hulpapparatuur zal verderop worden besproken.

Het ontworpen registratie-apparaat

Het registratie-apparaat is een verdere ontwikkeling van de peilmeter P-10 van de Alpina-Werke te Kaufbeuren, die voor [redacted] £ 1160,- in de handel is. In dit apparaat is een reductiewerk ingebouwd, dat de variatie in de stand van de drijver met schalen 1:1 tot 1:20 kan registreren. Het loopt licht en kan met een drijver van 4 cm de meeste meetopdrachten uitvoeren. De registratietrommel met ingebouwd uurwerk is met dag-, week- en maandomloop verkrijgbaar.

Aan deze P-10 is een tweede registratie-eenheid toegevoegd, die zowel verschilmetingen als peilmetingen kan uitvoeren. De verschilmeter bestaat uit de geleide wielen 1 en 2, die op het huis bevestigd zijn, en het registratie wiel, dat aan het wagentje van de registratiepen is verbonden. Een snoer, dat langs de drie wielen loopt, verbindt drijver 4 met contragewicht 6. Over wiel 2 loopt een tweede snoer, dat drijver 5 met contragewicht 6 verbindt. (fig. 1)

Gaan drijver 4 en 5 elk een cm omhoog, dan zal het contragewicht een cm zakken, maar het verticaal verplaatsbare wiel 3 blijft op dezelfde plaats. Stijgt drijver 4 een cm en blijft drijver 5 op zijn plaats, dan zal het contragewicht niet bewegen en wordt de cm stijging van drijver 4 opgevangen door een daling van een halve cm van wiel 3. Gaat drijver 5 omhoog, terwijl drijver 4 zijn plaats behoudt en het contragewicht zakt, dan zal wiel 3 de halve afstand stijgen. Wiel 3 zal het verschil in stijging op halve schaal doormaken.

Door de geleide wielen 1 en 2 als dubbele schijf uit te voeren met stralen, die zich verhouden als 1:2 kan men andere overbrengingen toepassen. Drie snoeren, waarvan er twee aan de schijven worden bevestigd, kunnen zo worden opgespannen dat een overbrenging 1:1, 1:2 en 1:4 ontstaat. (fig. 2)

Zet men een van de geleidewielen of drijvers vast, dan fungeert het apparaat als een peilregistratie voor de bewegelijke drijver. Het apparaat is zo lichtlopend gemaakt, dat een registratienauwkeurigheid van 1 mm verzekerd is bij een drijvergrootte van 6 cm en een overbrenging 1:1.

De toepassing als verhangmeter is nu zo, dat men de drijvers in twee naast elkaar staande waterdichte buizen brengt, die via een slang de waterstand van 50 meter stroomopwaarts en -afwaarts gelegen punten op een punt samenbrengen. Men meet het peilverschil over 100 m.

Een grotere meetnauwkeurigheid is door het vergroten van de drijvers mogelijk. Een drijver met 5 x grotere straal heeft bij dezelfde onderdompeling een 25 maal groter gewichtsoverschot en evenzoveel grotere kracht om het registratiewerk door zijn wrijving te trekken. De nauwkeurigheid van instelling van de pen zal 25 maal groter worden. De afleesnauwkeurigheid zal dan echter wel te gering worden, zodat een grotere drijver wel een grotere overbrenging zal vergen. Zou de grotere meetnauwkeurigheid nodig zijn, dan moet een hulpoverbrenging worden vervaardigd. Het leek niet gewenst aan deze hoge nauwkeurigheidseis door het apparaat zelf te laten voldoen. (fig. 3 en 4)

Enkele gedachten over de toepassing

Het instrument kan voor verschillende metingen worden gebruikt indien men het zo nodig nog van een hulpapparaat voorziet of door hulpmetingen ondersteunt. Een belangrijk gegeven is de wandruwheid, die als onbekende overblijft indien men via het peil de natte omtrek en verder het verhang direct meet. Men zal enkele metingen met het molentje moeten uitvoeren om de wandruwheid te leren kennen. De invloed van onkruidgroei zou het noodzakelijk kunnen maken deze metingen vrij frequent te herhalen. In een groot meetplan is dit echter nogal tijdrovend, zodat het de moeite waard zal zijn na te

gaan in welke mate men de wandruwheid over het meetvak in de beek met behulp van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen constant kan houden.

Ook kan men aan de overlast door onkruidgroei ontkomen door bij de stuwen te meten. Boven een vaste stuw is een peilmeting alleen reeds voldoende. Boven een stuw met verticale schuif kan men het snoer in plaats van aan een drijver aan de schuif vastmaken. Men meet dan met de overgebleven drijver de hoogte van het waterniveau op een daarvoor geschikte afstand voor de stuw boven de bovenkant van de schuif. De verschilmeter alleen is dan voldoende.

Bij een klepstuw wordt de meting wat anders opgezet, omdat de bovenrand van de klep niet alleen verticaal, maar ook horizontaal beweegt. De verschilmeter dient echter alleen het verticaal verschil te meten. Daartoe kan een dubbel parallellogram worden vervaardigd, waarvan de onderste arm op de klep rust, maar wel verschuiving toelaat. Bij bewegen van de klep wordt de arm wel op en neer gedrukt, maar niet heen en weer. Het snoer kan nu aan de onderste arm worden bevestigd. (fig. 5)

Ook zou men in heulen en duikers, die onder wegen door leiden en vaak een aanzienlijke lengte hebben, kunnen meten door het verhang in de duiker te bepalen. Slangen kunnen de waterstand van een gewenst meetpunt naar een geschikt punt van opstelling van de meter brengen. Meet men ook een deel van het contractieverval mee, dan zal de meetnauwkeurigheid veelal wel groot genoeg zijn. Meet men in de duiker zelf, dan zal een grotere drijver en grotere overbrenging als hulpwerktuig wel nodig zijn om voldoende nauwkeurigheid van instellen en uitmeten te krijgen. Deze drijvers zullen al spoedig enkele decimeters diameter moeten krijgen om de wrijving in de overbrenging te kunnen overwinnen.

Bij het meten van regen en verdamping kan men hydraulische vergroters gebruiken. Uit een onderzoek van Bloemen blijkt, dat het waterniveau in een pan met naaldafsluiters met grote nauwkeurigheid constant kan worden gehouden. Wordt nu het water dat verdampt aangevuld vanuit een nauw cylindrisch vat, of wat in de pan inregent afgevoerd op een dergelijk vat, dan bepaalt de verhouding van de oppervlakten van cylinder en pan hoeveel de waterstand in

de ene meer stijgt dan in de andere. Een verhouding van 1:5 tot 1:10 in de diameter is goed mogelijk, zodat men in de cylinder het water 25 tot 100 maal meer kan laten variëren dan de regen of verdamping bedraagt. Grote overbrengingen zijn zo mogelijk met als groot voordeel dat de wrijving zo gering is. Nadeel kan zijn dat deze hydraulische vergroter integrerend werkt, iets wat bij regen en verdamping niet hindert, maar wat bij andere metingen ongewenst kan zijn.

Van belang is bij peilmeters de controle op de nulpuntsligging, bijvoorbeeld als gevolg van uitrekken van de snoeren of verschuivingen of doorslippen van bevestigingen. De poot, waarop het kastje van de meter wordt bevestigd, zal men zo moeten maken, dat deze controle gemakkelijk gaat. Een buis zal aan de peilmeting moeten worden toegevoegd, waarin men zo nu en dan de waterstand met de duimstok kan meten zonder van de drijvers last te hebben.

De verhangmeter kan met een dubbele driewegkraan worden omgeschakeld, zodat de hoge stand, eerst inwerkende op drijver a, overgeschakeld wordt op drijver b en voor de lage stand andersom. De registratie zal dan evenveel onder de nullijn plaatsvinden als eerst er boven en het midden van de twee lijnen geeft het werkelijke nulpunt aan. Dit omschakelen heeft als voordeel, dat niets genoteerd behoeft te worden en men achteraf steeds weer kan zien wanneer men de controle uitvoerde en wat de uitkomst was.

De kosten

De verhangmeter werd als prototype gebouwd, de omvang van de omzet moet nog blijken en de voorlopige prijs hangt nog sterk van het aantal af te nemen apparaten af. Voor enkele toestellen is een prijs van boven de DM 2000 te verwachten, voor 50 toestellen tegelijk is een prijs van DM 1500 toegezegd. Het is dus de moeite waard de behoefte in Nederland aan deze meters eens na te gaan en de opdrachten tot levering samen te bundelen om gezamenlijk van de gunstiger prijs bij grote afname te profiteren.

Figuuronderschriften

Fig. 1. Principe van de verschilmeting. Het wiel 3, dat verbonden is aan het wagentje waarop de pen bevestigd is, beweegt zich in verticale richting over een afstand die de helft is van het verschil tussen de verticale afstanden, door de drijvers afgelegd

Fig. 2. Door het snoer, dat wiel 3 aandrijft over schijven te laten lopen, die twee maal zo groot zijn als de wielen, waarover de snoeren van de drijvers lopen, kan men met een schaal 1:1 registreren

Fig. 3. Vooraanzicht van de meter. Midden onder de versnellingsbak van de peilmeter. Middenop registratietrommel de pen van de verschilmeter

Fig. 4. Zij-aanzicht. Wiel in midden van sleuf is op verticaal bewegelijk wagentje met schrijfpen gemonteerd. Wielen aan armen aan de onderkant van zijvlak zijn leiwielen, die de drijver naar het midden van de buis kunnen dwingen

Fig. 5. Een belangrijke toepassingsmogelijkheid is de afvoermeting bij stuwen. De meting van de overstorthoogte over een verticale schuif levert weinig moeilijkheden. Bij een klepstuw kan een parallellogram worden gebruikt om de horizontale beweging van de klepbovenkant uit te schakelen

fig 1

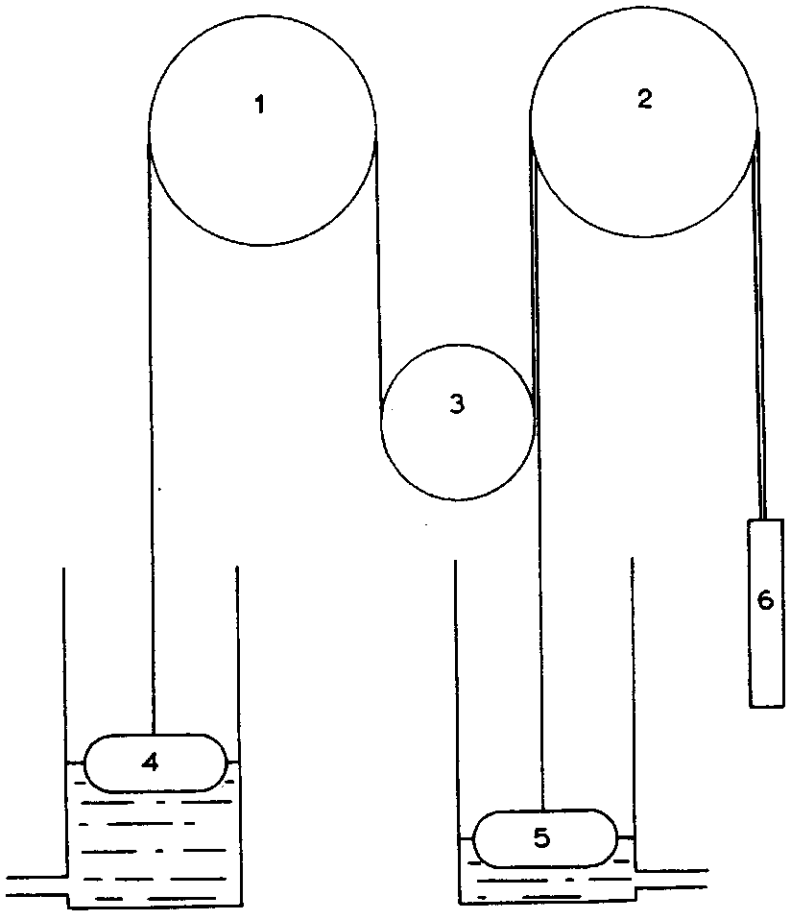
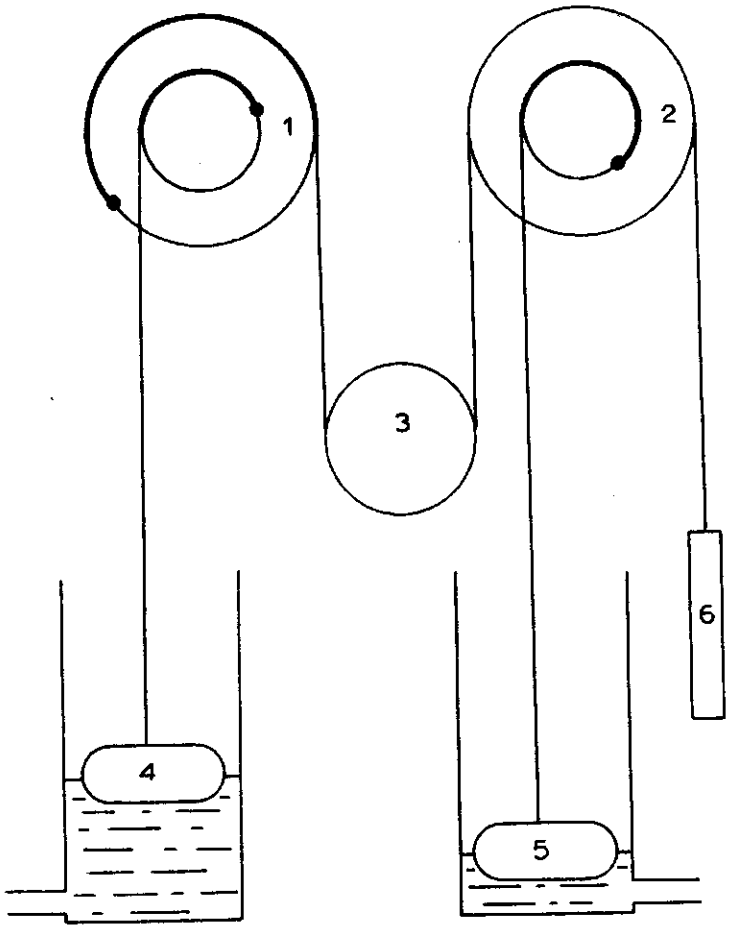
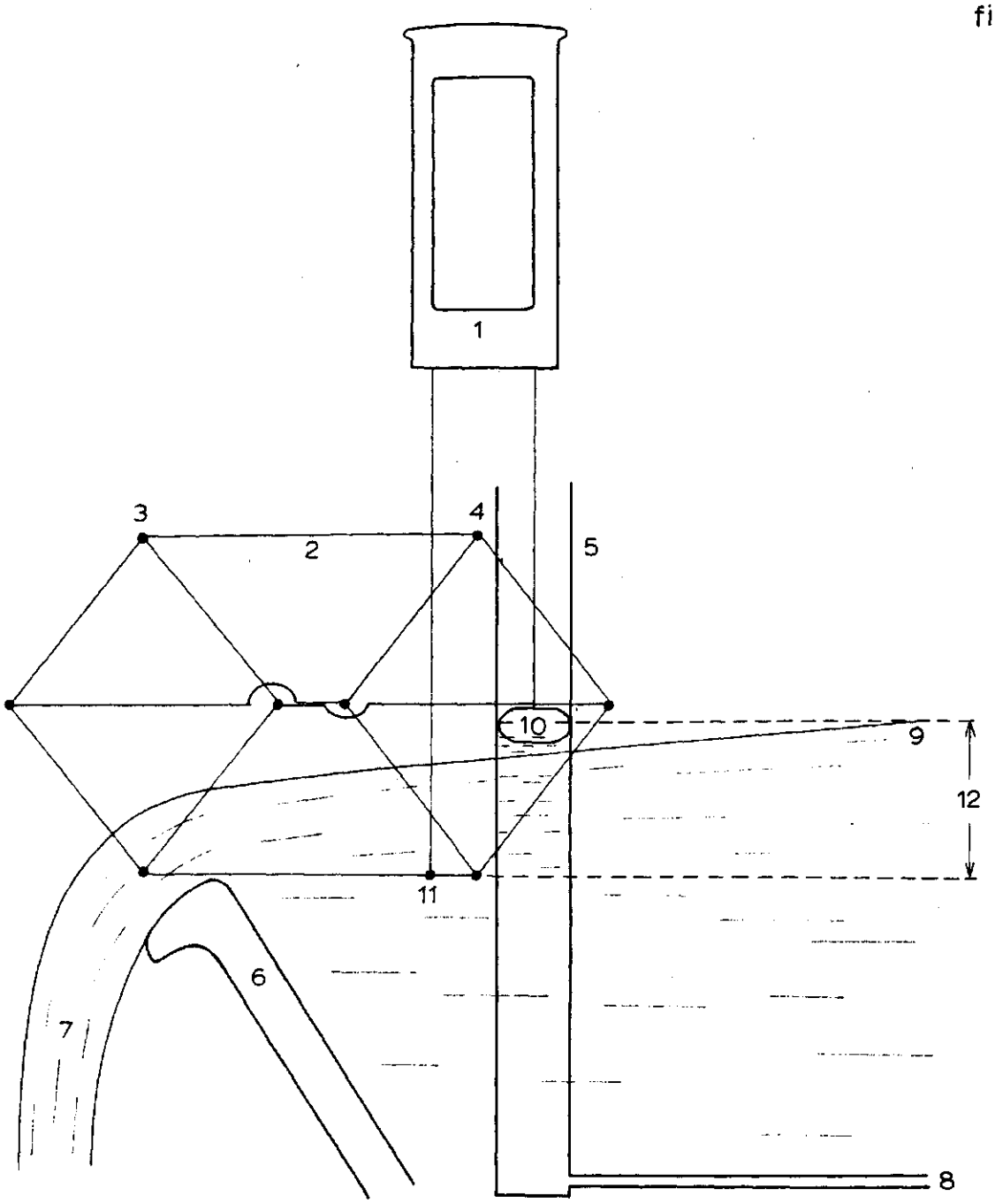


fig 2



65C 93 1/3.4

fig. 5



1	Verschilmeter
2	Parallellogram
3-4	Vaste scharnierpunten, in stuw bevestigd
5	Waterstandsbuis beekpeil
6	Klep van klepstuw
7	Overstortende straal
8	Meetpunt van beekstand tegelijk eindpunt van slang
9	Peil opgestuwde beek tegelijk hoogte vlotter
10	Vlotter
11	Onderarm parallellogram tegelijk hoogte van de klep met aanknopingspunt verschilmeter
12	Overstorthoogte