

Guidelines til opmåling af vandløb

- På vej til en ny standard



Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S,
Dansk Landbrug Sydhavsoerne, Danske Vandløb,
Gefion, Orbicon, Holbæk Kommune ,
Næstved Kommune, Slagelse Kommune,
Sorø Kommune, Sorø Kommune, Stevns Kommune,
Østdansk Landbrugsrådgivning

Udarbejdet den 25. nov. 2013

Guidelines til opmåling af vandløb

- På vej til en ny standard

Deltagere

Mikael M. Andersen, Holbæk Kommune

Erik Hansen Blegmand, Gefion

Jesper Cole, Slagelse Kommune

Ole Hansen, Østdansk Landbrugsrådgivning

Janus Storland Høhne, Sorø Kommune

Inger K. Jensen, Orbicon

Jens Kahr, Dansk Landbrug Sydhavsøerne

Carsten Kragh, Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S

Lars Kaalund, Orbicon

Palle P. Myssen, Næstved Kommune

Lars Palle, Danske Vandløb

Niels Erik Pedersen, Danske Vandløb

Steen Roed, Stevns Kommune

Udarbejdet den 25. november 2013

Indhold

Indledning	2
Guidelines for kontrolopmåling	5
Udstyret	5
Fikspunkter - faste referencepunkter	5
Kontrol og service af elektronisk udstyr	6
Geografisk referencesystem	6
Maksimal acceptabel måleusikkerhed på måleudstyr	6
Målepunkter for vandløbsprofiler	6
Vandløbsdefinition	7
Antallet af målepunkter i det enkelte vandløbsprofil	7
Supplerende kontrolopmålinger til vandløbets længdeprofil	8
Kvalitetssikring af data	8
Tidspunkt for kontrolopmåling	8
Gældende for QH-regulativer	9
Regulativtyper	9
Levering af data (Datahåndtering)	9
Information	9
De Gode Ideer	11
Medarbejdernes kvalifikationer	11
Opsætning af ekstra skalapæle	11
Opsætning af skalapæle og/eller onlinemålestationer	12
Ordforklaring i regulativer	12
Tidspunkt for oprensning	12
Grødeskæring	13
Vandsyn	13
Tilbagemeldinger fra lodsejere	13
Opmålingshyppighed	13
Henvendelser til kommunen	13
Andre målemetoder	14
Bilag	15

Indledning

Denne guideline omhandler den praktiske opmåling af vandløbsprofilen for vandløb, der er omfattet af et skikkelsesregulativ, samt vandløbsprofilen for QH-vandløb. Vandføringsevnen i vandløbene afhænger af flere andre ting, herunder grødeskæring, som dog ikke behandles i denne guideline. Derudover gives der en række gode ideer til, hvordan det faglige samarbejde mellem kommune og lodsejer styrkes.

Igennem de sidste ca. 10 år er der for alvor kommet fokus på forholdet mellem vandløbenes evne til afledning af vand fra oplandet og hensynet til vandløbenes miljø- og naturkvalitet. Den øgede hyppighed af ekstreme nedbørshændelser og de statslige vandplaners indsatskrav omkring ændret vandløbsvedligeholdelse, har medvirket til øget fokus på kommunernes daglige drift i forbindelse med vandløbsvedligeholdelsen.

Det fælles udgangspunkt for vandløbsvedligeholdelsen i offentlige vandløb er det godkendte vandløbsregulativ. Heri fastsættes vandløbets skikkelse, vandføringsevne, vedligeholdelsesterminer osv. Vandløbets skikkelse ændres naturligt over tid. Kommunen foretager derfor opmålinger af vandløbet for at kontrollere skikkelsen. Kontrolopmålingens evne til at beskrive de faktiske forhold i vandløbet er erfaringsmæssigt et tilbagevendende tema mellem kommuner og lodsejere. Diskussionerne drejer sig ofte om det bedste tidspunkt for kontrolopmåling, type af stadiefod, antallet af enkeltmålinger på tværs og på langs i et givent vandløb. Andre temaer kan være, sedimentaflejringer og bundens "højde" set i forhold til regulativmæssig bund. Et andet diskussionstema er, hvordan grødeskæringen udføres korrekt og kontrolleres så vandføringen i den grødefyldte periode sikres.

I regulativerne er der fastsat bestemmelser omkring grødeskæring og beskæring af brinkvegetationen med henblik på at sikre vandføringsevnen i grødevækstsæsonen. Det er vigtigt at skelne mellem vandføringsevnen om vinteren, som f.eks. kontrolleres gennem en kontrolopmåling og sikres gennem vandløbets skikkelse, og den vandføringsevne, som bestemmelserne for grødeskæring medfører i grødevækstsæsonen, hvor grøden kan have væsentlig indflydelse på vandføringsevnen.

Som følge af ovenstående tilbagevendende diskussioner med interessenterne om vandløbene, indledte en række sjællandske kommuner et samarbejde med en række interessent- og brancheorganisationer samt specialister på vandløbsområdet. Formålet med samarbejdet i projektgruppen var at diskutere og opnå forståelse og enighed om en lang række af de uenighedspunkter, der ofte dukker op for slutteligt at samle disse i "Guidelines for en kommende ny standard for opmåling i vandløb". "Standarden" skal indeholde en lang række anbefalinger fra projektgruppen, der bør

følges, for at kunne foretage den bedst mulige kontrolopmåling til gavn for alle de involverede parter. Der kunne ikke opnås enighed blandt interessenterne omkring grødeskæring og kontrol af denne, hvorfor det ikke er medtaget i denne guideline.

Helt fra begyndelsen har der været stor interesse for projektet omkring udarbejdelse af guidelines til brug for kontrolopmåling. Kommunernes Landsforening (KL), Dansk Landmålerforbund, de sjællandske miljøchefer og det sjællandske kommunale vandløbsnetværk er løbende blevet orienteret om projektets fremdrift.

Projektet har opnået opbakning og økonomisk støtte fra de sjællandske kommuner og fra de deltagende landbrugsorganisationer. Kommunerne på Sjælland har tilkendegivet, at de i 2014 følger de anbefalinger, der bliver et resultat af dette samarbejde.

Projektgruppen har bestået af 13 faste deltagere. Deltagerne fordeltes i 2 arbejdsgrupper, der beskæftigede sig med henholdsvis "Administrationspraksis" og "Opmåling og udstyr". Fordelingen var som følger:

Administrationspraksis

Erik Hansen Blegmand, Gefion
Jens Kahr, Dansk Landbrug Sydhavsøerne
Niels Erik Pedersen, Danske Vandløb
Inger K. Jensen, Orbicon
Mikael M. Andersen, Holbæk Kommune
Steen Roed, Stevns Kommune

Opmåling og udstyr

Carsten Kragh, Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S
Ole Hansen, Østdansk Landbrugsrådgivning
Lars Kaalund, Orbicon
Lars Palle, Danske Vandløb
Jesper Cole, Slagelse Kommune
Janus Storland Høhne, Sorø Kommune
Palle P. Myssen, Næstved Kommune

Ud over de ovenstående faste deltagere har hydrauliker Kristian Vestergaard og PLF (Praktiserende Landinspektørers Forening) fungeret som eksterne bidragsydere. De har med deres løbende bidrag været med til at sikre det faglige resultat.

Projektgruppen har i forbindelse med dens arbejde beskæftiget sig bredt med en række relaterede emner omkring opmåling af vandløb, det har været naturligt at diskutere i denne sammenhæng. Blandt emnerne var bl.a. vandløbsregulativer og borgerinformation mv., som også har været behandlet i grupperne. For en række af

disse områder blev der opnået en fælles forståelse og ofte også enighed. Disse emner har projektgruppen valgt også at medtage som arbejdsgruppernes "Gode ideer" i dette notat.

Efter at arbejdsgrupperne har afsluttet deres arbejde, har Næstved og Stevns kommuner sammenskrevet resultaterne fra de to arbejdsgrupper til dette notat. Notatet har været sendt til kommentering hos de relevante parter og deres respektive bagland, herunder det kommunale miljøchefnetværk i Region Sjælland.

Resultatet af projektgruppens arbejde kan opdeles i egentlige guidelines og gode ideer til guidelines og øvrige relevante temaer i forbindelse med regulativer og opmåling.

Anbefalinger – guidelines

Projektgruppens anbefalinger er en lang række emner, som der er opnået enighed om i de to grupper, og som ligger indenfor den egentlige opmålingsstandard.

Projektgruppens deltagere har hver især sideløbende arbejdet på at opnå den meget afgørende accept af anbefalingernes indhold i deres respektive bagland.

Det drejer sig således om en række praktiske forhold for såvel det udstyr, der anvendes som for den administrationspraksis, der anvendes af vandløbsmyndigheden. Altså anbefalinger, som bør følges i forbindelse med gennemførelse af en optimal kontrolopmåling under hensyntagen til de fysiske forhold i vandløbet og økonomien. Også niveauet for informering af lodsejerne mv. har været behandlet i grupperne.

Gode ideer - måske kommende guidelines

De to arbejdsgrupper har i forbindelse med deres arbejde diskuteret en lang række emner, som projektgruppen gerne vil videregive sin holdning til som inspiration til deres respektive baglande. Det er relevante emner, som der var enighed om i gruppen, men som i første omgang ligger delvist eller helt uden for rammerne af disse første egentlige anbefalinger.

Revision af Guidelines for kontrolopmålinger af vandløb

Nærværende tekst/guideline skal betragtes som et flydende dokument som nu skal afprøves i praksis og efterfølgende revideres og tilpasses. Guidelinen berører ikke alle relevante emner, men skal betragtes som grundlaget og udgangspunktet for arbejdet frem mod en egentlig vejledning/standard.

Interessenterne bag projektgruppen mødes i efteråret 2014 med henblik på erfaringsopsamling, revision af guideline samt rammer for det videre samarbejde.

Arbejdsgruppen opfordrer til at der snarest muligt igangsættes et arbejde omkring udarbejdelse af lignende guideline for grødeskæring i offentlige vandløb.

Guidelines for kontrolopmåling

Udstyret

Anbefalingerne forudsætter, at opmålinger foretages med differentiell GPS-måleudstyr eller totalstationer.

Fod på GPS stok (pole)

Der skal ved opmåling med GPS eller totalstation benyttes en asymmetrisk oval spids kaldet en "andefod" med dimensionerne 10 cm * 6,5 cm, som har et samlet areal på 43 cm², se figur 1.

Det anbefales endvidere, at foden er malet orange eller en tilsvarende kraftig farve, der er meget synlig under vandoverfladen. Anbefalingerne gives på baggrund af erfaringer fra flere parter i arbejdsgruppen for måleudstyr. Det skal tilstræbes, at stangen placeres så tæt på fodens ovale kant som muligt, specielt i forbindelse med opmåling af vandløbsbrinkerne.

Den udjævning af bundens profil, som automatisk vil ske ved anvendelse af en fod er i praksis uproblematisk, fordi det kan være en fordel at midle meget små ændringer af bundprofilen væk.



Figur 1: Andefod

Langs vandløbskanter, med specielt stivstænglet vegetation, kan det, på baggrund af en faglig vurdering, være nødvendigt at anvende et alternativ til andefod. Dette er nødvendigt for at få den mest retvisende beskrivelse af vandløbet.

Fikspunkter - faste referencepunkter

Ved opmåling af vandløb benyttes primært GPS-baseret opmålingsudstyr. I tæt bevoksede vandløb kan satellitdækningen være så svag, at det ofte vil være en fordel at etablere en række fikspunkter.

Fikspunkterne kan danne grundlag for kontrolopmåling i forhold til højdebestemmelse (nivellement) eller til bestemmelse af plankoordinater ved brug af totalstation.

Kontrol og service af elektronisk udstyr

GPS-måleudstyr, totalstationer samt i nogle tilfælde andet elektronisk vandføringsmåleudstyr, se bilag 1 skal kontrolleres mindst 1 gang om året. Servicecertifikatet skal kunne fremvises på forlangende.

Geografisk referencesystem

Det anbefales, at opmålinger foretages i DVR90.

Benyttes GPS-måleudstyr anbefales det, at et af Geodatastyrelsens anerkendte referencenet benyttes.

Maksimal acceptabel måleusikkerhed på måleudstyr

Det anbefales, at måleusikkerheden på det anvendte GPS-måleudstyr ikke overstiger 2-3 cm for henholdsvis plan (Y, X) samt højde (Z) for 95 % af de udførte målepunkter.

Målepunkter for vandløbsprofiler

Arbejdsgruppen, der behandlede dette punkt, opnåede enighed om at anbefale differentierede retningslinjer for afstand mellem tværprofiler i vandløb i forbindelse med en aktuel kontrolopmåling.

Det anbefales, at der som hidtil etableres tværprofiler for hver ca. 100 meter vandløb i forbindelse med en kontrolopmåling. For vandløb med geometrisk skikkelsesregulativ kan afstanden øges til 125 meter mellem de enkelte tværprofiler på stejle strækninger.

Når, vandløbet har teoretisk skikkelse anbefales det, at der ikke er mere end 100 meter mellem tværprofilerne. Mens det anbefales kun at have ca. 75 m mellem tværprofilerne på strækninger med lidt fald eller som erfaringsmæssigt ofte giver problemer.

Således forbliver det samlede antal af profiler praktisk talt uændret i forhold til nuværende praksis, og det anbefales at fremtidige profiler i endnu højere grad placeres, der hvor det fagligt vurderes, at der hyppigst er problemer.

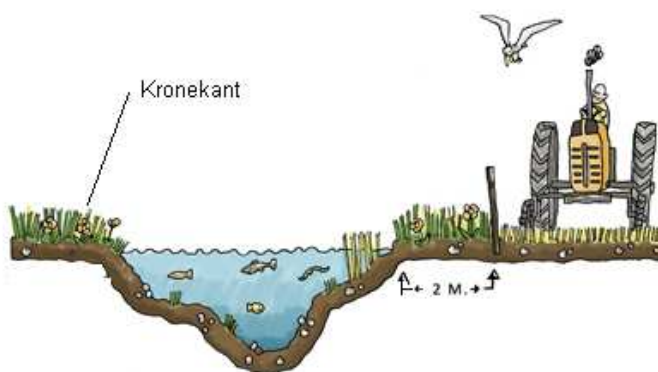
Der bør generelt fortsat måles profiler før og efter bygværker, rørbroer og lignende ændringer af vandløbsprofilet, samt ved ud- og indløb i forbindelse med rør og evt. drænudløb, da det ofte er her, der opstår problemer med aflejringer.

En række af disse anbefalinger bygger på rapporten "Profilopmålingens betydning for vandspejlsberegninger med den hydrauliske vandløbsmodel VASP" udarbejdet af Hedeselskabet i 1989, se bilag 2.

Det anbefales endvidere, at der i forbindelse med profilmålinger ligeledes måles aktuelt vandspejl. Målingen af vandspejl er et vigtigt redskab til kvalitetssikringen af selve kontrolopmålingen.

Vandløbsdefinition

Vandløbets profil anbefales at være defineret til at være fra kronekant til kronekant, som er vandløbets øverste kant, se figur 2.

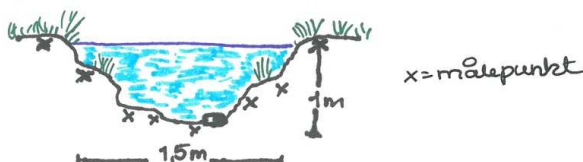


Figur 2: Angivelse af kronekant

Antallet af målepunkter i det enkelte vandløbsprofil

Opmålingen af det enkelte vandløbsprofil anbefales at indeholde et antal målepunkter, der afspejler de reelle forhold på stedet afhængig af vandløbets aktuelle størrelse. Det anbefales således på baggrund af kendte vejledninger, eksempelvis bilag 3, at der foretages måling på følgende punkter, se figur 3.

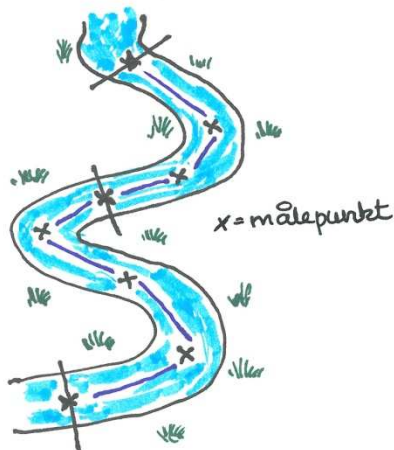
- Kronekanter måles med et punkt på hver side
- Brinkerne måles med minimum et punkt pr. løbende meter
- Vandløbsbunden måles normalt med cirka 3 punkter pr. løbende meter
- Målepunkterne placeres der, hvor der er de største ændringer i gradienterne



Figur 3: Angivelse af målepunkter i tværprofil.

Supplerende kontrolopmålinger til vandløbets længdeprofil

I særligt mæandrerende vandløb anbefales det, at man har ekstra opmærksomhed på, at det kan være nødvendigt med flere punktmålinger i forbindelse med fastlæggelse af korrekt stationering af vandløbet. Dette er vigtigt, da opmålingens længde skal kunne forholde sig til den regulativmæssige længdebeskrivelse, se figur 4 og bilag 2.



Figur 4: Punktmålinger i forbindelse med stationering af vandløb

Kvalitetssikring af data

Ved indsamling af vandløbsdata skal der tilrettelægges en procedure til kvalitetssikring af data fra registrering i felten, via databearbejdning til den endelige afrapportering. Kontrollen skal sikre, at data ikke er fejlbehæftede og har en kvalitet, der umiddelbart muliggør anvendelse af data til brug ved administration af vandløbene. Ved kvalitetssikringen kan det være hensigtsmæssigt at inddrage minimum 2 fagligt kompetente personer. Forslag til procedure for kvalitetssikring er vedlagt som bilag 4 - "Procedure for sikring af kvalitet i opmålinger, databearbejdning og afrapportering."

Tidspunkt for kontrolopmåling

Det anbefales, at kontrolopmålinger af vandløb fortrinsvis foretages om foråret eller om vinteren. Her er satellitdækningen bedre i træbevoksede vandløb og vandløbets profil og løse aflejringer fremstår tydeligt, fordi det ikke er dækket af urter og vandløbsplanter. Kvaliteten af kontrolmålingen anbefales at kunne dokumenteres skriftligt af opmåler.

Foretages en opmåling om sommeren/efteråret skal opmåleren være særlig opmærksom på evt. dårlig kontakt til satellitter. Endvidere kan det på grund af grøde

og kantvegetation være sværere at erkende det egentlige vandløbsprofil på denne årstid.

Gældende for QH-regulativer

Et QH-regulativ beskriver typisk vandføringsevnen i det grødefri vandløb. Derfor er der ofte fastsat en periode i regulativerne om foråret, hvor aflæsning af vandspejl og vandføring måles. Der er vigtigt, at QH-kontrollen foregår inden der kommer en væsentlig grødevækst i vandløbet for at kunne sammenholde den målte vandføring og vandstand med kravet i QH-kurverne.

Århus Universitet tekniske anvisning fra 2011 beskriver fastsættelse af vandføring i vandløb og åbne kanaler ved brug af vingeinstrumenter. Anvisningen dækker udstyr, måleprocedure, databehandling og kvalitetssikring af vingemålinger. Projektgruppen anbefaler på nuværende tidspunkt, at anvende denne tekniske anvisning, se bilag 6.

Regulativtyper

Udførelse af kontrolopmåling bør tilpasses til den enkelte regulativtype.

I modsætning til vandløb med QH-regulativ kan det være muligt at foretage en opmåling i vandløb med grøde, hvis regulativet er af geometrisk eller teoretisk geometrisk skikkelse.

Levering af data (Datahåndtering)

Det anbefales, at opmålingsdata leveres af opmålerne i flere formater alt efter hvilket format kommunerne, rådgivere og andre samarbejdspartnere ønsker.

Det anbefales, at opmålingsdata leveres i et tekstformat, som andre programmer såsom VASP og MIKE 11 kan importere / eksportere. Derved vil det blive muligt for alle parter at få adgang, og selv viderebehandle data.

Information

Med ønsket om bedre indsigt i det kommunale arbejde i forbindelse med vandløbsvedligeholdelsen kan det anbefales, at følgende oplysninger er tilgængelige på kommunens hjemmeside.

- Gældende regulativer.
- Historiske kontrol- og regulativopmålinger
- Årets planlagte kontrol- og regulativopmålinger
- Arbejdsplaner for gennemførelse det aktuelle års oprensninger
- Færdigmeldinger af oprensning

Det anbefales at overveje, hvordan opmålingsresultater kan præsenteres nemt forståeligt ex. grafisk, foto eller tegninger. Eksempelvis kan der leveres tegnede tværsnitsprofiler, der viser både det opmålte og regulativets profil, så disse visuelt kan sammenlignes, gerne med beregnede vandspejl for de to profiler

Holdningen i projektgruppen var, at hvis adgangen til oplysninger bliver lettere, vil det kunne forbedre dialogen mellem kommune og interessenterne, deriblandt lodsejerne. Det må på den baggrund kunne forventes, at interessenterne også i højere grad kvalificerer sine henvendelser til kommunen om vandløbsvedligeholdelsen.

De Gode Ideer

I afsnittet herunder findes en række forslag, der kan bruges som inspiration for det videre arbejde.

Medarbejdernes kvalifikationer

Det er gruppens vurdering og forslag, at medarbejdere, der udfører kontrolopmålinger i vandløb, med fordel kan have gennemgået en kvalitetssikret sidemandsoplæring.

Opmålere foreslås at deltage i et obligatorisk Erfa/brush-up-kursus hvert år. Her kan opmålere løbende få opfrisket og udbygget deres faglige kompetencer. Formålet bør her være at diskutere relevante problemstillinger i forbindelse med indsamling af måledata. I dette forum vil også sidste nyt inden for måleudstyr være relevant at introducere.

Medarbejdere, der bearbejder de indkomne måledata fra den foretagne kontrolopmåling, bør også sikres udvikling og kvalitet i deres arbejde gennem obligatoriske kurser. Disse kurser foreslås at have fokus på sikring af høj kvalitet i databehandlingen og udvikling af afrapporteringsformen. Et særligt ønske er at gøre måleresultaterne mere tilgængelige for ikke fagfolk.

En kvalitetssikring af databehandling og afrapportering kunne være at lade flere fagligt kompetente medarbejdere indgå i den igangværende afrapportering. På den måde sikres ensartethed og udvikling i produktet. Samtidig opfanges eventuelle fejl og mangler ved at flere personer har kontrolleret data og indgået i behandling af disse.

Opsætning af ekstra skalapæle

Det kan være formålstjenligt, på udvalgte strækninger, at opsætte skalapæle for at både kommunen og lodsejere har mulighed for at følge ændringerne i vandstand mv. i mere kvalificeret grad. Det er dog behæftet med en udgift for kommunen at etablere og drive et sådan system af pæle. Det vil bl.a. kræve at pælene efter hver vinter kontrolleres efter høj vandstand, frost og is, med mindre de placeres på de faste bygværker.

Skalapælene bør placeres så hensigtsmæssigt, at de giver det mest reelle billede af vandløbets evne til at lede vandet. Men samtidigt ikke sinker vandløbsvedligeholdelsen i væsentlig grad. Der bør indgå en faglig vurdering som forholder sig til problemstrækninger, karakteristiske strækninger, tilgængelighed mv.

Opsætning af skalapæle og/eller onlinemålestationer

Skalapælene og/eller onlinemålestationer er et værktøj som bruges i forbindelse med kontrol af vedligeholdelse både i forhold til oprensning og grødeskæring. Metoden kan hurtigt give et billede af om en egentlig kontrolopmåling skal iværksættes.

På korrekte udvalgte strækninger opsættes skalapæle og/eller onlinemålestationer for at både kommunen og lodsejere har mulighed for at følge ændringerne i vandstand mv. i mere kvalificeret grad. Skalapælene og/eller onlinemålestationer bør placeres så hensigtsmæssigt, at de giver det mest reelle billede af vandløbets evne til at lede vandet.

Ordforklaring i regulativer

Det opleves jævnligt, at forskellige formuleringer i gældende vandløbsregulativer medfører forståelsesmæssig forvirring hos interessenterne. Derfor kan det være en god ide at kommunerne udarbejder en ordforklaring/uddybning af de i regulativet mest brugte fagtermer. Disse vil med fordel frem til næste revision af gældende regulativer kunne lægges på de kommunale hjemmesider som en service for interessenterne.

Dette tiltag menes fremadrettet at kunne betyde at en række henvendelser og klager i forbindelse med opmåling og oprensning kan undgås.

Tidspunkt for oprensning

Oprensninger af løse aflejringer foretages også fremover på baggrund af samme års kontrolopmålinger.

Oprensninger, der ikke har et særdeles akut behov, udføres som hidtil i overensstemmelse med gældende regulativ for vandløbet. Ekstraordinær oprensning bør kun finde sted med baggrund i en faglig vurdering, på baggrund af det potentielle økonomiske tab, de miljømæssige værdier mv.

For oprensning foretaget i §3 udpegede vandløb, henvises til gældende relevante myndighedsafgørelse samt domspraksis.

I forbindelse med oprensning af vandløb, kan det ikke undgås, at der sker ophvirvling af flygtigt bundmateriale. I vinter- og forårsperioden vil dette bundmateriale vandre nedstrøms og vil kunne dække gydebanks eller visse arter af vandplanter. Af biologiske grunde, bør oprensning derfor fortsat foretages i efteråret, hvor den gør mindst skade. Tidspunktet gør også, at det opgravede materiale ikke, når det lægges uden for 2 m bræmme, skader afgrøderne på de nærliggende dyrkede arealer.

Grødeskæring

Grødeskæringspraksis og kontrol har som tidligere nævnt i denne guideline været et emne som har været diskuteret. Alle i gruppen er enige om, at der er behov for at udarbejde en guideline på dette område. En sådan guideline bør være en del af et særskilt arbejde.

Vandsyn

Kommunerne foreslås af interessenterne at gennemføre årlige vandløbssyn, navnlig for de strækninger, hvor man erfaringsmæssigt ved, at der ofte opstår problemer. Vandsynet vil medvirke til en mere konstruktiv dialog og vil i høj grad afmystificere tilsyn og godkendelse af de gennemførte oprensninger.

Tilbagemeldinger fra lodsejere

Klager over kontrolopmåling, oprensning mv. fra lodsejere til kommunen vil til en vis grad kunne undgås ved, at mængden af relevante oplysninger, der lægges ud til interessenterne, øges i fremtiden.

I forbindelse med specielt klager over en oprensning, er der enighed om, at det er særdeles vigtigt, at disse sker til kommunen forholdsvis hurtigt efter at oprensningsarbejdet er udført, for at kommunen kan foretage en tilstrækkelig reel faglig vurdering af klagens berettigelse.

Opmålingshyppighed

Problemstillingen omkring opmålingshyppighed blev ivrigt diskuteret i arbejdsgruppen. Som udgangspunkt var der en vis forståelse for, at opmålingshyppigheden bør variere i forhold til ex. faldforhold og lokal viden omkring den enkelte vandløbsstrækning.

Projektgruppen var også opmærksom på den usikkerhed, der er, når vandløb ikke kontrolleres regelmæssigt. Det kan i nogle tilfælde betyde, at der er risiko for, at et givent vandløb med tiden omfattes af naturbeskyttelseslovens §3. Hvilket betyder, at vandløbet ikke kan genoprenses uden at være i strid med denne lovgivning.

Henvendelser til kommunen

Henvendelser fra lodsejere, samt andre interessenter vil fremadrettet kunne suppleres med enkelte foto af lokalitet via kort (GPS), samt en beskrivelse af problemstillingen. Danske vandløb har udarbejdet en vandløbs-app til mobiltelefoner, som har til hensigt at forbedre dialogen mellem borger og kommune, se bilag 5.

Der kan løbende arbejdes med sådanne forbedrede løsninger, der vil kunne sikre effektivitet og en bedst mulig prioritering af kommunernes ressourcer.

Andre målemetoder

I visse større vandløb kan man med fordel benytte en vingemåler i forbindelse med vandføringsmålinger. "*Vandføringsmålinger med vingeinstrument*" Århus Universitet 2011, se bilag 6.

Bilag

1. Teknisk anvisning for gennemførelse og beregning af vandføringsmålinger, Danmarks Miljøundersøgelser, 8. april 2003.
2. Profilopmålingens betydning for vandspejlsberegninger med den hydrauliske vandløbsmodel VASP, Hedeselskabet, Forskningsvirksomhed, Beretning nr. 40, 1989.
3. Bilag 1 - Specifikation for vandløbsopmåling, Orbicon
4. Procedure for sikring kvalitet i opmålinger, databearbejdning og afrapportering, Orbicon, 8. august 2013.
5. Effektiv og sikker indsamling af vandløbsdata med app'en, Danske Vandløb, 2013.
6. Vandføringsmåling med vingeinstrument, Århus Universitet, 2011.

Bilag 1

Teknisk anvisning for gennemførelse og beregning af vandføringsmålinger
Danmarks Miljøundersøgelser, 8. april 2003.



8. april 2003

Teknisk anvisning for gennemførelse og beregning af vandføringsmålinger

<u>Indhold:</u>	side
0 Indledning	3
1 Generelt om vingemåling	4
2 Valg af måleprofil	5
3 Valg af instrument	6
4 Måleopstilling	7
5 Placering og antal af vertikaler og målepunkter	8
6 Måletid	9
7 Beregning af vandføring	10
8 Kalibrering og vedligeholdelse af vingeinstrumenter	11
9 Dataformat	12
10 Referencer og standarder	13

0 Indledning

Denne tekniske anvisning er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser, Fagdatacenter for Hydrometri. Retningslinierne er udarbejdet i henhold til gældende standarder på hydrometriområdet samt på baggrund af erfaringer fra de mange målinger og beregninger, der er foretaget af amterne, fagdatacentret og Hedeselskabet.

Anvisningen beskriver metoder for fastsættelse af vandføring i vandløb og åbne kanaler ved brug af vingeinstrument. Den angiver procedure for feltmåling, metode for vandføringsberegning samt vedligeholdelse og kalibrering af vingeinstrument.

Standardiseret og nøjagtig måling af vandføringen er vigtig, idet disse data er grundlæggende i forbindelse med bl.a. administration af vandressourcerne samt vandbalance- og stoftransportopgørelser, herunder at følge udviklingen over længere perioder.

Standardiserede metoder for vandføringsmåling vil bidrage til en mere ensartet og sikker dataindsamling. Ved feltmålingerne vil der dog altid være en vis grad af individuelt skøn, f.eks. i forbindelse med placering af måleprofil og placeringen af målevertikaler. Derfor er uddannelse, erfaring og omhu en vigtig forudsætning for at tilvejebringe de bedst mulige data.

De fleste vandføringsmålinger udføres i forbindelse med driften af en hydrometrisk målestation, hvor der oparbejdes tidsserier for vandstand og vandføring. Drift af målestation og oparbejdning af tidsserier er ikke behandlet i denne anvisning, men findes fx i (*Herschly 1998 og Raaschou 1991*). Retningslinier for vingemålinger og øvrigt hydrometrisk feltarbejde er tidligere publiceret (Jensen og Frost, 1992), og oversigt over hydrometriske målestationer i Danmark mv. findes i (Ovesen m.fl. 2000).

Retningslinierne i denne anvisning er alle i overensstemmelse med gældende internationale standarder, men på en række punkter er anvisningen konkretiseret i forhold til standarderne. Det skyldes, at denne anvisning er specifikt rettet mod målinger i danske vandløb, hvorimod de internationale standarder på mange områder er bredt formuleret og angiver generelle retningslinier for målinger i alverdens vandløb. Danske vandløb er generelt små, har ringe fald og har meget grødevækst, hvilket stiller særlige krav, for at opnå en tilfredsstillende sikkerhed på måleresultaterne.

1 Generelt om vingemåling

Langt de fleste vandføringsmålinger i Danmark foretages med vingeinstrument, også kaldet flügel. Vingens rotationshastighed omsættes til vandhastighed ud fra en kalibreringsformel: $V = a \cdot n + b$, hvor V = hastighed, a = konstant bestemt af vingens hydrauliske stigning, b = konstant bestemt af friktion i instrumentet og n = vingens rotationshastighed (omdr./sek.).

En vandføringsmåling med vingeinstrument består af samtidig opmåling af tværprofilets areal (A) og måling af vandets middelhastighed (V). Middelhastigheden fastsættes ved måling af hastighed i et antal punkter i profilet. Vandføringen (Q) kan herefter fastlægges ved beregning eller grafisk ved summering af produkterne af hastighed og tilsvarende areal for en serie af observationer i tværprofilet, svarende til $Q = V \cdot A$.

Vingemåling foretages normalt enten stående i vandløbet eller fra en bro. I store vandløb kan det være nødvendigt at lave målingen fra en båd, der kan fastholdes i måleprofilet eller ved hjælp af en kabelbane over vandløbet. Fra bro kan man enten måle med instrumentet opspændt på en stang eller hængende i en wire med tyngdevægt på eller under instrumentet. Wire bruges også fra båd eller kabelbane. I Danmark foretages langt de fleste målinger enten stående i vandløbet eller fra bro. Til opmåling af profilet samtidig med målingens gennemførelse, opspændes et målebånd på tværs af profilet. Dybden måles med stangen eller wiren.

I et regulært profil er strømningshastigheden mindst ved bunden og langs bredderne. For at opnå den mest nøjagtige måling af vandføringen, er det vigtigt at måle hastigheden i flere punkter i tværprofilet, der hvor der er store gradienter i hastigheden,- f.eks. ved bunden og ved spring i dybden. Kraftig vind kan påvirke hastigheden nær overfladen.

Generelt kan det antages, at usikkerheden på en vingemåling der er foretaget i henhold til anvisningerne er omkring 5 %. Usikkerheden på vingemålinger er generelt større i helt små vandløb, hvor betydningen af gradienten ved bredderne og bunden er relativt stor. Målinger ved meget lave hastigheder medfører ligeledes forøget usikkerhed, og især omkring minimumhastigheden for instrumentets respons (starthastigheden), skal man være særlig påpasselig. Yderligere beskrivelse af usikkerhed på vingemålinger fx: (Hersch 1998 og ISO TR 5168).

Det er vigtigt af foretage kontrol af vandføringsmålinger inden lagring i database. Kontrollen bør foretages ved plot af hastighedsfordelinger i vertikaler og tværsnit og evt. plot på QH-kurve.

Ud over at følge de konkrete anvisninger er det vigtigt at feltpersonalet udviser stor omhyggelighed under målingen og kan vurdere vandløbet og om nødvendigt løbende optimere antallet af vertikaler og målepunkter. Man skal vide hvad data skal bruges til, og at et dårligt resultat kan betyde ekstra arbejde ved den videre databehandling.

2 Valg af måleprofil

For at opnå det bedste måleresultat, bør følgende forhold opfyldes bedst muligt:

- Målingen foretages på en lige strækning med ensartede tværprofiler og fald
- Hvis der kun er en kort lige strækning, skal 2/3 af den lige strækning ligge opstrøms måleprofilet og 1/3 nedstrøms.
- Strømningsretningen skal være den samme i hele profilet og vinkelret på måleprofilet.
- Bund og bredder skal være stabile og veldefinerede ved alle vandstande.
- Regulær hastighedsfordeling i hele tværprofilet.
- Profiler med hvirvler og modstrøm skal undgås.
- Hvis det ved ekstreme vandstande er nødvendigt at måle et andet sted end normalt, må der ikke være betydelige til- eller udstrømninger på den mellemliggende strækning.
- Ingen forhindringer som f.eks. sten og grøde.
- Ved en fast målestation bør det tilstræbes, at anvende det samme profil ved vandføringsmålingerne. Dette kan dog ofte ikke opfyldes, idet det f.eks. vil være bedst/nødvendigt at anvende et profil ved lav vandstand og et andet ved høj vandstand.
- Ved måling fra bro skal målingen foretages opstrøms broen med mindre der er aflejringer af materiale eller opstuvning af isflager.
- Hvis vandløbet kan vades og der er en bro ved målestedet, vil det ofte være en fordel at placere måleprofilet under eller f.eks. ved udløbet fra broen. Skyggevirksomheden fra broen bevirker, at der vil være mindre grødevækst, og ofte vil brokonstruktionen danne et meget regulært profil.
- Hvis det ikke er muligt, at finde et profil med parallel strømning vinkelret på profilet, er det bedst at måle i et profil med konvergerende strømning og ikke divergerende. F.eks. bør der måles ovenfor en evt. ujævnhed i bunden og ikke nedstrøms, og en strækning der snæver ind er bedre end hvor det vides ud. Det sikrer mindst mulig turbulens i måleprofilet.

3 Valg af instrument

Følgende instrumenter er de mest anvendte i Danmark:

- Kleinflügel med lille vinge (Ø 30 mm)
- Kleinflügel med stor vinge (Ø 50 mm)
- Universalflügel med vinge A (Ø 100mm)

Vingerne kan have forskellig stigning, hvilket er afgørende for, hvor hurtigt den drejer rundt ved en given strømhastighed. Ved store hastigheder anvendes vinge med stor stigning (næsten lige vingeprofil), og ved lave hastigheder vinge med lille stigning (flere ”gevinddrejninger”). I almindelige danske vandløb kan normalt anvendes en vinge med middel-stigning, f.eks. OTT-vinge 3 (Ø 50 mm) eller universalflügel med vinge A.

Ved valg af instrument og vinge anvendes følgende retningslinier:

- Den gennemsnitlige vanddybde i profilet skal om muligt være mindst 4 gange propeldiameteren.
- Ved en gennemsnitlig vanddybde over ca. 40 cm bør anvendes Universalflügel, vinge A eller instrument med lignende specifikationer.

4 Måleopstilling

- Vademåling med stang skal anvendes i lave vandløb. Måling med instrument ophængt på stang eller wire anvendes i dybere vandløb.
- Opmåling af tværprofilet (dybdemålinger) foretages samtidig med hastighedsmålingerne.
- Ved vademåling skal personen stå nedstrøms for og så langt væk fra instrumentet som muligt, så vandet frit kan passere og hastigheden ved instrumentet er upåvirket.
- Skråmåling: (bromåling) Ved anvendelse af komponentpropel (F.eks. vinge A, Univesalflügel) skal instrumentet holdes vinkelret på målebånd og ikke parallelt med strømretning. Alternativt skal instrumentet placeres parallelt med strømretningen, og den beregnede vandføring skal reduceres med faktor \cos til vinkel mellem det vinkelrette profil og aktuelt måleprofil, jvf.: DS/EN ISO 748.
- Vandstanden registreres før og efter vandføringsmålingen. Hvis en evt. vandstandsvariation under målingen er mindre end 5 % af gennemsnitsdybden eller under alle omstændigheder mindre end 5 cm, kan gennemsnit af start- og slutvandstand anvendes. Hvis vandstandsvariationen er større, er målingen for usikker.
- Evt. grødevækst omkring måleprofilet skal fjernes, således hastighedsfordelingen i vertikalerne bliver regulær. Vandstanden aflæses inden evt. grødeskæring eller fjernelse af materiale, der kan opstuve. Hvis denne oprensning medfører fald i vandstanden, kan vandføringsmålingen først påbegyndes, når vandstanden er stabiliseret.

5 Placering og antal af vertikaler og målepunkter

Placering og antal af vertikaler og målepunkter i tværprofilet er af stor betydning for målingens nøjagtighed. Et utilstrækkeligt antal vertikaler og punkter, medfører, at hastighedsfordelingen ikke bliver fastlagt godt nok, og resultatet bliver for usikkert.

Placering og antal målepunkter i den enkelte vertikal kan ifølge internationale standarder foretages efter forskellige faste procedurer. Fx. kan måling i punktet 0,4 x dybden over bunden antages at repræsentere middelhastigheden i vertikalen, og der kan anvendes tilsvarende rutiner med flere punkter placeret i givne dybder, hvoraf middelhastigheden kan beregnes ved simpelt gennemsnit. Det mest nøjagtige er at måle i flere punkter, med integration af hastighedsfordelingen med dybden (hastighedsfordelingsmetoden). Specielt i de danske, små og naturlige vandløb, er denne metode at anbefale.

Som udgangspunkt anvendes følgende generelle retningslinier:

Vertikaler:

- Vandføringen i hvert vertikalsegment må ikke overstige 10 % af den totale vandføring.
- Afstanden mellem vertikaler sættes som tommelfingerregel til 1-2 gange vertikaldybden.
- I mindre vandløb bør der være mindst 7 målte vertikaler, excl. vertikaler, der angiver bredderne.
- Vertikaler placeres over evt. knækpunkter i bundprofilet og hvor strømmen er stærkest.
- Flere vertikaler indsættes hvor hastighed eller dybde varierer meget.

I henhold til international standard (DS/EN ISO 748) er der dog følgende retningslinier for mindre vandløb:

Antal vertikaler: (minimum)

Vandløbsbredde	Antal vertikaler
0 - 0,5 meter	3 - 4
0,5 - 1,0 meter	4 - 5
1,0 - 3,0 meter	5 - 8
3,0 - 5,0 meter	8 - 10
5,0 - 10,0 meter	10 - 20
(>10,0 meter	>20)

(angivelserne er ekskl. vertikaler, der angiver breddernes placering)

Disse retningslinier kan anvendes, idet man dermed må acceptere en forøget usikkerhed på målingerne i de små vandløb.

Punkter:

- Som udgangspunkt anvendes hastighedsfordelingsmetoden.
- Der skal så vidt muligt være mindst 3 punkter i hver vertikal. (lige under overfladen, ca. 0,4 gange vertikaldybden over bunden og lige over bunden)
- 2 punkter hvis vertikaldybden er under 3 gange vingediameteren (lige under overfladen og lige over bunden)
- 1-punktsvertikaler bør undgås, men hvis det anvendes skal punktmålingen være ca. 0,4 gange vertikaldybden over bunden.
- Antallet af målepunkter og deres placering skal så vidt muligt fastsættes, så der maksimalt er en forskel i hastigheden på ca. 20 % mellem 2 punkter. (Jvf. DS/EN ISO 748 – Hastighedsfordelingsmetoden)

6 Måletid

Normalt anvendes mindst 30 sekunders måletid i hvert målepunkt. (Jvf.: DS/EN ISO 748). Hvis der er kraftig pulsering i strømmen, eller strømhastigheden er meget lav, kan det være nødvendigt med måling i 50 – 60 sekunder. Det kan f.eks. være aktuelt, hvor der er store grødeøer længere opstrøms, der svajer i strømmen, men hvor det ikke er muligt at skære det, inden målingen påbegyndes.

7 Beregning af vandføring

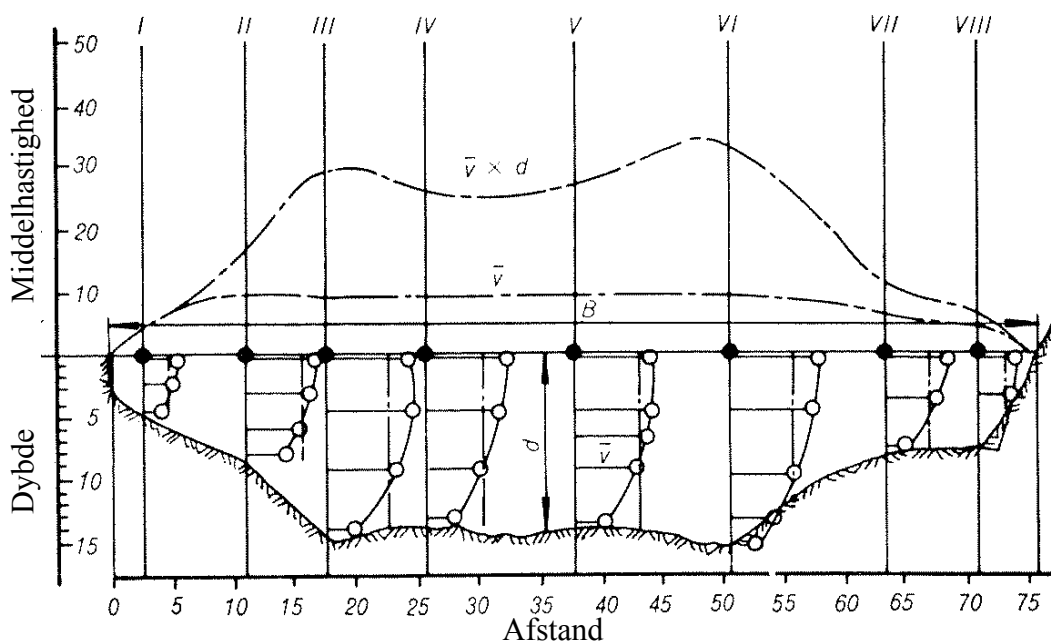
Som beskrevet i afsnit 5, anbefales det at anvende hastighedsfordelingsmetoden ved placering af målepunkter i hver vertikal. Simple programmer, der anvender denne metode med interpolation mellem målepunkterne i hver vertikal med rette linjer, giver ofte resultater, der ligger mere end 5 % for lavt, (jvf. *Schlünsen 1992*). Det må derfor være et krav til beregningsrutinerne, at der sker en tilnærmelse til den logaritmiske hastighedsfordeling i dybden.

Der findes flere metoder til beregning af vandføringen på basis af hastighedsmålinger i et tværprofil, jvf. DS/EN ISO 748:

- Dybde-hastighed integrationsmetoden, der består af en grafisk integration af arealhastigheden over tværsnittet, baseret på hastighedskurven for hver vertikal.
- Hastighed-areal integrationsmetoden (hastighed-kontureringsmetoden),- 3D integration over hastighedspunkterne for hele tværprofilet. Ved denne metode, er der ikke krav til, at målepunkterne er tilknyttet en bestemt vertikal.
- Middel-sektion metoden (Gennemsnit af segmenter fra en vertikal til de to nærmeste med efterfølgende summation)
- Midt-sektion metoden (Hver vertikal repræsenterer et segment halvvejs til nabovertikalerne og segmenterne summeres)

De internationale standarder sætter ikke specifikke krav til beregningsmetode, men det anbefales, at dybde-hastighed integrationsmetoden eller hastighed-kontureringsmetoden anvendes til vandføringsberegning i danske vandløb. Det er disse metoder, overvejende den første, der også hidtil har været anvendt i Danmark, og som er indarbejdet i eksisterende beregningsprogrammer.

Figur 1. Beregning af vandføring fra vingemåling – dybde-hastighed integrationsmetoden.



8 Kalibrering og vedligeholdelse af vingeinstrumenter

Alm. vedligeholdelse:

Udskiftning af olie foretages dagligt. Ved olieskift er det vigtigt, at snavs og sand ikke kommer i kontakt med akse og lejer.

Ny kalibrering skal foretages ved funktionsfejl.

Spintest:

På Kleinflügel udføres spintest ved at puste kraftigt eller give et hurtigt slag på vingen. Testen er i orden, hvis tiden inden vingen står stille er mindst 15-20 sekunder. På Universalflügel foretages spintesten ved et hurtigt slag på vingen, og tiden inden vingen står stille skal være ca. 2 minutter.

Spintest foretages for hver 5 - 10 målinger, og inden hver måling kontrolleres om vingen kører let uden friktion.

Kalibreringsintervaller:

C2, Kleinflügel: ca. 3 år C31, Universalflügel: ca. 5 år
eller efter ca. 300 timers drift.

Kalibreringsstandard:

Kalibrering skal foretages med 0,1 m/s-intervaller i lavt hastighedsområde, 0,25 m/s-intervaller i mellem hastighedsområde og 0,5 m/s-intervaller i højt hastighedsområde.

Kalibreringsområde:	Hastighedsinterval 0 - 1,5 m/s for Kleinflügler.
	Hastighedsinterval 0 - 2,0 m/s for Universalflügler.

Hastighedsintervallet for kalibreringen skal dække hele måleområdet. I større danske vandløb kan hastigheden i særlige tilfælde være næsten 2 m/s, men i mindre vandløb kommer den ikke over 1,5 m/s.

Resultatet af kalibreringen er en kalibreringsformel: $V = a \cdot n + b$, hvor V = hastighed, a = konstant bestemt af vingens hydrauliske stigning, b = konstant bestemt af friktion i instrumentet og n = vingens rotationshastighed (omdr./sek.). Kalibreringsformlen kan være opdelt i 2 - 3 intervaller med forskellige konstanter, idet det ikke i alle tilfælde er tilstrækkeligt med én retlinet sammenhæng. Kalibreringsformlen kan alternativt angives på formen: $V = a \cdot n^2 + b \cdot n + c$.

9 Dataformat

Eksempel på standard tekst-format til udveksling af vingemålingsdata.

```
[DATA]
Stednummer system :DDHMSTNR
Stednummer       :52.07
Maaling beg      :0203121245
Maaling slut     :0203121308
Markmand         :HST
Institution      :DMU
Grodetal        :0
Maalebog/TerminalID :NULL
Vandtemp        :NULL
Vst variation    :0
Vandprove udtaget :0
Maale sammenheng :00
Maale metode     :01
Maale profil     :6
Start vandstand  :72.00
Skala nummer     :1
Slut vandstand   :72.00
Skala nummer     :1
Plotte vandstand :72.00
Skala nummer     :1
Ekstra vandstand1 :NULL
Skala nummer     :NULL
Ekstra vandstand2 :NULL
Skala nummer     :NULL
Ekstra vandstand3 :NULL
Skala nummer     :NULL
Instrument       :121396
Vinge           :A-121564
Opspending      :20
Bemerkning      :NULL
Data type       :1
*
V 1  0.50  0.00  3
V 2  0.70  16.00  1
      6.00  26.000  30.00  1
V 3  0.95  30.00  1
      10.00  45.000  30.00  1
      20.00  39.500  30.00  1
V 4  1.20  36.00  1
      6.00  67.000  30.00  1
      16.00  56.000  30.00  1
      26.00  47.500  30.00  1
V 5  1.50  40.00  1
      10.00  75.000  30.00  1
      20.00  58.000  30.00  1
      30.00  41.000  30.00  1
V 6  1.80  46.00  1
      6.00  87.500  30.00  1
      21.00  76.500  30.00  1
      36.00  42.000  30.00  1
V 7  2.10  49.00  1
      9.00  85.000  30.00  1
      24.00  68.500  30.00  1
      39.00  44.000  30.00  1
V 8  2.40  54.00  1
      9.00  93.500  30.00  1
      29.00  74.500  30.00  1
      44.00  69.000  30.00  1
V 9  2.70  58.00  1
      8.00  95.000  30.00  1
      28.00  91.000  30.00  1
      48.00  73.000  30.00  1
V 10 3.00  54.00  1
      9.00  93.000  30.00  1
      29.00  77.500  30.00  1
      44.00  52.500  30.00  1
V 11 3.30  38.00  1
      8.00  33.500  30.00  1
      18.00  16.500  30.00  1
      28.00  17.500  30.00  1
V 12 3.60  23.00  1
      8.00  0.000  30.00  3
      13.00  0.000  30.00  3
```


10 Referencer og standarder

Herschey, R. W. (1998): Hydrometry, Principles and Practices, 2nd Edition. John Wiley & Sons, 376 s.

Jensen, J.L. & Frost, K. (1992): Hydrometrisk feltarbejde. Publikation nr. 10 fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet, 52 s.

Ovesen, N.B., Iversen, H.L., Larsen, S.E., Müller-Wohlfeil, D.-I. & Svendsen, L.M., Blicher, A.S. og Jensen, Per M. (2000): Afstrømningsforhold i danske vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser. 238 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 340.

Raaschou, P. (1991): Vejledning i bearbejdning af data fra vandføringsstationer. Publikation nr. 7 fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet, 41 s.

Schliinsen, K. og Larsen, K. (1992): Vurdering af programmer til beregning af vandføringsmålinger. Publikation nr. 12, Fagdatacenter for Hydrometriske Data, Hedeselskabet, 87 s.

Internationale/danske standarder

DS/EN ISO 748 Measurement of liquid flow in open channels – Velocity-area methods

DS/ENV 14028 Hydrometry - The application of propeller-type current meters and their calibration

ISO 772 Liquid flow measurement in open channels – Vocabulary and symbols

ISO 1070 Measurement of liquid flow in open channels – Slope area method

ISO 1100/1 Measurement of liquid flow in open channels – Establishment and operation of a gauging station

ISO 1100/2 Measurement of liquid flow in open channels – Stage discharge relation

ISO 1438/1 Measurement of liquid flow in open channels – Thin plate weirs

ISO 2537 Liquid flow measurement in open channels – Rotating element current meters

ISO 3455 Liquid flow measurement in open channels – Calibration of rotating-element current-meters in straight open tanks

ISO 4359 Measurement of liquid flow in open channels – Flumes

ISO 4360 Measurement of liquid flow in open channels – Triangular profile weirs

ISO 4373 Measurement of liquid flow in open channels – Water level measuring devices

ISO 6416 Measurement of liquid flow in open channels – Measurement of discharge by ultrasonic (acoustic) method

ISO 9196 Liquid flow measurement in open channels – Flow measurements under ice conditions

ISO 9213 Measurement of total discharge in open channels – Electromagnetic method using full-channel-width coil

ISO 9555/1 Measurement of liquid flow in open channels – Dilution methods – General

ISO 9555/3 Measurement of liquid flow in open channels – Dilution methods – chemical tracers

ISOTR 5168 Measurement of fluid flow – Evaluation of uncertainty

ISO TS 15769 Hydrometric determinations - Liquid flow in open channels and partly filled pipes – Guidelines for the application of Doppler-based flow measurements

Bilag 2

Profilopmålingens betydning for vandspejlsberegninger med den hydrauliske vandløbsmodel VASP
Hedeselskabet, Forskningsvirksomhed, Beretning nr. 40, 1989



HEDESELSKABET



Profilopmålingens betydning for vand- spejlsberegninger med den hydrauliske vandløbsmodel VASP

**Field surveys of river cross sections for calculation
of water surface elevation**

**Alex V. Andersen
Ole Houmøller, Hydrometriske Undersøgelser**

**Hedeselskabet
Forskningsvirksomhed
Beretning nr. 40, 1989**

Forord

I denne beretning omtales forsøg med fastlæggelse af vandløbs vandføringsevne ved hjælp af en hydraulisk beregningsmodel. Forsøgene bygger på data indsamlet i vinteren 1985-86 i Seerdrup å syd for Slagelse og på data indsamlet i efteråret 1987 i Odense å.

Datamaterialet er delvist fremkommet som led i opgaver udført for Vestsjællands amtskommune og Fyns amtskommune.

Hedeselskabet vil gerne hermed takke Landbrugsmi-
nisteriet for økonomisk støtte til gennemførelsen af projektet og Vestsjællands amtskommune og Fyns amtskommune for at have stillet datamateriale til rådighed.

Resume

I Seerdrup å på Sjælland og i Odense å på Fyn er der foretaget meget detaljerede opmålinger af vandløbenes længde- og tværprofiler, samt udført en række målinger af vandspejlskoter og vandføringer. I Seerdrup å er der opmålt knapt 200 tværprofiler og foretaget vandstands- og vandføringsobservationer i 5 målekampanjer, mens der i Odense å er målt næsten 300 tværprofiler og udført to målerunder.

De indsamlede data er anvendt til at undersøge hvor nøjagtigt vandløbs vandføringsevne kan fastlægges ved hjælp af en hydraulisk model.

På grundlag af opmålingerne er der fremstillet forskellige datasamlinger med forskellig tæthed af tværprofiler.

For hver datasamling er lavet et sæt hydrauliske beregninger:

- kalibrering af Manningtal for hver af målekampanjerne, idet kun vandstandsobservationerne ved udvalgte vandstandsskalaer er benyttet.
- vandstands-beregninger med den stationære strømningensmodel VASP.
- sammenligninger af beregnede og observerede vandstande; en middelfejl er beregnet.

Usikkerheden på vandspejlsberegningerne ved at opmåle det enkelte tværprofil med færre punkter er undersøgt for en delstrækning i Seerdrup å.

Vandstands-beregningerne med længere eller kortere afstand mellem tværprofilerne er for Seerdrup å foretaget både med kalibrerede og faste Manningtal.

Undersøgelsen viser, at for Seerdrup å er en profiltæthed på 1 pr. 50 m passende, mens der kan være 100-150 m mellem tværprofilerne i Odense å. Detaljeringsgraden ved opmåling af det enkelte tværprofil betyder især noget for beregningsnøjagtigheden ved små vandføringer.

Fejlen bliver væsentligt mindre ved at anvende kalibrerede Manningtal frem for faste 'erfarings-tal'.

Indholdsfortegnelse

	side
Forord	
Resume	
Indholdsfortegnelse	
1. Indledning	1
2. Metode	3
3. Forsøgsbetingelser	5
4. Resultater	15
5. Diskussion	21
6. Sammendrag og konklusion	24
7. Summary and Conclusions	26
8. Litteratur	28
9. Appendix	29

1. Indledning

Baggrund

Baggrunden for forsøgene er det stigende behov for at kende sammenhængen mellem vandstand og vandføring (QH-kurver). Dette behov skyldes den revision af vandløbsregulativer som for øjeblikket er igang og skal være afsluttet i 1992. Regulativerne skal omfatte alle offentlige vandløb, dvs. mellem 20.000 og 30.000 km vandløb, og en del af disse regulativer skal indeholde bestemmelser om QH-kurver.

QH-kurven udtrykker vandløbets vandføringsevne, idet kurven angiver hvilken vandstand, der vil være i vandløbet ved en given vandføring. En QH-kurve gælder kun ved en lokalitet.

QH-kurvens udseende afhænger af vandløbets geometri (tværprofil og fald) og vandløbets bremsende evne eller ruhed (grødemængde, bundsediment).

Traditionelt bliver en QH-kurve fastlagt ud fra måling af vandstand og vandføring det sted i vandløbet, hvor QH-kurven skal fastlægges. Denne metode giver et meget præcist kendskab til QH-kurven, men det er ofte nødvendigt at foretage målinger i flere år for at kunne konstruere en QH-kurve. Dette skyldes, at det ved konstruktionen er nødvendigt at have målinger af både små og store vandføringer, og især de store vandføringer kan være vanskelige at få dækket af målinger.

Da der fremover vil være behov for at fastlægge QH-kurver ved et stort antal lokaliteter, er det nødvendigt med et meget omfattende feltarbejde for at fastlægge QH-kurverne på traditionel vis.

Formål

Det er hensigten med forsøgene at vurdere hvor godt QH-kurver kan fastlægges ud fra opmålinger af vandløbs geometri og et begrænset antal vandstands- og vandføringsmålinger.

For at kunne konstruere QH-kurver ud fra vandløbsgeometri, er det af afgørende betydning at kunne foretage en vandspejlsberegning for en vilkårlig størrelse af afstrømningen.

Sådanne beregninger kan udføres ved hjælp af en hydraulisk vandløbsmodel. Når først vandløbsmodellen er valgt, er det nøjagtigheden af inddata, i form af en geometrisk beskrivelse af vandløbet, og data for ruheden af vandløbets bund og sider der bestemmer, hvor godt vandspejlet kan beregnes.

Spørgsmålet om hvor godt QH-kurver kan fastlægges, kan således omformes til, hvor detaljeret et datagrundlag der skal til for at opnå en rimelig nøjagtig vandspejlsberegning.

2. Metode

Der anvendes en stationær strømningssmodel (VASP) (Jensen, 1986) ved hjælp af hvilken det er muligt at beregne vandspejlets forløb i et vandløb.

VASP kan regne på stationære tilstande, dvs. en tilstand hvor vandstand og vandføring ved en lokalitet ikke varierer.

Som input-størrelser kræves en geometrisk beskrivelse af vandløbet i form af koterede tværprofiler og vandløbets ruhed udtrykt ved Manningtallet. Hvis disse data er tilstede kan VASP beregne vandspejlets forløb gennem vandløbet for en given vandføringsvariation langs vandløbet og en udgangsvandstand i vandløbets nedstrøms ende.

Den hydrauliske kerne i beregningerne bygger på Manning-førmlen (Engelund, 1969)

$$V = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

V = middelhastighed

M = Manningtallet (konstant)

R = hydraulisk radius eller modstandsradius

I = energiliniens hældning

og på kontinuitetsligningen.

Beregningerne udføres for én delstrækning ad gangen. En delstrækning udgøres af den vandløbsstrækning, der er mellem to tværprofilopmålinger.

Ved beregningernes start kendes geometrien i endepunkterne, Manningtal og vandføringen regnes konstant over hele delstrækningen og endelig kendes vandspejlet i det nedstrøms tværprofil.

Vandspejlet beregnes nu skridtvis fra nedstrøms ende til opstrøms ende. Skridtlængden afhænger af vandspejlets krumning. Ved mellempunkter skønnes de geometriske/hydrauliske størrelser som et gennemsnit af tilsvarende størrelser i endeprofilerne ved samme vanddybde, dog vægtet med afstanden.

Hvis vandspejlet kendes både i opstrøms og nedstrøms ende, kan VASP anvendes til fastlæggelse af Manningtallet for strækningen ved at foretage en række beregninger med forskellige Manningtal og så vælge det, der giver overensstemmelse mellem observerede og beregnede vandspejl i begge ender

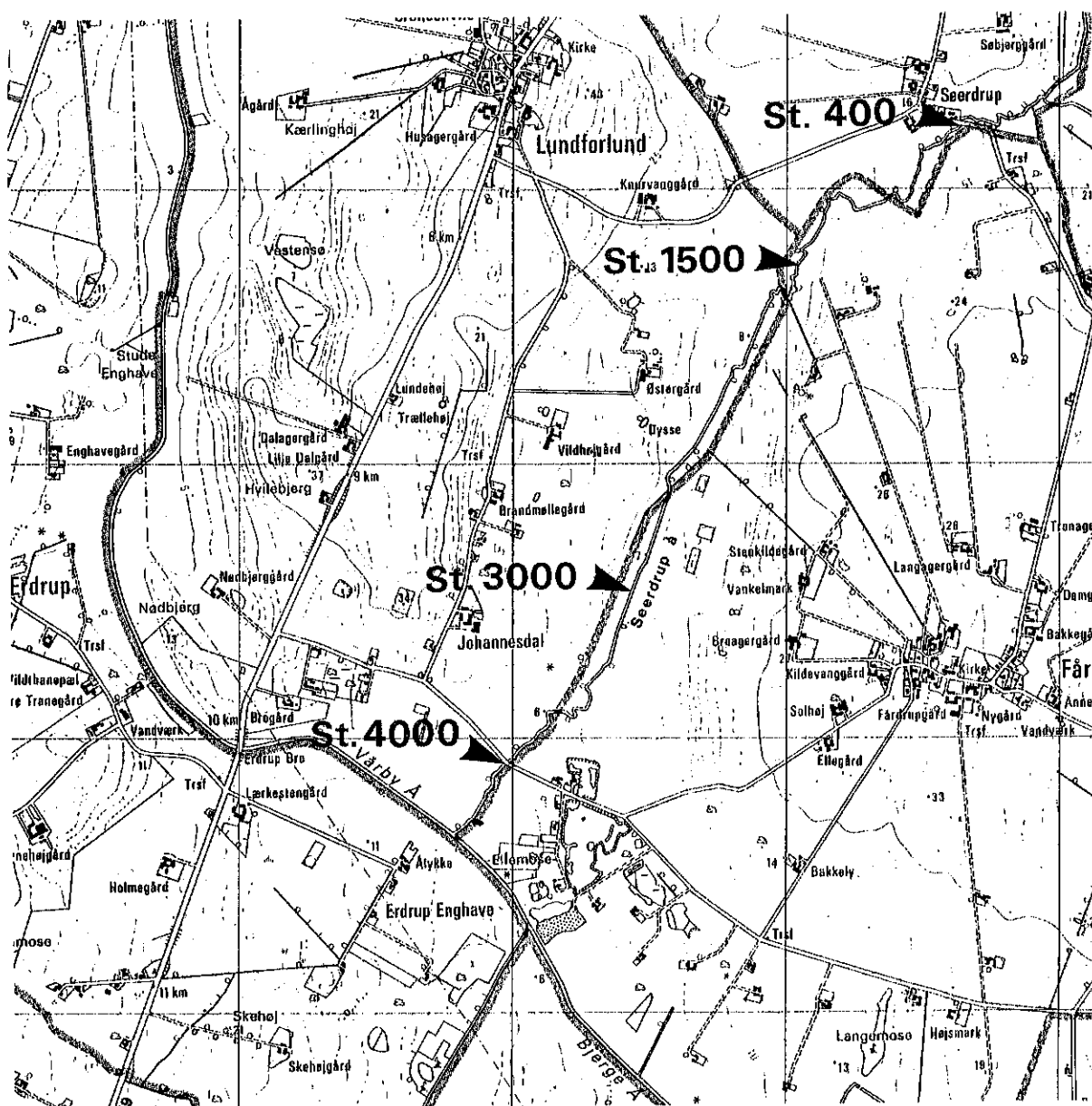
af delstrækningen.

Denne procedure anvendes til kalibrering af modellen VASP, idet der normalt bestemmes et gennemsnits Manningtal for flere delstrækninger under et. Når der kan tales om kalibrering skyldes det, at de fremkomne Manningtal udtrykker både de energitab, der skyldes vandløbets ruhed, og de energitab, som skyldes variationer i vandløbets geometri. De koterede tværprofiler foreligger kun for et antal punkter langs vandløbet, og vandløbets geometri varierer på en uregelmæssig måde mellem disse og ikke jævnt, som det antages i modellen. Jo mere uregelmæssigt vandløbet varierer mellem tværprofilerne, jo mindre vil de kalibrerede Manningtal være, da modellen kun tager hensyn til energitab ved vandets gnidning mod vandløbets bund, og store energitab (stor ruhed) svarer til små Manningtal.

3. Forsøgsbetingelser

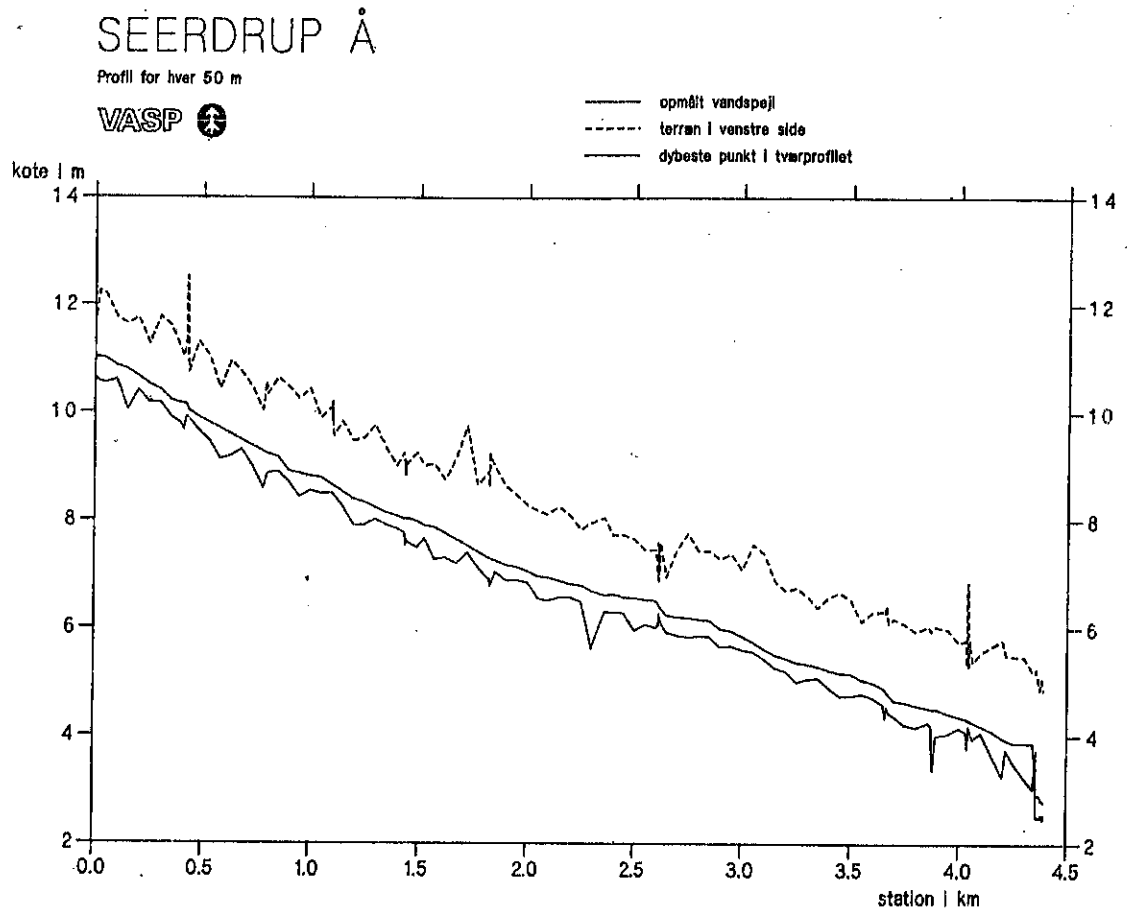
Lokaliteterne Hydrometriske Undersøgelser har i samarbejde med Vestsjællands amtskommune og Fyns amtskommune gennemført forsøgene i Seerdrup å på Sjælland og i Odense å på Fyn.

Seerdrup å er et 4,3 km langt vandløb beliggende sydvest for Slagelse. Seerdrup å starter ved sammenløbet af Lindes å og Harrested å og ender ved sammenløbet med Bjerge å, hvor det bliver til Vårby å.



Figur 3.1. Seerdrup å. Placering af udvalgte stationer.
(Seerdrup å basin. Position of selected stations.)

Vandløbsbunden falder fra ca. 10,5 m over havet til ca. 3,5 m over havet med ca. 1,6 o/oo i gennemsnit. Lige før sammenløbet med Bjerger å er indlagt et stryg med et fald på 1,5 m.



Figur 3.2. Seerdrup å. Længdeprofil med angivelse af terræn, opmålt vandspejl og vandløbsbund.
(Seerdrup å. Stream profile, water level and bank elevation.)

Der er ingen tilløb udover dræn. Vandløbet har et naturligt forløb, og der har ikke været foretaget nogen egentlig vandløbsvedligeholdelse de sidste 20 år.

Oplandsarealet i øvre ende er 64 km² og i nedre ende af vandløbet 67 km².

I efteråret 1985 foretog Hedeselskabet for Vest-sjællands amtskommune en opmåling af Seerdrup å. Der blev udført et tværprofil for hver 50 m vandløb.

Til brug for forsøget blev denne opmåling på 3 delstrækninger suppleret, så profiltætheden blev et profil pr. 5 m. De 3 delstrækninger er

station	431 m	-	730 m
-	1524 m	-	1824 m
-	4062 m	-	4212 m

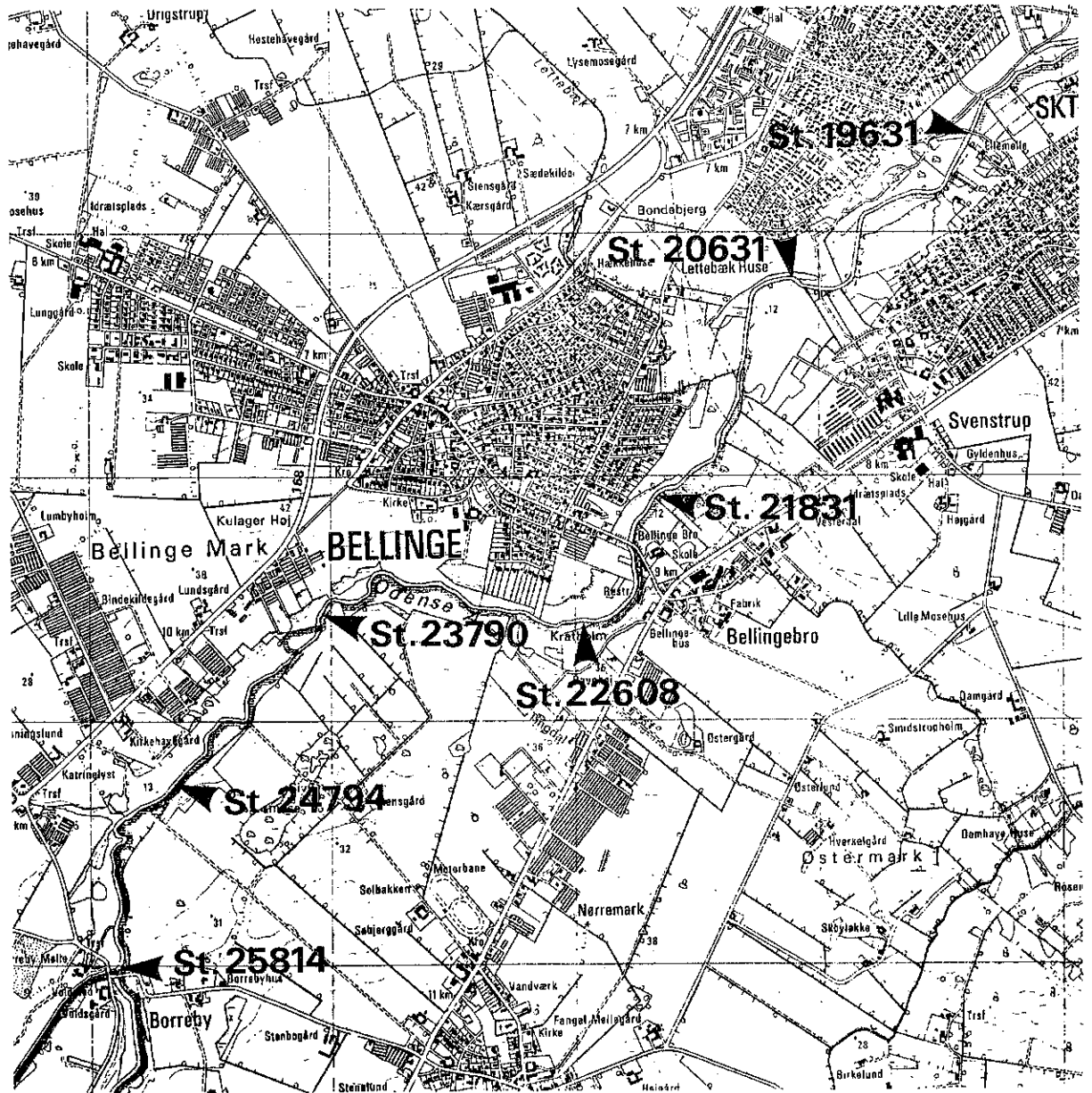
Stationerne er angivet som antal meter fra sammenløbet af Lindes å og Harrested å. På hver af de 3 forsøgsstrækninger blev der opsat 4 vandstandsskalaer, en i hver ende af forsøgsstrækningen og yderligere to skalaer jævnt fordelt på strækningerne.

I december 1985 - april 1986 blev gennemført 5 målerunder, hvor de ialt 12 vandstandsskalaer blev aflæst og vandføringen blev målt mindst et sted i Seerdrup å.

Måledato	Afstrømningsniveau
02.12.85	15,9 l/s km ²
10.12.85	47,6 -
17.12.85	22,6 -
28.01.86	22,1 -
11.04.86	5,8 -

I perioden april 1983 - maj 1986 blev desuden gennemført 45 målerunder, hvor vandføringen blev målt og vandstanden aflæst ved 4 skalaer (i enkelte tilfælde kun 2 skalaer).

I Odense å er anvendt en 6,2 km lang strækning omkring Bellinge lige syd for Odense.



Figur 3.3. Odense å. Placering af udvalgte stationer på forsøgsstrækningen.
(Part of Odense å. Position of selected stations.)

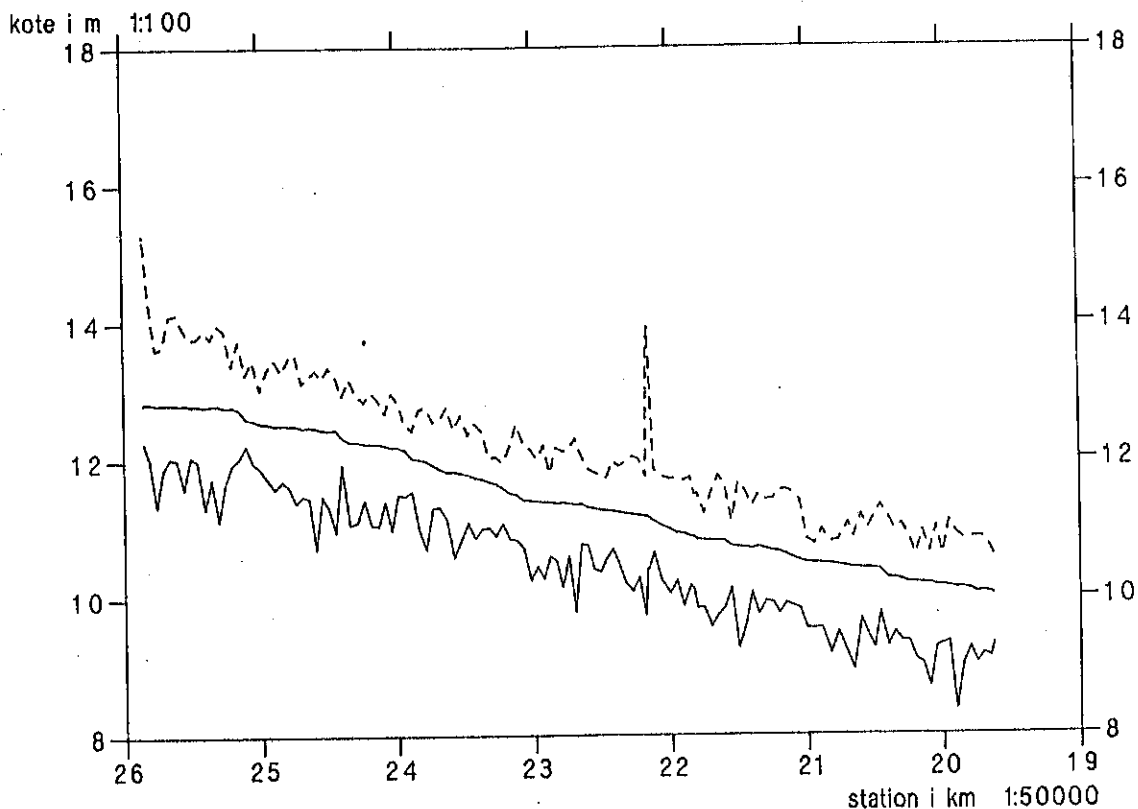
Vandløbsbunden falder fra ca. 12 m over havet til ca. 9 m over havet med et gennemsnitsfald på ca. 0,5 o/oo.

ODENSE Å

Odense å 50 m's profil tæthed 1



- Opmålt vandspejl
- - - - Terræn i venstre side
- Dybeste punkt i tværprofillet



Figur 3.4 Odense å. Forsøgsstrækningens længdeprofil med angivelse af terræn, opmålt vandspejl og vandløbsbund. (Odense å. Stream profil, water level and bank elevation.)

Der er ingen større tilløb på strækningen, der visse steder har udviklet stryg og høl. Der foretages grødeskæring på strækningen. Oplandsarealet i øvre ende er 477 km² og i nedre ende 499 km².

I sommeren 1987 foretog Hedeselskabet i samarbejde med Fyns amtskommune en opmåling af strækningen. Der blev opmålt et tværprofil for hver 25 m og opsat vandstandsskalaer på hele strækningen med 200 m's mellemrum.

I september og november 1987 blev der foretaget vandføringsmålinger og alle vandstandsskalaerne blev aflæst.

Måledato	Afstrømningsniveau
21.09.87	5,4 l/s km ²
04.11.87	7,3 -

Databehandling De omfattende datasamlinger fra Seerdrup å og Odense å er sammen med VASP anvendt til at belyse sammenhæng mellem nøjagtighed i hydrauliske beregninger, tæthed i opmålinger og Manningtal. Der er gennemført 3 eksperimenter til at belyse forskellige sider af problematikken.

1. eksperiment: afstand mellem tværprofilerne.

For at belyse betydningen af at lægge tværprofilerne med større eller mindre afstand er der ud fra de to datasamlinger lavet en række udtyndede datasamlinger.

Udtyndingerne af de totale mængder af målte tværprofiler i Seerdrup å og Odense å er foretaget som vist i tabel 3.1 og 3.2.

Tabel 3.1. Seerdrup å. Udtynding i datamængden af tværprofiler. (Seerdrup å. Selection of distance between cross-sections.)

- 1: Total.
Den samlede opmåling indeholdende alle de opmålte tværprofiler.
- 2: 50 m.
Et tværprofil pr. 50 m, samme tæthed som mellem forsøgsstrækningerne.
- 3: Topp.
Kun tværprofiler hvor bundlinien har toppunkt.
- 4: Top + bund.
Kun tværprofiler hvor bundlinien er maksimum og minimum.
- 5: 10 m - 1.
Hver andet tværprofil.
- 6: 10 m - 2.
Hvert andet tværprofil (dem der ikke er med i 5).
- 7: 100 m.
Et tværprofil pr. 100 m. Der er foretaget udtynding både på og mellem forsøgsstrækningerne.
- 8: 200 m.
Et tværprofil pr. 200 m. Der er foretaget udtynding både på og mellem forsøgsstrækningerne.

Tabel 3.2. Odense å. Udtynding i datamængden af tværprofiler.
(Odense å. Selection of distance between cross-sections.)

- 1: 25 m.
Et tværprofil for hver 25 m.
- 2: 50 m - 1.
Et tværprofil pr. 50 m. Hvert andet tværprofil i 1.
- 3: 50 m - 2.
Et tværprofil pr. 50 m. Hvert andet tværprofil i 1, som ikke er med i 2.
- 4: 100 m - 1.
Et tværprofil pr. 100 m. Hvert andet tværprofil i 3.
- 5: 100 m - 2.
Et tværprofil pr. 100 m. Hvert andet tværprofil i 3, som ikke er med i 4.
- 6: 200 m - 1.
Et tværprofil pr. 200 m. Hvert andet tværprofil i 5.
- 7: 200 m - 2.
Et tværprofil pr. 200 m. Hvert andet tværprofil i 5, som ikke er med i 6.
- 8: 400 m - 1.
Et tværprofil pr. 400 m. Hvert andet tværprofil i 6.
- 9: 400 m - 2.
Et tværprofil pr. 400 m. Hvert andet tværprofil i 7.

Ud fra de observerede vandføringer og vandstandsobservationer på udvalgte skalaer er Manningtallet kalibreret for hver datasamling.

For alle datasamlingerne er derefter lavet hydrauliske beregninger med de observerede og beregnede vandstande ved de skalaer, der ikke er anvendt til kalibreringen. Se tabel 3.3 og 3.4.

Tabel 3.3. Seerdrup å. Anvendelse af skalaer.
(Seerdrup å. The purpose of the staff gauges: calibration or calculation of accuracy.)

Station meter	Anvendt til	
	kalibrering	kontrol
431	X	
480		X
584		X
796	X	
1524	X	
1614		X
1712		X
1823	X	
4062	X	
4112		X
4168		X
4217	X	

Tabel 3.4. Odense å. Anvendelse af skalaer.
(Odense å. The purpose of the staff gauges: calibration or calculation of accuracy.)

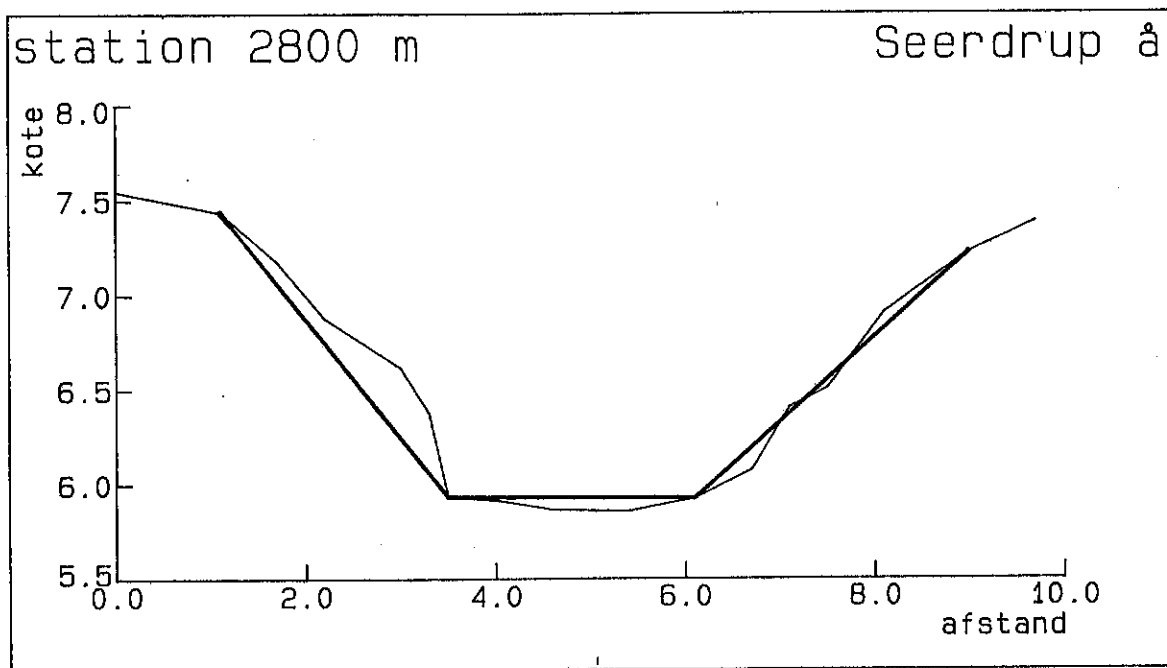
Station meter	Anvendt til	
	kalibrering	kontrol
19631	X	
19831		X
20031		X
20231		X
20631		X
21031		X
21231		X
21431		X
21631		X
21831	X	
22031		X
22231		X
22401		X
22608		X
22792		X
22977		X
23178		X
23382		X
23586		X
23790	X	
24186		X
24404		X
24599		X
24794		X
25004		X
25214		X
25414		X
25814	X	

På denne måde er der fremkommet et antal sammenligninger mellem observeret og beregnet vandstand, der kan bruges til at sætte tal på beregningsnøjagtigheden.

2. eksperiment: Antal punkter i det enkelte profil.

Det enkelte tværprofil kan opmåles mere eller mindre detaljeret ved at anvende mange eller få opmålingspunkter. I praksis er det normalt ønsket om at kunne gengive tværprofilet korrekt på en optegning, der bestemmer hvor mange opmålingspunkter der anvendes, men antallet af opmålingspunkter påvirker også resultatet af de hydrauliske beregninger.

For at belyse dette nærmere er de enkelte tværprofiler fra en 1,2 km lang strækning af Seerdrup å udtyndet. Før udtyndingen var der ca. 16 opmålingspunkter pr. tværprofil. Ved udtyndingen blev der kun bevaret 4 punkter, et på hver bred i terrænhøjden og et under vand i hver side af vandløbet ca. 0,5 m fra vandkanten.



Figur 3.5. Seerdrup å. Tværprofil, med tynd streg beskrevet med alle målinger og med tyk streg beskrevet med 4 målinger.

(Seerdrup å. Cross-section at station 2800 m.)

Med disse to versioner af opmålingen er foretaget 3 beregninger ved afstrømningsniveauer på 1, 10 og 50 l/s km².

3.eksperiment: Fastlæggelse af Manningtal.

For at belyse hvor meget Manningtallets fastlæggelse betyder for de beregnede vandstande, er alle vandstandsberegningerne med de udtyndede datasamlinger fra eksperiment 1, Seerdrup å, gentaget med faste Manningtal på 15 og 25.

De beregnede vandstande ved kontrolskalaerne er sammenlignet med de observerede, hvilket giver et udtryk for nøjagtigheden af vandstandsberegninger uden kalibrering af den hydrauliske model.

4. Resultater

Ekspirement 1: Afstand mellem tværprofiler. De beregnede Manningtal er vist i tabel 4.1 og 4.2. For hver vandløbsstrækning, beliggende mellem to skalaer som anvendes til kalibrering af VASP, er der beregnet et Manningtal pr. observationsrunde og for hver udtynding i den totale mængde af tværprofiler.

Tabel 4.1. Seerdrup å. Beregnede Manningtal.
(Seerdrup å. Manning numbers calibrated by the model.)

udtynding	total	50 m	topp.	top+bund	10 m - 1	10 m - 2	100 m	200 m
	profil1	profil2	profil3	profil4	profil5	profil6	profil7	profil8
STATION	M	M	M	M	M	M	M	M
obs. 02.12.1985								
431-796	12.4	15.1	17.6	10.6	12.2	12.9	9.6	13.9
796-1524	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.6	9.8	8.6
1524-1823	10.6	10.3	12.4	10.0	10.6	10.4	10.2	11.9
1823-4062	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	8.8	9.5
4062-4217	8.0	7.9	9.3	8.0	7.7	8.0	8.3	8.2
obs. 10.12								
431-796	13.2	14.4	16.5	11.7	13.0	13.5	10.2	12.7
796-1524	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.4	12.2	11.7
1524-4062	11.9	12.2	12.3	11.1	11.8	11.8	12.0	12.8
4062-4217	10.7	10.1	11.3	10.6	10.3	10.8	10.9	10.9
obs. 17.12.1985								
431-796	15.8	19.1	22.2	13.5	15.4	16.3	12.0	17.4
796-1524	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.0	14.4	12.5
1524-1823	14.0	13.7	16.1	13.1	13.9	13.7	13.6	15.8
1823-4062	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	13.0	14.2
4062-4217	13.3	13.1	15.4	13.3	12.8	13.3	13.7	13.5
obs. 28.01.1986								
431-796	14.8	17.7	20.7	12.7	14.5	15.3	11.3	16.2
796-1524	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.5	13.9	12.1
1524-1823	13.3	13.0	15.3	12.5	13.3	13.1	13.0	15.0
1823-4062	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	13.0	14.2
4062-4217	13.7	13.5	15.9	13.7	13.2	13.7	14.1	13.9
obs. 11.04.1986								
431-796	25.8	32.5	35.3	9.2	25.8	26.0	26.6	33.0
796-1524	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.6	12.4	9.5
1524-1823	16.1	13.7	23.3	16.6	16.1	15.2	13.9	19.6
1823-4062	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	12.9	13.5
4062-4217	16.6	20.9	25.4	17.6	16.6	15.8	15.3	16.2
samlet								
431-796	16.4	19.8	22.5	11.5	16.2	16.8	13.9	18.6
1524-1823	13.5	12.7	16.8	13.1	13.5	13.1	12.7	15.6
4062-4217	12.5	13.1	15.5	12.6	12.1	12.3	12.5	12.5

Tabel 4.2. Odense å. Beregnede Manningtal.
(Odense å. Manning numbers calibrated by the model.)

udtynding	25 m	50 m-1	50 m-2	100 m-1	100 m-2	200 m-1	200 m-2	400 m-1	400 m-2
	profil2	profil3	profil4	profil5	profil6	profil7	profil8	profil9	profil10
STATION	m	m	m	m	m	m	m	m	m
obs. 21.09.1987									
19631-21831	19.0	18.0	18.6	16.4	20.5	26.0	17.6	19.0	17.6
21831-23790	18.5	18.7	17.2	16.1	17.4	20.6	13.8	17.0	13.0
23790-25814	20.3	19.8	19.9	20.1	18.9	20.6	17.1	24.0	16.0
obs. 04.11.1987									
19631-21831	27.8	26.3	27.3	24.2	30.0	38.2	26.0	28.0	26.0
21831-23790	24.8	25.1	23.2	21.7	23.4	27.8	18.8	22.0	18.0
23790-25814	23.8	23.2	23.4	23.6	22.3	24.3	20	28.0	20
samlet									
19631-21831	23.4	22.2	23.0	20.3	25.3	32.1	21.8	23.5	21.8
21831-23790	21.7	21.9	20.2	18.9	20.4	24.2	16.3	19.5	15.5
23790-25814	22.1	21.5	21.7	21.9	20.6	22.5	17.1	26.0	16.0

Med disse Manningtal er vandstandene ved kontrolskalaerne beregnet.

I appendix 1-2 er foretaget opgørsler af differencen mellem beregnede og observerede vandspejl.

I tabel 4.3 og 4.4 er vist en oversigt over resultaterne af vandspejlsberegningerne.

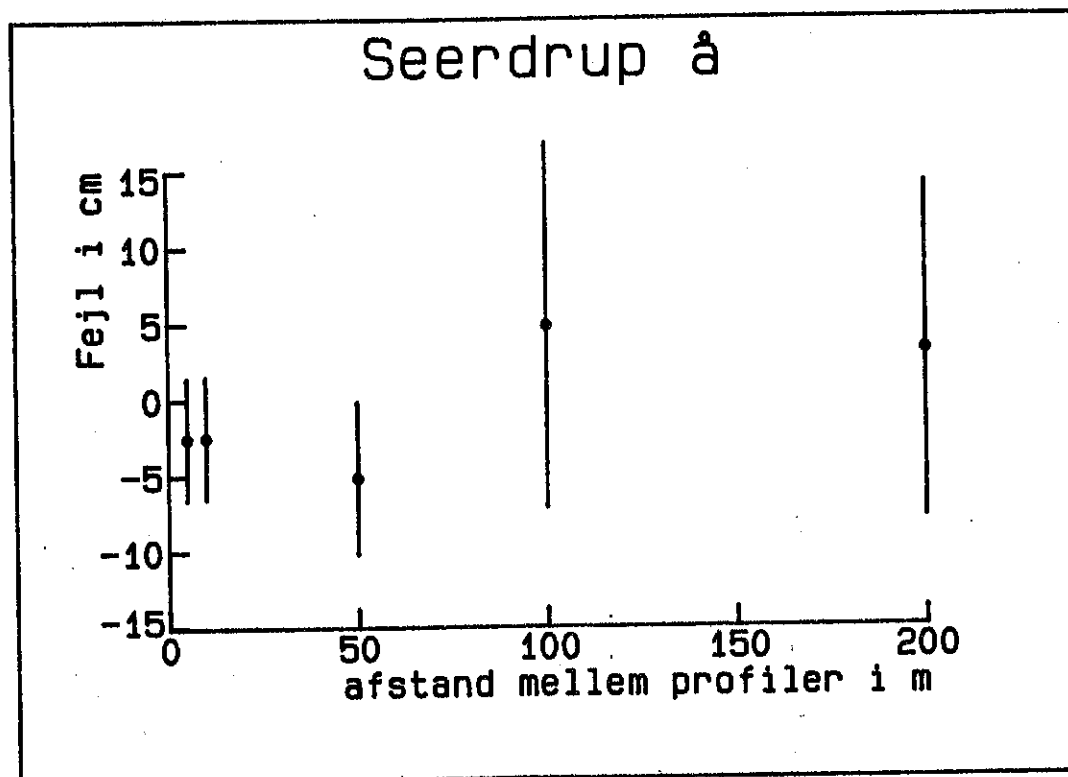
Tabel 4.3. Seerdrup å. Middelfejl (mid fejl) og standardafvigelsen på denne (std) som funktion af afstand mellem tværprofiler.
(Seerdrup å. Mean error (mid fejl) and standard deviation from mean error (std) versus distance between cross-sections.)

	mid fejl cm	std cm
TOTAL	-2,6	4
TOPPUNKTER	-1,8	4
TOP + BUND	-1,6	5
10 m (1)	-2,2	4
10 m (2)	-3,1	4
50 m	-5,2	5
100 m	4,8	12
200 m	3,1	11
Samlet	-1,1	7,5

Tabel 4.4. Odense å. Middelfejl (mid fejl) og standardafvigelsen på denne (std) som funktion af afstand mellem tværprofiler.

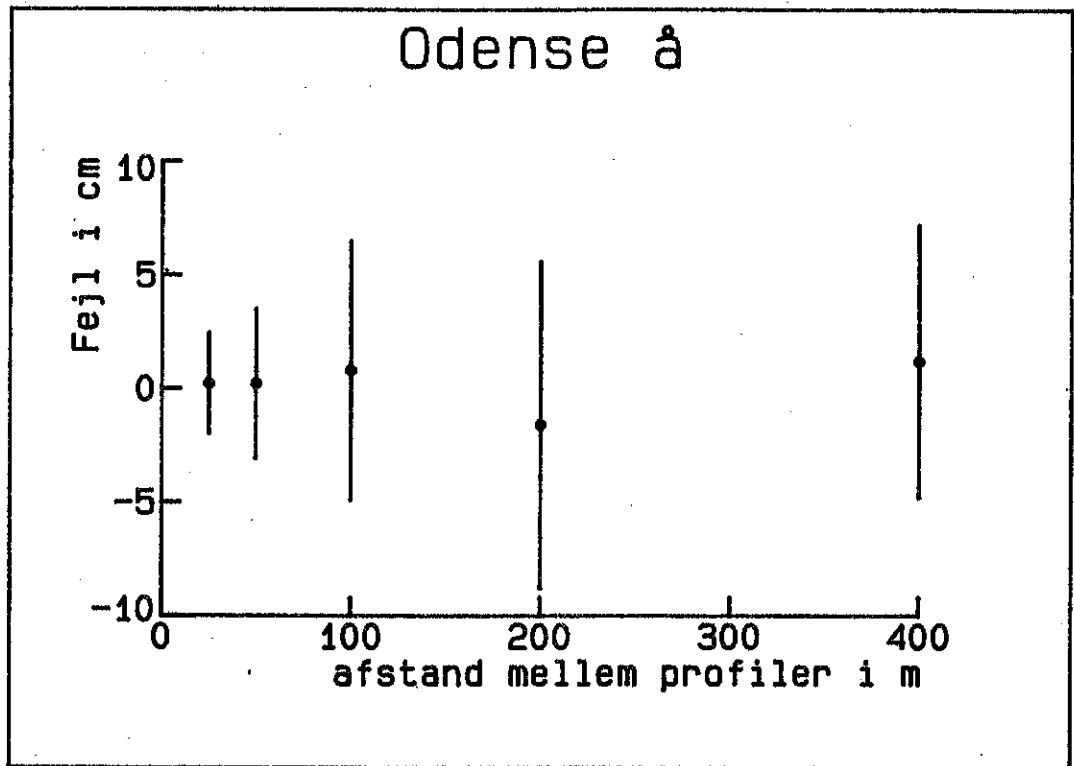
(Odense å. Mean error (mid fejl) and standard deviation from mean error (std) versus distance between cross-sections.)

	mid fejl cm	std cm
25 m	0,2	2,4
50 m - 1	-0,7	2,8
50 m - 2	1,0	4,0
100 m - 1	3,5	6,2
100 m - 2	-1,7	4,9
200 m - 1	-4,8	6,5
200 m - 2	1,1	7,8
400 m - 1	-0,2	6,3
400 m - 2	3,1	6,3
Samlet	0,2	5,6



Figur 4.1. Seerdrup å. Middelfejl med standardafvigelse fra denne som funktion af afstand mellem tværprofiler.

(Seerdrup å. Mean error with standard deviation from mean error versus distance between cross-sections.)



Figur 4.2. Odense å. Middelfejl med standardafvigelse fra denne som funktion af afstand mellem tværprofiler. (Odense å. Mean error with standard deviation from mean error versus distance between cross-sections.)

Eksperiment 2: Antal punkter i det enkelte profil.

Resultatet af dette eksperiment er vist i tabel 4.5. Med afstrømningsniveauer på 1, 10, 50 l/s/km² og Manningtal på henholdsvis 15, 15 og 30 er vand-spejlene i Seerdrup å beregnet ud fra ca. 16 målinger pr. profil (fuld) og 4 punkter pr. profil (tynd). Differencen (dif) af de beregnede vand-spejl med den fulde og den tynde opmåling er opgjort for hver kontrolskala på forsøgsstrækningen og middel-, maximumværdien og standardafvigelsen af differencen er angivet for hvert afstrømningsniveau.

Tabel 4.5. Seerdrup å. Sammenligning (dif) af vandspejlsberegninger med 16 målinger (fuld) pr. tværprofil og 4 målinger (tynd) pr. tværprofil. q = afstrømning, M = Manningtal.

(Seerdrup å. Calculated water level based on 16 measurements per cross-sections (fuld) compared (dif) to calculated water level based on 4 measurements per cross-sections (tynd). q = flow rate, M = Manning number.)

Seerdrup å

station	fuld		dif	tynd		dif	fuld		tynd	dif
	$q=1$	og		$M=15$	$q=10$		og	$M=15$		
3950.00	435.00	437.20	-2.20	469.20	473.20	-4.00	511.40	515.00	-3.60	
3894.00	436.20	436.50	-2.30	474.30	478.20	-3.90	516.90	519.80	-2.90	
3880.00	436.20	438.50	-2.30	474.90	478.80	-3.90	519.70	523.00	-3.30	
3872.00	435.80	437.70	-1.90	473.40	477.60	-4.20	513.10	517.50	-4.40	
3860.00	444.40	445.70	-1.30	478.60	482.20	-3.60	517.50	520.40	-2.90	
3800.00	450.50	451.20	-0.70	489.60	492.70	-3.10	528.50	531.40	-2.90	
3750.00	452.30	453.00	-0.70	495.10	497.40	-2.30	534.50	536.70	-2.20	
3700.00	457.90	459.10	-1.20	501.00	503.50	-2.50	540.70	541.10	-0.40	
3676.00	462.90	471.00	-8.10	504.30	507.90	-3.60	543.20	545.30	-2.10	
3666.00	467.50	475.20	-7.70	506.00	510.00	-4.00	538.70	535.10	3.60	
3658.00	469.10	476.10	-7.00	508.60	513.40	-4.80	543.20	550.10	-6.90	
3650.00	470.90	476.80	-5.90	510.20	514.40	-4.20	545.80	547.90	-2.10	
3600.00	490.30	492.50	-2.20	527.50	531.10	-3.60	559.70	563.30	-3.60	
3550.00	500.70	502.60	-1.90	540.80	543.80	-3.00	574.20	576.50	-2.30	
3500.00	504.90	508.30	-3.40	548.70	551.90	-3.20	585.80	587.30	-1.50	
3450.00	507.30	511.10	-3.80	553.50	556.70	-3.20	589.50	591.50	-2.00	
3400.00	513.50	517.00	-3.50	560.30	562.90	-2.60	596.30	597.30	-1.00	
3348.00	522.50	525.70	-3.20	566.70	570.00	-3.30	604.30	605.30	-1.00	
3300.00	528.20	531.30	-3.10	571.30	574.90	-3.60	608.20	610.90	-2.70	
3250.00	530.80	533.50	-2.70	576.40	578.70	-2.30	613.60	614.70	-1.10	
3200.00	535.40	539.90	-4.50	581.00	583.40	-2.40	619.10	619.30	-0.20	
3150.00	545.10	551.20	-6.10	587.30	590.40	-3.10	624.10	624.90	-0.80	
3100.00	559.00	564.20	-5.20	597.20	600.90	-3.70	631.00	631.80	-0.80	
3050.00	572.00	577.00	-5.00	609.20	613.70	-4.50	643.90	645.10	-1.20	
3000.00	579.20	583.30	-4.10	618.10	622.60	-4.50	653.20	655.90	-2.70	
2950.00	585.20	588.70	-3.50	624.60	629.00	-4.20	660.60	663.10	-2.50	
2900.00	591.00	593.80	-2.80	631.30	634.40	-3.10	666.50	669.30	-2.80	
2850.00	600.40	602.70	-2.30	639.30	641.20	-1.90	673.20	673.40	-0.20	
2800.00	606.70	609.70	-3.00	646.90	648.90	-2.00	682.00	682.70	-0.70	
middel			-3.50			-3.39			-1.97	
maximum			-8.10			-4.80			-6.90	
standardafv.			1.99			0.79			1.79	

Eksperiment 3: Fastlæggelse af Manningtal.

I tabel 4.6 er vist en oversigt over resultaterne af vandspejlsberegningerne i eksperiment 3, idet der for hver datasamling og hvert Manningtal er angivet den gennemsnitlige afvigelse mellem observeret og beregnet vandspejl (mid fejl) og standardafvigelse på denne størrelse (std).

Tabel 4.6. Seerdrup å. Middelfejl (mid fejl) og standardafvigelsen (std) på denne som funktion af afstand mellem tværprofiler og Manningtal (M).
(Seerdrup å. Mean error (mid fejl) and standard deviation (std) from mean error versus distance between cross-sections and Manning number (M).)

DATASAMLING	kalibrerede M		M = 15		M = 25	
	mid fejl cm	std cm	mid fejl cm	std cm	mid fejl cm	std cm
TOTAL	-2,6	4	-5,3	6	-20,0	12
TOPPUNKTER	-1,8	4	1,1	7	-13,4	11
TOP + BUND	-1,6	5	-7,3	7	-21,7	13
10 m (1)	-2,2	4	-5,5	7	-20,3	12
10 m (2)	-3,1	4	-5,3	6	-19,9	11
50 m	-5,2	5	-5,6	6	-20,5	11
100 m	4,8	12	-4,0	12	-20,2	15
200 m	3,1	11	-3,0	11	-19,0	15
Samlet	-1,1	7,5	-4,4	8,4	-19,4	12,5

I appendix 1,3 og 4 er for Seerdrup å foretaget opgørsler af differencen mellem beregnede og observerede vandspejl.

5. Diskussion

Afgørende for hvilken profiltæthed, der er nødvendig for at kunne beregne vandspejlsforløbet med en rimelig nøjagtighed, er hvor godt de opmålte profiler gengiver vandløbets geometriske variation og hvor godt de observerede vandstande repræsenterer variationerne i det naturlige vandspejlsforløb.

Seerdrup å er et naturpræget vandløb med ganske varierende tværprofiler og i Odense å forekommer stryg, som kan give store lokale variationer i vandstanden.

Det skal derfor bemærkes at der kun ved to af udtyndingerne i datamængderne af tværprofiler er taget hensyn til vandløbenes geometriske variation. Det er udtyndingerne "TOPPUNKTER" og "TOP + BUND" fra Seerdrup å. Da afstandene mellem profilerne i disse to udtyndinger er mellem 5 og 50 m, viser tabel 4.3, at middelfejlene på vandstandsberegningerne svarer til middelfejlene ved beregninger med faste afstande på 5 til 50 m. Det må betyde at for afstande mellem tværprofilerne på mindre end ca. 50 m er middelfejlens størrelse stort set uafhængig af afstanden mellem opmålingerne.

Vandstandskalaerne, som for det enkelte vandløb anvendes til kalibrering af modellen, er valgt således at der er nogenlunde lige stor afstand mellem dem. Der er således ikke taget hensyn til lokale vandstandsvariationer i vandløbene.

Af tabel 4.3 og figur 4.1 fremgår, at fejlen på de beregnede vandstande for Seerdrup å øges drastisk, hvis afstanden mellem profilerne øges ud over 50-100 m. For Odense å sker der, som det ses af tabel 4.4 og figur 4.2, en mere gradvis øgning af fejlen, men mere end 100-200 m mellem tværprofilerne giver fejl over +/- 5 cm, hvilket er uacceptabelt.

Som det fremgår af ovenstående bemærkninger må det forventes at der kan opnås bedre resultater af vandspejlsberegningerne hvis der ved opmålingen af tværprofiler og placering af vandstandsskalaer tages hensyn til de hydrauliske forhold i vandløbene.

I tabel 4.5 ses at en reduktion af antallet af målepunkter fra 16 til 4 i det enkelte tværprofil giver en forskel i beregnet vandstand på 2-5 cm, størst ved små afstrømninger. Når forskellen er

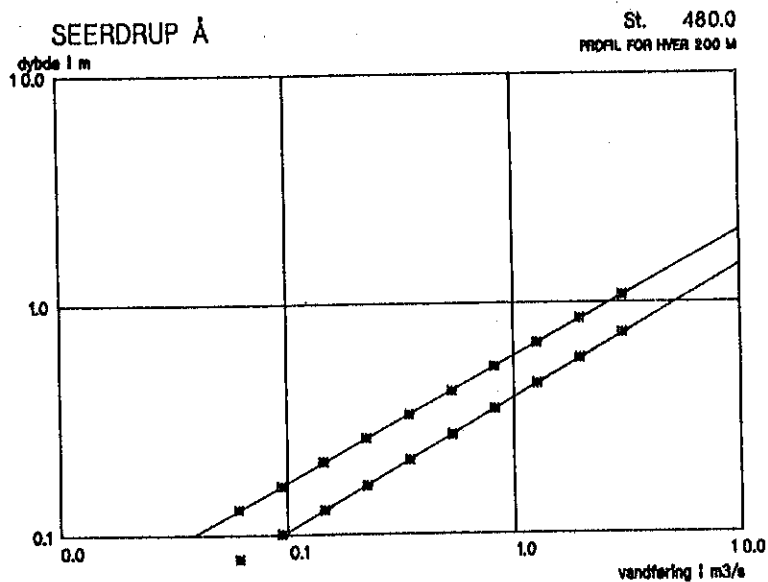
størst ved små afstrømninger, skyldes det at de udtyndede tværprofiler ikke beskriver bundvariationen særlig godt.

I naturlige vandløb om vinteren vil man normalt forvente at finde et Manning-tal på 25-35, men som det ses i tabel 4.6 giver anvendelse af et Manning-tal på 25 en markant forringelse af modellens evne til at beregne vandspejlene korrekt. Middelfejlen er på 20 cm og standardafvigelsen er på ca. 12 cm eller 3 gange så stor som ved anvendelse af kalibrerede Manningtal.

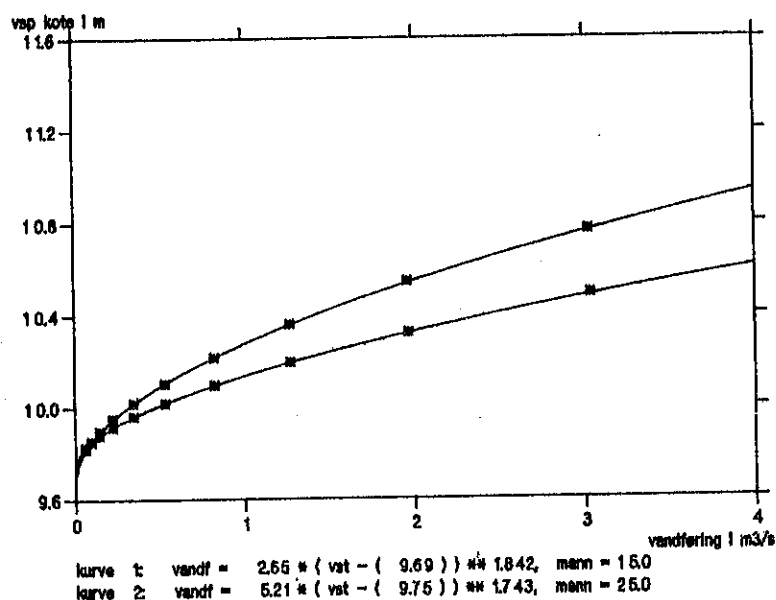
Selv for datasamlingerne med 50 m eller mindre mellem tværprofilerne giver anvendelse af Manning-tal 25 en markant forringelse af beregningsnøjagtigheden. Det er således helt nødvendigt at anvende kalibrerede Manningtal, når vandspejlsforløbet skal beregnes.

I figur 5.1 og 5.2 er vist et eksempel på, hvor forskellige QH-kurver bliver med henholdsvis et godt og et dårligt datamateriale fra Seerdrup å. Den øverste QH-kurve (den 'gode') er bestemt ved hjælp af opmåling med et tværprofil pr. 50 m og kalibreret Manningtal, den nederste QH-kurve (den 'dårlige') er bestemt ved hjælp af opmåling med et tværprofil pr. 200 m og et fast Manningtal på 25.

Konsekvensen af en sådan fejlagtig fastlæggelse af QH-kurven vil i det viste eksempel være at vandløbsmyndigheden tvinges ud i omfattende vedligeholdelsesarbejder, idet den fejlagtige QH-kurve ligger lavere end den rigtige og derfor ikke vil kunne overholdes, med mindre der laves opgravning i vandløbet.



Figur 5.1. Seerdrup å. QH-kurver i logaritmisk afbildning. Øverste kurve er beregnet med kalibrerede Manningtal og en afstand mellem tværprofilerne på 50 m, mens den nederste er beregnet med et fast Manningtal på 25 og en afstand mellem tværprofilerne på 200 m. (Seerdrup å. Rating curves shown with logarithmic scales. The upper rating curve is based on calibrated Manning numbers and 25 m between cross-sections. The lower curve is based on fixed Manning number (25) and 200 m between cross-sections.)



Figur 5.2. Seerdrup å. QH-kurver i lineær afbildning. Øverste kurve er beregnet med kalibrerede Manningtal og en afstand mellem tværprofilerne på 50 m, mens den nederste er beregnet med et fast Manningtal på 25 og en afstand mellem tværprofilerne på 200 m. (Seerdrup å. The upper rating curve is based on calibrated Manning numbers and 25 m between cross-sections. The lower curve is based on fixed Manning number (25) and 200 m between cross-sections.)

6. Sammendrag og Konklusion

Med vandløbsloven af 9. juni 1982 blev begrebet vandføringsevne indført i dansk lovgivning. Efter loven skal alle offentlige vandløb have udarbejdet nye regulativer før 1993. I vandløbsregulativerne skal der bl.a. være krav til vandløbets facon og vedligeholdelse. Disse krav kan beskrives i form af krav til vandføringsevnen. Ved opstilling af krav til vandføringsevnen, tages udgangspunkt i den aktuelle vandføringsevne. Der er således i de kommende år stort behov for at kunne fastlægge vandløbs vandføringsevne. Med traditionelle metoder vil dette kræve et meget omfattende feltarbejde. Hensigten med dette forsøgsarbejde er at vurdere hvor nøjagtigt vandføringsevnen kan fastlægges med en hydraulisk model. Det kritiske spørgsmål er hvor nøjagtigt kan den hydrauliske model beregne vandstanden i vandløbet ved forskellige vandføringer.

Der anvendes den stationære strømningssmodel VASP. VASP anvender Manningformlen og kontinuitetsligningen, og data i form af tværprofiler af vandløbet samt Manningtallet til at beskrive vandløbsbundens ruhed. Den største fejl ved modelberegningerne skyldes at vandløbets profil varierer mellem de opmålte tværprofiler. Dette kompenseres i modellen ved at justere Manningtallet så modellen beregner en observeret situation korrekt.

Til forsøgene blev udvalgt to vandløb: Seerdrup å og Odense å.

Seerdrup å er et 4,3 km langt vandløb med et fald på 1,6 o/oo, og der er ikke foretaget opgravning i vandløbet i 20 år. Oplandsarealet er ca 65 km². Der er opmålt et tværprofil for hver 50 m, på 3 forsøgsstrækninger dog for hver 5 m. På hver forsøgsstrækning er der opsat 4 vandstandsskalaer, og i vinteren 1985-86 er der gennemført 5 målerunder hvor vandstandsskalaerne er aflæst og vandføringen målt.

I Odense å er anvendt en 6,2 km lang strækning med et gennemsnitsfald på ca. 0,5 o/oo. Oplandsarealet til forsøgsstrækningens øvre ende er 477 km² og 499 km² til den nedre. Der er opmålt et tværprofil for hver 25 m og opsat vandstandsskalaer med en indbyrdes afstand af 200 m. I efteråret 1987 er der foretaget to målerunder hvor der er udført vandføringsmålinger og alle vandstandsskalaer er aflæst.

For at belyse hvilken betydning tværprofilernes indbyrdes afstand har på nøjagtigheden af beregnede vandspejl, er der lavet datasamlinger med tværprofiler i forskellig tæthed, og derefter lavet en række vandspejlsberegninger med hver datasamling.

Usikkerheden på vandspejlsberegningerne ved at opmåle det enkelte tværprofil med 4 punkter istedet for ca. 16, er undersøgt ved at reducere antallet af målepunkter i tværprofiler fra Seerdrup å.

For at belyse betydningen af at kalibrere Manningtallene frem for at anvende lærebogstal, blev beregningerne for Seerdrup å foretaget både med kalibrerede og med faste Manningtal.

Nøjagtigheden af beregningerne blev fastlagt ved at sammenligne observerede og beregnede vandstande.

Undersøgelserne viser, at ved anvendelse af et godt datamateriale kan vandspejlskoter beregnes med ganske få cm's nøjagtighed, og at det er muligt at erstatte en del feltarbejde med hydrauliske beregninger. På baggrund af eksperimenterne for Seerdrup å og Odense å kan der opstilles følgende krav til et godt datamateriale:

- Der skal tages hensyn til de hydrauliske forhold i vandløbet ved opmåling af tværprofiler og placering af vandstandsskalaer.
- Afstande mellem tværprofiler må i gennemsnit ikke være større end ca. 50 m i mindre vandløb med stærkt varieret tværprofil, og i større vandløb må den gennemsnitlige afstand ikke være større end 100-150 m.
- Detaljeringsgraden ved opmåling af det enkelte tværprofil betyder især noget for beregninger ved små vandføringer, og har kun mindre betydning for beregning med store vandføringer. En detaljeret opmåling er imidlertid ofte nødvendig for at kunne redegøre for vandløbets fysiske tilstand.
- Det er helt nødvendigt, at der foreligger konkrete vandstands- og vandføringsdata for det undersøgte vandløb, så modellen kan kalibreres.

7. Summary and Conclusions

The concept of *discharge capacity* was introduced into Danish law in 1982. According to the law, specifications for the maintenance and configuration of all rivers in Denmark must be determined by 1992. The actual discharge capacity could be used as a point of reference to determine these specifications. To establish these specifications extensive fieldwork is required. The present study considers the accuracy of hydraulic models in calculating the discharge capacity. The critical issue is the modelling of waterstage from discharge measurements.

A hydraulic stream model, VASP, based on the Manning formula and the equation of continuity was used. The model uses cross-sections and the Manning number to describe the river's physical properties. The number of cross-sections has a major influence on the model error. This was compensated by calibrating the Manning number to fit observed waterstages.

The data used in the present study were measured in the rivers, Seerdrup å and Odense å.

Seerdrup å is 4.3 km long and meanders naturally. The discharge area is approx. 65 km². Cross-sections were typically made for every 50 m while in 3 parts of the river, cross-sections were made every 5 m. Staff gauges were installed, and on 5 occasions during the winter of 1985-86, waterlevels and discharge rates were measured.

The section of Odense å chosen for this study is approx. 6.2 km long. The discharge area of the river is 477 km² at the uppermost point of the investigated section and 499 km² at the lowermost-point. Cross-sections were made for every 25 m. On 2 occasions during the autumn of 1987, waterlevels and discharge rates were measured.

A sensitivity analysis was performed using two parameters: 1) the distance between cross-sections and 2) the Manning number. Manning numbers taken directly from textbooks were compared to values calibrated by the model. The accuracy of the calculated waterlevels was compared to the observed waterlevels.

The best model fit was obtained with a distance between cross-sections of 50 m for Seerdrup å and

150 m for Odense å. No significant improvement was achieved by increasing the number of cross-sections, but fewer cross-sections led to less accurate results. Using calibrated Manning numbers, the model was typically able to calculate the waterlevels accurately to within a few centimeters. Using the fixed Manning numbers, the calculated waterlevels were accurate to within only 20 cm.

8. Litteratur

Engelund, F.A. (1969). Lærebog i hydraulik. Den Private Ingeniørfond, Danmarks Tekniske Højskole , pp. 120-124.

Jensen, J. Lundager (1986). VASP Hydraulik. Intern rapport, juni 1986.

Appendix 1: Seerdrup å. Opgørsler af differencen mellem observerede og beregnede vandspejlskoter. Kalibrerede Manningtal. (Seerdrup å. Observed waterlevel compared to calculated waterlevel. Calibrated Manning numbers.)

udtynding	total	50 m	topp.	top+bund	10 m - 1	10 m - 2	100 m	200 m	MID.BER	md	std	max	min		
STATION	08S	BER	d	BER	d	BER	d	BER	d	BER	d	BER	d		
obs. 02.12.1985															
480	1037	1031	-6.0	1029	-8.0	1031	-6.0	1035	-2.0	1032	-5.5	2	-2	-8	
584	1009	1014	5.0	1009	0.0	1011	2.0	1015	6.0	1013	4.0	4	11	0	
1614	825	830	5.5	830	5.5	830	5.5	829	4.5	831	6.5	3	13	5	
1712	803	810	7.0	810	7.0	810	7.0	810	7.0	811	8.0	6	5	3	
4112	476	475	-1.0	471	-5.0	477	1.0	475	-1.0	474	-2.0	8	15	-5	
4168	461	459	-1.5	454	-6.5	462	1.5	458	-2.5	460	-0.5	11	22	-7	
obs. 10.12.1985															
480	1092	1083	-9.0	1083	-9.0	1081	-11.0	1085	-7.0	1084	-8.0	2	-4	-11	
584	1065	1065	0.0	1064	-1.0	1062	-3.0	1066	1.0	1064	-1.0	4	11	-3	
1614	892	882	-10.0	883	-9.0	881	-11.0	882	-10.0	881	-11.0	2	-8	-15	
1712	865	865	0.0	862	-3.0	864	-1.0	867	2.0	865	0.0	4	2	-11	
4112	522	518	-4.0	516	-6.0	521	-1.0	516	-6.0	519	-3.0	10	18	-6	
4168	504	503	-1.0	501	-3.0	505	1.0	502	-2.0	504	0.0	13	27	-3	
obs. 17.12.1985															
480	1040	1033	-7.0	1031	-9.0	1034	-6.0	1037	-3.0	1035	-5.0	2	-3	-9	
584	1022	1017	-4.5	1012	-9.5	1014	-7.5	1017	-4.5	1018	-3.5	4	4	-10	
1614	835	834	-1.0	834	-1.0	834	-1.0	833	-2.0	835	0.0	1	1	-3	
1712	813	814	1.0	813	0.0	814	1.0	814	1.0	814	1.0	3	1	-8	
4112	478	476	-2.0	471	-7.0	478	0.0	473	-5.0	476	-2.0	8	14	-7	
4168	462	460	-1.5	455	-6.5	463	1.5	459	-2.5	462	0.5	12	24	-7	
obs. 28.01.1986															
480	1043	1035	-8.0	1033	-10.0	1035	-8.0	1038	-5.0	1036	-7.0	2	-5	-10	
584	1023	1018	-5.0	1013	-10.0	1015	-8.0	1018	-5.0	1017	-6.0	4	3	-10	
1614	838	835	-2.5	835	-2.5	834	-3.5	834	-3.5	836	-1.5	1	-2	-6	
1712	814	814	0.0	813	-1.0	814	0.0	814	0.0	814	0.0	3	0	-9	
4112	478	475	-3.0	470	-8.0	477	-1.0	472	-6.0	475	-3.0	8	12	-8	
4168	463	460	-2.5	455	-7.5	462	-0.5	459	-3.5	461	-1.5	11	21	-8	
obs. 11.04.1986															
480	997	989	-8.0	992	-5.0	997	0.0	1009	12.0	990	-7.0	10	12	-25	
584	979	971	-8.0	966	-13.0	975	-4.0	987	8.0	971	-8.0	7	8	-13	
1614	797	793	-4.0	791	-6.0	794	-3.0	794	-3.0	794	-3.0	1	-3	-6	
1712	772	772	0.0	776	4.0	772	0.0	770	-2.0	772	0.0	3	5	-6	
4112	434	431	-3.0	425	-9.0	435	1.0	429	-5.0	430	-4.0	6	8	-9	
4168	424	420	-3.5	408	-15.5	423	-0.5	420	-3.5	422	-1.5	9	12	-16	
saatlet															
480		md	std	md	std	md	std	md	std	md	std	md	std	md	std
480		-7.6	1	-8.2	2	-6.2	4	-1.0	8	-6.4	1	-8.4	1	-10.4	8
584		-2.5	5	-6.7	6	-4.1	4	0.9	6	-1.9	6	-3.3	5	3.5	9
1614		-2.4	6	-2.6	5	-2.6	6	-2.2	6	-3.0	6	-1.4	6	-0.4	8
1712		1.6	3	1.4	4	1.4	3	1.0	3	1.6	3	1.4	3	2.0	5
4112		-2.6	1	-7.0	2	0.0	1	-5.4	1	-2.6	1	-3.0	1	13.2	4
4168		-2.0	1	-7.8	5	0.6	1	-2.8	1	-0.6	1	-4.0	2	20.6	6
alle		-2.6	4	-5.2	5	-1.8	4	-1.6	5	-2.2	4	-3.1	4	4.8	12

- udtynding: afstand mellem tværprofiler (distance between cross-sections)
- STATION : stationsnummer (station number)
- OBS : observeret vandspejlskote (observed waterlevel)
- BER : beregnet vandspejlskote (calculated waterlevel)
- d : differens mellem BER og OBS (error of calculation)
- md : middeldifferens (mean of error)
- std : standardafvigelse af differens (standard deviation of error)
- max : største differens (maximum error)
- min : mindste differens (minimum error)
- obs : observations dato (date of observation).

Appendix 2: Odense å. Opgørsler af differensen mellem observerede og beregnede vandspejlskoter. Kalibrerede Manningtal. (Odense å. Observed waterlevel compared to calculated waterlevel. Calibrated Manning numbers.)

Table with columns for station, date, distance (25m to 400m), observed water level (OBS), calculated water level (BER), difference (d), mean difference (md), standard deviation (std), maximum (max), and minimum (min) error.

udtynding: afstand mellem tværprofiler (distance between cross-sections)

STATION : stationsnummer (station number)

OBS : observeret vandspejlskote (observed waterlevel)

BER : beregnet vandspejlskote (calculated waterlevel)

d : differens mellem BER og OBS (error of calculation)

md : middeldifferens (mean of error)

std : standardafvigelse af differens (standard deviation of error)

max : største differens (maximum error)

min : mindste differens (minimum error)

obs : observations dato (date of observation).

Appendix 3: Seerdrup å. Opgørslser af differencen mellem observe-rede og beregnede vandspejlskoter. Fast Man-ningtal på 15. (Seerdrup å. Observed waterlevel com-pared to calculated waterlevel. Fixed Manning number (15).)

udtynding		total	50 m	topp.	top+bund	10 m - 1	10 m - 2	100 m	200 m	MID.BER	md	std	max	min
STATION	OBS	BER d	BER d	BER d	BER d	BER d	BER d	BER d	BER d	BER d	md	std	max	min
obs. 02.12.1985														
480	1037	1023-14.0	1028 -9.0	1036 -1.0	1021-16.0	1023-14.0	1024-13.0	1011-26.0	1027-10.0	1024	-12.9	7	-1	-26
584	1009	1006 -3.0	1007 -2.0	1014 5.0	1001 -8.0	1006 -3.0	1007 -2.0	1004 -5.0	1001 -8.0	1006	-3.3	4	5	-8
1614	825	818 -6.5	816 -8.5	824 -0.5	817 -7.5	818 -6.5	819 -5.5	816 -8.5	819 -5.5	818	-6.1	3	-1	-9
1712	803	797 -6.0	796 -7.0	802 -1.0	795 -8.0	796 -7.0	796 -7.0	796 -7.0	787-16.0	796	-7.4	4	-1	-16
4112	476	461-15.0	459-17.0	467 -9.0	459-17.0	460-16.0	461-15.0	471 -5.0	469 -7.0	463	-12.6	5	-5	-17
4168	461	454 -6.5	452 -8.5	457 -3.5	453 -7.5	454 -6.5	453 -7.5	465 4.5	464 3.5	457	-4.0	5	5	-9
obs. 10.12.1985														
480	1092	1075-17.0	1080-12.0	1085 -7.0	1071-21.0	1075-17.0	1077-15.0	1066-26.0	1075-17.0	1076	-16.5	6	-7	-26
584	1065	1057 -8.0	1060 -5.0	1064 -1.0	1053-12.0	1058 -7.0	1057 -8.0	1055-10.0	1053-12.0	1057	-7.9	4	-1	-12
1614	892	868-24.0	870-22.0	870-22.0	864-28.0	867-25.0	869-23.0	871-21.0	868-24.0	868	-23.6	2	-21	-28
1712	865	850-15.0	849-16.0	852-13.0	848-17.0	850-15.0	850-15.0	845-20.0	844-21.0	849	-16.5	3	-13	-21
4112	522	513 -9.0	510-12.0	516 -6.0	512-10.0	513 -9.0	513 -9.0	524 2.0	524 2.0	516	-6.4	5	2	-12
4168	504	505 1.0	504 0.0	507 3.0	504 0.0	505 1.0	505 1.0	517 13.0	517 13.0	508	4.0	6	13	0
obs. 17.12.1985														
480	1040	1035 -5.0	1040 0.0	1048 8.0	1033 -7.0	1035 -5.0	1037 -3.0	1024-16.0	1038 -2.0	1036	-3.8	7	8	-16
584	1022	1019 -2.5	1020 -1.5	1026 4.5	1013 -8.5	1019 -2.5	1019 -2.5	1017 -4.5	1014 -7.5	1018	-3.1	4	5	-9
1614	835	832 -3.0	831 -4.0	836 1.0	830 -5.0	831 -4.0	832 -3.0	831 -4.0	833 -2.0	832	-3.0	2	1	-5
1712	813	812 -1.0	811 -2.0	816 3.0	810 -3.0	812 -1.0	811 -2.0	809 -4.0	803-10.0	811	-2.5	4	3	-10
4112	478	476 -2.0	472 -6.0	481 3.0	474 -4.0	474 -4.0	476 -2.0	489 11.0	488 10.0	479	0.8	7	11	-6
4168	462	465 3.5	463 1.5	469 7.5	465 3.5	465 3.5	465 3.5	481 19.5	481 19.5	469	7.8	7	20	2
obs. 28.01.1986														
480	1043	1034 -9.0	1039 -4.0	1046 3.0	1031-12.0	1034 -9.0	1035 -8.0	1023-20.0	1037 -6.0	1035	-8.1	7	3	-20
584	1023	1017 -6.0	1018 -5.0	1024 1.0	1012-11.0	1017 -6.0	1017 -6.0	1015 -8.0	1013-10.0	1017	-6.4	4	1	-11
1614	838	830 -7.5	830 -7.5	835 -2.5	829 -8.5	830 -7.5	831 -6.5	830 -7.5	831 -6.5	831	-6.8	2	-3	-9
1712	814	811 -3.0	809 -5.0	814 0.0	808 -6.0	810 -4.0	810 -4.0	808 -6.0	802-12.0	809	-5.0	3	0	-12
4112	478	475 -3.0	472 -6.0	481 3.0	473 -5.0	474 -4.0	476 -2.0	488 10.0	487 9.0	478	0.3	6	10	-6
4168	463	465 2.5	463 0.5	469 6.5	465 2.5	465 2.5	464 1.5	480 17.5	480 17.5	469	6.4	7	18	1
obs. 11.04.1986														
480	997	998 1.0	1003 6.0	1010 13.0	998 1.0	999 2.0	997 0.0	983-14.0	1005 8.0	999	2.1	8	13	-14
584	979	981 2.0	979 0.0	989 10.0	977 -2.0	979 0.0	981 2.0	977 -2.0	974 -5.0	980	0.6	4	10	-5
1614	797	794 -3.0	789 -8.0	801 4.0	796 -1.0	796 -1.0	794 -3.0	789 -8.0	794 -3.0	794	-2.9	4	4	-8
1712	772	773 1.0	775 3.0	779 7.0	771 -1.0	773 1.0	772 0.0	776 4.0	763 -9.0	773	0.8	5	7	-9
4112	434	434 0.0	431 -3.0	443 9.0	432 -2.0	432 -2.0	433 -1.0	442 8.0	441 7.0	436	2.0	5	9	-3
4168	424	423 -0.5	417 -6.5	431 7.5	424 0.5	424 0.5	420 -3.5	436 12.5	436 12.5	426	2.9	7	13	-7
sawlet														
480		md std	md std	md std	md std	md std	md std	md std	md std	md std	md std	md std	md std	md std
480		-8.8 7	-3.8 7	3.2 8	-11.0 8	-8.6 8	-7.8 6	-20.4 6	-5.4 9		-7.8	9.6	13	-26
584		-3.5 4	-2.7 2	3.9 4	-8.3 4	-3.7 3	-3.3 4	-5.9 3	-8.5 3		-4.0	5.0	10	-12
1614		-8.8 9	-10.0 7	-4.0 10	-10.0 10	-8.8 9	-8.2 8	-9.8 7	-8.2 9		-8.5	8.3	4	-28
1712		-4.8 6	-5.4 7	-0.8 7	-7.0 6	-5.2 6	-5.6 6	-6.6 9	-13.6 5		-6.1	7.1	7	-21
4112		-5.8 6	-8.8 6	0.0 7	-7.6 6	-7.0 6	-5.8 6	5.2 7	4.2 7		-3.2	8.0	11	-17
4168		0.0 4	-2.6 5	4.2 5	-0.2 4	0.2 4	-1.0 4	13.4 6	13.2 6		3.4	7.7	20	-9
alle		-5.3 6	-5.6 6	1.1 7	-7.3 7	-5.5 7	-5.3 6	-4.0 12	-3.0 11		-4.4	8.4	19.5	-20.0

udtynding: afstand mellem tværprofiler (distance between cross-sections)

STATION : stationsnummer (station number)

OBS : observeret vandspejlskote (observed waterlevel)

BER : beregnet vandspejlskote (calculated waterlevel)

d : differens mellem BER og OBS (error of calculation)

md : middeldifferens (mean of error)

std : standardafvigelse af differens (standard deviation of error)

max : største differens (maximum error)

min : mindste differens (minimum error)

obs : observations dato (date of observation).

Appendix 4: Seerdrup å. Opgørsler af differencen mellem observerede og beregnede vandspejlskoter. Fast Manningtal på 25. (Seerdrup å. Observed waterlevel compared to calculated waterlevel. Fixed Manning number (25).)

udtynding STATION	OBS	total		50 m		topp.		top+bund		10 m - 1		10 m - 2		100 m		200 m		MID.BER	md	std	max	min
		BER	d	BER	d	BER	d	BER	d	BER	d	BER	d	BER	d	BER	d					
obs. 02.12.1985																						
480	1037	1004	-33.0	1013	-24.0	1021	-16.0	1004	-33.0	1005	-32.0	1008	-29.0	996	-41.0	1014	-23.0	1008	-28.9	8	-16	-41
584	1009	992	-17.0	992	-17.0	1001	-8.0	988	-21.0	992	-17.0	993	-16.0	989	-20.0	985	-24.0	992	-17.5	5	-8	-24
1614	825	805	-19.5	801	-23.5	811	-13.5	806	-18.5	805	-19.5	805	-19.5	801	-23.5	805	-19.5	805	-19.6	3	-14	-24
1712	803	784	-19.0	783	-20.0	789	-14.0	782	-21.0	783	-20.0	782	-21.0	782	-21.0	772	-31.0	782	-20.9	5	-14	-31
4112	476	452	-24.0	450	-26.0	456	-20.0	451	-25.0	451	-25.0	452	-24.0	459	-17.0	457	-19.0	454	-22.5	3	-17	-26
4168	461	448	-12.5	447	-13.5	449	-11.5	447	-13.5	448	-12.5	448	-12.5	454	-6.5	454	-6.5	449	-11.1	3	-7	-14
obs. 10.12.1985																						
480	1092	1045	-47.0	1051	-41.0	1059	-33.0	1039	-53.0	1044	-48.0	1050	-42.0	1040	-52.0	1051	-41.0	1047	-44.6	7	-33	-53
584	1065	1032	-33.0	1035	-30.0	1040	-25.0	1026	-39.0	1034	-31.0	1032	-33.0	1031	-34.0	1028	-37.0	1032	-32.8	4	-25	-39
1614	892	844	-48.0	843	-49.0	846	-46.0	841	-51.0	841	-51.0	844	-48.0	844	-48.0	843	-49.0	843	-48.8	2	-46	-51
1712	865	824	-41.0	820	-45.0	825	-40.0	821	-44.0	822	-43.0	823	-42.0	818	-47.0	814	-51.0	821	-44.1	4	-40	-51
4112	522	499	-23.0	497	-25.0	500	-22.0	498	-24.0	499	-23.0	499	-23.0	507	-15.0	506	-16.0	501	-21.4	4	-15	-25
4168	504	495	-9.0	495	-9.0	496	-8.0	495	-9.0	495	-9.0	495	-9.0	502	-2.0	502	-2.0	497	-7.1	3	-2	-9
obs. 17.12.1985																						
480	1040	1013	-27.0	1021	-19.0	1030	-10.0	1012	-28.0	1014	-26.0	1018	-22.0	1006	-34.0	1022	-18.0	1017	-23.0	7	-10	-34
584	1022	1002	-19.5	1003	-18.5	1010	-11.5	997	-24.5	1002	-19.5	1002	-19.5	999	-22.5	996	-25.5	1001	-20.1	4	-12	-26
1614	835	816	-19.0	813	-22.0	821	-14.0	815	-20.0	815	-20.0	816	-19.0	813	-22.0	816	-19.0	816	-19.4	3	-14	-22
1712	813	795	-18.0	793	-20.0	793	-20.0	792	-21.0	794	-19.0	793	-20.0	793	-20.0	783	-30.0	793	-20.3	4	-14	-30
4112	478	462	-16.0	458	-20.0	467	-11.0	460	-18.0	461	-17.0	461	-17.0	472	-6.0	470	-8.0	464	-14.1	5	-6	-20
4168	462	454	-7.5	452	-9.5	457	-4.5	453	-8.5	454	-7.5	454	-7.5	465	3.5	465	3.5	457	-4.8	5	4	-10
obs. 28.01.1986																						
480	1043	1012	-31.0	1020	-23.0	1028	-15.0	1011	-32.0	1013	-30.0	1017	-26.0	1005	-38.0	1021	-22.0	1016	-27.1	7	-15	-38
584	1023	1000	-23.0	1001	-22.0	1008	-15.0	996	-27.0	1001	-22.0	1001	-22.0	998	-25.0	994	-29.0	1000	-23.1	4	-15	-29
1614	838	815	-22.5	812	-25.5	820	-17.5	815	-22.5	814	-23.5	815	-22.5	812	-25.5	815	-22.5	815	-22.8	2	-18	-26
1712	814	794	-20.0	792	-22.0	798	-16.0	791	-23.0	792	-22.0	792	-22.0	792	-22.0	782	-32.0	792	-22.4	4	-16	-32
4112	478	462	-16.0	458	-20.0	466	-12.0	460	-18.0	461	-17.0	461	-17.0	472	-6.0	470	-8.0	464	-14.3	5	-6	-20
4168	463	454	-8.5	453	-9.5	457	-5.5	454	-8.5	454	-8.5	454	-8.5	465	2.5	465	2.5	457	-5.5	5	3	-10
obs. 11.04.1986																						
480	997	988	-9.0	995	-2.0	1001	4.0	990	-7.0	990	-7.0	988	-9.0	973	-24.0	997	0.0	990	-6.8	8	4	-24
584	979	972	-7.0	969	-10.0	980	1.0	969	-10.0	970	-9.0	972	-7.0	969	-10.0	964	-15.0	971	-8.4	5	1	-15
1614	797	787	-10.0	778	-19.0	793	-4.0	789	-8.0	788	-9.0	785	-12.0	780	-17.0	785	-12.0	786	-11.4	5	-4	-19
1712	772	767	-5.0	767	-5.0	771	-1.0	764	-8.0	766	-6.0	765	-7.0	768	-4.0	756	-16.0	766	-6.5	4	-1	-16
4112	434	426	-8.0	423	-11.0	435	1.0	425	-9.0	424	-10.0	425	-9.0	431	-3.0	430	-4.0	427	-6.6	4	1	-11
4168	424	417	-6.5	411	-12.5	423	-0.5	417	-6.5	418	-5.5	413	-10.5	417	-6.5	426	2.5	418	-5.8	5	3	-13
sawlet																						
480		md	std	md	std	md	std	md	std	md	std	md	std	md	std	md	std					
480		-29.4	14	-21.8	14	-14.0	13	-30.6	16	-28.6	15	-25.6	12	-37.8	10	-20.8	15		-26.1	14.4	4	-53
584		-19.9	9	-19.5	7	-11.7	10	-24.3	10	-19.7	8	-19.5	9	-22.3	9	-26.1	8		-20.4	9.1	1	-39
1614		-23.8	14	-27.8	12	-19.0	16	-24.0	16	-24.6	16	-24.2	14	-27.2	12	-24.4	14		-24.4	13.3	-4	-51
1712		-20.6	13	-22.4	14	-17.0	14	-23.4	13	-22.0	13	-22.4	13	-22.8	15	-32.0	12		-22.8	13.1	-1	-51
4112		-17.4	6	-20.4	6	-12.8	9	-18.8	6	-18.4	6	-18.0	6	-9.4	6	-11.0	6		-15.8	7.3	1	-26
4168		-8.8	2	-10.8	2	-6.0	4	-9.2	3	-8.6	3	-9.6	2	-1.8	5	0.0	4		-6.8	5.0	4	-14
alle		-20.0	12	-20.5	11	-13.4	11	-21.7	13	-20.3	12	-19.9	11	-20.2	15	-19.0	15		-19.4	12.5	4.0	-53.0

udtynding: afstand mellem tværprofiler (distance between cross-sections)

STATION : stationsnummer (station number)

OBS : observeret vandspejlskote (observed waterlevel)

BER : beregnet vandspejlskote (calculated waterlevel)

d : differens mellem BER og OBS (error of calculation)

md : middeldifferens (mean of error)

std : standardafvigelse af differens (standard deviation of error)

max : største differens (maximum error)

min : mindste differens (minimum error)

obs : observations dato (date of observation).

Bilag 3

Bilag 1 - Specifikation for vandløbsopmåling, Orbicon





BILAG 1 – SPECIFIKATION FOR VANDLØBSOPMÅLING

Dette bilag beskriver detaljer omkring, hvor der skal måles i en vandløbsopmåling. Bilaget er en uddybning af punkterne omkring opmålingsproceduren, der er beskrevet i kravspecifikationen i udbudsmaterialet.

Startpunkt

Det er vigtigt at indmåle vandløbsstrækningens start, så GIS-streg og stationering startes det rigtige sted. Ofte startes ved et kendemærke såsom et rørudløb, røroverkørsel, bro, skalapæl, kantpæl, ved et tilløb osv. I nogen tilfælde er der ikke nogen kendemærker. Her kan et kort hjælpe med at lokalisere det præcise startpunkt.

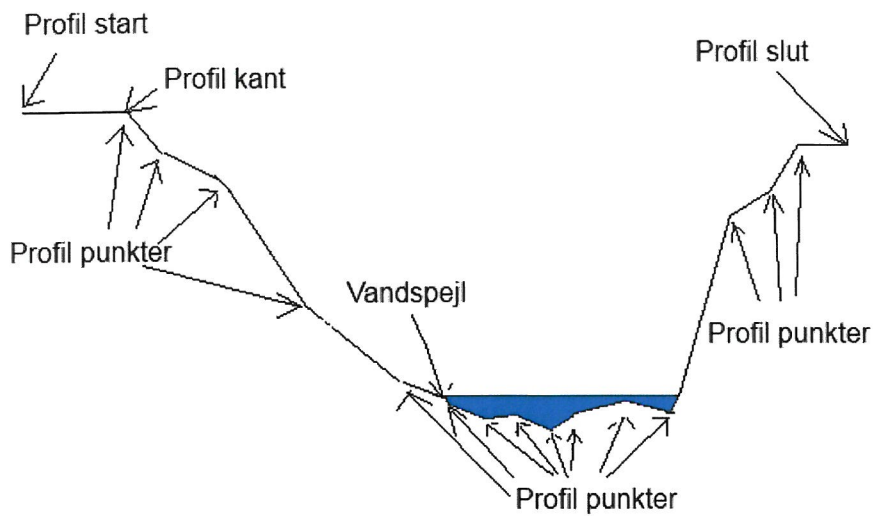
Tværfiler

Der skal opmåles et profil umiddelbart før og efter en ændring for at få et billede af forandringerne i vandløbet. En ændring kan være, at vandløbet bliver betydeligt bredere/smaller, eller skifter fald (ses oftest ved, at strømhastigheden ændres).

Et sandfang illustrerer en sådan ændring. Et sandfang skal opmåles på følgende måde; et profil før indløbet til sandfanget, et efter indløbet i sandfanget, et umiddelbart inden udløbet og et profil efter udløbet af sandfanget. Ved styrt måler du et profil før styrtet, overløbskanten og et profil umiddelbart efter styrtet.

Når du starter en profilopmåling, skal det angives, om du starter på højre eller venstre side af vandløbet (nedstrøms retning). Selve profilet startes og slutes minimum 2 meter fra øverste kronekant. Profilet skal yderligere inkludere kommende 10 meter bræmmer, i den forstand at der måles et punkt 10 meter fra hver kronekant. Ved behov måles flere terrænpunkter mellem 2 og 10 meter punkterne (det gælder f.eks. ved store terræn variationer).

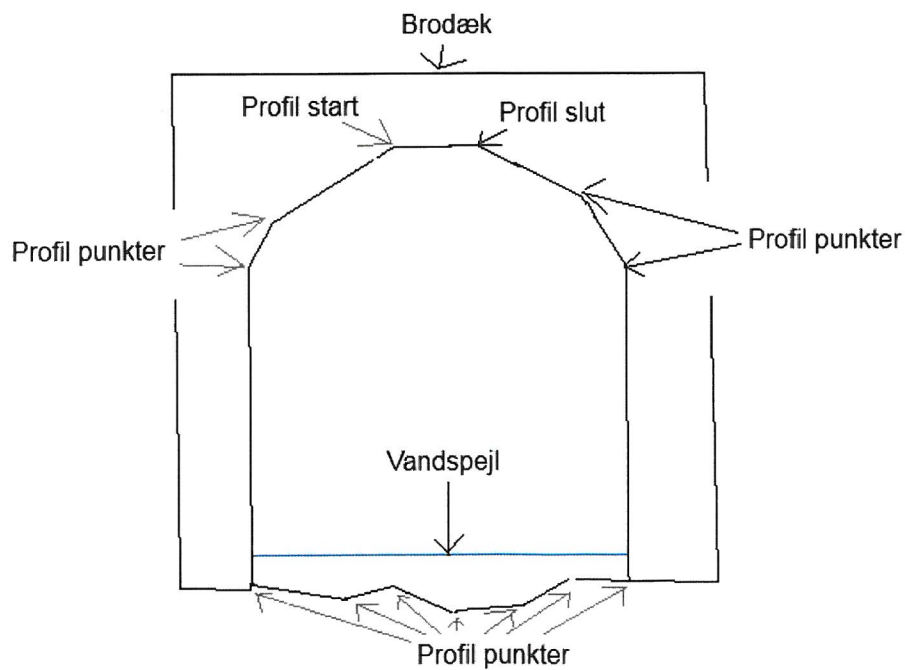
Det er vigtigt at få alle konturer med i profilet. Dette gælder især nede i vandet, hvor antallet af punkter afhænger af variationen gennem profilet. Antallet af punkter kan variere mellem 6 – 20 punkter eller mere ved store og meget varierende vandløb. Det er vigtigt, at opmålingsudstyret holdes ovenpå vandløbsbunden, og at du ikke lader den synke ned i mudderet/sandet.



Figur 1: Eksempel på almindeligt tværprofil

Broer

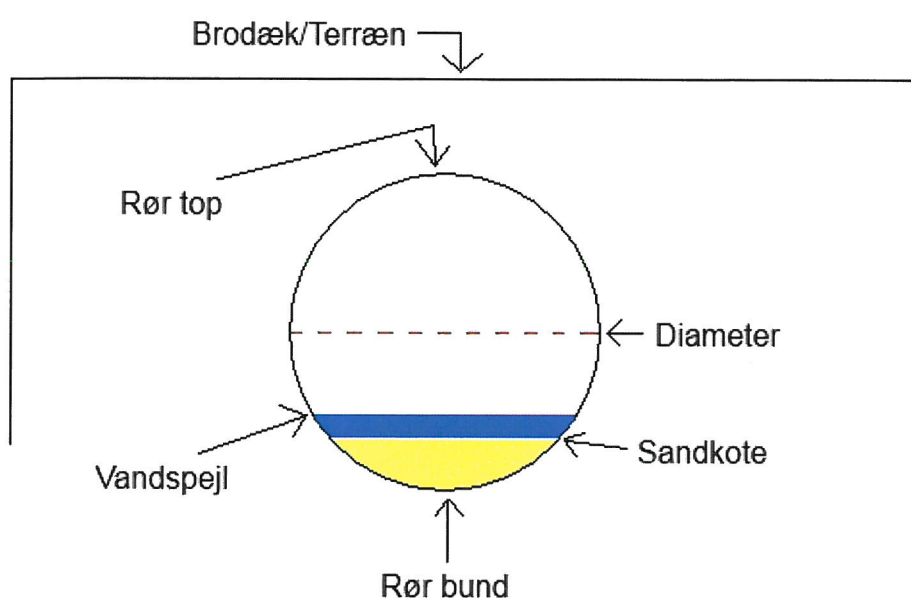
Indløb og udløb skal indmåles. Det er selve "hullet" der skal måles. Tværprofiler måles før og efter broen. Ved indløb og udløb måles et punkt på brodækket.



Figur 2: Eksempel på broprofil.

Røroverkørsler

Ved opmåling af røroverkørsler skal rørindløb og -udløb indmåles. Dette gøres ved at måle bunden af røret (på indersiden af røret) og måle diameteren på røret. Hvis der er sand/mudder i røret, måles toppen af dette også. Selve brodækket skal også måles. Tværprofiler skal måles umiddelbart før og efter røroverkørslen.



Figur 3: Eksempel på røroverkørsel

Rørlagte strækninger

Der anvendes samme opmålingsmetode som ved røroverkørsler.

Bygværker

I tilfælde af stemmeværker og lignende indmåles de enten som røroverkørsler eller broer, dvs. ind- og udløbsdimensionerne måles, samt profil før og efter.

Skalapæle, åbne tilløb og rørtilløb

Fælles for de tre emner er, at der skal registreres side af vandløbet de er placeret i, set i nedstrøms retning.

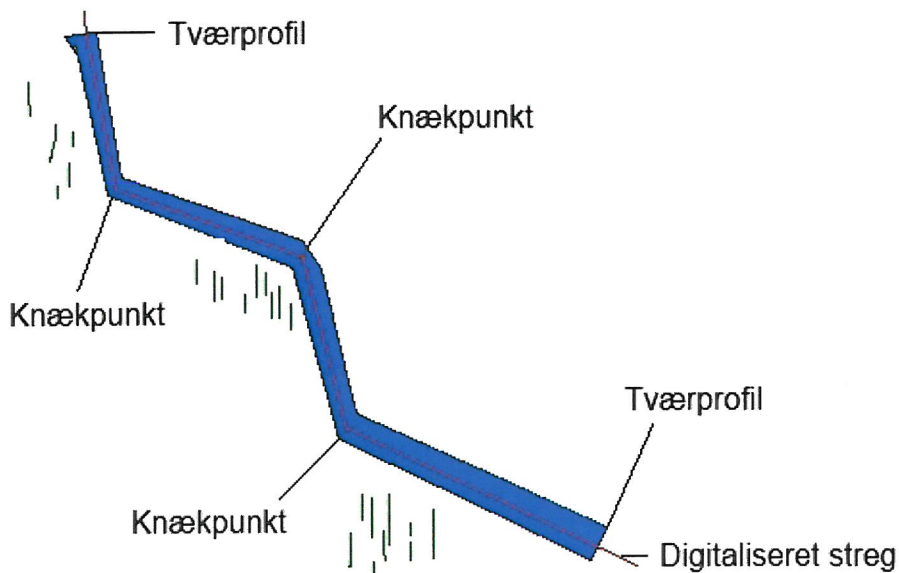
Skalapæle: Toppen af skalablikket samt længden af skalablikket registreres (typisk 1 m eller 0,5 m). Toppen af pælen kan med fordel indmåles i tilfælde af at skalaen falder af pælen.

Åbne tilløb: Dette kan være andre vandløb eller blot grøfter. Bredden af bunden af tilløbet, tilløbsbunden, bunden i hovedvandløbet samt terrænet i begge sider måles.

Rørtilløb: Måles på indersiden i bunden af røret og med angivelse af dimension. Ellers medtages de øvrige punkter som ved de åbne tilløb.

Knæpunkter

For at få hele vandløbets forløb og længde er det nødvendigt at lave knæpunkter, der hvor vandløbet svinger. På denne måde bliver GIS-stregen etableret rigtigt, og det er vigtigt af hensyn til stationeringen af vandløbet. De fleste sving kræver flere knæpunkter.

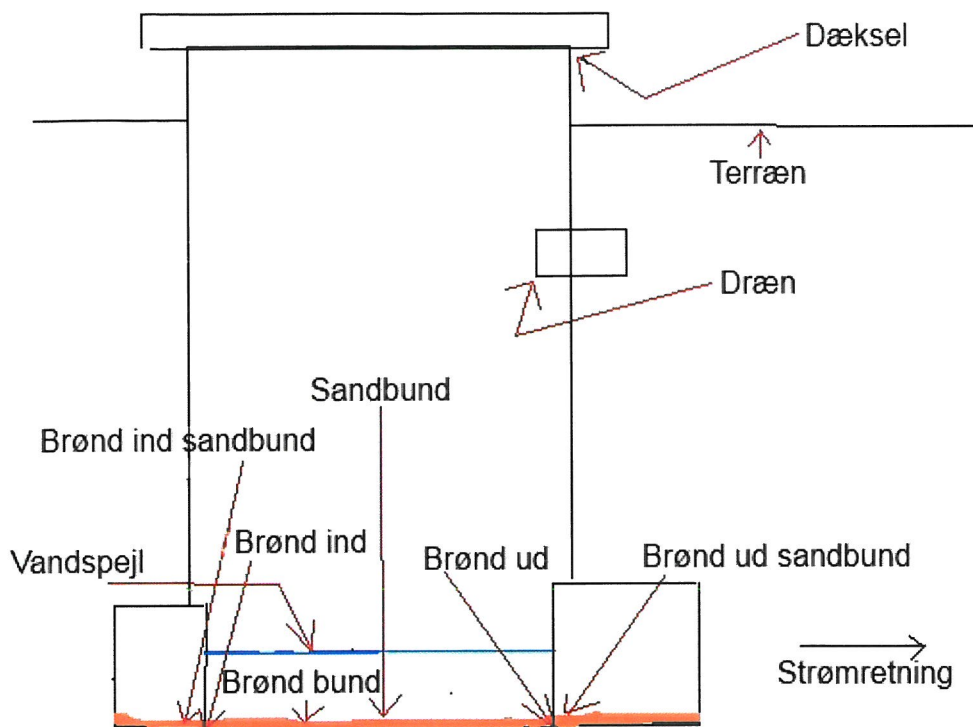


Figur 4: Eksempel på opmåling af knæpunkter.

Brønde

I nogle tilfælde kan der være rørlagte strækninger på vandløbet. De rørlagte strækninger går ofte igennem en brønd, som skal indmåles. Da der kan være en del rør i en brønd er det vigtigt at afklare, hvad der er rørtilløb, og hvad der er hovedløb.

Det ses af den efterfølgende figur, hvor der skal foretages opmålinger ved brønde. Sandbund og dræn registreres kun hvis de eksisterer.



Figur 5: Eksempel på en brønd

Krydsende ledninger

Krydsende ledninger såsom elkabler, vandrør, spildevandsledninger mv. indmåles (stationeres) i det omfang, det er muligt og typen registreres.

Faskiner

Faskiner indmåles (stationeres) i det omfang, det er muligt. Type og vandløbsside registreres.

Udløb

Udløbet måles ved vandløbets slutning. Der måles et tværprofil før udløbet og et udløbspunkt i selve udløbet, så GIS-streg og stationering bliver rigtig.

Bilag 4

Procedure for sikring kvalitet i opmålinger, databearbejdning og afrapportering
Orbicon, 8. august 2013.



Procedure for sikring kvalitet i opmålinger, databearbejdning og afrapportering

Formålet med denne procedure er at sikre kvaliteten af de udførte opmålinger i forhold til det som er aftalt med kunden. Der er altid 3 forskellige roller i frembringelsen af en kontrolrapport: 1 opmåleren, 2 rapportskriveren og 3 godkenderen. De to første roller kan varetages af samme person, den tredje rolle (godkenderen) varetages altid af person som ikke har deltaget i opmålingen og rapportskrivningen.

1. Opmåleren indlæser ved hjælp af VASP-GPS programmet deres rådata i VASP databasen. Og melder deres data klar til rapportskriveren.
2. Rapportskriveren skal behandle de indsamlede data i VASP og skrive oprensingsrapporten til kunden.
 - a. Rapportskriveren sammenligner det udførte opmålingsarbejde, vandløbsnavn og strækninger, med den kontrakt som definerer opgaven.
 - b. Rapportskriveren kontrollerer at opmålingen er foretaget i henhold til Orbicons opmålingsprocedure med hensyn til udstyr, placering af profiler og målepunkter.
 - c. Rapportskriveren rekvirerer det gældende regulativ, og indlæser det i VASP.
 - d. Rapportskriveren foretager kontrol at det opmålte profil, efter den metode som fastsættes i regulativet.
 - e. Rapportskriveren samler alle vurderinger i en samlet rapport, som sendes til godkenderen.
3. Godkenderen printer rapport og profiler.
 - a. Godkenderen sammenholder rapporten med kontrakten, og sikrer at det leverede arbejde med opmåling og rapport er som aftalt i kontrakten.
 - b. Godkenderen gennemgår alle behandlede data i rapporten (tvær- og længdeprofiler, arealer, eller vandføringsberegninger) i forhold til de i regulativet beskrevne dimensioner og kriterier for oprensning.
 - c. Godkenderen er særlig opmærksom på om rapportskriveren har overset en strækning med oprensning, eller omvendt har foreskrevet oprensning hvor der ikke er belæg for at kræve dette. At dette er indskrevet i oprensningsskemaet.
 - d. Den godkendte rapport, med eventuelle rettelser leveres tilbage til rapportskriveren.
4. Rapportskriveren retter eventuelle fejl i rapporten. Rapport og GIS-filer omdannes til pdf, og sendes sammen med VASP filer til kunden, og lægges i VASP databasen og i Orbicons dokumentsystem som dokumentation for det afleverede produkt.

Lars Kaalund, Orbicon

d. 8. august 2013

Bilag 5

Effektiv og sikker indsamling af vandløbsdata med app'en
Danske Vandløb, 2013



Effektiv og sikker indsamling af vandløbsdata med app'en

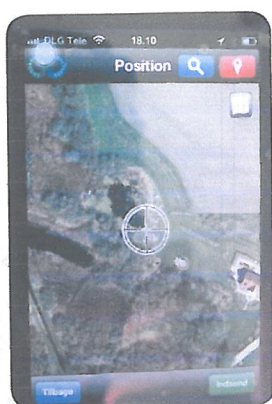
DV-VANDLØBSTJEK

FACT SHEET



App'en installeret på en smartphone og i brug ved et vandløb

Danske Vandløb har udviklet en fleksibel løsning til registrering og dokumentering af forhold vedrørende drift og vedligeholdelse af vandløb.



Dette skærmbillede fra app'en viser vandløbets position på et kort.

Formålet med "DV-Vandløbstjek" er at stille et professionelt værktøj til rådighed for bredejere, så de kan registrere, dokumentere og fremsende rapport til den lokale vandløbsmyndighed om forhold, der ikke lever op til det pågældende vandløbsregulativ. Ved en samtidig fremsendelse til ålauget vil dette sammen med flere bredejerers indmeldinger skabe et overblik over det pågældende vandløbs driftstilstand.

Kommunen er ansvarlig for vandløbets vedligeholdelse og drift. Kommunen kontraherer med firmaer om oprensning, grødeskæring m.m., men en fysisk kontrol af de udførte entrepriser er generelt ikke mulig for kommunens medarbejdere, da det drejer sig om mange kilometer vandløb. Det

er her bredejerne kan bistå kommunen med kontrol og indberetning, så det gældende vandløbsregulativ kan overholdes, og vandafledning samt miljøforhold opretholdes.

Danske Vandløb har udarbejdet "DV-Vandløbstjek" som et selvstændigt rapporteringsmodul på den samme platform, som Landbrug og Fødevarer har benyttet til udvikling af app'en "Rapporter Vildsvin". L&F har støttet udviklingen og tilladt, at de to rapporteringsmoduler markedsføres sammen på AppStore og GooglePlay med betegnelsen "Vildsvin og Vandløbstjek", hvorfra den gratis kan hentes.

Rapportering via smartphone
"DV-Vandløbstjek" består af et rapporteringsmodul på smartphone,



Hav app'en på din smartphone og brug den når du går langs vandløbet og ser forhold der enten skal arkiveres eller rapporteres til rette myndighed.

hvor man i felten først vælger enten Vildsvin eller DV- Vandløbstjek. Under Vandløbstjek vælges der derefter mellem 5 mulige emner: Rapport vandløbets inventar, - vandstand, - grødetilstand, - brinktilstand eller rapporter bjørneklo. Under hvert af disse emner er der en række mulige indberetninger at vælge imellem. Vælges emnet grødetilstand, vil der kunne indberettes "Før grødeskæring", "Efter Grødeskæring" eller "Andet". Vælges "Før grødeskæring", er næste skærbillede "Rapporter

bemærkning", hvor der kan laves en beskrivelse af situationen, f.eks. "helt tilgroet strømrrende bestående af tagrør". Derefter kan der tages op til 3 fotos af det tilgroede vandløb, hvorefter positionen angives på et kort, der indsendes ved tryk på knappen "Indsend". De indrapporterede fakta overføres til en database, og indsenderen får automatisk tilsendt en mail til sin indbakke med det link, der skal bruges til at udskrive en PDF rapport.

Medlemmer af Danske Vandløb kan derefter åbne det fremsendte link ved at indtaste et af ålauget opgivet brugernavn og adgangskode. Dette åbner "Kortløsningen", hvor der vises et digitalt luftfoto med bredejerens indberetninger. Herfra vælges den eller de indberetninger, der ønskes udskrevet i en PDF rapport, hvor de indrapporterede forhold udskrives sammen med et minikortudsnit af sagen. Denne PDF rapport videresendes til ålaug og den kommunale vandløbsmyndighed.

Danske Vandløb
 Danske Vandløb
 Åselåv 3
 DK-1029 København V

Rapport fra bredejer
 Bemærkning: disse observationer er en prøve

LE34

Reporteringspunkt: 05-06-2013 12:23

Oversendte indberetninger er fortaget med GISM Vandløb. Ønsker du et overblik over og effektiv håndtering af opgaverne med kommunens vandløb. Læs mere om GISM Vandløb her: www.l34.dk/GISMVandloeb Side 1 af 2

Danske Vandløb
 Danske Vandløb
 Åselåv 3
 DK-1029 København V

Rapport fra bredejer
 LE34

Højkergårdsvej 1, 4160 Herlufmagle (36m)
 ID: 38730
 Reg. tidspunkt: 30. Maj 2013, kl. 15:08
 Antal: 1-20 stk.
 Bemærkning: 3 planter

Højkergårdsvej 1A, 4160 Herlufmagle (77m)
 ID: 38714
 Reg. tidspunkt: 30. Maj 2013, kl. 13:55
 Vandløbets inventar: Dyrerudløb
 Bemærkning: 4 former plastov

Holmager 35, 4171 Glumse (180m)
 ID: 38760
 Reg. tidspunkt: 1. Jun 2013, kl. 17:50
 Vandløbets inventar: Erosion
 Bemærkning: Ny bro etableret

Reporteringspunkt: 05-06-2013 12:23

Oversendte indberetninger er fortaget med GISM Vandløb. Ønsker du et overblik over og effektiv håndtering af opgaverne med kommunens vandløb. Læs mere om GISM Vandløb her: www.l34.dk/GISMVandloeb Side 2 af 2

Eksempler på hvordan rapport fra bredejer ser ud.



Scan QC-koden og hent app'en med det samme.

Bilag 6

Vandføringsmåling med vingeinstrument, Århus Universitet, 2011



Titel: Vandføringsmåling med vingeinstrument			
Dokumenttype: Teknisk anvisning	TA. nr.: B03	Version: 1.0	Oprettet:
Forfatter: Niels Bering Ovesen	Gyldig fra: 01.01.2011		
	Sider: 15		
	Sidst ændret:		
TA henvisninger	B02 – B04 – B05		

0 Indhold

1 Indledning	1
2 Metode.....	2
2.1 Tid, sted og periode.....	2
2.1.1 Valg af måleprofil.....	2
2.2 Udstyr	3
2.3 Måleprocedure	3
2.3.1 Valg af instrument	3
2.3.2 Måleopstilling	4
2.3.3 Vertikaler og målepunkter	5
2.3.4 Måletid	6
2.3.5 Vandstand	6
2.3.6 Grøde/plantevækst.....	6
2.4 Vedligehold af instrumenter.....	6
2.4.1 Kalibrering	7
2.5 Særlige forholdsregler.....	7
3 Databehandling	9
3.1 Beregninger	9
3.2 Data og koder.....	10
4 Kvalitetssikring.....	11
4.1 Kvalitetssikring af metode	11
4.2 Kvalitetssikring af data og dataaflevering.....	11
5 Referencer.....	12
6 Bilag	13
6.1 Dataformat	13
6.1 Relaterede TA'er	14
7 Oversigt over versionsændringer	15

1 Indledning

Denne tekniske anvisning beskriver fastsættelse af vandføring i vandløb og åbne kanaler ved brug af vingeinstrumenter. Anvisningen dækker udstyr, måleprocedure, databehandling og kvalitetssikring af vingemålinger.

Anvisningen er udarbejdet i henhold til de gældende internationale standarder på området, men på en række punkter er anvisningen konkretiseret i forhold til standarderne, da anvisningen er specifikt rettet mod målinger i danske vandløb. Danske vandløb er generelt små, har ringe fald og har meget grødevækst, hvilket stiller særlige krav, for at opnå en tilfredsstillende sikkerhed på måleresultaterne.

Standardiseret og nøjagtig måling af vandføringen er vigtig, idet disse data er grundlæggende i forbindelse med bl.a. administration af vandressourcerne samt vandbalance- og stoftransportopgørelser. Ved feltmålingerne vil der dog altid være en vis grad af individuelt skøn, f.eks. i forbindelse med placering af måleprofil og placeringen af målevertikaler. Derfor er uddannelse, erfaring og omhu en vigtig forudsætning for at tilvejebringe de bedst mulige data.

2 Metode

En vandføringsmåling med vingeinstrument består af samtidig opmåling af tværprofilets areal (A) og måling af vandets middelhastighed (V). Middelhastigheden fastsættes ved måling af hastighed i et antal punkter i profilet. Vandføringen (Q) kan herefter fastlægges ved beregning eller grafisk ved summering af produkterne af hastighed og tilsvarende areal for en serie af observationer i tværprofilet, svarende til $Q = V * A$.

Vandets hastighed i de enkelte punkter i vandløbstværsnittet bestemmes med vingeinstrumentet, der har en specifik sammenhæng mellem omdrejningshastighed og strømhastigheden. Hvert enkelt sæt vinge og instrument med tilhørende montering (opspænding) har således en specifik kalibreringsformel, der jævnligt skal kontrolleres jf. afsnit 2.3.1.

Opmåling af tværprofilets areal fastlægges ud fra dybdemålinger, der foretages samtidig med hastighedsmålingerne.

I et regulært profil er strømningshastigheden mindst ved bunden og langs bredderne. For at opnå den mest nøjagtige måling af vandføringen, er det vigtigt at måle hastigheden i flere punkter i tværprofilet, der hvor der er store gradienter i hastigheden, - f.eks. ved bunden og ved spring i dybden. Kraftig vind kan påvirke hastigheden nær overfladen.

2.1 Tid, sted og periode

Vandføringsmålinger foretages hele året.

Dog kan det i perioder med hård frost, hvor vandløbet er helt eller delvis dækket af is, være meget vanskeligt at udføre målinger. Måling under is er ikke dækket af denne anvisning.

2.1.1 Valg af måleprofil

For at opnå det bedste måleresultat, skal følgende forhold opfyldes bedst muligt:

- Målingen foretages på en lige strækning med ensartede tværprofiler og fald.
- Hvis der kun er en kort lige strækning skal 2/3 af den ligge opstrøms måleprofilet og 1/3 nedstrøms.
- Strømningsretningen skal være den samme i hele tværprofilet og vinkelret på måleprofilet.

- Bund og breder skal være stabile og veldefinerede ved alle vandstande.
- Der skal være regulær hastighedsfordeling i hele tværprofilet.
- Profiler med hvirvler og modstrøm skal undgås.
- Tværprofilet skal være grødefrit og fri for store sten eller andre ujævnheder.
- For permanente vandføringsstationer skal det tilstræbes at vandføringsmålingen så vidt muligt foretages i det samme tværprofil hver gang. (Oftentimes vil måling umiddelbart nedstrøms en bro være optimalt, da profilet er regulært og grøden er skygget væk under broen).
- Hvis det ved ekstreme vandstande er nødvendigt at måle et andet sted end normalt, må der ikke være betydelige ind- og udstrømninger på den mellemliggende strækning.

2.2 Udstyr

Der anvendes følgende udstyr til en vinge måling (afhængig af måleopstilling):

- Målebånd/tommestok/stadie
- Pløkke til fastgørelse af målebånd
- Vingeinstrument med tilhørende stang eller anden opspænding
- Tællekasse og målebog eller håndholdt computer/PDA eller anden enhed til dataopsamling
- Evt. båd
- Skovl/le til fjernelse af grøde
- Redningsvest

2.3 Måleprocedure

2.3.1 Valg af instrument

Følgende instrumenter er de mest anvendte i Danmark:

- Kleinflügel med lille vinge (Ø 30 mm)
- Kleinflügel med stor vinge (Ø 50 mm)
- Universalflügel med vinge A (Ø 100mm)

Vingerne kan have forskellig stigning, hvilket er afgørende for, hvor hurtigt de drejer rundt ved en given strømhastighed. Ved store hastigheder anvendes vinge med stor stigning (næsten lige vingeprofil), og ved lave hastigheder vinge med lille stigning (flere "gevinddrejninger"). I almindelige danske vandløb kan normalt anvendes en vinge med middel-stigning, f.eks. OTT-vinge 3 (Ø 50 mm) eller universalflügel med vinge A.

Ved valg af instrument og vinge anvendes følgende retningslinjer:

- Den gennemsnitlige vanddybde i profilet skal om muligt være mindst 4 gange propeldiameteren.
- Ved en gennemsnitlig vanddybde over ca. 40 cm bør anvendes Universalflügel, vinge A eller instrument med lignende specifikationer. jf. ISO 2537.

2.3.2 Måleopstilling

Vingemåling foretages på en af følgende måder:

- Vademåling, - stående i vandløbet med instrumentet monteret på en stang
- Bromåling, - fra bro med instrumentet opspændt på en forlænget stang eller ophængt i en wire med tyngdevægt på eller under instrumentet
- Bådmåling, - stang eller wire

Vademåling med stang skal anvendes i lave vandløb, normalt ved dybeste vandstand mindre end ca. 1 meter.

Ved vademåling skal personen stå nedstrøms for og så langt væk fra instrumentet som muligt, så vandet frit kan passere og hastigheden ved instrumentet er upåvirket.

Bromåling anvendes i større vandløb. I store vandløb, hvor der ikke findes en bro eller den ikke kan anvendes, er det nødvendigt at lave målingen fra en båd. Båden fastholdes i måleprofilen ved hjælp af et tov eller en wire spændt på tværs af vandløbet.

Til opmåling af profilet samtidig med målingens gennemførelse, opspændes et målebånd på tværs af profilet. Dybden måles med stangen eller wiren. Målepunkternes og breddernes position noteres/indtastes. Målepunkternes dybdeposition angives enten i forhold til vandoverfladen eller bunden, afhængig af softwarens procedure og indstilling.

Målingen skal altid foretages i et profil vinkelret på strømningsretningen.

I særlige tilfælde kan det være nødvendigt at måle fra en bro, der ikke er vinkelret på strømningsretningen, og her udføres en skråmåling. I dette tilfælde er det en fordel at anvende en såkaldt komponentpropel (F.eks. vinge

A, Univesalflügel), der automatisk korrigerer for det "skæve" profil. Med komponentpropel skal instrumentet holdes vinkelret på målebånd og bro, og således *ikke* parallelt med strømretningen. Anvendes der ikke komponentpropel skal instrumentet holdes parallelt med strømretningen, og den beregnede vandføring skal reduceres med faktor cosinus til vinkel mellem det vinkelrette profil og aktuelt måleprofil, jvf.: DS/EN ISO 748.

2.3.3 Vertikaler og målepunkter

Placering af målepunkter i et antal vertikaler i tværprofilet er af stor betydning for målingens nøjagtighed. Et utilstrækkeligt antal vertikaler og punkter medfører, at hastighedsfordelingen ikke bliver fastlagt godt nok, og at resultatet derfor bliver for usikkert. Det mest nøjagtige er at måle i flere punkter i hver vertikal, med integration af hastighedsfordelingen med dybden (hastighedsfordelingsmetoden). Specielt i de danske, små og irregulære vandløb, er denne metode at anbefale.

Vertikaler:

Der er følgende krav til antallet af vertikaler jf. retningslinjerne i international standard (DS/EN ISO 748):

Vandløbsbredde	Antal vertikaler
0 - 0,5 meter	5 - 6
0,5 - 1,0 meter	6 - 7
1,0 - 3,0 meter	7 - 8
3,0 - 5,0 meter	8 - 10
5,0 - 10,0 meter	10 - 12
(>10,0 meter	>12)

(angivelserne er ekskl. vertikaler, der angiver breddernes placering)

Vertikaler placeres over evt. knæpunkter i bundprofilet og hvor strømmen er stærkest. Flere vertikaler indsættes hvor hastighed eller dybde varierer meget.

I store vandløb sættes afstanden mellem vertikaler som tommelfingerregel til 1-2 gange vertikaldybden, og vandføringen i hvert vertikalsegment må ikke overstige 10 % af den totale vandføring.

Punkter:

Der skal så vidt muligt måles i mindst 3 punkter i hver vertikal. (lige under overfladen, ca. 0,4 gange vertikaldybden over bunden og lige over bunden).

Hvis vanddybden i vertikalen er mindre end 3 gange vingediameteren måles i 2 punkter (lige under overfladen og lige over bunden).

Hvis vanddybden i vertikalen er mindre end 2 gange vingediameteren måles i 1 punkt (ca. 0,4 gange vertikaldybden over bunden).

Antallet af målepunkter og deres placering skal så vidt muligt fastsættes, så der maksimalt er en forskel i hastigheden på ca. 20 % mellem 2 punkter. (Jvf. DS/EN ISO 748 – Hastighedsfordelingsmetoden).

2.3.4 Måletid

Der måles i 30 sekunder i hvert målepunkt. (Jvf.: DS/EN ISO 748). Ved periodisk pulsering i strømmen, eller meget lav strømhastighed kan det være nødvendigt med måling i 60 sekunder. Det kan f.eks. være aktuelt, hvor der er store grødeøer længere opstrøms, der svajer i strømmen, men hvor det ikke er muligt at skære det, inden målingen påbegyndes.

2.3.5 Vandstand

Vandstanden registreres før og efter vandføringsmålingen, med en præcision på 0,5 cm, og gennemsnittet anvendes som "plottevandstand". Hvis en evt. vandstandsvariation under målingen er større end 5 cm eller 5 % af gennemsnitsdybden i måleprofilen, er målingen for usikker og kasseres. Måling må udføres på et senere tidspunkt ved mere stabil vandstand.

2.3.6 Grøde/plantevækst

Evt. grødevækst omkring måleprofilen skal fjernes, således hastighedsfordelingen i vertikalerne bliver regulær. Vandstanden aflæses inden evt. grødeskæring eller fjernelse af materiale, der kan opstuve. Hvis denne oprensning medfører fald i vandstanden, kan vandføringsmålingen først påbegyndes, når vandstanden er stabiliseret.

Grødemængden vurderes og der angives et grødetal på mellem 0 og 10, hvor 0 svarer til et grødefrit vandløb og 10 svarer til at hele vandløbsprofilen er grødefyldt. Vurderingen skal foretages på strækningen nedstrøms for målestedet.

2.4 Vedligehold af instrumenter

Alm. vedligeholdelse:

Udskiftning af olie foretages dagligt. Ved olieskift er det vigtigt, at snavs og sand ikke kommer i kontakt med aksel og lejer. Ny kalibrering skal foretages ved funktionsfejl.

Spintest:

På Kleinflügel udføres spintest ved at puste kraftigt eller give et hurtigt slag på vingen. Testen er i orden, hvis tiden inden vingen står stille er mindst 15 sekunder. På Universalflügel foretages spintesten ved et hurtigt slag på vingen, og tiden inden vingen står stille skal være mindst 2 minutter. Spintest foretages for hver 5 - 10 målinger, og inden hver måling kontrolleres om vingen kører let uden friktion.

For hvert instrument føres en logbog hvori olieskift, spintest og kalibreringsoversigt fremgår.

2.4.1 Kalibrering

Kalibreringsintervaller: C2, Kleinflügel: ca. 3 år
C31, Universalflügel: ca. 5 år
eller efter ca. 300 timers drift.

Kalibrering skal foretages af en certificeret institution.

Kalibreringsstandard:

Kalibrering skal foretages med 0,1 m/s-intervaller i lavt hastighedsområde, 0,25 m/s-intervaller i mellem hastighedsområde og 0,5 m/s-intervaller i højt hastighedsområde. jf. ISO 3455 og ISO 2537.

Kalibreringsområde: Hastighedsinterval 0 - 1,5 m/s for Kleinflügler.
Hastighedsinterval 0 - 2,0 m/s for Universalflügler.

Hastighedsintervallet for kalibreringen skal dække hele måleområdet. I større danske vandløb kan hastigheden i særlige tilfælde være næsten 2 m/s, men i mindre vandløb kommer den ikke over 1,5 m/s.

Resultatet af kalibreringen er en kalibreringsformel: $V = a \cdot n + b$, hvor V = hastighed, a = konstant bestemt af vingens hydrauliske stigning, b = konstant bestemt af friktion i instrumentet og n = vingens rotationshastighed (omdr./sek.). Kalibreringsformlen kan være opdelt i 2 - 3 intervaller med forskellige konstanter, idet det ikke i alle tilfælde er tilstrækkeligt med én retlinet sammenhæng. Kalibreringsformlen kan alternativt angives på formen: $V = a \cdot n^2 + b \cdot n + c$. Intervaller, konstanter og formel fastlægges af kalibreringsinstitutionen.

2.5 Særlige forholdsregler

For at undgå spredning af evt. smitsomme sygdomme skal måleudstyret desinficeres, hvis det anvendes i flere vandløbssystemer efter hinanden. Måling af flere lokaliteter i samme system skal ske ovenfra og nedstrøms. Desinfektion skal ske efter retningslinjerne i Sikkerhedshåndbog for Naturstyrelsens udegående funktioner eller anden godkendt kommunal anvisning for desinfektion ved vandløbstilsyn.

UDKAST

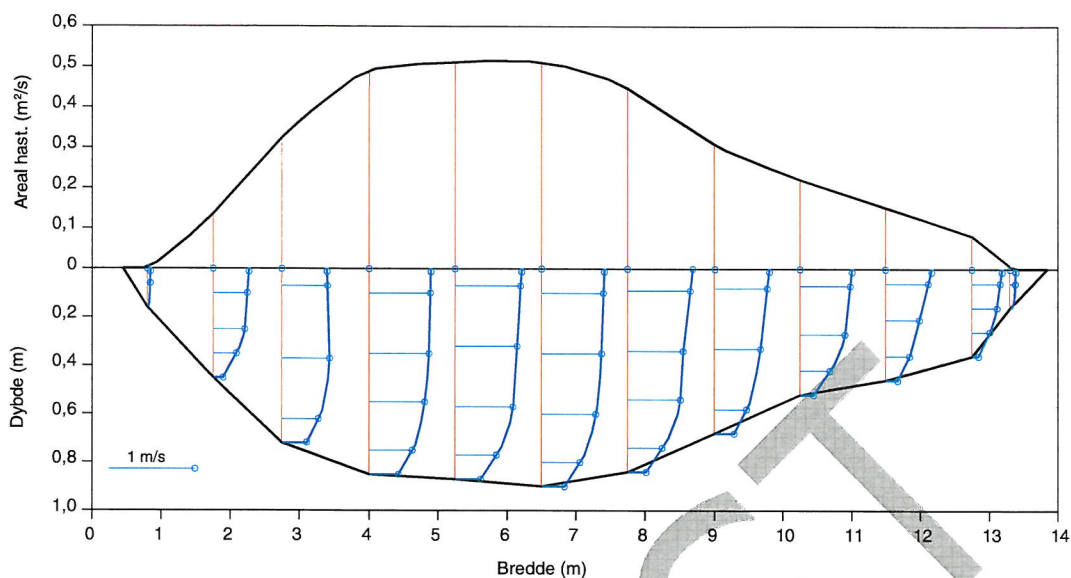
3 Databehandling

3.1 Beregninger

Beregning af vandføringen foretages efter en af følgende metoder, jvf. DS/EN ISO 748:

- Dybde-hastighed integrationsmetoden, der består af en grafisk integration af arealhastigheden over tværsnittet, baseret på hastighedskurven for hver vertikal med tilnærmet logaritmisk hastighedsfordeling mod bunden. (figur 1).
- Hastighed-areal integrationsmetoden (hastighed-kontureringsmetoden), - 3D integration over hastighedspunkterne for hele tværprofilet. Ved denne metode, er der ikke krav til, at målepunkterne er tilknyttet en bestemt vertikal.
- Middel-sektion metoden (Gennemsnit af segmenter fra en vertikal til de to nærmeste med efterfølgende summation)
- Midt-sektion metoden (Hver vertikal repræsenterer et segment halvvejs til nabovertikalerne og segmenterne summeres)

Beregningerne foretages i fagsystemet (Hymer), der anvender Dybde-hastighed integrationsmetoden. Alternativt kan beregningerne foretages med anden software eller manuelt. Det skal her sikres, at en af ovenstående metoder benyttes, og der skal anvendes tilnærmet logaritmisk hastighedsfordeling mod bunden.



Figur 1. Beregning af vandføring fra vingemåling – dybde-hastighed integrationsmetoden.

3.2 Data og koder

Datafil med alle rå-data indlæses i databasen (HYMER). Eksempel på standardformat fremgår af bilag 6.1

Hvis vandføringsmålingen er beregnet inden indlæsning i databasen, skal resultater med følgende data som minimum indlæses:

- Dato og klokkeslæt
- Vandføring
- Vandstand
- Tværsnittets maksimale vanddybde
- Tværsnittets middelhastighed
- Tværsnittets bredde
- Grødetal
- Instrumenttype (Vingearbejd)

4 Kvalitetssikring

4.1 Kvalitetssikring af metode

Ud over at følge de konkrete anvisninger er det vigtigt at feltpersonalet udviser stor omhyggelighed under målingen og kan vurdere vandløbet og om nødvendigt løbende optimere antallet af vertikaler og målepunkter. Man skal vide hvad data skal bruges til, og at et dårligt resultat kan betyde ekstra arbejde ved den videre databehandling.

Det er vigtigt at være grundig med fjernelse af evt. grøde, så hastighedsprofilen bliver så regulært som muligt, og så der er mindst muligt tilbage der kan bremse vingen eller forstyrre målingen.

4.2 Kvalitetssikring af data og dataaflevering

Det er vigtigt at foretage kontrol af vandføringsmålinger inden lagring i database. Kontrollen foretages ved visuel kontrol af plot af hastighedsfordelingerne i vertikaler og tværsnit. Herved opdages, hvis der er sket fejl i indtastninger eller registrering. Hvis der er etableret en QH-kurve for den pågældende station, kontrolleres målingen yderligere ved et plot på den.

Generelt kan det antages, at usikkerheden på en vingemåling der er foretaget i henhold til anvisningerne er omkring 5 %. Usikkerheden på vingemålinger er generelt større i helt små vandløb, hvor betydningen af gradienten ved bredderne og bunden er relativt stor. Målinger ved meget lave hastigheder medfører ligeledes forøget usikkerhed, og især omkring minimumhastigheden for instrumentets respons (starthastigheden), skal man være særlig påpasselig. For yderligere beskrivelse af usikkerhed på vingemålinger se f.eks. Herschy 2009.

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 2537: 2007. Hydrometry – Rotating-element current-meters

ISO 3455: 2007. Hydrometry - Calibration of current-meters in straight open tanks.

UDKAST

6 Bilag

6.1 Dataformat

Eksempel på standard tekst-format til udveksling af vingemålingsdata.

```
[DATA]
Stednummer system :DDHMSTNR
Stednummer        :52.07
Maaling beg       :0203121245
Maaling slut      :0203121308
Markmand          :HST
Institution        :DMU
Grodetal          :0
Maalebog/TerminalID :NULL
Vandtemp          :NULL
Vst variation     :0
Vandprove udtaget :0
Maale sammenheng :00
Maale metode      :01
Maale profil      :6
Start vandstand   :72.00
Skala nummer      :1
Slut vandstand    :72.00
Skala nummer      :1
Plotte vandstand  :72.00
Skala nummer      :1
Ekstra vandstand1 :NULL
Skala nummer      :NULL
Ekstra vandstand2 :NULL
Skala nummer      :NULL
Ekstra vandstand3 :NULL
Skala nummer      :NULL
Instrument         :121396
Vinge              :A-121564
Opspending         :20
Bemerkning         :NULL
Data type          :1
*
V 1 0.50 0.00 3
V 2 0.70 16.00 1
   6.00 26.000 30.00 1
V 3 0.95 30.00 1
   10.00 45.000 30.00 1
   20.00 39.500 30.00 1
V 4 1.20 36.00 1
   6.00 67.000 30.00 1
   16.00 56.000 30.00 1
```

26.00	47.500	30.00	1
V 5 1.50	40.00	1	
10.00	75.000	30.00	1
20.00	58.000	30.00	1
30.00	41.000	30.00	1
V 6 1.80	46.00	1	
6.00	87.500	30.00	1
21.00	76.500	30.00	1
36.00	42.000	30.00	1
V 7 2.10	49.00	1	
9.00	85.000	30.00	1
24.00	68.500	30.00	1
39.00	44.000	30.00	1
V 8 2.40	54.00	1	
9.00	93.500	30.00	1
29.00	74.500	30.00	1
44.00	69.000	30.00	1
V 9 2.70	58.00	1	
8.00	95.000	30.00	1
28.00	91.000	30.00	1
48.00	73.000	30.00	1
V 10 3.00	54.00	1	
9.00	93.000	30.00	1
29.00	77.500	30.00	1
44.00	52.500	30.00	1
V 11 3.30	38.00	1	
8.00	33.500	30.00	1
18.00	16.500	30.00	1
28.00	17.500	30.00	1
V 12 3.60	23.00	1	
8.00	0.000	30.00	3
13.00	0.000	30.00	3
V 13 3.90	0.00	2	

6.1 Relaterede TA'er

B05: Vandføringsmåling med akustisk Dopplerinstrument (ADCP)

B02: Hydrometriske stationer, drift og vedligeholdelse

B04: Hydrometriske stationer, databehandling og beregninger

7 Oversigt over versionsændringer

Version	Dato	Emne:	Ændring:

UDKAST