



Titel: Hydrometriske stationer, databehandling og beregninger, Pumpestationer			
Dokumenttype: Teknisk anvisning	TA. nr.: B06	Version: 1.0	Oprettet: 01.01.2017
Forfatter: Niels Bering Ovesen	Gyldig fra: 01.01.2017		
	Sider: 8		
	Sidst ændret:		
TA henvisninger	B02, B03, B04, B05, B07, B08, B09		

Indhold

1 Indledning.....	2
2 Metode.....	3
2.1 Måleprincip	3
2.2 Kalibrering af pumpekarakteristik.....	5
3 Databehandling	6
3.1 Vandstandskorrektion	6
3.2 Vandføringsberegning	6
3.3 Korrektion for dataudfald	6
4 Kvalitetssikring	7
4.1 Kvalitetssikring af hydrografen	7
5 Referencer	8
6 Bilag	8
6.1 Relaterede TA'er	8
7 Oversigt over versionsændringer	8

1 Indledning

Denne tekniske anvisning omfatter arbejdet med at måle og beregne vandføringen ved en vandløbsstation, hvor vandet pumpes ud. Pumpestationer findes normalt i forbindelse med kanaler i kunstigt afvandede områder.

Anvisningen omfatter ikke feltarbejde, idet målinger, praktiske opgaver på stationerne samt etablering af nye stationer er beskrevet i tekniske anvisninger B02, B03 og B04.

Anvisningen omfatter udelukkende pumpestationer med fast ydelse (on-off pumper), og ikke stationer, der er udstyret med pumper med variabel (frekvensstyret) ydelse.

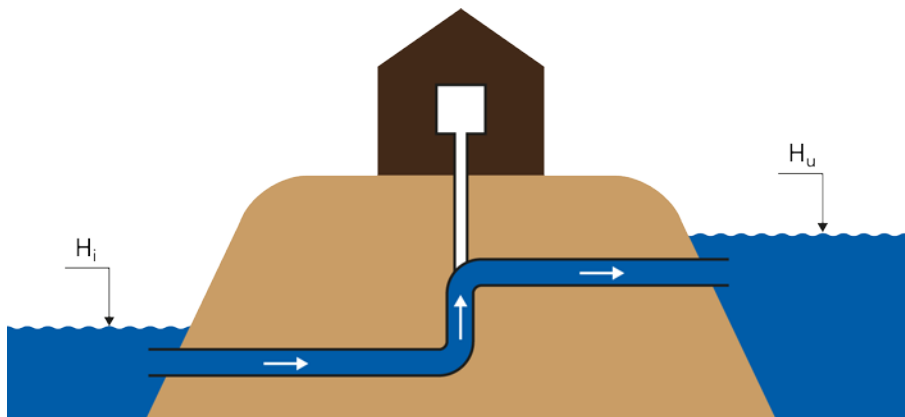
Tidligere beskrivelse af databehandling findes i: Vejledning i Bearbejdning af data fra vandføringsstationer, Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Raaschou (1991).

2 Metode

2.1 Måleprincip

En vandføringsstation kan etableres i forbindelse med en pumpestation. Det kræver registrering af pumpens effektforbrug og løftehøjden (forskellen mellem vandspejlet på pumpens ind- og udløbsside). Vandstanden registreres som på 2 vandstandsstationer jf. TAB02, og pumpedriften registreres elektronisk, f.eks. på pumpens strømforsyning.

Som basis skal også anvendes pumpens karakteristik (forhold mellem ydelse, Q og løftehøjde, H). Pumpekarakteristikken leveres af producenten, og består af en tabel eller formel for sammenhængen mellem Q og H .

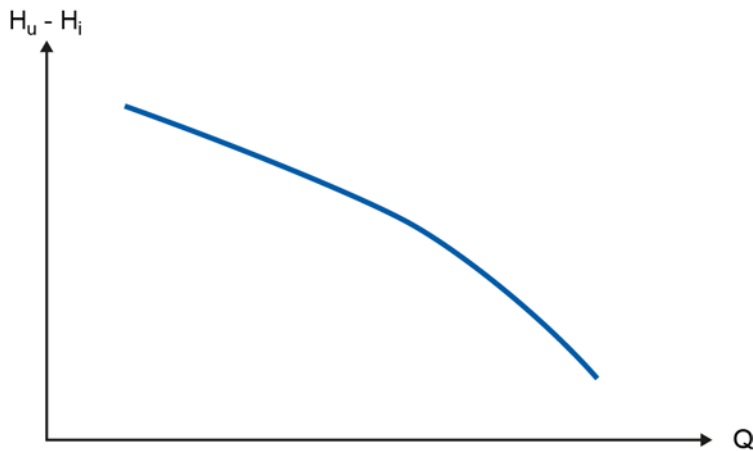


Figur 1. Principskitse af pumpestation.

Til vandføringsberegningen er det således nødvendigt at registrere følgende:

- Vandstand på pumpens indløbsside
- Vandstand på pumpens udløbsside
- Pumpens karakteristik (evt. ved nye kalibreringsmålinger)
- Pumpedriften (hvornår kører pumpen)

På basis af registreringerne beregnes vandføringen ved indsættelse af løftehøjden ($H_u - H_i$) i tabellen eller formelen for pumpekarakteristikken for de tidsrum pumpen har været i drift.



Figur 2. Eksempel på plot af pumpekarakteristik.

Da vandstandsregistreringerne skal anvendes til at beregne en aktuel løftehøjde, skal indvendig og udvendig vandstand registreres synkront. Alternativt skal data synkroniseres ved interpolation, hvilket besværliggør beregningerne.

Pumpedriften skal registreres med tidspunkter for start og stop. Når pumpen er i drift, kan vandstanden variere meget hurtigt, og derfor skal der registreres med høj frekvens i driftsperioderne. Som udgangspunkt registreres vandstandene her for hvert minut, og vandføringen beregnes med tilsvarende høj frekvens.

Pumpekarakteristikken er kun gyldig inden for et vist interval i løftehøjden, og især ved anvendelse af polynomier, vil usikkerheden blive forøget ved ekstreme vandstandsforhold.

Hvis pumpestationen har mere end en pumpe, beregnes vandføringen for hver pumpe for sig, og værdierne summeres efterfølgende.

Vandføringen kan også beregnes alene ved hjælp af registrering af strømforbruget og oplysning om en gennemsnitlig sammenhæng mellem strømforbrug og flow. Herunder antages det, at løftehøjden ikke varierer, hvilket den altid vil gøre i et vist omfang. Vandføringsdata vil herved få en usikkerhed, der kan være meget betydelig, og tidsopløsningen på data vil ikke blive finere, end intervallerne for registrering af strømforbruget.

En alternativ metode til at måle vandføringen ved en pumpestation på, er at montere en flowmåler på selve rørsystemet. Det vil give en meget præcis angivelse af vandføringen, men mulighed for installation er meget afhængig af bl.a. rørføring og dimensioner.

2.2 Kalibrering af pumpekarakteristik

Pumpers karakteristik kan efter nogle års drift være betydelig forandret, hvilket vil medføre øget usikkerhed på beregningen. Den oprindelige karakteristik bør i sådanne tilfælde ikke anvendes, men kalibreres på ny ved hjælp af vandføringsmålinger udført ved forskellige løftehøjder.

Ved fastlæggelsen af den nye pumpekarakteristik kan anvendes intervaller med lineær sammenhæng eller et eller flere polynomier, alt efter hvad der vurderes at give den bedste beskrivelse af relationen.

Når pumpen er i drift, vil vandstanden og dermed løftehøjden ofte ændre sig væsentligt i løbet af kort tid. Derfor kan det være vanskeligt at udføre en kalibreringsmåling under stabile forhold. Hvis forholdene på målestedet tillader det, vil det derfor være en fordel at anvende ADCP til målingerne, da det kan gøres væsentligt hurtigere end f.eks. med vingeinstrument.

Ved nogle pumpestationer findes indløbskanaler med en lige strækning og homogene flowforhold, hvor det er forholdsvis let at udføre kalibreringsmålinger. Ved andre stationer kan det være meget vanskeligt at lave vandføringsmålinger, og herved kan usikkerheden på data forøges betydeligt.

3 Databehandling

3.1 Vandstandskorrektion

Vandstandsdata registreres ved hjælp af udstyr, som er beskrevet i teknisk anvisning B02. Normalt anvendes en sensor, f.eks. tryksonde eller lod og flyder forbundet til datalogger med registrering hver 10 eller 15 minutter. Dog registreres med en højere frekvens under pumpedriften jf. afsnit 2.1.

Ved vandstandsregistreringen kan der forekomme fejl, der skal korrigeres inden vandføringen kan beregnes. Beskrivelse af fejl og korrektion af vandstandsdata findes i teknisk anvisning B05.

3.2 Vandføringsberegning

Vandføringen beregnes ved at indsætte data for løftehøjden, forskellen mellem udvendig og indvendig vandstand (Hu-Hi) i en tabel eller en formel for pumpekaraktistikken for hver enkelt delperiode, hvor pumpen har været i drift. Herefter summeres vandmængderne for hver pumpeperiode, og en middelværdi for døgnvandføringen beregnes. Alternativt beregnes kun en middelværdi for hver måned.

3.3 Korrektion for dataudfald

I forbindelse med udfald i dataregistreringen kan det være nødvendigt at foretage alternativ beregning eller skøn af vandføringen. Det kan også være nødvendigt ved fejlagtig vandstandsregistrering, f.eks. ved fastfrysning af sensor eller andre forhold, hvor det vurderes, at vandstandsdata ikke kan anvendes til vandføringsberegningen. Ved dataudfald udfyldes manglende døgnværdier af vandføringen ved hjælp af data fra en nærliggende referencestation og en fastlagt relation.

Ved pumpestationer kan vandføringen være meget uregelmæssig, da den følger pumpedriften og ikke har et naturligt forløb. Det kan derfor være nødvendigt, at lave korrelationsberegninger med referencestation på uge- eller månedsbasis.

Ved korte dataudfald (op til omkring en uge) og i perioder uden betydelige variationer, typisk perioder uden nedbør, kan huller udfyldes ved interpolation mellem værdierne umiddelbart før og efter dataudfaldet.

Vedr. beregninger med referencestation, se teknisk anvisning B05 og B07.

4 Kvalitetssikring

Usikkerheden på vandføringsbestemmelsen vil være meget afhængig af nøjagtigheden på pumpekarakteristikken. Derfor er det vigtigt, at der foretages kalibreringsmålinger efter pumpestationen har været i drift i en årrække. Hvis det ikke er muligt at lave målinger, kan man evt. indhente oplysninger om pumpernes reducerede effekt via producenten, og reducere karakteristikkens tilsvarende, men herved forøges usikkerheden på data.

4.1 Kvalitetssikring af hydrografen

Månedsmiddelsvandføringen plottes, og den vurderes ved sammenligning med 2 – 3 nærliggende målestationer, der så vidt muligt skal være i vandløb af samme størrelsesorden, gerne i samme vandløbssystem. Årsmiddelsvandføringen tjekkes tilsvarende på plot eller i tabel. Niveauet i forhold til langtidsmiddel og til de foregående år skal svare til de nærliggende referencestationer, hvis ikke der har været specielle betingelse, f.eks. med meget lokal nedbør.

Vurdering af maximum- og minimum vandføring ved en pumpestation giver ikke mening, og ofte vil døgnværdier også variere meget afhængig af pumpedriften, og kan derfor normalt heller ikke anvendes ved kvalitetskontrollen.

Den beregnede vandføring kontrolleres i forhold til nedbøren. Der kan anvendes data fra en nedbørstation i eller nær ved oplandet eller fra griddata fra DMI. Det er en fordel at plote data sammen, men tabeller kan også bruges. Der vil altid være tidsforskydning mellem nedbør og afstrømning, og forskydningen kan være ekstra stor og uregelmæssig ved en pumpestation.

5 Referencer

Raaschou, Peter, 1991. Vejledning i Bearbejdning af data fra vandføringsstationer. Publikation nr. 7 fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet.

6 Bilag

6.1 Relaterede TA'er

B02: Hydrometriske stationer, drift og vedligeholdelse

B03: Vandføringsmåling med vingeinstrument

B04: Vandføringsmåling med akustisk Dopplerinstrument (ADCP)

B05: Hydrometriske stationer, databehandling og beregninger, QH-station

B07: Hydrometriske stationer, Vandføringsberegning med referencestation, QQ

7 Oversigt over versionsændringer

Version	Dato	Emne	Ændring