



Titel: <b>Hydrometriske stationer, etablering, drift og vedligeholdelse</b>			
Dokumenttype: Teknisk anvisning	TA. nr.: B02	Version: 1.0	Oprettet:
Forfattere: Niels Bering Ovesen	Gyldig fra: 01.01.2011		
	Sider: 13		
	Sidst ændret:		
TA henvisninger	B03 – B04 – B05		

## 0 Indhold

1 Indledning .....	1
2 Metode .....	2
2.1 Placering af målestation .....	2
2.2 Udstyr .....	3
2.2.1 Vandstandsskala .....	3
2.2.2 Automatisk vandstandsregistrering .....	3
2.2.3 Datalogger og datatransmission .....	4
2.2.4 Øvrigt udstyr .....	4
2.3 Vandstandsregistrering .....	4
2.3.1 Etablering af vandstandsskala .....	4
2.3.2 Kotefastsættelse og kontrol .....	5
2.3.3 Aflæsning af skala .....	5
2.3.4 Etablering af udstyr til automatisk registrering .....	5
2.3.5 Drift af automatisk registrering .....	6
2.3.6 Vandstandskorrektioner .....	6
2.4 Vedligehold af instrumenter .....	6
2.5 Tjekliste .....	7
3 Databehandling .....	8
3.1 Data og dataoverførsel .....	8
4 Kvalitetssikring .....	9
4.1 Kontrol og overvågning af vandstand .....	9
4.2 Kvalitetssikring af data .....	9
5 Referencer .....	10
6 Bilag .....	11
6.1 Relaterede TA'er .....	11
7 Oversigt over versionsændringer .....	12

## 1 Indledning

Denne tekniske anvisning omfatter arbejdet med etablering, drift og vedligeholdelse af hydrometriske stationer, hvor der skal registreres vandstand og vandføring i en længere periode.

Meget af indholdet bygger på tidligere vejledninger fra Fagdatacenter for Hydrometriske data, Lundager Jensen og Frost (1992) og Teknisk vejledning (1988) samt den erfaring, der er indhentet gennem snart 100 års hydrometrisk dataindsamling i Danmark.

Anvisningen dækker det praktiske, der vedrører lokaliteterne i felten. Vandføringsmålinger, der er en central del af driften af en hydrometrisk station, er i denne tekniske anvisning kun beskrevet med en oversigt over de forskellige målemetoder. For specifikke metodebeskrivelser af vingemålinger henvises til teknisk anvisning B03: Vandføringsmåling med vingeinstrument, og for ADCP-målinger til B04: Vandføringsmåling med akustisk Doppler instrument (ADCP).

Den efterfølgende databearbejdning og beregninger er ikke omfattet, men dette arbejde er beskrevet i teknisk anvisning B05: Hydrometriske stationer, databehandling og beregninger.

## 2 Metode

Ved etablering af en målestation skal en række forhold vedr. placering og udstyr tages i betragtning. For efterfølgende at sikre en optimal drift uden fejl og dataudfald, er det vigtigt at udstyret på stationen tilses og vedligeholdes, og at data løbende indhentes, kontrolleres og arkiveres.

### 2.1 Placering af målestation

Ved en hydrometrisk station beregnes vandføringsserien (hydrografen) normalt på basis af den registrerede vandstand og en relation mellem vandstanden og vandføringen (QH-kurve). Derfor er de hydrauliske forhold på strækningen omkring stationen af stor betydning for datakvaliteten, og det er vigtigt at have kendskab til disse inden stationen etableres. Det er især vigtigt, at der ikke kan ske opstuvning fra nedstrøms beliggende sø, hav, stemmeværk eller tilløb/sammenløb, og der skal samtidig findes en strækning, hvor betingelserne for vandføringsmålinger er tilfredsstillende, jf. B03 og B04.

Vurderingen af de hydrauliske forhold foretages ved en besigtigelse, kombineret med kort og gis-undersøgelse. Opmålinger af længde- og tværprofiler giver et rigtig godt grundlag, og hvis de ikke er til rådighed, kan det være nødvendigt, at måle bundkoten i en række punkter nedstrøms for den påtænkte lokalitet.

Hvor langt nedstrøms vandstanden er stuvningspåvirket afhænger især af vandløbsgradienten. Jo mindre gradient, des længere stuvning, og zonen kan især i store vandløb være mange kilometer. I mindre vandløb med stort fald kan den være ned til få 100 meter. Som tommelfingerregel kan man antage, at strækningen fra stationen og nedstrøms til der hvor vandspejlskoten er den samme som bundkoten ved stationen påvirker vandstanden og dermed QH-kurven. Stuvningszonen til et givent sted i vandløbet vil således også være længere, når vandstanden er høj.

En bro vil i visse tilfælde kunne påvirke QH-kurven forskelligt afhængig af vandstanden, og stationen skal derfor normalt placeres nedstrøms for en eventuel bro. Hvis der er et stryg på strækningen, skal målestationen placeres opstrøms herfor, da det giver en god sammenhæng mellem vandstand og vandføring.

Hvis der udelukkende skal registreres vandstand ved stationen, er der ikke særlige krav til stationens placering.

Vandløbsmyndigheden og lodsejeren kontaktes forud for etablering af målestationen, og om fornødent indhentes relevante tilladelser.

## 2.2 Udstyr

En hydrometristation med kontinuerlig vandstandsregistrering, skal både udstyres med en skala til manuel aflæsning af vandstanden, samt en sensor med tilhørende dataopsamlingsenhed til automatisk registrering. Stationen kan udstyres med yderligere sensorer, f.eks. til registrering af vandhastigheden.

### 2.2.1 Vandstandsskala

Skalaen til manuel aflæsning af vandstanden består af en metal eller plastskala, der er inddelt i 1 eller 2 cm enheder. Den skal dække hele intervallet for variation i vandstanden ved den pågældende målestation, normalt 1 – 2 meter. Skalaen fastgøres evt. til en stolpe, f.eks. 4X4" trykimprægneret.

### 2.2.2 Automatisk vandstandsregistrering

Der findes en række forskellige typer af instrumenter til kontinuerlig registrering af vandstanden.

- Mekanisk papirskriver
- Tællehjul
- Tryksonde
- Boblesensor
- Ultralyd/radar

De 2 første fungerer ved hjælp af flyder og lod i et wiresystem, der monteres i en målebrønd. Målebrønden består af et lodret rør (110 – 315 mm) og evt. et vandret forbindelsesrør (75 – 110 mm).

Tryksonder er normalt ventileret med et tyndt rør i kablet til sonden, så vandspejlshøjden kan måles direkte. Tryksonder uden ventilation kan også anvendes, men det kræver korrektion af data med lufttrykket.

Boblesensor fungerer ved at en tynd slange føres ned i vandløbet, og det krævede tryk for at blæse luft ud registreres i sensoren.

Ultralyd/radar sensorer monteres over vandspejlet, f.eks. under en bro eller på en arm ud over vandløbet, og den måler vandstanden ved hjælp af lyd-bølger, der reflekteres fra vandoverfladen. Ultralydssensorer kan også være monteret under vandspejlet, og måle afstanden op til overfladen.

Alle typer kan anvendes til målinger i danske vandløb, dog kan ultralyd/radar ikke anvendes i mindre (<10 meter brede) vandløb, da de har en lidt større usikkerhed end de øvrige typer.

### 2.2.3 Datalogger og datatransmission

Der findes mange forskellige dataloggere, der kan anvendes til opsamling af vandstandsdata. I nogen tilfælde er registreringsenheden integreret med dataloggeren, hvilket især er en fordel hvis der ikke skal måles andre parametre på den samme station. Dataloggeren kan evt. forsynes med en enhed til automatisk overførsel af data via telefon- eller internettet.

### 2.2.4 Øvrigt udstyr

Rør/målebrønd, kabinet til datalogger/skriver, stolpe til vandstandsskala, vandstandsskala, evt. materiale til stabiliserende konstruktion, muggert, spuleudstyr, spand, vaterpas, børste.

## 2.3 Vandstandsregistrering

Vandstanden er vandspejlshøjden i forhold til et fast punkt, normalt 0-punktet på en vandstandsskala. Kotevandstanden er vandspejlshøjden i forhold til det gældende nationale referenceniveau (DVR90).

### 2.3.1 Etablering af vandstandsskala

Skalaen etableres om muligt på en bro eller andet fast bygningsværk i vandløbet. Hvor dette ikke forefindes, anvendes i stedet en stolpe eller et kraftigt bræt, f.eks. 4x4" trykimprægneret stolpe. Stolpen rammes eller spules godt ned i vandløbsbunden, så den står solidt. Normalt skal den ca. 1 meter ned, men i større vandløb, eller hvor der er meget blød bund, kan det være nødvendigt at stolpen spulet op til 2 meter ned i vandløbsbunden, før den står solidt.

Skalaen skal placeres nær brinken, og den skal kunne aflæses ved alle vandstandsforhold. Af hensyn til nøjagtigheden på aflæsningen skal vandspejlet omkring skalaen være roligt, og det er en fordel, hvis den kan aflæses fra landsiden.

Hvis der forekommer meget store vandstandsvariationer ved stationen, og det ikke er muligt at dække hele variationsintervallet med én skala, etableres en "forlængende" 2. skala længere oppe på brinken. Den forlængende skala etableres i niveau, så dens 0-punkt svarer til toppen af den nederste, og skal aflæsningen således kan fortsættes ubrudt.

Hvis skalaen etableres i forbindelse med en station med automatisk vandstandsregistrering, skal den stå i umiddelbar nærhed af denne, så der ikke er forskel i vandstanden.

### 2.3.2 Kotefastsættelse og kontrol

Hvis en hydrometrystation skal være i drift i en længere årrække, skal vandstandskoten fastlægges i forhold til nationalt referenceniveau (DVR90). Koten for skalaens 0-punkt opmåles ved traditionelt nivellement til GI fikspunkt eller ved hjælp af GPS med præcision på 20 mm.

Skalaens højde skal kontrolleres en gang om året. Hvis skalaen ændrer højde, f.eks. på grund af is i vandløbet, vil det medføre en fejl i vandstandsregistreringen. Til kontrol anvendes et fast kontrolpunkt i nærheden af skalaen, f.eks. et punkt på et brofundament. Hvis der ikke findes et fast kontrolpunkt, kan man i stedet anvende en stolpe eller betonrør, der er gravet solidt ned i brinken ud for skalaen. Kontrollen udføres ved nivellement til kontrolpunktet eller ved brug af GPS. Kontrol til fast punkt i brinken kan udføres vha. vaterpas.

### 2.3.3 Aflæsning af skala

Vandstanden aflæses på skalaen, normalt med en nøjagtighed på 0,5 cm. Bølger eller turbulens kan gøre aflæsningen besværlig, og det kan være en fordel at anvende et vaterpas til at "trække" vandspejlsniveauet hen til skalaen, ved at holde det på vandoverfladen ud fra skalaen. Når vandstands aflæsningen sker i forbindelse med en vandføringsmåling, aflæses både før og efter, for at tage højde for eventuelle vandstandsvariationer under målingen.

### 2.3.4 Etablering af udstyr til automatisk registrering

Hvis vandstanden skal registreres med et system med lod og flyder, skal der etableres en målebrønd. Den består af et rør, der er gravet ned i brinken eller fastgjort til en stabil konstruktion i vandløbet, f.eks. en bro eller et fundament. Brønden føres ned til et niveau, så man er sikker på at være mindst 20 – 30 cm under absolut lavest forekommende vandstand. Niveauet for lavest forekommende vandstand fastsættes efter besigtigelse, og i tvivlstilfælde sættes det svarende til vandløbsbunden. Brønden skal stå lodret og have en diameter, så der er mindst 2 cm mellem flyder og rørvæg, så man er sikker på, at flyderen kan bevæge sig frit. Typisk vælges en rørdiameter mellem 110 og 315 mm. Fra målebrønden skal gå et vandret forbindelsesrør, der føres ud i vandløbet i niveau under absolut lavest forekommende vandstand, hvilket i mange vandløb er i niveau med vandløbsbunden. Toppen af målebrønden skal være over højest forekommende vandstand. Niveauet for højest forekommende vandstand fastsættes efter besigtigelse, og i tvivlstilfælde sættes det svarende til 1,0 meter over kronekanten (højeste sted på brinken). Længden af wiren mellem lod og flyder skal afpasses så loddet ikke går imod toppen ved lavest forekommende vandstand eller på bunden ved den højeste.

Hvis vandstanden skal registreres med en tryksonde, kan den monteres i en målebrønd svarende til den, der anvendes til lod og flyder. Alternativt kan den føres ud i vandløbet gennem et rør, der er solidt fastgjort i brinken og

ført ned under lavest forekommende vandstand. Det skal sikres, at der ikke samles sediment eller slam eller grøde omkring sensoren. Det vil ofte være en fordel, at føre sensoren i et rør med åbning i bund og evt. perforeret i siderne, og den skal kunne trækkes op for inspektion og evt. rengøring. Af hensyn til den efterfølgende databehandling skal sensoren kunne føres tilbage til præcis samme niveau efter inspektionen. Det kan sikres med et fast bundstop i røret, eller ved at montere en krog eller holder på kablet. Kablet til ventilerede tryksonder må ikke have skarpe knæk eller klemmes hårdt ved montering, da den tynde slange i kablet ikke må blokeres.

### **2.3.5 Drift af automatisk registrering**

Intervalleret for lagring af data sættes til 10 – 15 minutter.

Nøjagtigheden på vandstandsdata skal være mindst 0,5 cm.

### **2.3.6 Vandstandskorrektioner**

Den automatiske vandstandsregistrering skal køre i samme niveau og med vandstandsskalaen som reference. Hvis der konstateres en ikke ubetydelig uoverensstemmelse mellem værdierne, kan det være nødvendigt at justere på skriver, datalogger eller tællehjul. Da vandstandskurven skal kontrolleres og evt. justeres i forbindelse med den videre databearbejdning, er det ikke et krav, at der altid er fuld overensstemmelse. Vandstandsregistreringen skal justeres, hvis der er en forskel på mere end 2 cm.

## **2.4 Vedligehold af instrumenter**

Eventuelle aflejringer af sand, mudder og grøde omkring skalapælen skal fjernes. Vandstandsskalaen kan hurtigt blive belagt med alger eller andet snavs og den skal derfor ofte renses f.eks. med en opvaskebørste.

En målebrønd skal jævnligt (mindst en gang årligt) skylles igennem med et par spande vand for at fjerne aflejringer i bunden og i forbindelsesrøret til vandløbet. Hvis der over længere tid sker en aflejring af sediment omkring forbindelsesrøret, kan det være nødvendigt at grave det fri eller evt. forlænge det.

Wiresystem med lod og flyder skal kontrolleres om det kører tilfredsstillende og uden friktion. Tællehjul kan evt. smøres med en dråbe olie. Tryksonde skal kontrolleres for aflejringer eller kraftige belægninger og skal om fornødent renses med en blød børste.

Dataloggere kræver ikke egentlig vedligeholdelse. Nogen fabrikater anvender silicagel til at holde instrumenterne fri for fugt, og dette skal skiftes ved behov eller efter fabrikantens anvisninger. Endvidere skal strømforsyningen kontrolleres og batterier udskiftes om nødvendigt.

## 2.5 Tjekliste

Ved stationstilsyn udføres følgende:

- Vandstandsskala aflæses med nøjagtighed på 0,5 cm
- Skalaen rengøres om nødvendigt
- Værdien på den automatiske vandstandsregistrering samt dato og klokkeslet kontrolleres og justeres evt.
- Strømforsyning kontrolleres og batteri udskiftes evt.
- Hvis data ikke overføres automatisk tappes datalogger eller papir skiftes i skriver.
- Evt. silicagel kontrolleres og udskiftes om nødvendigt
- Vandføringsmåling foretages i henhold til måleprogram
- Skalaens højde kontrolleres ca. 1 gang om året
- Evt. målebrønd gennemskylles ca. 1 gang om året
- Evt. tryksensor kontrolleres/rengøres ca. 1 gang om året



### 3 Databehandling

Data, resultater og bemærkninger i forbindelse med stationstilsyn og målinger nedskrives på papir, bærbar pc eller tilsvarende i felten, og det overføres til database/arkiv umiddelbart efter hjemkomsten. Tilsvarende overføres datafiler fra evt. datalogger eller diagrammer fra registreringsenheden, såfremt data ikke overføres via telefon eller internet. Alle klokkeslæt registreres i dansk normaltid (dnt). Således trækkes en time fra i forhold til aktuel tid i sommerperioden.

#### 3.1 Data og dataoverførsel

Følgende data overføres til databasen (Hymer):

- Dato og klokkeslæt
- Initialer
- Resultater fra vandføringsmåling (jvf. TA B03 og B04)
- Skalavandstand og skalanr.
- Vandstandsdata fra automatisk vandstandsregistrering
- Oplysninger om grøde og evt. is (jf. vandføringsmåling)
- Øvrige bemærkninger

## 4 Kvalitetssikring

### 4.1 Kontrol og overvågning af vandstand

Datakvaliteten for stationen er meget afhængig af, at den automatiske vandstandsregistrering kører uden afbrydelser. Derfor skal driften af måle- ren kontrolleres mindst en gang om måneden, og data skal overføres til da- tabase eller andet backup medie.

Vandstandsdata skal i forbindelse med overførslen kontrolleres for fejlregi- strering. Det kan forekomme på grund af følgende:

- Flyder og lod ikke kører frit ved alle vandstandsforhold
- Forbindelsesrør til målebrønd er blokeret
- Is og fastfrysning
- Datalogger ude af funktion
- Manglende strømforsyning
- Sedimentation omkring tryksensor
- Utilsigtet flytning af tryksensorens placering
- Fejlaflæsning, herunder meter eller kommafejl
- Div. fejl med papir og pen i vandstandsskriver

Vandstandsændringer som følge af pludselig opstuvning eller fald, f.eks. hvis et træ er faldet i eller i forbindelse med grødeskæring, er ikke fejl, men faktiske vandstandsvariationer. Herved er det kun QH-relationen, der påvirkes.

### 4.2 Kvalitetssikring af data

Vandstandsdata kvalitetskontrolleres bedst ved stationstilsyn ved en visuel kontrol af et plot af vandstandskurven. Alternativt udføres kontrollen i for- bindelse med overførsel og backup af data mindst en gang pr måned. Hvis stationen har dataoverførsel via netværk, kan data løbende kontrolleres au- tomatisk ved hjælp af et program der f.eks. tjekker for maksimale ændrin- ger og niveau i forhold til normal vandstand. Yderligere kontrol og kvalitets- sikring af data sker i forbindelse med den videre bearbejdning og vandfø- ringsberegninger jf. TA B05.

## 5 Referencer

Herschy, R. W. 2009. Streamflow Measurement, Third edition, Routledge Taylor & Francis, 507 pp.

ISO 748: 2007. Hydrometry – Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats.

ISO 1100-1: 1996. Measurement of liquid flow in open channels, Part 1: Establishment and operation of a gauging station.

ISO 4373: 2008. Hydrometry – Water level measuring devices.

ISO/TR 23211: 2009. Hydrometry – Measuring the water level in a well using automated pressure transducer methods.

Lundager Jensen, J. Frost, K. 1992. Hydrometrisk feltarbejde, Publikation nr. 10 Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet.

Teknisk vejledning, 1988, Oprettelse, vedligeholdelse og instrumentering af vandføringsmålestationer, Fagdatacentret for hydrometriske data.

## **6 Bilag**

### **6.1 Relaterede TA'er**

B03: Vandføringsmåling med vingeinstrument

B04: Vandføringsmåling med akustisk Doppler instrument (ADCP)

B05: Hydrometriske stationer, databehandling og beregninger

## 7 Oversigt over versionsændringer

Version	Dato	Emne:	Ændring: