

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal bidra til en stabil og effektiv overføring av hydrologiske data til NVE. Den skal sikre at observerte eller beregnede hydrologiske data overføres korrekt og enhetlig til den nasjonale hydrologiske databasen uavhengig av hvem som har samlet inn data.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle hydrologiske data som skal sendes til NVE. Retningslinjene omfatter ikke krav til målemetode, målenøyaktighet eller innrapporteringsfrekvens for de ulike hydrologiske målingene. Dette er behandlet i egne retningslinjer for de ulike typer målinger.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Datainnsending til NVE

4.1 Generelt

Alle data skal alltid tidsmerkes med *norsk normaltid* («vintertid») tilsvarende UTC+1. Unntak er kun i formater som støtter eksplisitt angivelse av tidssone.

Måleenhet for verdier følger SI-systemet og de fleste formater støtter vanlige brukte prefiks (tierpotens). Normalt brukes ett siffer mer i tallverdien enn målerverdiens faktiske nøyaktighet. F.eks. for vannhøyde angitt i meter, målt med $\pm 1\text{cm}$ nøyaktighet brukes 3 desimaler (4,512m). For vanntemperatur målt med $\pm 0,1^\circ\text{C}$ nøyaktighet brukes 2 desimaler (4,12°C).

Dersom en tidsserie inneholder manglende verdier (instrumentfeil, ikke målt osv.) skal dette merkes eksplisitt i henhold til formatets spesifikasjon for dette. Dersom formatet ikke støtter eksplisitt merking av manglende verdier, settes tallverdien til «-9999» eller «-10000000». Andre verdier (f.eks. «0», «-1», «NaN», «null») skal ikke brukes.

NVEs stasjons- og parameterkoder («Tidsserie-ID») skal brukes for å entydig identifisere dataene.

4.2 Innsending via e-post

Ordinære tidsserier med måledata skal primært sendes på e-post til NVEs system for automatisk datahåndtering, kalt *AMIS* (amis@nve.no). En eller flere filer kan sendes samlet, men alle filer i én e-post må være i samme format. Emnefeltet må inneholde en unik kode som NVE tildeler hver innsender.

Det er støtte for innsending i formatene «GS2», «Exdat» og «Vardat». Formatnavnet må settes inn i emnefeltet etter koden nevnt over. Ytterligere beskrivelse av formatene og mer utfyllende teknisk informasjon om systemet og nødvendig forberedelse er vedlagt.

Det er ikke støtte for innsending via FTP eller andre protokoller. E-post er valgt som transportmetode fordi det erfaringsmessig har mindre problemer med brannmurinnstillinger og endringer i nettverk hos både hos avsender og NVE. Dersom leverandørens datasystem ikke har direkte støtte for eksport av data via e-post finnes en rekke 3.partsverktøy for automatisk sending av filer via e-post.

4.3 Manuell registrering

NVE har lagt til rette for manuell registrering av måledata via en web-løsning, kalt *ManWeb*. I tillegg til ordinær tidsserie kan det her også registreres manuelt avleste kontrollverdier og verdier for snøens vannekvivalent og snøtaksering.

Hver innsender tildeles en «registreringsnøkkel» som brukes ved innlogging på adressen <http://manweb.nve.no>. Det er ikke behov for unikt brukernavn eller passord ut over dette. Det er ikke mulig å få innsyn i data via tjenesten, og det er bevist valgt en enkel innloggingsmetode for å forenkle administrasjon og tilgjengelighet.

5. Henvendelser

Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Vedlegg

- 1 - AMIS
- 2 - Filformatet «EXDAT»
- 3 - Filformatet «Vardat»
- 4 - Filformatet «GS2»

Vedlegg 1 - AMIS

Hva er AMIS?

AMIS er et datasystem hos NVE som muliggjør tilnærmet helautomatisk behandling og innrapportering av måledata til NVEs dataarkiver. Systemet baserer seg på at en leverandør (regulant, observatør etc.) sender måledata via e-post over Internett til NVE. Leverandøren på sin side kan om ønskelig automatisere denne prosessen, for eksempel ved at eksisterende driftssystemer settes opp til å jevnlig sende de ønskede dataene. Hos NVE vil dataene gå igjennom ulike kontrollrutiner (sikkerhetskontroll, konsistenskontroll etc.) før de legges inn i det permanente dataarkivet. Det vil også bli gjort en manuell kvalitetskontroll på dataene i ettertid.

Forberedelser

Før en leverandør kan begynne å sende inn måledata til NVE må vedkommende leverandør registreres i AMIS systemet. For å gjøre dette trenger NVE disse opplysningene:

- *Navn, adresse og kontaktperson.*
- *E-post adresse til den som sender inn måledata (avsenderadresse, evt bare domene)*
- *E-post adresse for evt. kvitteringer*
- *E-post adresse for evt. feilmeldinger*
- *Hvilke måledata som det er ønske om å sende inn*
- *Måleenhet (meter, cm, liter pr. minutt etc.)*
- *Målemetode (momentanverdier, middelvei, maksimalverdier etc.)*
- *Hvor lang tid det tar fra verdiene blir samlet inn til de blir oversendt NVE*
- *Hvorvidt leverandøren ønsker kvittering på innsendte måledata*

Når leverandøren er registrert, vil det bli tildelt en unik og konfidensiell registreringsnøkkel som identifiserer den enkelte leverandør.

Innsending

Dataene skal sendes via e-post til adressen AMIS@nve.no. Dette kan gjøres manuelt med et vanlig e-postprogram, eller automatisk ved hjelp av spesialprogrammer for periodisk utsendelse av e-post.

Det er viktig at programmet som brukes sender meldinger som **ren tekst**, og *ikke* som for eksempel RTF («*Rich Text Format*») eller HTML («*HyperText Markup Language*»).

E-post format

E-post meldingen som sendes kan formateres på to ulike måter. Det er svært viktig at dette gjøres riktig slik at ikke data går tapt.

Den enkleste og mest robuste metoden er å sende en eller flere datafiler som vedlegg til en melding. Eventuell tekst som står i selve meldingen vil ikke bli lest, så det er viktig at det ikke skrives beskjer eller data der. Denne løsningen er valgt for å unngå problemer med signaturfiler som enkelte e-post programmer automatisk legger til i slutten av hovedmeldingen. Det er ingen begrensning på antall vedlegg, men alle vedleggene må være i samme format. Dersom det ikke er mulig eller ønskelig å sende dataene som vedlegg, kan dataene legges i selve meldingen. Det er da viktig at det ikke i tillegg sendes data som vedlegg. Det kan være ønskelig å bruke dette formatet hvis for eksempel sendmail på UNIX systemer benyttes for å sende meldingen. (Hjelp til å implementere en slik løsning kan fås ved seksjon for hydroinformatikk, Hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no).

Uavhengig av hvordan meldingen bygges opp, må emnefeltet inneholde registreringsnøkkelen som leverandøren er blitt tildelt. I tillegg til denne nøkkelen skal navnet på formatet dataene sendes inn i, stå i dette feltet (f.eks. "xyz12T6 exdat").

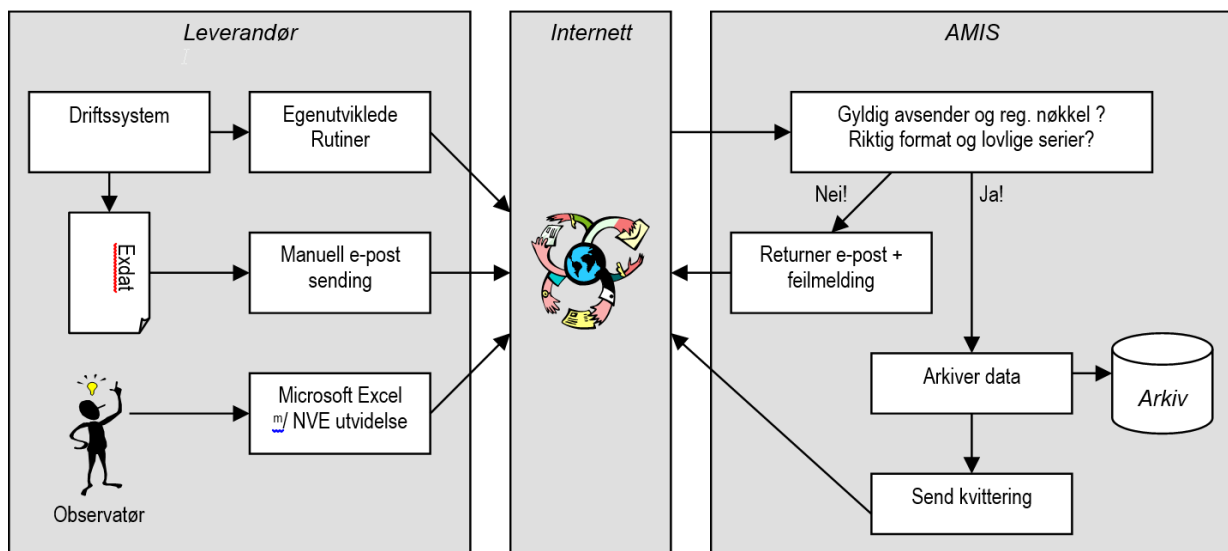
Dataformat

Måledataene som sendes inn kan være enten GS2, EXDAT eller VARDAT-2. Fullstendig beskrivelse av disse formatene kan fås fra Hydrologisk avdeling. En leverandør kan sende inn forskjellige e-post med ulikt format, men i hver enkelt e-post må alle datafiler ha samme format.

Virkemåte

AMIS er et program som kontinuerlig sjekker om det har kommet e-post til adressen AMIS@nve.no. Først sjekker programmet at meldingen inneholder en gyldig registreringsnøkkel og at meldingen er sendt fra en godkjent e-post adresse. Dernest blir meldingen lest igjennom for å se at data er sendt inn i et lovlig format. Hvis alt ser ut til å være OK, sjekker programmet at vedkommende innsender har lov til å sende inn de seriene som er sendt. Til slutt sjekker programmet at enhetene og målemetoden for verdiene er riktige. Når alt er kontrollert og verifisert blir samtlige måleserier konvertert til NVEs interne dataformat og sendt videre i behandlingssystemet. Først når dette er gjort blir det eventuelt sendt en kvittering til avsender.

Dersom systemet avdekker en feil under noen av disse kontrollene, blir meldingen returnert til avsender med opplysning om hva som var galt. Det er viktig å merke seg at ingen data går videre i NVEs systemer dersom det blir avdekket en feil. Hvis det for eksempel sendes inn fem filer og det oppdages en feil i kun en av dem, blir samtlige vedlegg avvist, og må sendes på nytt. Det vil på den måten aldri være tvil om hva som er blitt registrert og ikke.



Vedlegg 2 - Filformatet «EXDAT»

EXDAT er et tekstbasert, linjeorientert filformat for utveksling av tidsseriedata **med fast tidsoppløsning**.

En exdat fil kan bestå av en eller flere blokker med data. Hver blokk består av et hode med statusinformasjon knyttet til dataene, og selve dataene ordnet kronologisk. Hodet inneholder informasjon om måleserieidentifikasjon, datatype, periode og tidsoppløsning. Dataene innenfor en periode må være sammenhengende, dvs. at det må finnes verdier for alle tidspunktene i perioden i h.h.t. tidsoppløsningen.

En fil kan bestå av data (måleserier) fra en eller flere forskjellige stasjoner og en eller flere perioder. Figuren under illustrerer hvordan en slik fil fysisk kan være oppbygd.

Måleserie fra stasjon 1, Periode 1
Måleserie fra stasjon 2, Periode 1
Måleserie fra stasjon 1, Periode 2
Måleserie fra stasjon 1, Periode 3

Stasjon 1 kan her for eksempel være «Fiskum vannmerke» i Drammenelva. Periode 1 kan være fra 10/5-92 kl. 10.00 til 1/3-93 kl 16.00. Lengre ned i filen finnes data fra en annen stasjon, stasjon 2 med en annen periode. Deretter finnes det en ny periode fra stasjon 1, altså Fiskum, med for eksempel en periode 2 som strekker seg fra 1/3-93 kl 16.00 til 10/11-93 kl 14.00.

For å unngå at det blir alt for mange små serier i filen bør perioder fra samme seriene om mulig slås sammen slik at de blir lengst mulig. Dette vil lette videre data-innkjøring samt etterbehandling av dataene.

Formatbeskrivelse

Hver periode med data består av to deler, en informasjonsdel («Metadata») og en datadel («Verdier»). Informasjonsdelen inneholder informasjon som er nødvendig for å tolke data, dvs. opplysninger om måleserienummer, periode, datatype og tidsoppløsning. Informasjonsdelen kan også inneholde en eller flere linjer med tekstlige kommentarer. Datadelen består av måleverdiene ordnet kronologisk med eldste verdi først.

Informasjonen er strukturert slik:

```
#<måleserie-id> , <datatype> , <periode-start> , <periode-slutt> ,<tidsoppløsning>  
#!< kommentarfelt, tekst i fritt format.....>  
<verdi 1>  
<verdi 2>  
<verdi 3>  
...  
<verdi n>
```

1. linje:

#	Markerer start på informasjonsdelen.
<måleserie-id>	Måleserie-ID som angir målestasjon, parameter type og versjon. Denne består av 5 tall, skilt med punktum. Det er viktig at den ikke inneholder mellomrom eller andre tegn. De første 3 tallene angir målestasjon, 4.

	tall angir parametertype og 5. tall angir måleserieversjon. Måleserie-ID bestemmes og oppgis av NVE Eks. 12.32.0.1000.1
,	Skilletegn, komma
<datatype>	Datatype-kode. Denne angir målemetode, parametertype og enhet og består av tre tall skilt med punktum. Se tabell med koder lenger ned i notatet. Eks. 3.1000.-2
,	Skilletegn, komma
<periode-start>	Angir dato og klokkeslett for første verdi i datadelen. Dato og tid angis på formen ÅÅÅÅMMDD/TTMM. Det skal alltid brukes norsk normaltid (UTC+1)! Første minutt i døgnet er 00:00, siste minutt i døgnet er 23:59 Eks. 20010625/1330
,	Skilletegn, komma
<periode-slutt>	Angir dato og klokkeslett for siste verdi i datadelen. Dato og tid angis på formen ÅÅÅÅMMDD/TTMM. Det skal alltid brukes norsk normaltid (UTC+1)! Første minutt i døgnet er 00:00, siste minutt i døgnet er 23:59 Eks. 20010627/1300
,	Skilletegn, komma
<tidsoppløsning>	Angir tidsoppløsning i minutter mellom hver verdi i datadelen. Eksempelvis tilsvarer «60» timesverdier og «1440» døgnerverdier. Det kan kun benyttes heltall

2. linje

Kommentarer

#!	Markerer start på tekstfelt/kommentarfelt
< kommentarfelt >	Feltet kan fylles ut med fri tekstlig informasjon om hvordan data er samlet inn, hvem som er avsender av data osv. Maksimum lengde på feltet er på 80 tegn/linje og det kan legges ut inntil 3 linjer med kommentarer. Alle linjene må begynne med «#!» Kommentarlinjen kan utelates Eks. #! Sendt inn av O. Normann, Olas Kraft AS 4/5/01

Verdilinjjer

<verdi 1> <verdi 2> ... <verdi n>	Fortløpende måleverdier med en verdi per linje. Første verdi er knyttet til tidspunktet for <periode-start> og siste verdi er knyttet til tidspunktet for <periode-slutt>. Perioden må være kontinuerlig og antall dataverdier fra og med <periode-start> til og med <periode-slutt> må stemme overens med den <tidsoppløsning> som er angitt. Dersom en i perioden har manglende data for et eller flere tidspunkt, kan dette håndteres ved å sette inn verdien «-9999» for de respektive tidspunktene.
--	--

	<p>Eks. 1: periode-start er 1/1-1995 kl.1200, periode-slutt er 20/1-1995 kl. 1200 og tidsoppløsningen er 1440 minutter (døgnoppløsning). Det skal være totalt 20 måleverdier på filen.</p> <p>Eks. 2: Det skal sendes én verdi for ett døgn, f.eks. 1/6/2000. Periode-start er 1/6/2000 kl. 1200, periode-slutt er 1/6/2000 kl. 1200 og tidsoppløsningen er 1440 minutter.</p> <p>Det er vanlig å tidsmerke verdier som er representative for et helt døgn til 12:00</p>
--	--

Parameterkoder

For å angi hvilken fysisk parameter som er målt bruker Hydrologisk avdeling tallkoder som er hentet fra «EDC-protokollen» (Environmental Data Communication Protocol).

Parameter-kodene er bygget opp i en sammensatt struktur av tre komponenter. Disse er målemetode, parameter og eksponent. Et punktum benyttes som skilletegn mellom komponentene.



Oppbygning av parameterkoden

Målemetode	<p>Metoden forteller om hvordan dataene er målt eller generert. Metode kan være momentanverdi, maksimumsverdi, minimumsverdi, middelvei, verdiendring, sum eller tidsuavhengig momentanverdi.</p> <p>0 momentanverdi 1 maksimumsverdi 2 minimumsverdi 3 middelvei/gjennomsnitt over tidsskrittet 5 sum over tidsskritt</p>
	<p>Parameter forteller om hva som er målt. Til hver parameter hører en grunnenhet (normalt SI-enhet) som alltid benyttes som utgangspunkt for å finne benevnningen til måleverdiene, f.eks. er vannstand målt i meter.</p> <p>0 nedbør (m) 15 vindhastighet (m/s) 17 lufttemperatur (°C) 1000 vannstand (m) 1001 vannføring (m³/s) 1002 vannhastighet (m/s) 1003 vanntemperatur (°C) 1004 magasinvolym (mill. m³) 1008 overløp (m³/s) 1055 driftsvannføring (m³/s) 1057 forbitapping (m³/s) 1200 konsentrasjon suspendert min. materiale (mg/l) 1208 konsentrasjon organisk materiale (mg/l)</p>

	2000 grunnvannstand (m) 2001 markfuktighet (%) 2002 snødybde (m) 2003 snøens vannekvivalent (m) 2004 nedre teledyp (m) 2006 jordtemperatur (°C) 2011 smeltevann & nedbør (m) 2015 grunnvannstemperatur (°C) 2018 øvre teledyp (m) 9104 sekundær vannstand (m)
EkspONENT	Konverteringsfaktor som angir forholdet mellom parameterens grunnenhet og enhet brukt på verdiene. F.eks. angir en konverteringsfaktor på -2 at enheten for verdiene er grunnenhet x 10 ⁻² . For vannstand hvor grunnenhet er meter, ville en konverteringsfaktor på -2 bety av verdiene er rapportert i cm (m x 10 ⁻² → cm)

Utvalg av datatyper

Under er satt opp noen eksempler på parameterkoder for de vanligste parametere i hydrologisk sammenheng. **Fullstendig oversikt kan fås ved henvendelse til Hydrologisk avdeling.**

Nedbør	5.0000.-04	nedbør summert over tidsskrittet i enhet 1/10 mm
	5.0000.-03	nedbør summert over tidsskrittet i enhet mm
Temperatur	0.0017.-01	momentanverdi, luft-temperatur i enhet 1/10 °C
Vannstand	0.1000.-02	momentanverdi, vannstand, angitt i enhet cm
	3.1000.-02	midlet verdi, vannstand angitt i enhet cm, midlet over tidsskrittet f.eks. time eller døgn
Vannføring	0.1001.-03	momentanverdi, vannføring, angitt i liter/sekund
	0.1001.00	momentanverdi, vannføring, angitt i m ³ /s
	3.1001.00	midlet over tidsskrittet, vannføring, angitt i m ³ /s,
	3.1008.-03	midlet over tidsskrittet, overløp, angitt i l/s
	3.1055.-03	midlet over tidsskrittet, driftsvannføring, angitt i l/s,
	0.1055.-03	momentanverdi ,angitt i l/s.
Vanntemperatur	0.1003.-01	momentanverdi,vann-temperatur, angitt i enhet 1/10 °C

Sammenhengen mellom måleserie-identifikator og datatype.

Måleserie-identifikator er oppgitt av Hydrologisk avdeling og angir hvor målingene er utført og hva som er målt. Identifikatoren er sammensatt og består av følgende informasjon.

Måleserie: <F1>.<F2>.<F3>.<F4>.<F5> (eks: 12.193.0.1000.1)

<F1>	Feltet angir hvilket vassdragsområde måleserien befinner seg i.
<F2>	Feltet angir et løpenummer innenfor vassdraget.
<F3>	Feltet angir et målepunktnummer, vanligvis 0.
<F4>	Feltet angir parametertype som identifiserer hva som måles, jmf. parameterkodene beskrevet over.
<F5>	Feltet angir måleseriens versjonsnummer.

<F1>.<F2>.<F3> angir stasjonsnummeret, dvs. det geografiske stedet målingen er utført. <F4> angir hva som måles og <F5> angir versjonsnummeret, oftest 1, men kan ha annen verdi dersom det måles/har vært målt, flere serier med samme parameter på samme sted.

Det er viktig å sørge for at det alltid er samme verdi i <F4>, altså parameterkodefeltet i måleserien, og parameterkoden for datatypen som angis sammen med måleserien.

For eksempel for måleserie-identifikator: 12.193.0.1000.1 må en angi datatypekode med parameterstype 1000, for eks: 0.1000.-02

Eksempler

#012.193.0.1000.1,0.1000.-02,19920711/2000,19930712/0600,60

#! Avløpsdata fra Fiskum vannmerke (Gammelt stasjonsnummer 2152-0) ,

#! cm vannstand, timesdata, levert av Norsk kraftselskap

123.0

125.8

121.1

150.1

112.7

82.1

78.3

75.0

44.9

22.7

121.6

#012.193.0.1000.1,6.1000.-02,19931106/1200,19931206/1200,1440

#! Avløpsdata fra Fiskum vannmerke i Drammenselv, (Gammelt stasjonsnummer 2152-0)

#! cm vannstand, døgndata med ukjent registreringstidspunkt innenfor tidsskrittet,

#! levert av Norsk kraftselskap

143

45

56

67

34

45

42

44

-9999

-9999

32

12

25

45

56

67

34

45

42

44

45

42

44

-9999

-9999

32

12

25

45

56

67

#012.193.0.1000.1,0.1000.-02,19990415/1200, 19990415/1200,1440

#! Verdi for siste døgn

123

Vedlegg 3 - Filformatet «Vardat»

Vardat brukes hovedsakelig for datautveksling internt i NVE, men har en del egenskaper som ikke dekkes av Exdat eller GS2. Det er støtte for knekkpunktsdata, kvalitetsmerking av enkeltverdier og angivelse av høydeinformasjon for hver enkelt verdi. Full spesifisering av formatet kan fås på forespørsel.

Vedlegg 4 - Filformatet «GS2»

GS2 formatet har mange anvendelser, men kun overføring av tidsserier er implementert hos NVE. Det er støtte for meldinger av typen «#Time-serie». Dersom data overføres i GS2-format må feltet «#Reference» settes til måleseriens NVE-ID og feltet «#Unit» må fylles ut med korrekt enhet.

Det er støtte i GS2 for å angi tidssone. Dette brukes aktivt av NVEs mottakssystem og må settes korrekt av avsender.

Det er i formatet lagt til rette for å utelate manglende verdier i en tidsserie. Dersom denne metodikken ikke benyttes, må tallverdien settes til «-10000000»

En komplett spesifisering av GS2-formatet, versjon1.2, er utarbeidet av EFI (Energiforsyningens Forskningsinstitutt, SINTEF) i 1995. For tekniske detaljer henvises det til denne, se <http://hdl.handle.net/11250/2391930>.

Definisjon av NVEs implementasjon av GS2 kan fås på forespørsel.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for registrering av vannføring i elver		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at registrering av vannføring utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte hydrometriske stasjoner med måleserier som brukes til registrering av vannføring i elv, inkludert minstevannføringsstasjoner.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologiske data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av registrering av vannføring i elver

Det følgende gjelder for alle vannføringsstasjoner basert på måling av vannstand og hvor vannføringen bestemmes via en teoretisk eller oppmålt vannføringskurve. Ved bruk av andre metoder (eksempelvis indekshastighet) skal målesystem, opplegg for vannføringsberegning og kontrollrutiner etableres i samråd med NVE.

4.1 Etablering og drift av hydrometriske stasjoner

Etablering: Pålagte vannføringsstasjoner skal godkjennes av NVE før etablering. Som dokumentasjon skal [*«Skjema for opprettelse av ny vannføringsstasjon»*](#) benyttes. Skjemaet fylles ut og sendes NVE når potensiell lokalisering og sensorplassering er bestemt.

Drift: Videre drift skjer etter retningslinjene beskrevet nedenfor (basert på ISO 18365:2013). Hvis stasjonen viser seg å ikke fungere som forutsatt skal dette meldes NVE og utbedringer iverksettes.

4.2 Registrering av vannstand

Fastmerke: For at registreringen av vannstand til enhver tid skal kunne kontrolleres og korrigeres, skal alle stasjoner ha et fastmerke i form av en bolt. Denne skal etableres i jordfast stein eller fjell, og plasseres slik at den kan brukes som høydereferanse for skala og sensorer. Ved behov kan det monteres flere bolter. NVE anbefaler for stasjoner som har vannstandsskala, at boltens plasseres i nærheten av denne, slik at boltens høyde på skalaen kan kontrolleres ved hjelp av vater mellom bolt og skala.

Høydeangivelse: Boltens koordinater og høyde skal rapporteres NVE for registrering i den nasjonale databasen. Ved bruk av lokal høyde, skal i tillegg boltens høyde i et offisielt høydesystem (NN1954,

NN2000) bestemmes, slik at vannstandsserien ved behov også kan presenteres i meter over havet. Denne omregningen skjer automatisk i NVEs systemer. NVE anbefaler at bolten og måleserien refereres til en lokal høyde slik at fremtidige endringer i høydegrunnlag ikke medfører behov for revisjon av vannføringskurven, eller forskyvninger i nytt høydesystem som er så små at feil lett vil oppstå.

Skala: Hensiktsmessig kontrollavlesning av vannstand må kunne utføres med høy presisjon på alle vannstander. NVE anbefaler bruk av vannstandsskala for enkel kontrollavlesning der dette er hensiktsmessig. Skalaen plasseres slik at den har trygg tilgang og kan avleses med god nøyaktighet (se pkt. 4.4). Der vannstandsspennet ikke kan dekkes med en enkelt skala kan det settes opp flere suksessive skalaer. For å sikre best mulig overensstemmelse mellom skala- og sensorverdi må vannstandsskalaen plasseres nærmest mulig sensoren som måler vannstand. For å minimere mulighet for feil bør skalaen monteres med nullpunkt i eller lavere enn terskelhøyden i bestemmende profil, slik at vannstander under nullnivå ikke forekommer.

Målesystem: Stasjonen skal være utstyrt med automatisk målesystem for registrering av vannstand. Målesystemet må kunne registrere hele vannstandsintervallet som kan forventes ved målestedet. Den totale instrumentunøyaktigheten til målesystemet (logger + sensor) skal ikke være større enn $\pm 1\text{cm}$. I spesielle tilfeller, kan NVE kreve større nøyaktighet. Målesystemets driftssikkerhet og rutiner for periodisk tilsyn (pkt. 4.4) skal være slik at vannstandsregistreringen er operativ og korrekt minst 95 % av året. Dokumentasjon på nøyaktigheten av vannstandsregistreringen må kunne fremvises ved behov og arkiveres i henhold til virksomhetens internkontrollsystem. NVE anbefaler dublerede vannstandssensorer, fortrinnsvis med ulik målemetodikk. På vanskelig tilgjengelige målestasjoner anbefales også dublert logger.

Registreringsintervall: For å sikre en best mulig beskrivelse av vannstands- og vannføringsvariasjonen, er det viktig at tidsintervallet mellom vannstandsregistreringene ikke er for stort. Dette skal blant annet sikre at høyeste vannstand i en flomsituasjon blir registrert, og at usikkerheten i volumberegninger blir så liten som mulig.

I de fleste tilfeller vil times- eller halvtimesverdier være tilstrekkelig, men i raske felt og på stasjoner plassert nedstrøms kraftverk med hyppige svingninger i vannstand må man legge opp til tettere registreringer (for eksempel 15 eller 5 min). Registreringen må være slik at flomtoppenes faktiske nivå framgår av tidsserien. For nye målestasjoner hvor lokalisering ennå ikke er besluttet, må tidsintervallet vurderes ut fra nedbørfeltets størrelse og respons på tilsig. Registreringsintervallet fastsettes av NVE.

Merk: Registreringsintervallet er uavhengig av rapporteringsfrekvens (beskrevet i pkt. 5.1).

4.3 Vannføringskurve (vannstand/vannføring)

Etablering av kurve

For å kunne fastslå vannføringen på stasjonen må det etableres en vannføringskurve som viser sammenheng mellom vannstand og vannføring. For hensiktsmessig beregning av vannføringskurvens usikkerhet skal kurveetablering primært gjøres i NVEs kurveprogram, Vfkurve3. Alle grunnlagsdata skal innrapporteres til NVE.

Den første tiden etter at stasjonen er etablert skal målehyppigheten være høy inntil kurven har oppnådd tilfredsstillende kvalitet, se pkt. i avsnitt under. Det kreves minimum 10 vannføringsmålinger i løpet av de

3 første årene.* Målingene skal være spredt over stasjonens vannstandsområde og dekke lav, middels og høy vannføring.

Kvalitetsvurdering av kurve

Vannføringskurven skal godkjennes av NVE etter høyst 3 år og oppnå kvalitetsnivå «middels». Dette innebærer:

- Beregnede relative usikkerheter er mindre enn 40%¹.
- Andel ekstrapolerte døgndata utgjør maksimalt 10% av vannføringstidsserien.

Kvalitetsnivå for vannføringskurver settes ved bruk av NVEs gjeldende programvare for kvalitetsvurdering av vannføringskurver. Ved antatt middels kvalitet på vannføringskurven tidligere enn 3 år etter etablering meddeles dette NVE for tidligere kurvekontroll.

Oppfølging av vannføringskurve

Det skal utføres årlige kontrollmålinger av vannføring for å bekrefte og øke kvaliteten på vannføringskurven. For å få til kvalitetsheving bør nye målinger dekke umålte områder på vannføringskurven. Anerkjente hydrauliske beregninger/modellforsøk kan benyttes, fortrinnsvis for å heve kvaliteten av flomdelen av kurven.

Ved mistanke om endret forhold mellom vannstand - vannføring, må det gjøres hyppigere målinger for å avklare dette. Avdekkes endrede forhold, må kurven måles opp tilsvarende en nyetablert stasjon. For stasjoner med ustabile profil skal det utføres minimum to vannføringsmålinger per år.

Kurve for kunstige profiler

Hele eller deler av vannføringskurven kan være basert på et kunstig overløp i henhold til aktuelle ISO-standarder (se vedlagte liste for aktuelle ISO-standarder). Kurver for sammensatte kunstige overløp konstrueres i henhold til ISO 14139. Valg av kunstig overløp gjøres etter ISO 8368. Om vannstand – vannføringsrelasjonen beskrives ved hjelp av teoretisk kurve, skal denne kontrolleres med minimum tre vannføringsmålinger umiddelbart etter etablering og deretter en måling hvert tredje år. Målingene skal dekke hele vannstandsområdet. Dersom signifikant avvik fra teoretisk kurve oppdages, må det utføres vannføringsmålinger som for naturlige overløp. Dette gjelder også for delen av vannstandsområdet som eventuelt faller utenfor det kunstige profilet.

Kurve for minstevannføringsstasjoner

For etablering av vannføringskurve for naturlige profiler er det i utgangspunktet ikke krav til oppmåling annet enn i området rundt det fastsatte kravet til minstevannføring (minimum to målinger), med mindre annet er spesifisert i et eget hydrologisk pålegg. Det anbefales likevel at det utføres tilstrekkelig med målinger til at det kan etableres en gyldig vannføringskurve for hele den forventede vannstandsvariasjonen, slik at det til enhver tid kan dokumenteres hva vannføringen er. Det skal utføres en årlig kontrollmåling av vannføring for å bekrefte kurven. Ved mistanke om endret forhold mellom vannstand - vannføring, må det gjøres hyppigere målinger for å avklare dette.

For kunstige profil kreves det dokumentert at den teoretiske kurven tilfredsstillt kravene til nøyaktighet (5%) i form av minst en kontrollmåling ved kravsatt slipp (at beregnet overhøyde (vannstand) i profil gir

* Der fysiske forhold gjør det umulig eller svært vanskelig må beskrivelse sendes NVE og endelig løsning fastsettes av NVE.

¹ Relativ usikkerhet for middel av årlig maksimum og minimum døgnmiddelvannføring samt gjennomsnittlig relativ usikkerhet for normalområdet.

tilstrekkelig mengde). Det skal deretter utføres kontrollmåling minimum hvert tredje år. Ved skade eller mistanke om endring i profilet må det utføres ny kontrollmåling så raskt som mulig.

Støtteinformasjon for kurvegenerering

Under konstruksjon og bruk av vannføringskurven er hydraulisk viktige karakteristika for elvekanalen ved målestasjonen viktig støtteinformasjon. Skjemaset [«Støtteinformasjon for kurvegenerering»](#) sendes NVE.

4.4 Kontroll av hydrometrisk stasjon

Årlig hovedkontroll

For å sikre kvalitativt gode data fra stasjonen skal det gjennomføres en årlig kontroll bestående av:

- i. Kontroll av at skala står i rett høyde og viser korrekt vannstand. Dette utføres ved nivellement av skala mot fastmerke/bolt. Nøyaktighetskrav $\pm 0,5\text{cm}^*$.
- ii. Der det finnes kum/stigerør: Kommunikasjonskontroll av hydraulisk forbindelse mellom elv/kanal/innsjø og kum/stigerør/sensor.
- iii. Kontroll av instrument, batterier sensorer og evt. fjernoverføringsutstyr.
- iv. Vannføringsmåling for kontroll av vannføringskurve og bestemmende profil (egne regler for kunstige profiler med etablert kurve og stasjoner etablert utelukkende for kontroll av minstevannføring).

For stasjoner etablert utelukkende for kontroll av minstevannføring gjelder egne regler for kontroll, se *«Retningslinje for registrering av konsesjonspålagt minstevannføring»*.

Dokumentasjon

Dokumentasjon fra utført årlig hovedkontroll skal sendes NVE for registrering, senest en måned etter utført kontroll. Registreringen skal inneholde følgende opplysninger: Stasjonsnummer, stasjonsnavn, dato, utført av, samt dokumentasjon på utført arbeid etter punkt 4.4 i-iv ovenfor.

Periodisk tilsyn

For å forsikre seg om at de registrerte målerverdiene er riktige og unngå tap av data skal det føres periodisk tilsyn med stasjonen. Dette innebærer:

- i. Kontrollere at instrument viser riktig vannstand (nøyaktighetskrav $\pm 0,5\text{cm}^*$) – kontroll utføres mot bolt eller skala.
- ii. Gjøre en funksjonskontroll av instrument/sensor.
- iii. Kontrollere om det befinner seg fremmedlegemer i profilet eller andre forhold som kan påvirke forholdet vannstand – vannføring ved stasjonen.
- iv. Vinter: Registrere og rapportere status for is ved stasjonen.
- v. Registrere eventuelle aktiviteter i feltet som kan tenkes å påvirke feltets hydrologi eller morfologi.

* Der fysiske forhold gjør det umulig eller svært vanskelig må beskrivelse sendes NVE og endelig løsning fastsettes av NVE.

Intervaller for periodisk tilsyn

- Stasjoner med enkel logger- og sensorløsning skal kontrolleres minimum 1 gang per måned.
- Stasjoner med dublert sensorløsning skal kontrolleres minimum 1 gang per kvartal.
- Stasjoner med dobbel logger og dobbel sensorløsning skal kontrolleres minimum 1 gang per år.

Dokumentasjon

Utførte periodiske tilsyn sendes NVE, senest en uke etter utført tilsyn. Registreringen skal inneholde følgende opplysninger: Stasjonsnummer, stasjonsnavn, dato, utført av, samt dokumentasjon på utført arbeid etter pkt. 4.4 i-v ovenfor.

Prosedyrer for årlig og periodiske tilsyn skal legges inn i regulantens internkontrollrutiner.

Vannføringsmålinger

Vannføringsmålinger skal utføres i henhold til gjeldende ISO-standard eller i tråd med andre standarder som sikrer tilsvarende kvalitet. Vannføringsmålinger skal utføres av personell med relevant kompetanse og erfaring. Instrumenter som benyttes skal være kalibrert og ha oppdatert software og firmware.

Krav til dokumentasjon ved innsending av vannføringsmålinger

Ved rapportering skal NVEs gjeldende [rapporteringsskjema for vannføringsmålinger](#), inkludert skjema for kvalitetsvurdering, benyttes.

Isoppstuvning

Hvis vannstand – vannføringsforholdet ved stasjonen er signifikant² og langvarig³ påvirket av isoppstuvning, skal det utføres minimum en vannføringsmåling i den isoppstuede perioden. Disse målingene brukes som støtte ved korleksjon av ispåvirkede vannstandsdata.

Unntak

- Dersom det er mulig å midlertidig fjerne all den is i elvekanalen som forårsaker oppstuvningen, og således få en ikke oppstuvet vannstandsavlesning, kan dette erstatte vannføringsmåling.
- Dersom det ikke er praktisk mulig å utføre måling ved stasjonen vinterstid*.
- Dersom det finnes svært gode sammenligningsstasjoner/støtdata*.

4.5 Feilutbedring

Ved identifiserte feil ved stasjonen skal dette meldes NVE og utbedres så snart som praktisk mulig slik at ikke mer enn 5% av årlig data går tapt. Typiske feil kan være at sensor viser konsekvent feil verdi, kommunikasjonsrør mellom elv og kum er tett eller fjernoverføring av data er sterkt forsinket. Normalt bør utbedringen kunne foretas i løpet av 2-3 uker. For stasjoner med spesielle krav må oppfølging og feilutbedring skje raskere.

² Antas å vise mer enn 20% høyere vannføring enn reelt.

³ Mer enn en måned sammenhengende.

* Der fysiske forhold gjør det umulig eller svært vanskelig må beskrivelse sendes NVE og endelig løsning fastsettes av NVE.

4.6 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelsene skal påse at vannstands-/vannføringsdata som innrapporteres er reelle observerte data fra stasjonen (ukorrigerte rådata).

Kvalitetskontroll av måleserier

NVE gjør en endelig kontroll av at innrapporterte data tilfredsstiller krav stilt i retningslinjer, konsesjon og hydrologiske pålegg, og vil i tillegg korrigere for eventuelle feil og oppstuvningseffekter, samt komplettere perioder med manglende data. I tillegg til kontroll og lagring av tidsseriene, skal metodikk for eventuelle korreksjoner av data dokumenteres og lagres, elektronisk på HydraII-databasen.

Eksempler på typiske korreksjoner

- Vannstandskorreksjoner på bakgrunn av kontrollavlesninger på skala.
- Korreksjon av vannføring i perioder der vannstanden er påvirket av isoppstuvning.
- Komplettering av bruddperioder ved hjelp av sammenligningsstasjoner, hydrologiske modeller eller lignende.

Kvalitetskontroll av vannføringskurver

Hydrologisk avdeling ved NVE skal kvalitetskontrollere alle vannføringskurver fra pålagte hydrometriske stasjoner. I tillegg til kontroll, innebærer dette at selve kurveformel og nødvendig bakgrunnsmateriale for utarbeidelsen skal dokumenteres og lagres på HydraII-databasen.

5. Datainnsending og dokumentasjon til NVE

5.1 Datainnsending

Data skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i «*Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata*».

Følgende føringer gjelder for innsending av dataserier til NVE:

- i. Fjernoverførte hydrometriske tidsserier oversendes NVE hver time, eller med det overføringsintervall som tiltakshaver selv benytter.
- ii. Hydrometriske tidsserier som ikke er fjernoverført sendes NVE minimum en gang per år, senest 1.februar påfølgende år slik at hele forrige år er komplett.
- iii. Det kan stilles krav om hyppigere levering av data, eventuelt automatisk løpende overføring, dersom bruken av måledata gjør dette nødvendig.

Innsendte vannstands-/vannføringsdata skal være reelle observerte data fra stasjonen (ukorrigerte rådata). Dersom deler av dataserien inneholder uriktige eller manglende verdier, skal dokumentasjon om dette meddeles NVE umiddelbart. Dette gjøres etter avtale med hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no. Hvis feil oppdages etter at data er oversendt NVE, meldes dette så raskt som mulig.

5.2 Dokumentasjon

Målestasjon

I forbindelse med opprettelse og drift av en målestasjon for vannføringsmåling i elv skal følgende dokumentasjon registreres hos NVE:

- 1) [«Skjema for opprettelse av ny vannføringsstasjon»](#) - før opprettelse (pkt. 4.1)
- 2) Fastmerkedetaljer: Boltens koordinater og høyde i lokalt og offisielt system (pkt. 4.2)
- 3) [«Støtteinformasjon for kurvegenerering»](#) - før kurvegenerering (pkt. 4.3)
- 4) Dokumentasjon fra utført årlig hovedkontroll – årlig (pkt. 4.4)
- 5) Dokumentasjon fra utført periodisk tilsyn – 1-12 ganger per år (pkt. 4.4)
- 6) Vannføringsmålinger – årlig (hyppigere før kurve er generert) (pkt. 4.3 og 4.4)

Vannføringskurve

I forbindelse med generering av vannføringskurve skal følgende dokumentasjon sendes til NVE:

- 1) Kurveformel
- 2) Kurvens gyldighetsområde.
- 3) Hvilke målinger som ligger til grunn for kurven.
- 4) Hvilke målinger som er fjernet fra datagrunnlaget og begrunnelse hvorfor disse er fjernet.
- 5) Informasjon angående fastsettelse av kurveperiode.
- 6) Øvrige støttedata, skjemaet [«Støtteinformasjon for kurvegenerering»](#).

6. Henvendelser

Faglig rådgivning: Kontakt seksjon for hydrometri teknikk og feltdrift (HHT) eller hydrometri datakvalitet (HHD) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Datainnsending: Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle hydrologiske pålegget: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Referanser

- ISO 748. (1997). Measurement of liquid flow in open channels - Velocity-area methods. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 1100-1 (1996). Measurement of liquid flow in open channels - Part 1: Establishment and operation of gauging station. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 1100-2 (1998). Measurement of liquid flow in open channels - Part 2: Determination of the stage – discharge relation. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 1438. (1980). Water flow measurement in open channels using weirs and Venturi flumes - Part 1: Thin-plate weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 3454. (1983). Liquid flow measurement in open channels - Direct depth sounding and suspension equipment. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 3846. (1989). Liquid flow measurement in open channels by weirs and flumes - Rectangular broad-crested weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 3847. (1977). Liquid flow measurement in open channels by weirs and flumes - End-depth method for estimation of flow in rectangular channels with a free overfall. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 4359. (1983). Liquid flow measurement in open channels - Rectangular, trapezoidal and U-shaped flumes. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 4360. (1984). Liquid flow measurement in open channels by weirs and flumes - Triangular profile weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 4362. (1999). Hydrometric determinations - Flow measurement in open channels using structures - Trapezoidal broad-crested weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.
- ISO 4369. (1979). Measurement of liquid flow in open channels - Moving-boat method. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 4374. (1990). Liquid flow measurement in open channels - Round-nose horizontal broad-crested weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 4373 (2003). Measurement of liquid flow in open channels - Water-level measuring devices. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 4377. (2002). Hydrometric determinations - Flow measurement in open channels using structures - Flat-V weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 6416. (2004). Hydrometry - Measurement of discharge by the ultrasonic (acoustic) method. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 8333. (1985). Liquid flow measurement in open channels by weirs and flumes - V-shaped broadcrested weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 8368. (1999). Hydrometric determinations - Flow measurements in open channels using structures - Guidelines for selection of structure. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9196. (1992). Liquid flow measurement in open channels - Flow measurement under ice conditions. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9213. (2004). Measurement of total discharge in open channels - Electromagnetic method using a full-channel-width coil. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9555-1. (1994). Measurement of liquid flow in open channels - Tracer dilution methods for the measurement of steady flow - Part 1: General. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9555-2. (1992). Measurement of liquid flow in open channels - Tracer dilution methods for the measurement of steady flow - Part 2: Radioactive tracers. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9555-3. (1992). Measurement of liquid flow in open channels - Tracer dilution methods for the measurement of steady flow - Part 3: Chemical tracers. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9555-4. (1992). Measurement of liquid flow in open channels - Tracer dilution methods for the measurement of steady flow - Part 4: Fluorescent tracers. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9826. (1992). Measurement of liquid flow in open channels - Parshall and SANIIRI flumes. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 9827. (1994). Measurement of liquid flow in open channels by weirs and flumes - Streamlined triangular profile weirs. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 14139. (2000). Hydrometric determinations - Flow measurements in open channels using structures - Compound gauging structures. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO/TR 11328. (1994). Measurement of liquid flow in open channels - Equipment for the measurement of discharge under ice conditions. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO 13550. (2002). Hydrometric determinations - Flow measurements in open channels using structures - Use of vertical underflow gates and radial gates. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO/TS 15769. (2010). Hydrometry - Guidelines for the application of acoustic velocity meters using the Doppler and echo correlation methods. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO/TS 24153. (2005). Hydrometry - Measuring river velocity and discharge with acoustic Doppler profilers. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

ISO/TR 24578. (2007). Hydrometry - Acoustic Doppler profiles - Method and application for measurement of flow in open channels (under development). International Organization for Standardization, Genève, Switzerland.

Reitan, T., Petersen-Øverleir, A. (2007). Bayesian power-law regression with a location parameter, with applications for construction of discharge rating curves, *Stoc. Env. Res. Risk Asses.*, doi: 10.1007/s00477-007-0119-0.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for dokumentasjon og registrering av driftsvannføring, overløp, luketapping og forbitapping i kraftverk		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at registrering av driftsvannføring, overløp, luketapping og forbitapping i vannkraftverk utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle registreringer av driftsvannføring, overløp, luketapping og forbitapping i kraftverk.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Dokumentasjon og registrering av driftsvannføring, overløp og luketapping.

For å ivareta krav stilt i konsesjon eller i særskilt hydrologisk pålegg, må registrering av vann brukt i produksjon (driftsvannføring) normalt registreres separat fra vann som går i overløp eller tappes gjennom luker. Dokumentasjon på grunnlag for beregningene og kontrollmålinger må kunne fremvises ved behov og arkiveres i henhold til virksomhetens internkontrollsystem.

4.1 Registeringskrav

Driftsvannføring i kraftverk, vann som går i overløp, via luketapping og forbitapping skal registreres med den registreringshyppighet som fremgår av det hydrologiske pålegget og vil normalt være en gang per time. Driftsvannføringen skal registreres med 5% nøyaktighet.

4.2 Dokumentasjon av driftsvannføring

Driftsvannføring kan måles i tilløpet før kraftverket, i avløpskanal umiddelbart etter kraftverket eller indirekte ved hjelp av omregning fra produksjon.

Der driftsvannføringen måles kreves minimum 95% årlig datafangst.

Hydrometriske stasjoner

Ved bruk av hydrometrisk stasjon til registrering av driftsvannføring i kraftverk skal NVEs «Retningslinjer for registrering av vannføring i elver» følges.

Omregning fra produksjon til driftsvannføring

Ved omregning fra produksjon til driftsvannføring må en ta hensyn til variabel fallhøyde, virkningsgrad i turbin og falltap i vannvei på en slik måte at kravet til nøyaktighet er oppnådd. Det må normalt utføres kalibreringsmålinger for å innfri kravet til nøyaktighet.

Måling av vannstrømning i rør

Ved måling av strømning i rør skal dette følge gjeldende ISO-standard for aktuell metode (jf. referanseliste).

Direkte måling av vannføring

Ved bruk av instrumenter for direkte måling av vannføring (eksempelvis indeksstasjon) skal respektive ISO-standard følges og systemet kalibreres med tradisjonelle målemetoder (Flygelmålinger/Saltmålinger/ADCP, jf. referanseliste).

4.3 Dokumentasjon av overløp

Vannføringen i et overløp eller andre flomløp skal registreres. Dette gjøres enten ved en standard hydrometrisk målestasjon i utløpet umiddelbart nedenfor, eller ved bruk av tilpassede kapasitetskurver for det enkelte overløp. Ved bruk av kapasitetskurver beregnes vannføringen som en funksjon av vannstanden i magasinet og en formel der bredde og høyde av overløpsterskelen inngår. Det må normalt utføres kontrollmålinger for kalibrering av kurve.

4.4 Dokumentasjon av vannføring gjennom luke

Vannføringen gjennom luker skal beregnes indirekte gjennom utarbeidet tabell eller tilpasset kapasitetskurve.

4.5 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelsene skal gjennom egenkontroll påse at dataene er korrekte og komplette før eventuell innrapportering til NVE. Tiltakshaver skal kunne gjøre rede for hvilke data som er korrigeret og dokumentere hvordan korrigeringen er gjort. Denne dokumentasjonen sendes inn etter avtale med NVE, hydrology@nve.no. NVE gjør en endelig kontroll av at innrapporterte data tilfredsstillende krav stilt i retningslinjer, konsesjon og hydrologiske pålegg.

5. Datainnsending og dokumentasjon til NVE

For kraftverk over en gitt størrelse eller hvor driftsvannføring og totalvannføring benyttes i analyser eller overvåking, vil det gjennom hydrologiske pålegg stilles krav til innrapportering.

Data skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata».

Rapporteringsfrekvensen vil fremgå av det enkelte pålegg.

Ved årlig rapportering skal data oversendes senest 1.mars året etter registrering. Hvis feil oppdages og rettes etter at data er oversendt skal dette straks meddeles hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no, og korrigerede data oversendes. Dokumentasjon som beskriver metodikk og nøyaktighet for feilretting skal også oversendes.

Tiltakshaver skal oppbevare innsamlede data i hele konsesjonsperioden og data må kunne fremlegges på forespørsel fra NVE.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning: Kontakt seksjon for hydrometri teknikk og feltdrift (HHT) eller hydrometri datakvalitet (HHD) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Datainnsending: Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Referanser

ISO 15769:2010 – *Guidelines for the application of acoustic velocity meters using the Doppler and echo correlation method.*

NS-EN ISO 6416:2005 – *Måling av avløp med ultrasonisk (akustisk) metode.*

ISO 3966:2008 – *Measurement of fluid flow in closed conduits – Velocity area method using Pitot static tubes.*

NS-EN ISO 5167-1-4:2003 *Måling av fluidstrøm i fylte rør med sirkulært tverrsnitt ved hjelp av differansetrykkutstyr.*

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for registrering av konsesjonspålagt minstevannføring		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at registrering av konsesjonspålagt minstevannføring utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle vassdragsanlegg med krav om minstevannføring i konsesjonsvilkår etter vannressursloven og vassdragsreguleringsloven.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Måling og dokumentasjon av minstevannføring

Minstevannføring vil i de fleste tilfeller kunne dokumenteres ved direkte eller indirekte registrering av vannføring gjennom et rør eller luke i inntaksdam, eller ved registrering av vannstand med tilhørende vannføringskurve i magasin eller elv. Registreringshyppigheten skal være minimum en gang per time. Nøyaktigheten i registrert vannføring skal være innenfor 5% ved slipp av minstevannføring. Minstevannføringsarrangementet må ha en driftsstabilitet som sikrer minimum 95% årlig datafangst. Det må tilrettelegges for manuell kontrollmåling av vannføringen. Ved bruk av kunstige måleprofiler med teoretisk vannføringskurve skal kontrollmåling av minstevannføringen utføres ved igangsettelse av anlegget.

4.1 Vannføring i rør

Tekniske løsninger for måling av vannføring i rør innebærer normalt bruk av sensorer montert på eller i røret. Det henvises til [NVEs veileder 1/2012](#) for slipp og dokumentasjon av pålagt minstevannføring for nærmere beskrivelse av ulike metoder. Der vannføring i rør er basert på vannstand i dam/inntak må teoretisk rørkapasitet bekreftes med manuell kontrollmåling og dokumenteres.

4.2 Vannføring basert på måling av vannstand

Beregning av vannføring basert på måling av vannstand forutsetter at det er mulig å etablere en entydig sammenheng mellom vannstand og vannføring der måling av vannstand foretas. I naturlige elveprofiler kan denne sammenhengen etableres ved direkte måling av vannføringen ved ulike vannstander, eventuelt

supplert med hydraulisk modell. Ved bruk av kunstige profiler kan vannføringen normalt beregnes teoretisk.

4.2.1 Naturlig elveprofil

Minstevannføringsstasjoner i naturlige elveprofiler skal etableres og driftes i samsvar med «*Retningslinjer for registrering av vannføring i elver*». Dette gjelder særlig krav til nøyaktighet i vannstandsregistreringer ($\pm 1\text{cm}$) og driftssikkerhet. For etablering av vannføringskurve er det i utgangspunktet ikke krav til oppmåling annet enn i området rundt det fastsatte kravet til minstevannføring (minimum to målinger), med mindre annet er spesifisert i et eget hydrologisk pålegg. Det anbefales likevel at det utføres tilstrekkelig med målinger til at det kan etableres en gyldig vannføringskurve for hele den forventede vannstandsvariasjonen, slik at det til enhver tid kan dokumenteres hva vannføringen er. Det skal utføres en årlig kontrollmåling av vannføring for å bekrefte kurven. Ved mistanke om endret forhold mellom vannstand - vannføring, må det gjøres hyppigere målinger for å avklare dette. Kontrollmålingen skal dokumenteres og kunne fremvises på forespørsel fra NVE.

4.2.2 Kunstige måleprofil

Ved små minstevannføringer kan det være nødvendig å etablere et kunstig måleprofil for å oppnå stabilitet og tilfredsstillende nøyaktighet i vannstandsregistreringene. Forutsatt korrekt utforming kan da vannføringen ved ulike vannstander beregnes teoretisk. Det kreves dokumentasjon på at den teoretiske kurven tilfredsstiller kravene til nøyaktighet (5%) i form av minst en kontrollmåling ved kravsatt slipp (at beregnet overhøyde (vannstand) i profil gir tilstrekkelig vannmengde). Det skal deretter utføres kontrollmåling minimum hvert tredje år. Ved skade eller mistanke om endring i profilet må det utføres ny kontrollmåling så raskt som mulig. Kontrollmålingen skal dokumenteres og kunne fremvises på forespørsel fra NVE.

Vanlig brukte kunstige profiler er:

- *V-profil*
- *Rektangulærprofil*
- *Kombinert profil*
- *Andre/Målerenner (Crumptoverløp mm)*

Kunstige profiler er grundigere omtalt i [NVEs veileder 1/2012](#) for slipp og dokumentasjon av pålagt minstevannføring.

4.3 Slipp via luker - vannføring basert på teoretiske beregninger

Ved slipp av minstevannføring gjennom luker må det normalt utføres kalibreringsmålinger for å sikre at kravet til nøyaktighet er overholdt. Det stilles krav om minimum en kontrollmåling av kravsatte slipp ved igangsettelse av anlegget. Dokumentasjon på dette, samt teoretiske beregninger som viser kapasiteten som funksjon av lukeåpning og vannstand (trykkhøyde), skal sendes NVE.

4.4 Kontroll av data

Den som er pålagt målingene skal påse at data er korrekte og komplette (minimum 95 % årlig datafangst). Tiltakshaver skal på forespørsel kunne dokumentere hvilke data som eventuelt er korrigert og dokumentere hvordan korrigeringen er gjort.

Der NVE har satt krav om innrapportering av data, via et særskilt pålegg om hydrologiske målinger, kontrollerer NVE at innrapporterte data tilfredsstiller krav stilt i retningslinjer, konsesjon og hydrologiske pålegg.

5. Datalagring og dokumentasjon til NVE

Tiltakshaver skal oppbevare innsamlede data i hele konsesjonsperioden og data må kunne fremlegges på forespørsel fra NVE.

Der NVE har satt krav om innrapportering av data, via et særskilt pålegg om hydrologiske undersøkelser, vil registreringsfrekvens og rapporteringshyppighet være beskrevet i det aktuelle pålegget. Data skal da sendes elektronisk til NVE. Hvis feil oppdages og rettes etter at data er oversendt skal dette straks meddeles hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no og korrigerte data oversendes. Dokumentasjon som beskriver metodikk og nøyaktighet for feilretting skal også oversendes.

Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «*Retningslinjer for innsending av hydrologiske måldata*».

6. Henvendelser

Faglig rådgivning: Kontakt seksjon for hydrometri teknikk og feltdrift (HHT), eller hydrometri datakvalitet (HHD) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Datainnsending: Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle hydrologiske pålegget: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for registrering av vannstand i regulerte vannmagasin		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at registrering av vannstand i regulerte vannmagasin utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle reguleringsmagasin med vassdragskonsesjon. Med reguleringsmagasin forstås vannmagasin hvor vannstanden varierer mellom konsesjonsgitte høyder. Ved dammer i tilknytning til reguleringsmagasin, som er omfattet av damsikkerhetsforskriften (FOR-2009-12-18-1600), skal det måles vannstand i henhold til § 7-2 i samme forskrift.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Merking, kontroll og vannstandsregistreringer i regulerte vannmagasin

4.1 Opplysningsskilt

Ved hvert vannmagasin skal det settes opp minst ett opplysningsskilt. Skiltet skal gi opplysning om vassdragsreguleringen, navn på regulant, reguleringsgrenser, områder med usikker is, høydebolter, vannstandsskala og høydesystem gitt i konsesjon. Hvis vannstanden er elektronisk tilgjengelig (display, web eller via SMS), skal skiltet også opplyse om dette. Mal for opplysningsskilt finnes på NVEs internettsider www.nve.no.

4.2 Reguleringsgrenser

Høyeste regulerte vannstand (HRV) og laveste regulerte vannstand (LRV) skal betegnes med faste og tydelige vannstandsmerker. HRV og LRV markeres normalt med skilt og innstøpt bolt i fast fjell eller annen upåvirkelig konstruksjon. Plassering av bolten skal være anmerket på opplysningsskiltet. Dersom reguleringshøyden er stor eller der det er spesielt vanskelig å etablere sikker LRV-markering kan LRV-merking erstattes med display eller annet utstyr som viser vannstanden til enhver tid. Observerte vannstander kan som et supplement offentliggjøres via SMS-løsninger eller på regulantens websider. Informasjon om dette angis på opplysningsskiltet.

HRV og LRV skal angis med høydene som er gitt i konsesjonen. Dersom konsesjonshøydene er gitt i et annet høydesystem enn NN2000¹ skal differansen mellom høydesystemene fremskaffes.

¹ NN1954 er fortsatt gjeldene for deler av landets kommuner frem til 2018.

4.3 Fastmerke

Fastmerkebolt for kontroll av høyder skal være støpt fast i fjell eller annen upåvirkelig konstruksjon og være hensiktsmessig plassert for kontrollbruk ved alle vannstander, inklusive flomvannstander. Høyde og høydesystem for bolten skal være i samsvar med høydeangivelsene i konsesjonen. Hvis konsesjonshøydene er gitt i et annet høydesystem enn NN2000, skal differansen mellom benyttet høydesystem og NN2000 fremskaffes. Bolten markeres med maling og merkes med høyde, nummer og eierlogo. Bolten stedfestes med koordinater.

4.4 Vannstandsskala

Skala som benyttes for visning eller kontroll av vannstand plasseres funksjonelt og lett synlig, og tilrettelegges for kontroll mot fastmerkebolt. Skalaen skal, hvis praktisk mulig, dekke hele reguleringshøyden, samt dimensjonerende flomvannstand (DFV) for tilhørende dammer. Vannstandsskalaen skal ha cm- og metermerking i samsvar med høydesystem oppgitt i konsesjon. Vannstanden ved skalaen må være representativ for vannstanden i magasinet og ikke forstyrres av strømmende vann som for eksempel ved flomløp og inntak. Hvis bruk av skala er uhensiktsmessig må alternativ metode for registrering eller kontroll benyttes.

4.5 Instrumenter

Instrumentering for automatisk registrering og visning av vannstand skal angi høyde i henhold til konsesjon. Sensor for vannstandsregistrering må plasseres slik at den ikke forstyrres av strømmende vann ved for eksempel flomløp og inntak, og slik at den gir måleverdier fra dimensjonerende flomvannstand (DFV) og ned til minimum 0,5 m under LRV eller faktisk tappedyp.

Instrumentene skal registrere vannstanden med en nøyaktighet på minimum ± 1 cm for høyder fra 5 meter under HRV til dimensjonerende flomvannstand (DFV). I det øvrige reguleringsområdet skal usikkerheten ikke overstige ± 10 cm. Registreringshyppighet vil normalt være en gang per time hvis ikke annet er angitt i det hydrologiske pålegget.

Ved identifiserte feil skal dette utbedres så snart som praktisk mulig slik at ikke mer enn 5% av årlig data går tapt. Normalt bør utbedringen kunne foretas i løpet av 2-3 uker. For stasjoner med spesielle krav må oppfølging og feilutbedring skje raskere.

Eventuelt display for offentlig informasjon om vannstand skal plasseres lett synlig for publikum.

4.6 Magasinkurve

For alle reguleringsmagasin skal det foreligge en magasinkurve som viser sammenhengen mellom magasin vannstand og magasin volum. Konsesjonær er ansvarlig for at en slik kurve utarbeides og skal på forespørsel fra NVE fremlegge kurve og kunne dokumentere metodikken for etableringen av denne.

Magasinkurven skal som minimum dekke reguleringshøyden, men anbefales utarbeidet fra bunnen av magasinet og opp til dimensjonerende flomvannstand (DFV).

Magasinkurven skal være basert på høyde og høydesystem som oppgitt i konsesjonen og som vannstandsdataene registreres i, med mindre annet er avtalt med NVE.

4.7 Kontrollrutiner

For å sikre kvalitativt gode vannstandsdata fra reguleringsmagasin må det utføres rutinemessig kontroll av forhold som kan påvirke registreringene. Kontrollene implementeres i eierens eget internkontrollsystem og dokumenteres. Avvik skal utbedres så raskt som praktisk mulig.

Følgende punkter skal inngå i kontrollrutinene:

- i. **Vannstandskontroll.** Der vannstanden registreres med automatiske loggersystemer skal det utføres manuelle kontroller av vannstanden, enten ved avlesning av skala eller ved nivellering. For magasiner med krav om ukentlig rapportering skal kontrollen normalt utføres en gang per måned med mindre driftserfaringer, tilgjengelighet eller sikkerhetsmessige forhold gjør en slik hyppighet uhensiktsmessig. Hvis vannstandskontroll blir utført med lavere hyppighet enn hver måned, skal begrunnelse for dette kunne fremvises på forespørsel fra NVE. For øvrige magasiner skal det utføres minimum to kontroller per år. I perioder med upålitelige dataregistreringer må det utføres hyppigere kontroller inntil god datakvalitet igjen er oppnådd. Det er viktig med manuelle kontroller i perioder der vannstanden nærmer seg LRV slik at brudd på reguleringsbestemmelsene unngås. Ved avvik må automatisk registrert vannstand korrigeres uten unødvendig opphold.
- ii. **Skala.** Skala som benyttes til vannstandsregistrering, kontrollavlesning eller som HRV/LRV-merking skal inspiseres og kontrollmåles to ganger per år, fortrinnsvis ved høy og lav vannstand.
- iii. **Reguleringsgrenser.** HRV-merking skal inspiseres en gang per år, og kontrollmåles ved nivellering mot fastmerkebolt ved mistanke om skader/feil. LRV-merking skal inspiseres og kontrollmåles ved nedtappet magasin.
- iv. **Fastmerkebolt.** Boltene skal etterses en gang per år med hensyn til gjengroing, skade, merking osv. Ved skade må det vurderes om det er behov for ny innmåling.
- v. Kommunikasjon i kum, stigerør mm. til magasin skal sjekkes minimum en gang per år.

4.8 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelser skal gjennom egenkontroll påse at registrerte data er korrekte og komplette.

Der NVE har satt krav om innrapportering, normalt via et særskilt pålegg om hydrologiske undersøkelser, kontrollerer NVE at de innrapporterte dataene overholder kravene som er stilt i retningslinjer, konsesjon og hydrologiske pålegg. Hvis rapporterte data inneholder lengre perioder som er beregnet eller estimert på grunn av manglende eller gale måledata, skal dette opplyses om.

5. Datainnsending til NVE

Der det er satt krav om innrapportering av data skal disse sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «*Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata*».

Dersom deler av dataserien inneholder beregnede, uriktige eller manglende verdier, skal redegjørelse for dette sendes til hydrology@nve.no samtidig med datarapporteringen. Hvis feil oppdages etter at data er oversendt NVE, meldes dette så raskt som mulig.

Reguleringsmagasin med krav om ukentlig innrapportering (kalt «Norgesmagasinet»)

For reguleringsmagasiner tilknyttet den ukentlige magasindatainnsamlingen vil dette innebære følgende:

- i. NVE skal ha tilsendt siste ukes data. Som minimum skal momentanvannstanden ved ukestart, mandag kl. 00:00 rapporteres.
- ii. Dataene skal sendes til NVE minst en gang ukentlig, senest mandag kl. 15:00.

- iii. I spesielle situasjoner, for eksempel ved flom eller ved knapphet på vann, kan NVE kreve hyppigere rapportering.
- iv. Dersom regulanten endrer tidligere innsendte data skal de korrigerede data sendes NVE i løpet av 1.mars påfølgende år sammen med begrunnelse for korrigerede verdier. Eventuelle endringer etter dette tidspunkt innsendes umiddelbart.

Kontrollavlesninger (jf. pkt. 4.7, i) som utføres på magasiner tilknyttet Norgesmagasinet skal registreres fortløpende via NVEs portal for manuell rapportering av hydrologiske måledata (ManWeb).

Reguleringsmagasiner med krav om årlig innrapportering

Data oversendes minimum en gang årlig, senest 1. mars året etter registrering. Eventuelle endringer etter dette tidspunkt innsendes umiddelbart.

Reguleringsmagasin uten krav om innrapportering

Tiltakshaver skal oppbevare innsamlede data i hele konsesjonsperioden og data må kunne fremlegges på forespørsel fra NVE.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning: Kontakt seksjon for hydrometri teknikk og feltdrift (HHT) eller hydrometri datakvalitet (HHD) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Datainnsending: Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle hydrologiske pålegget: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske målinger		
Retningslinjer for grunnvannsmålinger		
Vedtatt: 20.6.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at måling av grunnvannstand og grunnvannstemperatur utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte grunnvannsmålinger.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av registrering av grunnvann

4.1 Valg av målested

Pålagte målestasjoner skal godkjennes av NVE før etablering. Grunnvannstanden i observasjonsrøret skal samsvare med vannstanden i akviferen. Målestedet skal dokumenteres med kartskisse, GPS-koordinater og foto, samt en beskrivelse av de hydrogeologiske forholdene med avsetningstype (evt. lagmektheter), estimerer av hydraulisk ledningsevne (K_s) og porøsitet. Denne dokumentasjonen skal sendes NVE.

Den innvendige rørdimensjonen skal minst være tre ganger så stor som diameteren til måleutstyret, noe som normalt vil gi en total rørdiameter på 5-6 cm. Målestasjonen må utformes slik at overflatevann forhindres i å trenge ned i eller langs røret, i tillegg bør den plasseres slik at grunnvannsnivået ikke er påvirket av overtrykk i røret. Rørdebyde, filterdybde og rørtype vil avhenge av forholdene i måleområdet, og avgjøres i samråd med NVE.

4.2 Målemetodikk

Grunnvannsrøret skal være utstyrt med automatisk målesystem for registrering av vannstand og grunnvannstemperatur.

En kombinert trykkcelle og temperatursensor med en datalogger er en enkel installasjon som fungerer hensiktsmessig til dette formålet. Alternativt kan grunnvannstand og grunnvannstemperatur måles med separate sensorer. Grunnvannstanden måles fra rørtopp og benevnes i meter med negativt fortegn. Rørdebyde, filterdybde og høyde rør over bakken skal noteres ved etablering av grunnvannsrør og innsendes NVE. Den samlede unøyaktigheten skal ikke være større enn 1 cm for grunnvannstand og 0,5°C for grunnvannstemperatur. Om forholdene tilsier det kan NVE kreve større nøyaktighet på

temperaturmålingene. Det anbefales at man installerer sekundære sensorer for å sikre kontinuerlig datafangst.

Registreringstidspunktet skal alltid angis i norsk normaltid. Det kreves 95% datafangst gjennom året. Registreringsintervallet er gitt i det hydrologiske pålegget og er normalt en time.

4.3 Kontrollrutiner

Det skal utføres funksjonalitetskontroll av instrumenteringen og en manuell kontrollmåling av vannstand minst fire ganger i året. Hvis det er nødvendig å ta ut sensoren for å kunne utføre kontrollmålinger, må avlesningen skje først etter at vannivået har stabilisert seg (5-30 minutter).

Grunnvannsrørets dyp skal årlig registreres og rapporteres til NVE. Ved behov skal røret spyles for sedimenter.

Rørhøyde over bakken skal måles hvert år for å avdekke eventuelt telehiv. Rørhøyden kan med fordel nivelleres mot et fastmerkepunkt for å forsikre at røret ikke er hevet. Høyden skal rapporteres til NVE.

4.4 Kontroll av data

Den som er pålagt målingene skal gjennom egenkontroll påse at dataene er korrekte og komplette (minimum 95% årlig datafangst) før innrapportering til NVE. Tiltakshaver skal gjøre rede for hvilke data som er korrigert og dokumentere hvordan korrigeringen er gjort. NVE gjør en endelig kontroll av at innrapporterte data virker rimelige og tilfredsstillende krav stilt i retningslinjer og hydrologiske pålegg.

5. Datainnsending til NVE

All måledata og kontrollmålinger skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «*Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata*».

Måledata skal rapporteres til NVE med den frekvens som er bestemt i pålegget. Avvik fra retningslinjene skal dokumenteres i forbindelse med innsending av data til NVE.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning: Kontakt seksjon for hydrometri - teknikk og feltdrift (HHT) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Datainnsending: Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for Miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for måling av markvannsmålinger		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at markvannsmålinger utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjen gjelder alle pålagte undersøkelser av markvannsmålinger.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av registrering av markvannsmålinger

4.1 Valg av målested

Kriterier som bør brukes for valg av undersøkelsesfelt er at feltet bør være representativt med hensyn til geografiske og klimatiske forhold, hydrogeologiske egenskaper og jordsmonn slik at de innsamlede data kan overføres til andre områder med tilsvarende eller lignende forhold. Stasjonen må plasseres i et område som anses representativt for problemstillingen og i minst mulig grad endre de naturlige forholdene. Det må tas hensyn til geologien, topografien og beliggenhet. Stasjonen skal fortrinnsvis etableres i nærheten av en meteorologisk stasjon. Pålagte målestasjoner skal godkjennes av NVE før etablering.

Målestedet skal dokumenteres med kartskisse, GPS-koordinater og foto, samt en beskrivelse av de hydrogeologiske forholdene. Det skal tas jordprøver i forskjellige dybder for klassifisering av jordarten (2-3 prøver per lag). Dette utgjør en engangsbestemmelse av de jordfysiske parameterne (egenskapene som karakteriserer jordartene). Bestemmelse av tekstur, jordtetthet og materialtetthet, PF-kurve og jordens hydraulisk ledningsevne (K_s) bør gjøres. Som minimum kreves det en kornfordelingsanalyse og bestemmelse av humusinnhold. Det er viktig at forholdene rundt målestedet ikke påvirkes eller ødelegges under ferdsel og prøvetaking. Dokumentasjonen om målested og de hydrogeologiske egenskapene skal sendes NVE.

4.2 Målemetodikk

Målestasjonen skal være utstyrt med automatisk målesystem for registrering av markvannsinnhold, jordtemperatur ved ulike jorddyb, grunnvannstand og grunnvannstemperatur. Eventuelt skal den også være utstyrt med et instrument for (manuell) måling av teledybde. Dette vil fremgå av det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser. Ved måling av teledybde skal det også måles snødybde. Per i dag anbefales det automatiske markfuktighetsmålinger med TDR (Time Domain Reflectometer). Den

samlede unøyaktigheten skal ikke være større enn 5% for markvannsinhold, 0,2°C for jordtemperatur og 5 cm for teledyp.

Markvannsinhold, jordtemperatur og teledybde skal fortrinnsvis måles ved 15, 30, 45, 60, 75 og 90 (evt. 120 og 150) centimeter under bakken. Registreringstidspunktet skal alltid angis i norsk normaltid. Det kreves 90 % datafangst gjennom året. Registreringsintervallet blir gitt i det hydrologiske pålegget og er normalt en time for markvannsinhold, grunnvannstand og jordtemperatur, og minst en gang i måneden for teledybde i perioden november til mai.

4.3 Kontrollrutiner

Instrumentering for måling av markvann må kontrolleres jevnlig for å sikre tilstrekkelig kvalitet på data, vanligvis minst fire ganger i året.

Ved måling av teledybde skal høyden over bakken måles hvert år (for eksempel etter snøsmelting i juni/juli) for å avdekke eventuelt telehiv/setninger. Rørhøyden kan med fordel nivelleres mot et fastmerkepunkt for å være sikker på at røret ikke er hevet. Høyden skal rapporteres til NVE.

4.4 Kontroll av data

Den som er pålagt målingene skal gjennom egenkontroll påse at dataene er korrekte og komplette (minimum 90% årlig datafangst) før innrapportering til NVE. Tiltakshaver skal gjøre rede for hvilke data som er korrigert og dokumentere hvordan korrigeringen er gjort. NVE gjør en endelig kontroll av at innrapporterte data virker rimelige og tilfredsstillende krav stilt i retningslinjer og hydrologiske pålegg.

5. Datainnsending til NVE

All måledata og kontrollmålinger skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i «*Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata*».

Måledata skal rapporteres til NVE med den frekvens som er bestemt i pålegget. Avvik fra retningslinjene skal dokumenteres i forbindelse med innsending av data til NVE.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning: Kontakt seksjon for hydrometri - teknikk og feltdrift (HHT) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Datainnsending: Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser

Retningslinjer for måling av vanntemperatur i elver

Vedtatt: 20.06.2016

Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at måling av vanntemperatur i elver utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte målinger av vanntemperatur i elver og i driftsvannet til kraftverk.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av måling av vanntemperatur i elver

4.1 Valg av målested

Målestedet er i hovedtrekk bestemt i pålegget, men det må likevel velges en optimale plassering innenfor angitt strekning. Målingene skal være representative for en elvestrekning eller for driftsvannet (vanligvis utslippstemperaturen) til kraftverket, og skal derfor foretas på en lokalitet med så god blanding at det er minimal temperaturvariasjon vertikalt og horisontalt i tverrsnittet. Kulper med stillestående vann skal unngås. Det må tas hensyn til punktkilder oppstrøms, f.eks. utløp fra kraftverk, slik at en har total blanding av vannmassene før målestedet. Opplysninger om isforholdene vinterstid kan være nyttig for å avklare hvordan vannmassene blandes, eller det kan utføres manuelle temperaturmålinger før logger utplasseres. Målestedet må også ha tilstrekkelig dybde, slik at måleinstrumentet ikke blir tørrlagt ved liten vannføring. Samtidig må en unngå lokaliteter der det bygges opp bunnisdammer om vinteren eller forventes sedimentpålagring, slik at en unngår at sensoren blir overdekket. Målestedet skal dokumenteres og rapporteres til NVE med kartskisse og foto slik at det er mulig å vurdere om målestedet virker fornuftig plassert.

4.2 Krav til hyppighet og nøyaktighet

Målingene skal utføres minst hver 2.time hele året med mindre det er satt krav om hyppigere måling i pålegget, og kravet til nøyaktigheten i målingen er ± 0.1 °C. Alle instrumenter har en tendens til å «drifte», så for å være sikker på at nøyaktigheten opprettholdes kreves det årlig kalibrering av instrumentet. Kalibrering skal skje ved å sammenligne instrumentets temperatur med et høykvalitetstermometer som er sertifisert av Justervesenet. Kalibrering må dekke måleintervallet, vanligvis ved 0,5 og 20 grader celsius.

4.3 Målemetodikk

To målemetoder kan i utgangspunktet benyttes:

- **Anbefalt metode – minilogger i elv**

En minilogger har integrert både logger og sensor. Miniloggeren plasseres direkte i elva, montert i en beholder som festes med kjetting til land. Loggeren skal normalt byttes minst en gang i året, men må ha tilstrekkelig minnekapasitet til å vare i minst 2 år for å unngå datatap dersom flom eller is skulle hindre loggerbytte.

For å redusere faren for drift i måleverdi er det viktig å ha to stk. miniloggere slik at ved bytte av logger i elva har man en ferdig kalibrert logger tilgjengelig. Logger som byttes tas opp for avlesning og kalibrering. Noen modeller har lys som indikerer at loggeren fungerer. Merk at de billigste modellene ikke har god nok nøyaktighet. Alle har oppløsning på minst 0,1°C, men nøyaktigheten er ofte dårligere.

- **Alternativ metode – logger på land**

Logger plassert i et skap på land med en sensor som går ut til et turbulent punkt i vannet. Vanligvis frarådes denne metoden da det er arbeidskrevende med demontering av sensor for årlig kalibrering, samt at NVEs erfaring er at logger og sensor bør kalibreres sammen. Dersom en kan komme til målestedet med et kalibreringstermometer er dette godkjent, men en må sammenligne ved flere temperaturer innen måleintervallet, altså krever dette flere kalibreringsbesøk.

Det er opp til regulanten å velge målemetode, men kravet til nøyaktighet på målingen og et tilfredsstillende årlig kalibreringsopplegg må oppfylles.

4.4 Tilsyn og vedlikehold

Stasjonene må ha jevnlig tilsyn for å unngå langvarige stans eller feil i målingen. Det skal utføres minst fire tilsyn i året med mindre annet er avklart med NVE. Steder med stor trafikk langs vassdraget (fiskere, turgåere osv.) trenger hyppigere tilsyn. Tilsyn etter flomhendelser er også viktig.

Problemer som kan oppstå er:

- Loggeren stanser
- Loggeren blir tørrlagt, enten ved lav vannføring eller løftet på land av folk
- Loggeren blir stjålet eller fysisk ødelagt.
- Loggeren blir dekket av sedimenter slik at den ikke lenger måler vanntemperaturen.

Tilsynene skal dokumenteres i egen logg som skal følge med dataene. Dette kan være en enkel tekstlig beskrivelse, men skal inneholde datoer og spesielle hendelser.

4.5 Kontroll av data

Den som er pålagt målingene skal gjennom egenkontroll påse at dataene er korrekte og komplette (minimum 95% årlig datafangst) før innrapportering til NVE.

Ved innsending av data til NVE så skal ikke data bearbeides annet enn en eventuell forskyvning på grunnlag av kalibrering av loggeren. NVE foretar en kontroll av dataserien for å fjerne perioder hvor loggeren ikke har fungert tilfredsstillende eller har målt en gal vanntemperatur (for eksempel ved at loggeren er blitt overdekt eller tørrlagt). Dette er en jobb som krever stor erfaring og tilgang på sammenligningsserier.

5. Datainnsending til NVE

Vanntemperaturdata skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «*Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata*».

Vanntemperaturdata sendes inn en gang i året, rett etter det årlige loggerbytte.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for måling av vanntemperatur i innsjøer		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at måling av vanntemperaturen i innsjøer utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte målinger av vanntemperatur i innsjøer.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av måling av vanntemperatur i innsjøer

4.1 Valg av målested

Generelt skal målingen utføres der innsjøen er dyppest med mindre noe annet er spesifisert i det hydrologiske pålegget. Ved bruk av vertikaltemperaturlogger i innsjøer som er grunnere enn lengden på termistorstrengen må en henge opp loggeren slik at den ikke når bunnen. En bør da passe på å henge den slik at sensorene i termistorstrengen utnyttes best mulig, det vil si best spredning med dypet. Målestedet skal dokumenteres og rapporteres til NVE med kartskisse og foto slik at det er mulig å se at målestedet virker fornuftig plassert.

4.2 Krav til hyppighet og nøyaktighet

Hyppighet skal angis i pålegget, og vil kunne være førende for målemetode. Kravet til nøyaktigheten i målingen er ± 0.1 °C. Alle instrumenter har en tendens til å «drifte», så for å være sikker på at nøyaktigheten opprettholdes kreves det årlig kalibrering av instrumentet. Kalibrering skal skje ved å sammenligne instrumentets temperatur med et høykvalitetstermometer som er sertifisert av Justervesenet. Kalibrering må dekke det aktuelle måleintervallet, vanligvis ved 0,5 og 20 grader celsius.

4.3 Målemetodikk

To målemetoder kan benyttes:

- **Manuelle målinger**

For manuelle målinger benyttes standard temperaturvertikalutstyr med Pt100-sensor, minst 100 m merket kabel og avlesningsenhet. Ved måling fra båt må en holde båten i ro for å unngå avdrift og skråthengende kabel. Vi anbefaler forsiktig revers på båtmotoren mot vinden. Går det for fort bakover kan en svinge fra side til side for å redusere farten. Ved måling fra is skal det foretas måling av istykkelse i tillegg. Prosedyren for måling av istykkelse ved boring er beskrevet i egne retningslinjer. Ved boring må en være forsiktig når

en har kommet gjennom, slik at en i minst mulig grad forstyrrer vannlaget under isen. **NB: Ikke dra boret opp og ned for å rense hullet, dette vil blande vannmassene.**

En trenger som regel ikke fjerne sørpe i hullet da loddet er ganske tungt. Dypet avleses fra vannoverflaten, men avstanden fra vannoverflaten til bunnen av isen trekkes fra før innlegging av målingene i Hydra. Dette fordi isens underkant er definert som "vannoverflaten". En måler i faste dyp; tett øverst der det er stor temperaturvariasjon, og mer spredt i dypet hvor temperaturen varierer langsomt. Dypene er: 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 m, ...

Det kan også benyttes mer moderne termometre som registrerer dyp og temperatur mens det senkes til bunn og opp igjen, men instrumentet må ha tilfredsstillende nøyaktighet og kalibreringshyppighet.

- **Automatiske målinger**

Automatisk måling av temperaturvertikaler utføres med logger tilkoblet en flerkanals temperaturstreng. Alternativt kan et antall temperaturloggere koblet i kjede benyttes. Antall målepunkter avtales med NVE. Det vanlige er omtrent 10 målepunkter, tett nærmest overflaten og med økende avstand mot dypet. Utstyret henges opp i en bøye som er forankret til bunnen med et lodd. Det må være noe slakk i bøyens forankring, slik at en unngår at loddet flyttes ved heving av vannstand eller ved sterk vind. På regulerte vann må en legge inn nok slakk på ankertauet til å tåle den høyeste regulerte vannstand. Det bør ikke brukes flere loddsnorer, da dette lett fører til vas dersom bøyen av en eller annen grunn driver av sted. Et mindre lodd montert noen meter over hovedloddet vil virke som en effektiv bølgedemper. På større sjøer som islegges vil det vanligvis være nødvendig å hente inn utstyret før isen legger seg. Dersom vinterdata er ønskelig bør det skjøtes på kjetting under bøyen over det dyp en forventer is, slik at utstyret kan hakkes løs før isløsningen. I mindre vann der det er små sjanser for at isen kommer i drift, kan utstyret eventuelt stå ute kontinuerlig. Dersom en velger å la utstyret stå ute til tross for risikoen for at bøyen driver av sted med isen, må en enten være sikker på at ankertauet er langt nok til å nå bunnen overalt, eller at det er nok oppdrift i bøyen til å løfte både utstyr og anker.

Det er opp til regulanten å velge målemetode, men kravene til hyppighet, nøyaktighet på målingen og et tilfredsstillende årlig kalibreringsopplegg må oppfylles.

4.4 Tilsyn og vedlikehold

Ved bruk av automatiske stasjoner må en ha jevnlig tilsyn av bøyen for å sjekke at den ligger i riktig posisjon. Problemer som kan oppstå:

- Loggeren stanser
- Loggeren/bøyen driver inn på grunt vann på grunn av is eller sterk vind/bølger
- Loggeren/bøyen blir stjålet eller fysisk ødelagt

Tilsynene skal dokumenteres i egen logg som skal følge med dataene. Dette kan være en enkel tekstlig beskrivelse, men skal inneholde datoer og spesielle hendelser.

4.5 Kontroll av data

Den som er pålagt målingene skal gjennom egenkontroll påse at dataene er korrekte og komplette (minimum 95 % årlig datafangst) før innrapportering til NVE.

Ved innsending av data til NVE så skal ikke data bearbeides annet enn en eventuell forskyvning på grunnlag av kalibrering av loggeren. NVE foretar en kontroll av dataserien for å fjerne perioder hvor loggeren ikke har fungert tilfredsstillende eller har målt en gal vanntemperatur (for eksempel ved at loggeren har drevet ut av posisjon eller sensorer har grunnstøtt). Dette er en jobb som krever stor erfaring og tilgang på sammenligningsserier.

5. Datainnsending til NVE

Vanntemperaturdata skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «*Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata*».

Vanntemperaturdata sendes inn umiddelbart etter målingen ved manuelle målinger, eller en gang i året ved automatiske målinger.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for måling av istykkelse på innsjøer		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at registrering av istykkelse på innsjøer utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte istykkelsesmålinger på innsjøer.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av istykkelsesmålinger på innsjøer

4.1 Generelt om utvikling av isdekket

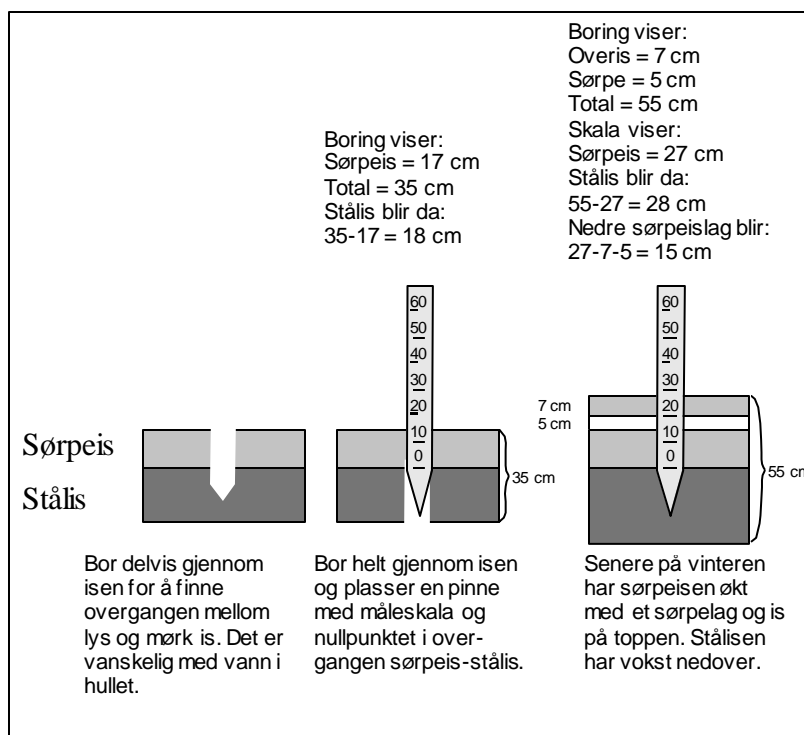
Med ismåling menes her måling av isdekkets tykkelse og oppbygning, dvs. andelen ulike typer is. Stålis er is dannet ved at overflatevannet fryser. Stålislaget vokser nedover, og framtrer som mørkt. Overvann oppstår når et eventuelt snølag på stålis blir tyngre enn isens bæreevne, slik at vann trenger opp i snøen gjennom sprekker i isen. Vannet vil trekkes videre opp i snødekket ved kapillære krefter. I kuldeperioder kan overvannet fryse, og det dannes da sørpeis. Sørpeislaget fryser altså oppå den eksisterende isen, og framtrer som lysere enn stålislaget. En kan få flere lag med sørpeis atskilt med vann/sørpe, og en skiller da mellom underis (stålis, inkludert evt. sørpeis direkte oppå) og overis (sørpeis over vann/sørpelag) (Figur 1, høyre skisse). Dersom det mellomliggende vannlaget fryser helt blir det bare ett islag (Figur 1, midterste skisse). Ved boring ser en da skillet mellom sørpeis og stålis som en overgang fra lys til mørk is. Ishøyde er isoverflatens høyde over vannspeilet (positiv ishøyde), evt. vannspeilets høyde over isen (negativ ishøyde).

4.2 Valg av målested

NVE bestemmer lokaliteter hvor istykkelsesmålinger skal foretas. Målestedet legges om mulig slik at tiltakshaver kan kombinere målingene med andre oppgaver. Det velges et målested på vannet et stykke fra land, hvor en kan forvente et representativt isdekke. Dette målestedet brukes hele tiden. Målested etableres fortrinnsvis ved å nedsette en målepinne av tre (evt. med cm-skala) i sørpeisen/stålis, slik at den fryser fast med nullpunktet i overgangen sørpeis/stålis (Fig. 1). Mål istykkelsen i målehullet med målebånd (tommestokk) før utstyret plasseres i hullet. Sørpeisen kan bestå av flere lag med is og sørpe, men dette er ikke vanlig tidlig i sesongen. Overgangen mellom sørpeis og stålis ses som overgang fra lys til mørk is (ses lettest i et tørt hull, så ikke bor helt gjennom og tøm hullet for isspon). Stålisens overflate settes til 0 cm, og det markeres evt. videre 10, 20, 30 cm osv. med tusj på målepinnen for måling av snødybde, overvann og sørpeis. Målestedet skal dokumenteres med kartskisse og helst GPS-posisjon, og rapporteres til NVE.

4.3 Istykkelsesmåling

Målinger foretas ved å bore gjennom isen og deretter måle total tykkelse av underis og evt. lag av overis. Eventuelt overvann før og etter boring noteres som cm fra isoverflaten. Dersom det ikke er overvann etter boring måles høyden fra isoverflaten til vannflaten i hullet. Deretter noteres fra målepinnen tykkelsen av sørpeisen. Ved boring må en velge ut nye hull for hver måling. Boringen må foretas i noe avstand fra målepinnen slik at ikke vann kan trenge opp og bort til denne. Tykkelsen av de ulike lagene finner en ved å kombinere dataene slik figur 1 viser.



Figur1. Prinsippkisse for måling av istykkelse med tommestokk.

Snødekket måles på minst tre uforstyrrede steder nær borehullet, og gjennomsnittet noteres. Dersom det ikke er etablert en målepinne vil det være umulig å finne skillet mellom stålise og sørpeis i underisen når det er flere islag. En må da notere det nederste laget som "Ukjent" istype.

Målingene utføres så ofte som praktisk mulig, normalt hver uke under isleggingen og deretter hver 14. dag utover vinteren. Husk å bore noen meters avstand fra forrige hull.

4.4 Registrering av data

Nettsiden www.regobs.no benyttes til å registrere målingene. Registreringssiden kan startes fra iskartet (www.iskart.no). Se hjelpetekster på disse sidene. En registrerer først tykkelsen av snø og/eller sørpe på isoverflaten, deretter islagene lag for lag fra toppen. Hvert islag har en tykkelse og en type. Merk at et mellomliggende vann/sørpe-lag regnes som et islag i registreringen og har en egen typekode. Til slutt registreres overvann eller høyden i ishullet.

4.5 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelsene skal påse at data er korrekt registrert ved hjelp av www.iskart.no. NVE sjekker dataene for åpenbare feil og melder eventuelt tilbake til observatøren.

5. Datainnføring til NVE

Rapportering av istykkelser gjøres via www.regobs.no. Det er ikke behov for å sende inn papirark i tillegg.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for rapportering av tidspunkt for islegging og isløsning på innsjøer og elver		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at observasjoner av tidspunkt for islegging og isløsning på innsjøer og elver utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder for alle pålagte innrapporteringer av islegging og isløsning på innsjøer.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av israpport

Nettsiden www.regobs.no benyttes til å registrere målingene. Registeringssiden kan startes fra iskartet (www.iskart.no). Se hjelpetekster på disse sidene.

Det registreres tidspunkt for islegging og isløsning langs land i nærheten av målestedet. På selve målestedet registreres det enten som isfritt, delvis islagt eller helt islagt. Med delvis islagt menes det at det er både is og åpent vann innenfor en radius på ca. 50 m fra målestedet. «Målestedet» er et tenkt punkt på innsjøen og bør være minst 100 m fra land. Ofte utføres det samtidig istykkelsesmålinger der.

På en elv er vurderingene ofte vanskeligere. En skal se bort fra faste råker. Helt islagt er oppnådd når det er en stabil vintersituasjon. Delvis islagt kan settes når is langs land er blitt bredere enn for eksempel 2 m, og om våren kan det settes isfritt selv om det ligger igjen is langs land. I målesteds kommentaren bør en spesifisere hvilke regler som er valgt for isfritt, delvis islagt og helt islagt.

4.1 Stasjonsbeskrivelse

Målestedet skal dokumenteres med kartskisse og helst GPS-posisjon.

4.2 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelsene skal påse at data er korrekt registrert ved hjelp av www.iskart.no. NVE sjekker dataene for åpenbare feil og melder eventuelt tilbake til observatøren.

5. Datainnsending til NVE

Registrering i www.regobs.no er godt nok for rapportering av isdekning. Det trengs ikke papirark i tillegg.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle hydrologiske pålegget: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser

Retningslinjer for iskartlegging av fjorder

Vedtatt: 20.06.2016

Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at tegning av iskart for fjorder utføres etter standardiserte metoder og at kravene til leveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som har samlet inn data.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder for alle pålagte iskartlegginger av fjorder.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av iskartlegging

4.1 Grunnlagsmateriale

Kartene tegnes på grunnlagskart fra NVE. Kartene har en merknadsrubrikk, og aktuelle symboler er påtegnet. Disse symbolene skal brukes når iskartene tegnes (figur 1). Symbolene kan variere noe etter behov i de ulike områder.

4.2 Kartlegging

Det første iskartet tegnes når den første isdannelse observeres. Eksempler på is er strandis (landis) og drivis.

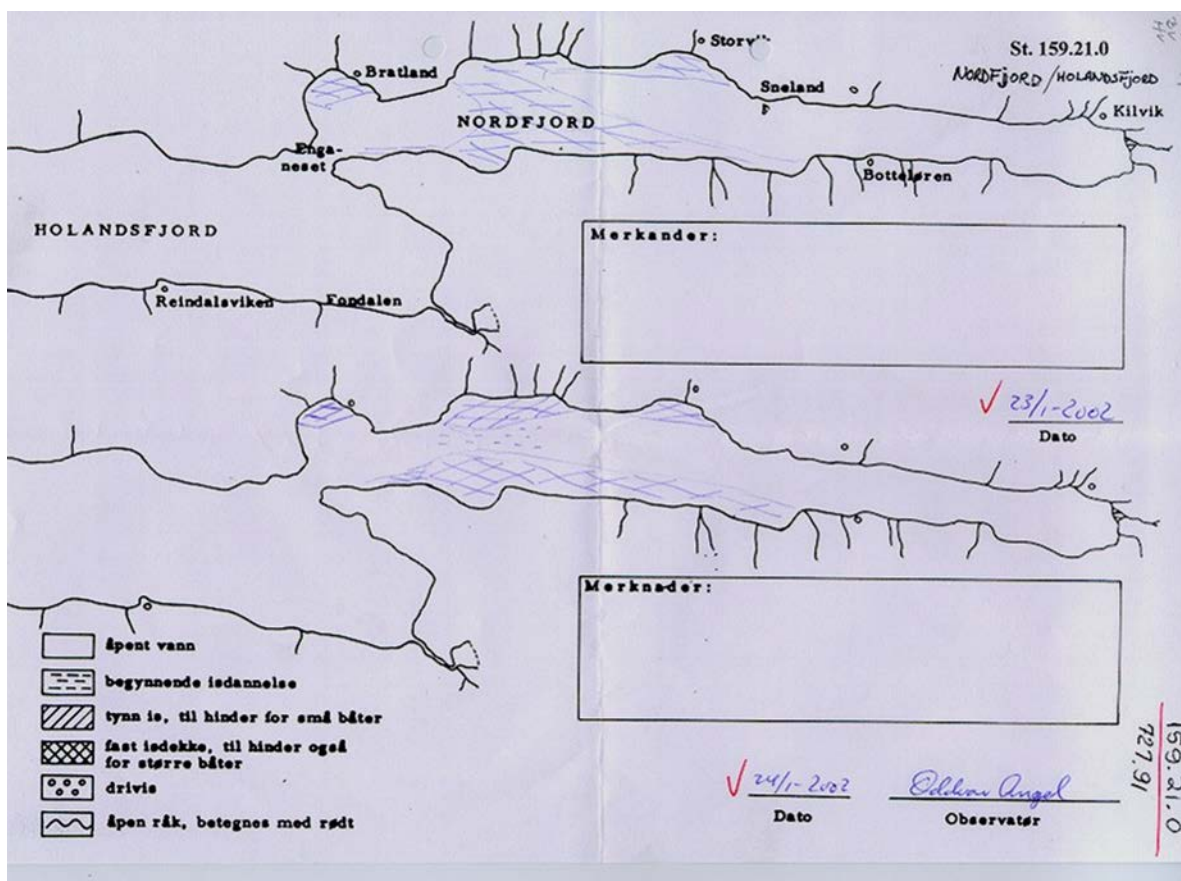
På kartskissen inntegnes isforholdene på måledagen så langt det er siktbart eller er undersøkt. Særlig viktig er det at isobservatøren angir:

- Isens utbredelse (isgrense)
- Eventuelle områder som ikke er observert
- Eventuell båttrafikk (noteres i merknadsrubrikken)
- Eventuell kjennskap til istykkelse
- Andre forhold som antas å ha betydning for isforholdene, f.eks. vindforhold, noteres på kartet.

Nye iskart tegnes så snart det er blitt vesentlige endringer i isforholdene. Råker, betydelige sprekker, og vann på isen merkes av.

Dersom det er en lengre periode med uendra forhold så noter dette i merknadsrubrikken. Eksempel: «Ingen forandring i forholdene i perioden 1. februar til 2. mars».

Det tegnes minst ett iskart hver måned i isperioden og de sendes inn ved hvert månedsskifte.



Figur 1 Eksempel på tegning av iskart på fjorder.

Datoen for helt isfri innsjø noteres i merknadsrubrikken.

Isforholdene skal noteres så fullstendig at en kan følge utviklingen av isdekket helt fra isleggingen, gjennom hele vinteren og til fjorden igjen er isfri.

Observatøren bedømmer om isen skal betegnes som gangbar eller ikke. Det er ikke meningen at dette skal testes ved gange på isen!

4.3 Kontroll av data

NVE gjør en sjekk av at kartleggingen er forståelig og i samsvar av hva en bør forvente fra vinterens vær.

5. Datainnsending til NVE

Iskartene sendes elektronisk til hydrologisk avdeling, nve@nve.no eller pr. post til hydrologisk avd., PB 5091 Majorstua, 0301 Oslo. Iskartene lagres i NVE sitt arkiv og i www.regObs.no.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for måling av suspensjonstransport i elver		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at måling av suspensjonstransport utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder for alle pålagte målinger av suspensjonstransport i elver og kraftverk.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av suspensjonstransportmålinger, kornfordelingsanalyser og tilhørende analyser

4.1 Valg av målested

Målestedet er i hovedtrekk bestemt i pålegget, men det må likevel velges en optimal plasseringen innenfor angitt strekning som er tilpasset prøvetakingsmetoden. Stasjonens eksakte lokalisering bestemmes i samråd med NVE. Stasjonens tekniske utforming og instrumentering bør følge standard prosedyre ved NVE (veileder er under utarbeidelse). Målestedet skal dokumenteres med kartskisse, koordinater og foto som sendes NVE.

Hvis det benyttes automatisk prøvetaking installeres prøvetakeren på en lokalitet med så god blanding at det er minimal variasjon i suspensjonskonsentrasjon vertikalt og horisontalt i tverrsnittet. Kulper med stillestående vann skal unngås. Målestedet må også ha tilstrekkelig dybde, slik at slangen til måleinstrumentet ikke blir tørrlagt ved liten vannføring. Samtidig må en unngå lokaliteter der temporær sedimentasjon kan forventes, slik at en unngår at slangen blir overdekket.

Når det benyttes dybdeintegrerende prøvetaking må det velges et egnet måleprofil med uniform strømning. Det skal i dette tilfellet tas flere prøver i tverrprofilet.

4.2 Målemetodikk for suspensjonsprøver

Tre prøvetakingsmetoder kan i utgangspunktet benyttes:

1) Automatisk prøvetaking. Prøvetaking foretas vha. automatisk, fastmontert utstyr. Automatiske prøvetakere kan programmeres til å ta prøver over en lengre tidsperiode enten «situasjonsstyrt» (prøvetakingen bestemmes av f.eks. vannføringen) eller det som er vanligst, «tidsstyrt» (dvs. prøver tas med bestemte tidsintervaller). Dersom ikke annet er nevnt skal prøvetakingen foretas «tidsstyrt».

Kravspesifikasjon til automatisk vannprøvetaker for partikulært materiale, kornstørrelser

maksimum 0,5 mm: Til installasjonen benyttes forsterket/armert pumpeslange som beskyttes av en fastmontert rørgate av stål eller aluminium. Strømningstilstanden på målestedet skal være turbulent, men middelhastigheten ved innløpet til slangen bør være mindre enn 1 m/s. Rørgaten innstilles vinkelrett på strømrretningen (Bogen, 1986).

Prøvetakeren skal ha en nominell opppumpingshastighet ved inntak på 1 m/s, konstant i minst 20 sek, den bør kunne klare en løftehøyde på minst 6 m. Prøven skal pumpes direkte i prøveflaske og ikke via et kar. Det er også ønskelig at prøvetakeren er programmerbar slik at prøvetakingstidspunktet kan varieres. Volumet av hver prøve bør være opp mot en liter.

2) Manuell prøvetaking: Manuell prøvetaking med dybdeintegrerende vannprøvetaker. Benyttes på prøvetakingssteder med ikke-turbulent strømning (Nilsson, 1971 eller USGS-D74 for høye strømhastigheter).

3) Forenklet manuell prøvetaking: Enkel manuell prøvetaking på prøvetakingssted med tilstrekkelig turbulente vannmasser (Østrem, 1975).

Hyppighet av prøvetaking kan variere og vil avhenge av type vassdrag og vannføringsforhold. Hvis dette er kjent på forhånd, er hyppigheten av prøvetaking angitt i det hydrologiske pålegget, hvis ikke bestemmes hyppigheten etter en prøveperiode i samråd med NVE. Eventuelle endringer i prøvetakingshyppighet må godkjennes av NVE. Det er opp til regulanten å velge målemetode, men kravet til hyppighet og representativitet i prøvetakingen må oppfylles. Ulike prøvetakingsmetoder er generelt beskrevet i ISO/TS 3716 (2006).

4.3 Metodikk for innsamling av kornfordelingsprøver av suspensjonsmateriale

Kornfordelingsanalyser kan utføres på materiale innsamlet med de angitte prøvetakingsmetodene. Hvis det kreves spesielt store volum, for eksempel når konsentrasjonene er lave så kan det brukes separate vannpumper. Denne typen pumper er ofte bensindrevne.

4.3 Tilsyn og vedlikehold

Stasjonene utstyrt med automatprøvetakere må ha jevnlig tilsyn for å se at de fungerer etter hensikten og for å unngå langvarige stans eller feil i målingen. Det er sjelden nødvendig med hyppigere tilsyn enn det som behøves for å skifte flasker i automatprøvetakeren, bortsett fra etter større flomepisoder. Det er ved hver kontroll viktig å påse at batterier er tilstrekkelig ladet dersom stasjonen ikke har innlagt strøm.

4.4 Analyse av suspensjonskonsentrasjon

Konsentrasjonen av organisk og uorganisk partikulært materiale skal bestemmes ved filtrering gjennom glassfiberfiltere i henhold til standard NS/EN-872 (Europeisk standard, 2005) der materialmengden i et kjent vannvolum bestemmes på nærmeste 0,0001 g med analyse vekt. Analysen skal omfatte alle partikler i prøven i kornfordelingsintervallet 0,5mm til 0,001mm. Hele den innsamlede prøven skal filtreres. Det skal ikke tas ut delprøver. Konsentrasjonen av det organiske materialet i prøven bestemmes ved glødetap ved 480°C. Prøvene sendes til egnet laboratorium, eller kan filtreres lokalt for å forenkle forsendelsen.

Filtrene med prøvemateriale skal oppbevares som referanse i 5 år etter prøvetakingstidspunkt og forevises NVE på anmodning, eventuelt sendes til oppbevaring hos NVE.

4.5 Analyse av kornfordeling i vannprøver

Det skal benyttes metoder som egner seg til kornfordelingsanalyse av vannprøver under alle konsentrasjonsforhold, selv lave konsentrasjoner ned mot 30 mg/l. Systemer som Laser-coulter og Malvern tilfredsstiller disse kravene. Det skal benyttes membranfiltere ved filtrering av denne typen prøver. Organisk materiale fjernes ved oksidering.

4.6 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelsene skal påse at data er sjekket for feil og avvik og at dette er dokumentert,

før innsending av data til NVE. Endelige kontroll av data foretas av NVE. Dette innebærer korrigerings av dataserie og der det er mulig, komplettering i perioder med manglende data (vanligvis ved regresjon eller interpolasjon). Retningslinjer for dette er beskrevet i kvalitets håndboken for hydrologisk avdeling, og fås på etterspørsel.

5. Datainnsending til NVE

Data sendes elektronisk til NVE med mottaksadresse hydrology@nve.no. Det er per i dag ikke tilrettelagt for automatisk import av data til laboratoriedatabasen, men dette er under utvikling.

Data skal sendes inn fortløpende eller etter nærmere avtale med NVE.

NVE skal ha rådataene og følgende skal oppgis:

- Lokalitet (kartskisse, koordinatar og foto)
- Prøvetakingstidspunkt (klokkeslett, dag, måned, år)
- Vekt av prøve henholdsvis før og etter gløding, samt filtervekt
- Volum av prøve
- Materiale > 0,5 mm (der det er siktet fra)
- Eventuell rift/revne i filter eller andre feil/avvik ved prøven
- Fortegnelse over eventuelle brudd/avvik i prøvetakingsserien

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for sediment (HS) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Referanser

Bogen, 1986: *Erosjonsprosesser og sedimenttransport i norske vassdrag. Utredning av forvaltningsansvar, faglig status og forskningsbehov*. Norsk Hydrologisk Komité. Rapport nr.20. 109s.

Europeisk standard NS-EN 872, 2005: *Water quality - Determination of suspended solids - Method by filtration through glass fiber filters*.

ISO/TS 3716, 2006: *Hydrometry – Functional requirements and characteristics of suspended-sediment samplers*.

Nilsson, 1971: *Sedimenttransport i svenska vattendrag. Ett IHD-projekt. Del 1. Metodikk*. Naturgeogr.inst.Univ. Uppsala Rapp.4, 83s.

Østrem, 1975: *Sediment transport in glacial meltwater streams*, p 101-162. In Jopling, A. and McDonald, B. G. (ed.) *Glacifluvial and Glaciolacustrine Sedimentation*. Soc. Econ. Pal. Min. spec. pub. No.23.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for måling av bunntransport i elver		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at måling bunntransport utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder for alle pålagte målinger av bunntransport i elver og kraftverk.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av bunntransportmåling

4.1 Valg av målested

Målestedet er i hovedtrekk bestemt i pålegget, men det må likevel velges den optimale plasseringen innenfor angitt strekning. Det skal velges lokaliteter hvor det er mulig å skille ut virkninger av et vassdragstiltak fra den naturlige transporten. Målested/strekning velges i samråd med NVE. Målestedet skal dokumenteres med kartskisse med koordinater og foto som oversendes NVE.

4.2 Målemetodikk

Det er i utgangspunktet to måter å registrere bunntransporten på, gjennom direkte eller indirekte målinger (ISO/TR 9212, 2015, IHO, 2008). Metoden som benyttes må godkjennes av NVE før oppstart av målinger.

A) Direkte målinger

- Kurvprøvetakere

B) Indirekte målinger

- Deltaoppmålinger
- Oppmåling av sedimentasjonskamre og fangdammer
- Tverrprofiloppmåling på elvestrekninger

Målemetode velges ut fra en vurdering av lokale forhold i vassdraget. I noen vassdrag foreligger det allerede lange måleserier. I vurderingen må det derfor tas med i betraktningen hvilken metode som er brukt under tidligere målinger.

4.5 Kornfordelingsanalyse av bunntransportert materiale

I bunnprøvene bestemmes total mengde bunntransportert materiale. Prøvene blir da tørket og veid. Prøvene tas vare på i tilfelle det skal gjøres nærmere undersøkelser av materialet. Det føres skjemaer som viser lokalitet, dato, prøvetakingstid og vekt.

Kornfordelingsanalyse av bunnmateriale skal bestemmes i hovedsak ved sikteanalyser (NS-EN 932-2, 1999 og NS 8005, 1990). Hvis hovedandelen av materialet på elvebunnen består av steinfraksjonen kan Wolman-analyse benyttes (Wolman, 1954).

4.6 Kontroll av data

Den som er pålagt målingene skal påse at data er sjekket for feil og avvik og at dette er dokumentert, før innsending av data til NVE. Endelige kontroll av data foretas av NVE. Dette innebærer korrigering av dataserie og der det er mulig, komplettering av perioder med manglende data.

5. Datainnsending og dokumentasjon til NVE

Data sendes elektronisk til NVE med mottaksadresse hydrology@nve.no. Det er per dags dato ikke tilrettelagt for automatisk import av data til laboratoriedatabasen, men dette er under utvikling.

Målestedet skal dokumenteres med kartskisse med koordinater og foto som oversendes NVE.

Data skal sendes inn fortløpende eller etter nærmere avtale med NVE.

NVE skal ha rådataene, og følgende skal oppgis:

- Lokalitet
- Prøvetakingstidpunkt og evt. varighet [fra – til] (klokkeslett, dag, måned, år)
- Vekt av prøve
- Kornfordeling av prøve

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for sediment (HS) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Referanser

ISO/TR 9212, 2015: *Hydrometry - Methods of measurement of bedload discharge*

IHO, 2008: IHO-special publ.no 44, 5th ed, Feb. 2008

NS 8005, 1990: *Geoteknisk prøving. Laboriemetoder. Kornfordelingsanalyse av jordprøver.*

NS-EN 932-2, 1999: *Prøvingsmetoder for generelle egenskaper for tilslag Del 2: Metoder for deling av laborieprøver.*

Wolman, M.G., 1954: *A method of sampling coarse river-bed material*: Transactions of the American Geophysical Union (EOS), v. 35, pp. 951-956.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for manuelle målinger av snø		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at manuelle målinger av snø utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte målinger av snø herunder manuelle målinger av snødyp, radarmålinger av snødyp, manuelle tetthetsmålinger og beregning av snøens vannekvivalent.¹ Denne retningslinjen innbefatter ikke målinger av snøens vannekvivalent ved hjelp av automatiske målemetoder², eller måling av snø på bre, dette finnes det egne retningslinjer for.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av manuelle målinger av snø

4.1 Valg av målested

Følgende hydrologiske vurderinger skal gjøres ved opprettelse av registreringssted:

- a) Målestedenes plassering skal i størst mulig grad gjenspeile snøforholdene i feltet. For eksempel bør det måles snø i ulike vegetasjonssoner i nedbørfeltet.
- b) Målestedene bør legges i områder som har stabilt snødekke gjennom vinteren, og fortrinnsvis i områder som er lite påvirket av vind
- c) Tilgjengeligheten til strekkene skal være såpass god at strekkene kan måles hver vinter

4.2 Måling av snødyp og snøens tetthet

Snøens dyp bør hovedsakelig måles langs snøstrekk. Dette for å ha mulighet til å måle samme sted fra år til år og for å få dekket storskalavariasjonene i nedbørfeltet. Målingene bør alltid starte og slutte på kjente punkt, benytt GPS til posisjonering.

¹ Snøens vannekvivalent: Den vannmengde en gitt snøpakke vil utgjøre når snøen smelter. Angis som regel i mm.

² Automatiske målinger: snøputer, snøvekter og andre metoder der en direkte eller indirekte måler snøens vannekvivalent automatisk.

Måling av snødyb foregår på den måten at en måler snøens dyp ved hjelp av en egnet målestang, det kan være spesialdesignete metallstenger, søkestenger eller liknende. Oppløsningen bør være minimum 5 cm.

Snødyb kan også måles med georadar, dette kan være aktuelt der man ønsker å måle over et større geografisk område enn ved tradisjonelle, manuelle målinger. Bruk av georadar krever i utgangspunktet mer kunnskap og mer etterprosessering enn ved manuelle snødypmålinger. Ta kontakt med NVE for mer informasjon, og for tilrettelegging av innrapportering av georadardata. Merk at ved bruk av georadar må det også tas manuelle målinger av snødyb for kalibrering av radaren. En av NVEs målekampanjer med georadar er beskrevet i NVE report 8/2011.

Snøens tetthet måles tradisjonelt ved hjelp å veie en snøsyylinder med kjent volum og beregne tettheten ut i fra det. Målingene kan enten utføres ved hjelp av tradisjonelle songarør, kjernebor og andre type rør (for eksempel Federal Sampler). Merk at rørets diameter, lengde og egenvekt må noteres. Type vekt som benyttes kan være fjærvekter, bismervekter, fiskevekter eller andre digitale vekter. At vektene viser korrekt bør kontrolleres før hver måling. Vektens oppløsning må samsvare med hvor mye snø som veies, og vekten bør minimum har en oppløsning på 10 gram.

For utfyllende informasjon hvordan slike målinger skal utføres se Andersen m. fl. (1982); WMO (2008) eller NVE rapport 4/2011 - Appendiks D.

4.4 Beregning av snøens vannekvivalent, $f(\text{snødyb, snøtetthet})$:

Snøens vannekvivalent er gitt ved:

$$\text{Snøens vannekvivalent} = \frac{h_s \times \rho_s}{100} \quad [\text{mm}]$$

der h_s er snødyb i cm, mens ρ_s er tetthet til snø i kg/m^3 . Vannekvivalent oppgis i mm uten desimaler, snødyb i cm uten desimaler, mens snøtetthet oppgis med 0,01 kg/m^3 -nøyaktighet.

4.5 Krav til målingene

- For nedbørfelt under 100 km^2 er det nødvendig med 5-10 strekk, mens det i nedbørfelt av størrelse 100–1000 km^2 er nødvendig med 10–20 strekk. Det er verdt å bemerke at dette antallet forutsetter at en har god kunnskap til variasjonene av snø i feltet, og denne kunnskapen kan en f.eks. tilegne seg vha. ytterligere snømålinger. For utfyllende informasjon vises det til Andersen m. fl. (1982).
- Det bør tas tre (3) tetthetsprøver per strekk; en omkring middeldypet og to henholdsvis noe over og noe under dette. Ved radarmålinger (se avsnitt om instrumentering) kan det være nødvendig å ta ytterligere tetthetsmålinger da man ved en radarmåling tilbakelegger større områder hvor tettheten kan variere ytterligere.
- Målingene skal gjøres med en nøyaktighet på 5 cm for snødyb og 10 gram for vektmåling av tetthet.

4.6 Kontroll av data

Den som er pålagt målingene skal påse at data er korrekte før innsending av data. Data som sendes inn til NVE kontrolleres automatisk for samsvar mellom de ulike variablene (snøens vannekvivalent, snødyb og snøens tetthet) ved innleggelse i databasen.

5. Datainnsending til NVE

Snødata skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata».

Generelt gjelder følgende for innsending av snødata:

- a) Snødyb og snøens tetthet skal normalt oppgis i henholdsvis cm og kg/m³. Snøens vannekvivalent skal oppgis i mm.
- b) Snødata skal innrapporteres så raskt som praktisk mulig og senest fem (5) dager etter måling.
- c) Dersom tiltakshaver endrer tidligere innsendte snøobservasjoner, skal de endrede data sendes inn til NVE så fort som mulig sammen med en kommentar om årsak til endringene.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Referanser

Andersen m.fl. (1982). *Snømålinger for kraftverksdrift, Rapport til Rådet for den kraftverkshydrologiske tjenesten (1982)*. Kan fås ved henvendelse til NVEs bibliotek (nve@nve.no)

NVE rapport 4/2011. *Evaluering av NVE sitt snøstasjonsnettverk*, Ree, B. L., H. Landrø, E. Trondsen, K. M. Møen, 220 s. http://publikasjoner.nve.no/rapport/2011/rapport2011_04.pdf

NVE report 8/2011. *GPR-measurements of snow distribution on Hardangervidda mountain plateau in 2008-2011*. Ragulina, G., Melvold, K. og T. Saloranta, 32 s. http://publikasjoner.nve.no/report/2011/report2011_08.pdf

NVE rapport 96/2015. *Recommendations for automatic measurements of snow Water Equivalent in NVE*. Stranden H.B., Ree, B. L., and K. M. Møen, 34 s. http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_96.pdf

WMO (2008): *The Guide to Hydrological Practices (WMO No. 168), volume 1: Hydrology -from measurements to hydrological information*, chapter 3. www.whycos.org

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for registrering av snøens vannekvivalent ved hjelp av automatiske målemetoder		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at registrering av snøens vannekvivalent¹ ved hjelp av ulike automatiske målemetoder utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte undersøkelser av snøens vannekvivalent ved hjelp av ulike automatiske målemetoder. Automatiske målemetoder innbefatter for eksempel bruk av snøputer, snøvekter eller andre metoder der en direkte eller indirekte måler snøens vannekvivalent automatisk.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstiller retningslinjene.

4. Utførelse av automatisk registrering av snøens vannekvivalent

4.1 Etablering og drift av målestasjoner

Plasseringen til pålagte målestasjoner skal godkjennes av NVE før etablering. Automatiske registreringer av snøens vannekvivalent kan utføres på ulike måter, for eksempel ved bruk av snøputer, snøvekter eller gammasensorer. Beliggenhet, klima og pris er av de faktorene som avgjør hvilken type sensor som er best egnet. For anbefalinger og føringer for hvilken type sensor som bør benyttes i hvert enkelt tilfelle vises det til NVE rapport 96/2015.

Ved etablering av nye snømålestasjoner, uansett type sensor, vises det til i NVE rapport 4/2011 - Appendiks E «Opprettelse av nysnøputelokalitet» og kapittel 4.3 «Lokalisering av snøputestasjon». Råd om etablering av nye snømålestasjoner er også gitt i rapporten CEN/TR 15996 (2010): «*Measurement of snow water equivalent using snow mass registration devices.*»

Ved etablering av kun automatiske snødyppstasjoner se «Opprettelse av ny snøputelokalitet» fra NVE, gjengitt i sin helhet i NVE rapport 4/11 - Appendiks E.

¹ Snøens vannekvivalent: Den vannmengde en gitt snøpakke vil utgjøre når snøen smelter, angis som regel i mm.

4.2 Registrering av snødata

Stasjonen skal være utstyrt med målesystem for registrering av snøens vannekvivalent (alternativt snødyp for rene snødyptasjoner). Hvis ikke annet er nevnt i NVEs pålegg, kreves det minimum 95% datafangst i snøsesongen. Hyppighet av registreringen er gitt i det hydrologiske pålegget med overføring til NVE en gang i døgnet.

4.3 Kontrollmålinger

Ved hver snøstasjon skal det utføres manuelle kontrollmålinger av snødyp og snøens tetthet i løpet av vinteren. Kontrollmålingene gjennomføres i januar, mars og april, og når snøen begynner å smelte tas hyppigere målinger, normalt hver 14.dag. Hvordan kontrollmålinger bør utføres er mer utfyllende beskrevet i appendiks Di NVE rapport 4/2011.

a) Snødyp

Snødyp måles med sondestang og oppgis i cm (se forøvrig retningslinjer for manuelle målinger av snø). Et høvelig antall målinger (10-15 stk.) rundt snøstasjonen vil gi et godt bilde av snødypet.

Snødekningsgraden rundt stasjonen skal angis (radius ca. 100 m). Dekningsgrad skal angis i % der 0% betyr barmark og 100% betyr fullt snødekke.

Det skal også angis om det er frost i bakken under snølaget, evt. om det er islag på markoverflaten og tykkelsen på dette.

b) Snøtetthet

Snøens vekt måles i et vertikalt profil (sjakt) et sted nær stasjonen der snødypet tilsvarer middel av snødyp rundt stasjonen (se for øvrig «*Retningslinjer for manuelle målinger av snø*»). Det tas minst to eller tre tetthetsmålinger i den samme sjakten.

c) **Årlig hovedkontroll**, gjennomføres om høsten før første snøfall og innebærer:

- i. Nullstilling av instrumentet
- ii. Kontroll av instrument, batteri, sensor og fjernoverføringsutstyr.
- iii. Kontroll av at det er god avrenning rundt snøvekt/snøpute. Alt som ligger oppå og inntil sidene på puten/vekten fjernes.
- iv. Eventuell kontroll av væsknivået i snøpute.
- v. Eventuell kontroll av at mast/stativ til gammasensoren er stødig og robust.

4.4 Kontroll av data

Snødata skal være reelle observerte data fra stasjonen (ukorrigerede rådata). Dersom deler av dataserien inneholder uriktige eller manglende verdier, skal dokumentasjon om dette meddeles NVE umiddelbart.

Hvis feil oppdages etter at data er oversendt NVE, meldes dette så raskt som mulig. NVE gjør en endelig kontroll av innrapporterte data etter endt snøsesong. Det innebærer blant annet at åpenbare feilregistreringer fjernes og manglende nullstilling blir korrigert.

Den som er pålagt målingene skal gjennom egenkontroll påse at dataene er korrekte og komplette (minimum 95% datafangst i snøsesong) før innrapportering til NVE. Tiltakshaver skal kunne gjøre rede for hvilke data som er korrigert og dokumentere hvordan korrigeringen er gjort. NVE gjør en endelig kontroll av at innrapporterte data tilfredsstiller krav stilt i retningslinjer, konsesjon og hydrologiske pålegg.

5. Datainnsending til NVE

Snødata skal sendes elektronisk til NVE. Nærmere beskrivelse av krav til innsending finnes i NVEs «Retningslinjer for innsending av hydrologiske måledata.»

Generelt gjelder følgende for innsending av snødata:

- a) Registrerte snødata skal sendes inn til NVE en gang i døgnet, hvis ikke annet er avtalt.
- b) Automatisk registrering snøens vannekvivalent skal oppgis med mm nøyaktighet. Automatisk registrering av snødyp skal oppgis med cm nøyaktighet.
- c) Resultatet av kontrollmålingene skal rapporteres til NVE, nve@nve.no, umiddelbart etter at målingen har funnet sted.
- d) Dersom tiltakshaver endrer tidligere innsendte snødata, skal de endrede data sendes inn til NVE så fort som mulig sammen med kommentar til årsak.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Datainnsending: Kontakt seksjon for hydroinformatikk (HI) ved hydrologisk avdeling, hydrology@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Referanser

CEN/TR 15996 (2010). Hydrometry. CEN/TR15996:2010 *Measurement of snow water equivalent using snow mass registration devices*. Technical report CEN/TC318 Hydrometry. European Committee for Standardization

CEN/TR 16588 (2014). Hydrometry. CEN/TR16588:2014 *Manual measurement of snow water equivalent*. Technical report CEN/TC318 Hydrometry. European Committee for Standardization.

NVE rapport 4/2011. *Evaluering av NVE sitt snøstasjonsnettverk*, Ree, B. L., H. Landrø, E. Trondsen, K. M. Møen, 220 s. http://publikasjoner.nve.no/rapport/2011/rapport2011_04.pdf

NVE rapport 96/2015. *Recommendations for automatic measurements of snow Water Equivalent in NVE Stranden* H.B., Ree, B. L., and K. M. Møen, 34 s. http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_96.pdf

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for massebalansemålinger på bre		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at gjennomføring av målinger av massebalanse på bre, og beregning og registrering av data utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle pålagte målinger av breers massebalanse.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstiller retningslinjene.

4. Utførelse av massebalansemålinger på bre

4.1 Måleopplegg

Fem til ti målesteder der netto endring fra år til år og sommersmelting måles, fordeles ut over breen primært basert på breens høydefordeling. Målestedene skal gi et representativt bilde av snømengde og smelting i de ulike høydeintervallene på breen. Områder der snø blåser av (høyder, kanter) eller der snøen samler seg (nedafor kanter, lesider o.l.) bør unngås. Dersom breen har stor utstrekning i enkelte høydeintervall eller ujevn topografi kan det være aktuelt med flere målested i tilnærmet samme høyde. Målestedenes posisjon bestemmes på forhånd fra kart. For å gi et bedre bilde av snøfordelingen sonderes snødyppet i 50 til 200 punkt langs profil mellom stakeposisjoner og andre faste punkter, eller i rutenett tilpasset breens areal og terreng. For omregning av snødypp til vannekvivalent måles snøens tetthet i et profil ved et målested nær breens høydeytngdepunkt.

4.2 Feltnmålinger

Stakemålinger

Snødypp, smelting og årlig endring måles på staker som viser overflatens høyde i forhold til bunnen av staken. Gjentatt måling viser smelting eller snødypp som høydeendring i forhold til staken. Der det regelmessig er store snødypp kan fagverkstårn benyttes i noen stakeposisjoner.

Som målestaker anbefales aluminiumsrør (Al), med indre diameter 33 mm, godstykkelse 3 mm og lengde 2,0 m eller 6,0 m. Stakene skjøtes med skjøtetapper i aluminium (legering AA7108-50) med lengde 400 mm, ytre diameter 25 mm og godstykkelse 3,5 mm. Skjøtetappen sikres med tape rundt midten av

skjøtetappen (i skjøtepunkt mellom to stakelodd) og med tape utenpå stakene rundt skjøten. Det må brukes tape som holder seg elastisk i kulde. Tradisjonelt er det brukt tjærebånd.

Som tårn anbefales såkalte kalendermaster. Det er 3 meter lange segmenter med gitterverk og trekantprofil med sidekanter 300 mm. Tårnleddene skjøtes sammen med 6 stk. galvaniserte bolter M- 12, diameter 12 mm, lengde 50 mm. Bruk stoppskive. Til skruing brukes 2 stk. 19 mm fastnøkkel.

Utsetting

- Staker (og tårn) plasseres i henhold til gitte posisjoner (bruk håndholdt GPS), fortrinnsvis på steder med liten helningsgradient. De blir lettere skjeve og brekker ned der helningen er stor. Stakene skal ikke plasseres nær sprekker både pga. personellsikkerhet og at sprekker kan utvide seg og påvirke forholdene (særlig smelting) på stakene.
- I blåisområdet bores stakene ned i is. Det er viktig å bore så dypt at stakene ikke smelter ut innen neste besøk. I snøområdet bores stakene minst 10 cm under sommeroverflaten (SO) eller godt ned i firn dersom snødyb og normal sommersmelting tilsier at all vintersnø kan smelte vekk. I snøområdet må stakene ha trepropp eller lignende i bunnen for å unngå at de synker ned i snøen. Staker i is kan også understøttes på samme måte.
- Staker bør ikke være mer enn 4 meter over snøoverflaten, i skrånende terreng kan selv det være for mye. Høye staker kan lettere bøyes ned av vinden om vinteren eller helle om sommeren. Tårn bør maksimalt være 9 meter høye. Tårn kan forlenges med Al-stake som settes ned i tårnet og fundamenteres på skjøten mellom to tårnledd.
- Stakene merkes med nummer og år (for eksempel 10-01). Merkingen gjøres med DYMO-tape (festet med tjærebånd), påskrift med blyant/ sprittusj (leside og loside), eller inngraving med rissenål. Dersom forsvunnet stake skal erstattes kalles første erstatning for eksempel 10-01B (posisjon 10, år 2001, ny stake).
- Staker og tårn posisjonbestemmes med GPS.

Måling og vedlikehold

- Måling av staker og tårn gjøres fra topp stake/tårn og ned til overflaten. På høsten måles også evt. nysnø ved sondering eller graving.
- Det er viktig å være oppmerksom på at målinger på skjeve staker viser for stort snødyb. Tilsvarende vil man registrere for stor avsmelting på skjeve staker. Hellingsvinkelen må måles. Vær oppmerksom på at staken kan være bøyd i et punkt (for eksempel en stakeskjøt), eller hele staken kan stå skrått/bøyd. Ved skjøting av en skjev stake er det viktig å rette den opp. En skjev stake bøyes raskere ned – spesielt om den er lang.
- Tårn i akkumulasjonsområdet kan være forlenget flere ganger, og kan derfor ha sin basis langt under siste års sommeroverflate. Firn over nedre del av tårnet fortsetter sin komprimering. En må derfor være oppmerksom på at siste års sommeroverflate kan synke i forhold til tårnet i løpet av vinteren. Det medfører at faktisk snødyb kan være større enn beregnet snødyb fra endring i tårnets lengde. Dette er viktig å være oppmerksom på dersom det bare er tårn som har overlevd vinteren og således danner grunnlaget for måling av snødypet.
- Staker og tårn posisjonbestemmes regelmessig med GPS.

Kjerneboring

Kjerneboring gjøres for å sette ned staker, for å ta tetthetsprøve, eller for å påvise sommeroverflaten (SO) der denne er vanskelig å identifisere ved sondering.

Anbefalt utstyr

Utstyret omfatter kjernebor, sveiv og et antall 1 m lange boreforlengelser samt 2 stk. 17 mm fastnøkler. Ved bruk av mer enn 5 skjøteledd bør sveiva tas av ved heising og senking av kjerneboret. For kjernebor med lokk er det viktig å regelmessig skru til skruene som fester lokket i øvre ende. Det er ingen faste leverandører av kjernebor, utstyr lages på bestilling hos mekaniske verksted. |

Påvisning av sommeroverflaten (SO)

Påvisning av SO ved hjelp av kjerneboring kan gjøres ut fra følgende kriterier:

- a) Visuell påvisning i form av et tydelig skittlag som består av organiske partikler – særlig lav. Dette skjer helst på dalbreer med nærliggende bart fjell. På de store breplatåene er det så få partikler at laget sjelden er synlig.
- b) Et tydelig islag som danner et klart skille mot fastere og hardere snø. Kan også inneholde partikler.
- c) Tetthetsøkning til over 600 kg/m^3 . NB – vær oppmerksom på usikkerhet i tetthetsmålingene. Metoden er lite anvendelig ute på breen.
- d) Selv om ikke SO kan defineres nøyaktig, er det svært ofte en overgangssone med overgang til grovere snøkrystaller. Vanligvis er det også en tetthetsøkning i denne sonen. Det er trolig skjedd en delvis omdannelse til begerkrystaller, og det er sannsynlig at SO er lokalisert til nedre del av overgangslaget. I slike tilfeller kan man som regel bestemme SO med en nøyaktighet på under 0,5 meter.
- e) Det kan være til hjelp å legge kjerneprøvene etter hverandre på overflaten. Husk å markere dyp. Ofte vil overgangen mellom årssnø og gammel snø/firn bli synlig etter å ha ligget i fri luft en stund (gammel snø synes å være mørkere).

Tetthetsmåling

Anbefalt utstyr

Tetthetsmåling utføres med snøsylander og/eller kjernebor. Annet utstyr: kniv til reinskjæring av kjerner, pose til oppsamling og veiing av snø fra sylander eller kubbe fra kjernebor. Prøvene veies med pose, og type pose (og antall gram, om mulig) noteres. Vekta må ha en oppløsning på maks 20 g slik at vekt kan avleses inntil 10 gram. Fjærvekt som kan registrere vekt inntil 2 kg er praktisk. Vekten må kontrolleres mot kjente vekter (f.eks lodd) før feltmåling.

Utførelse

- Tetthetsmåling gjøres ved snømåling om våren, og om høsten dersom det er mye gjenliggende snø. Målingen gjøres på en eller flere representative lokaliteter (jf. målekart). Snødypet sonderes på forhånd for å kontrollere at man har et representativt snødyp, og at ikke prøven tas i en sprekk.
- Under snømålingen gjøres tetthetsmålingen ned til minst 1,5 meter dyp med tetthetssylander i gravet sjakt. Det tas to parallelle målinger. Ved avvik større enn 5% av middel gjøres en tredje måling. Fra bunn sjakt og videre ned til SO tas tetthetsprøven med kjernebor. Dersom snødypet er over 7 meter er det tilstrekkelig å måle ned til 7 meter. Tettheten videre ned til sommeroverflaten kan ekstrapoleres mot 600 kg/m^3 .

- Prøvene som veies må være regelmessige snøsyndere slik at volumet kan bestemmes nøyaktig. Bruk kniv eller sag for å lage rette kjernebubber. Noter hvor mye som fjernes. Dersom en del av kjernen skades slik at volumet ikke kan bestemmes nøyaktig, forkastes prøven. Kubben noteres likevel med lengde, men uten vekt. For at tetthetsprofilen og bestemmelsen av snødyppet skal være så nøyaktig som mulig, må det legges vekt på å bestemme dyppet hver kubbe representerer. Under målingen bør derfor lengdene (og det som er kappet vekk) summeres. Dette gir et minimumsdyp. Dyppet til kjerneboret før boret dras opp gir et maksimumsdyp. Borehullets dybde måles med sonde for hver meter. Pass på å måle midt i hullet slik at toppen av eventuell gjenstående kjerne måles.

Sondering

Sondering av snødypp gjøres hovedsakelig under snømålingen om våren, der snødyppet i mange punkt måles slik at snøens fordeling over breen kan kartlegges. Det kan også være aktuelt å sondere snødypp ved stakene om høsten (dersom det har kommet mye nysnø) og under vinterbesøket (for å påvise eventuell smelting etter minimumsmålingen).

Utførelse

- Sondering gjøres i rettlinjede profiler mellom faste punkt (staker, tårn, kjente punkt) eller i rutenett (jf. målekart). Avstanden mellom sonderingspunktene i et profil er 100 – 250 meter, avhengig av breens størrelse og topografi, og snødypp og -fordeling. Ved sondering bør håndholdt GPS benyttes til navigering og avstandsmåling langs profil. Eventuelt kan hvert sonderingspunkt legges inn som veipunkt på forhånd, eller registreres som veipunkt ved måling.
- Dersom staker har overlevd bør sonderingene starte ved en stake der snødyppet er kjent. Man vil da kjenne hvordan SO er utviklet samtidig som man får kartlagt beliggenheten til islag og andre variasjoner i snøpakken i forhold til denne. Alternativt bør man starte sonderingene i blåisområdet og arbeide seg oppover. Vær imidlertid oppmerksom på eventuell gjenliggende snø fra tidligere vintre.
- Dersom sommeroverflaten ikke var frossen da den første snøen kom, vil varmen i løpet av vinteren trenge opp i nysnøen og omdanne snøkrystallene til begerkrystaller, eller såkalt sukkersnø. Et slikt lag er svært vanlig, særlig på de maritime breene, og laget kan være opp til 30-40 cm tykt. Ved sondering er dette laget lett å identifisere ved at snøen er svært løs slik at sonden går lett igjennom. Ofte kjennes laget litt «grumsete» ut, dvs. at man kjenner at det består av grove krystaller. SO ligger da i underkant av dette laget. Dette laget kan ofte være vanskelig å finne i borkjerne fordi snøen er for porøs til å holde seg i en kjernebubbe.
- Antall sonderinger i hvert målepunkt avgjøres etter skjønn. Men det rapporteres kun unntaksvis mer enn ett tall. Dersom SO er tydelig, er det tilstrekkelig med én sondering. I blåisområder er overflaten ofte ujevn og oppsprukket. Det vil da være nødvendig å gjøre flere sonderinger innenfor et lite område for å finne et representativt snødypp. Det er hensiktsmessig å forflytte seg på tvers av sprekeretningen. Ved usikker sondering, eller når sonderingen gir et helt uventet resultat, gjøres flere sonderinger. Gå gjerne noen meter til siden.
- Dersom SO er vanskelig å kjenne, kan det enkelte ganger være et markert islag som ligger litt over, og som er dannet av et kraftig mildvær etter det første snøfallet på høsten. En slik flate kan da vanligvis følges over store deler av breen. Dette kan da brukes som referanseflate dersom man kjenner dens beliggenhet i forhold til sommeroverflaten (ved staker o.l.).
- Dersom sonderingene gjøres over flere dager må endring i snødypp i perioden registreres ved staker.

4.3 Dataorganisering

Stakemålinger

For hver målestake ved hvert besøk skal følgende registreres:

Dato, observatør, stakenummer/årgang, stakeposisjon (UTM/EUREF89), stakelengde målt fra staketopp ned til overflate før og eventuelt etter skjøting, avkorting eller omboring (kommentarfelt – omboring, avkorting, skjøting), total stakelengde (f. eks 6+2), eventuell nysnø og i kommentarfeltet hvilken type overflate (snø, firn eller is).

Det kontrolleres at dataene harmonerer med tidligere observasjoner. Eventuelle avvik markeres.

Tetthetsmåling

For hver tetthetsmåling registreres observatør, sted (stakenummer/posisjon), dato.

En tetthetsmåling består av flere kjerneprøver, enten målt i en standard snøsyndler, eller målt på snøkubbe tatt opp med et kjernebor.

For hver kjerneprøve oppgis beregnet dyp nedre ende, lengde, tetthet, eventuelt tap mellom kjerneprøver, om den er målt med syndler eller kjernebor, kommentarer (informasjon om syndler, kommentar om islag i overgang mellom snøprøvekjerne, påvist sommeroverflate etc.).

Basert på innlagt informasjon beregnes tetthet og vannverdi for hver enkelt prøve og kumulativ vannekvivalent for alle prøvene. Det kontrolleres at dataene harmonerer med tidligere observasjoner. Ev. avvik markeres.

Sondert snødyb

For hvert målt punkt registreres posisjon (UTM/EUREF89), snødyb, (mest sannsynlig dyp, ev. alternativ kan gis som kommentar/merknad), observatør.

4.4 Beregninger

Konvertering fra tetthetsmåling ett sted til vannekvivalentprofil gyldig for et større område

Lengdene og vannverdiene summeres nedover i snøpakken til SO. Basert på tallpar for akkumulert dyp og akkumulert vannverdi beregnes en funksjon/trendlinje for snødypets vannekvivalentverdi ($SWE = f(SD)$). Anbefalt benyttet trendlinje er 2.grads polynom med konstantledd lik 0 eller geometrisk fordi de får med effekten av økende tetthet med dypet grunnet kompresjon.

Konvertering av målte snødyb/endringer til vannekvivalenter

Konverteringen baserer seg på at tetthetsprofilen er det samme over et større område, slik at variasjoner i snødyb medfører variasjoner i middeltetthet. Der det gjøres flere tetthetsprøver kan hver enkelt prøve tilordnes et høydeintervall.

Konvertering av snødyb bestemt ved sondering, kjerneboring eller stakemåling til vannekvivalentverdier (vinterbalanse)

Snødyb konverteres til vannekvivalent ved hjelp av funksjonen bestemt fra akkumulert dyp/akkumulert vannverdi i tetthetsmålingen.

Konvertering av smeltet is/firn eller gjenværende snø til vannekvivalent (årlig balanse)

Smeltet is konverteres til vannekvivalent ved å multiplisere med tetthet for is, som er satt til 900 kg/m^3 . Smeltet firn konverteres til vannekvivalent ved å multiplisere med tetthet ($650 \text{ } 750 \text{ kg/m}^3$) avhengig

av alderen på firnen (ett eller flere år). Gjenværende snø konverteres til vannekvivalent ved å multiplisere med tetthet 600 kg/m^3 (basert på tidligere målinger), eller målt tetthet hvis denne avviker vesentlig fra 600 kg/m^3 . Dersom det påvises påfrossen is må denne medregnes.

Beregning av sommerbalanse ved målestake

Sommerbalanse (b_s) ved en målestake beregnes fra beregnet vinter- (b_v) og årlig balanse (b_a) ved $b_s = b_a - b_v$.

Balanseverdiens høydefordeling

Vinterbalanse

Punktverdiene (i vannekvivalent) plottes mot høyde. I tillegg plottes middelerdi for alle målepunkt innenfor et høydeintervall mot middelhøyde for målepunktene innenfor høydeintervallet. En høydefordelingskurve trekkes etter skjønn der det tas hensyn til områder som ikke er representert med målinger. Verdier for høydeintervallenes middelhøyde bestemmes så fra høydefordelingskurven.

Sommerbalanse

Punktverdiene (vannekvivalentverdi) plottes mot høyde, og en utjevnet høydefordelingskurve trekkes. Verdier for høydeintervallenes middelhøyde bestemmes så fra høydefordelingskurven.

Årlig balanse

Verdier for høydeintervallenes middelhøyde bestemmes som sum av vinter- og sommerbalansen i høydeintervallenes middelhøyde (fra høydefordelingskurvene).

Tabeller og figurer

Vinter- og sommerbalansens verdier for middelhøyden i høydeintervallene legges inn i standard tabeller/regneark. Datoer for periodene balanseverdiene gjelder for, skal legges inn. Sommerbalansens stakeverdier skal også legges inn. Se eksempel i NVEs rapportserie «*Glaciological investigations in Norway in 2010*» NVE-Report 3-2011.

Likevektslinjehøyde (ELA) og akkumulasjonsområdets arealandel (AAR)

ELA (Equilibrium Line Altitude) bestemmes som balansekurvens skjæring med balanseaksens 0-verdi. ELA sammenlignes om mulig med temporær snølinjehøyde ved minimumsmåling.

Spesialtilfelle 1: avsmelting over hele breen, eller akkumulasjon over hele breen. ELA settes til hhv. større enn breens høyeste punkt, eller lavere enn breens laveste punkt.

Spesialtilfelle 2: balansekurven krysser balanseaksens 0-verdi flere ganger. ELA blir da ubestemt.

AAR (Accumulation Area Ratio) bestemmes fra ELA og en kumulativ høyde- arealfordelingskurve som starter med 100 % i breens laveste punkt og slutter med 0 % i breens høyeste punkt.

Vinterbalansekart

Basert på vannekvivalent i koordinatfesta sonderinger, kjerneprøver og stakemålinger kan vinterbalansen interpoleres for hele brefeltet. Anbefalt interpolasjonsmetode er kriging fordi den også ekstrapolerer utenfor målepunktene og har mulighet for å angi en usikkerhet i enkeltpunkt (Surfer 7.0 – Nugget effect). For å støtte interpolasjonen kan det legges inn ekstra punkt. Disse ekstraverdiene må dokumenteres slik at de lett

kan identifiseres i datagrunnlaget for interpolasjonen. Framgangsmåte og muligheter i analysen vil variere med programvare som brukes.

4.5 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelsene skal påse at datasettet er fullstendig og konsistent før innsending av data.

NVE gjøre en endelig kontroll av data. Dette innebærer å sjekke at datasettet er konsistent, og at dataene er behandlet riktig fram mot endelige resultat. Det endelige resultatene vurderes om de harmonerer med resultat fra andre breer og www.senorge.no. Resultat for punktmålinger og balanseverdier for hele breområdet legges inn i Hydra2. Når det også er pålagt repetert kartlegging av breområdet, skal beregning av volumendring for perioden mellom kartleggingene brukes som kontroll på resultatene fra de årlige målingene.

5. Datainnsending og dokumentasjon til NVE

Data skal sendes elektronisk til NVE, nve@nve.no.

Registrert informasjon fra stakemålinger og data fra kjerneboringer, tetthetsmålinger og sonderinger, samt dokumentasjon og resultater av beregninger skal rapporteres til NVE.

Tidsfrist for rapportering av vinterbalansen er **1. juli**, mens sommer- og nettobalansen skal rapporteres innen **1. desember**.

Avvik fra retningslinjene skal dokumenteres i forbindelse med innsending av data til NVE.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.

Retningslinjer for hydrologiske undersøkelser		
Retningslinjer for måling av brefrontposisjonsendring		
Vedtatt: 20.06.2016		Utarbeidet av: NVE

1. Formål

Retningslinjene skal sikre at gjennomføring av målinger av brefrontposisjon og registrering av data utføres etter standardiserte metoder og at kravene til dataleveranse og nøyaktighet tilfredsstilles uavhengig av hvem som utfører målingene.

2. Omfang

Retningslinjene gjelder alle konsesjonspålagte målinger av breers frontposisjonsendring.

3. Ansvar og myndighet

NVE er nasjonal faginstans for hydrologi. Det innebærer at NVE har et nasjonalt ansvar for å sikre innhenting av hydrologisk data av god kvalitet og sørge for at data er tilgjengelig for samfunnet i ettertid. En del av dette arbeidet innebærer at NVE gir pålegg om hydrologiske undersøkelser og har ansvar for utarbeidelse av og veiledning i nødvendige retningslinjer. Den som er pålagt hydrologiske undersøkelser har ansvaret for at målingene utføres tilfredsstillende, og med tilstrekkelig datakvalitet. NVE fører tilsyn med at den som er pålagt hydrologiske undersøkelser utfører disse, og at innrapporterte data har nødvendig kvalitet og tilfredsstillende retningslinjene.

4. Utførelse av måling av frontposisjonsendring

Målingen gjøres for å registrere endring i breens lengde. Målingene beskriver dermed i én dimensjon hvordan breen tilpasser seg endringer i massebalanse over tid. Verdien av målingene henger sammen med lengden på måleserien, og hvor raskt breens areal endres som en følge av endringer i breens massebalanse. Denne reaksjonstiden varierer fra bre til bre og med størrelsen på endringen.

Målingene gjøres ved å måle avstand i fast(e) retning(er) fra markerte punkt. Retningen defineres ofte ved at det etableres to punkt som beskriver linjen. Punkt(ene) plasseres slik at målelinjen i størst mulig grad faller sammen med en sentral flytelinje i breen. I praksis er dette mest mulig midt på breen i en retning som er vinkelrett på brefronten på stedet. To punkt reduserer faren for at måleserien skal brytes som følge av breframstøt, ras eller skifte av elveleie.

4.1 Feltarbeid

4.1.1 Etablering av punkt

To punkt minst 10 meter fra hverandre velges ut slik at punktene definerer en målelinje som treffer breen sentralt i brefronten og i en retning som er parallell med isbevegelsesretningen. Punktene markeres med varde, bolt i fjell eller malt ring på fjell (diameter maks 0,3 m, farge mørk rød eller grå). Der maling benyttes kan også måleretningen markeres med pil.

Punktet nærmest breen gis navnet NNNNåå der NNNN er firebokstavs forkortelse for brenavnet, og åå er to siste siffer i årstallet for etablering av punktet. Punkt lengre unna breen gis navn NNNN(åå+1) osv. Dersom det etableres flere linjer gis punktene navn NNNNååA lengst til høyre sett mot breen, så NNNNååB osv.

Punktene skal koordinatfestes slik at punktene kan gjenfinnes og gjenkjennes ut ifra posisjonen. Mest hensiktsmessig utstyr er bruk av GPS, og at det måles når satellittsignalene gir en nøyaktighet i horisontalplanet bedre enn ± 10 meter. Retningen langs linjen måles med kompass (360 grader). Punktene fotograferes med tanke på reetablering (avstand ca. 5 meter).

4.1.2 Måling av frontposisjon

Ved hjelp av målebånd, laser avstandsmåler eller GPS måles avstanden mellom punktene og avstanden fra fremste punkt til brekanten. Brefronten defineres som fremste punkt med fast is (ikke løse blokker). Det er hensiktsmessig å lage en tenkt linje langs brefronten som definerer breens storskala form, og så måle til denne linjen. Dermed unngås store endringer dersom målelinjen tilfeldigvis treffer et utspring eller en bresprekk. Brefronten skal fotograferes fra et sted mindre enn 5 meter fra gjeldende punktet og som viser både punktet og brefronten i måleretningen. Dersom det måles med laseravstandsmåler, og det er vanskelig å få et godt definert retursignal, kan det være mer nøyaktig og sikrere å måle fra brekanten til punktet (eller stor stein ved punktet) dersom dette er trygt for observatøren. Dette er mest aktuelt der breoverflaten skrår slakt ned mot brefronten.

Der målelinjen må legges noe til siden for den sentrale delen av brefronten kan målingene gjøres langs en tilgjengelig linje der frontposisjonen defineres som avstand fra punkt langs linjen til et sted som er vinkelrett til brefrontens fremste, faste spiss. Denne metoden er mer unøyaktig, og benyttes bare der den sentrale linjen ikke er tilgjengelig. Av hensyn til sikkerheten kan det være nødvendig å estimere en del av avstanden fra punkt til brefront. I så fall skal det noteres hvor langt det er målt og hvor langt det er estimert. Dette unngås i stor grad ved bruk av laser avstandsmåler.

Målte verdier sammenlignes med forrige måling på stedet for å vurdere om resultatet virker rimelig.

Dersom endringer i breen over tid gjør den valgte målelinjen mindre representativ, eller fordi breframstøt kan dekke over gjeldende punkt, må ny linje etableres før gammel linje blir ubrukelig. Det må gjøres samtidig måling langs gammel og ny linje for å sørge for overlapp mellom linjene.

Frontposisjonsmåling gjøres årlig om høsten.

4.2 Kontroll av data

Den som er pålagt undersøkelsene skal påse at data er fullstendige før innsending. NVE gjøre en endelig kontroll av data. Dette innebærer å sammenligne alle opplysninger med tidligere opplysninger, vurdere om resultatet harmonerer med andre resultat, og lagre data i NVEs database (Hydra2).

5. Datainnsending og dokumentasjon til NVE

Data skal sendes elektronisk til NVE, nve@nve.no.

Rapport for frontposisjonsmåling sendes NVE **innen 1. november** og skal inneholde:

- Hvem som utførte målingen
- Dato for målingen
- Hvilket punkt er det målt fra. Er det behov for oppfrisking av punkt eller nye punkt?
- Avstand fra punkt til brefront, eventuelt med oppdeling i målt og estimert del. Kommentarer på hvor godt avstanden representerer hele breen. Måleutstyr (laser avstandsmåler, målebånd).
- Bilde fra benyttet punkt og sted mindre enn fem meter fra målepunkt i måleretningen.
- Beskrivelse av eventuelle nye punkt (navn, posisjon (GPS eller landmålt), målt avstand og retning til andre punkt, og bilder av nye punkt).

- Kommentarer om eventuelle problem som snø langs brefronten, nedraste isblokker eller bresprekker som gjør at frontposisjonen var vanskelig å bestemme.

6. Henvendelser

Faglig rådgivning og datainnsending: Kontakt seksjon for bre, is og snø (HB) ved hydrologisk avdeling, nve@nve.no.

Spørsmål knyttet til det aktuelle pålegget om hydrologiske undersøkelser: Kontakt seksjon for miljøtilsyn (TBM) ved avdeling for tilsyn og beredskap, nve@nve.no.