

NOTAT

Oppdrag	10249700-01 Måling minstevannføring to steder Skagen kraftverk i Fortun, skisseprosjekt	Dokumentkode	RIMask-Not-001
Emne	Forslag til minstevannføringsarrangement	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Hydro Energi AS	Oppdragsleder	Ruben Moritz
Kontaktperson	Knut Stokkenes	Utarbeidet av	Kjell Dalviken & Ruben Moritz
Kopi		Ansvarlig enhet	5040 Vannkraft Maskin

BAKGRUNN

Som forberedelse til mulige fremtidige krav til minstevannføring er det utarbeidet skisseløsninger for minstevannførings-arrangement på dam Fivlemyr og Skagadalen inntak. Skisseløsningene er basert på oversendte tegninger og befaring juni 2023.

1 Krav/ retningslinjer til minstevannføringsregistrering

Det stilles en del krav til minstevannføringsarrangement og løsning for å tilfredsstille de behov som myndighetene har til oppfølging og kontroll. Kravene er knyttet til spesifikk nøyaktighet på målinger og registreringer, rapportering, oppfølging av målepunktene og kvalitet på installasjon.

I hovedtrekk så er løsningene knyttet til de hydrauliske og måletekniske egenskapene som er nødvendig for å få til løsninger med stabile og nøyaktige registreringer over tid uten bortfall av data.

Datatap er meget viktig å unngå. I denne typen målsystemer det enten feil på sensoren eller data-transmisjon som feiler, da i hovedsak det siste basert på generell erfaring. Det vil derfor være en stor sikkerhet i å benytte en datalogger eller tilsvarende enhet for direkte tilkobling til målesensorene. Denne vil kunne lagre data lokalt slik at data ikke går tapt ved midlertidig problemer med kommunikasjon og videretransmisjon av dataene til overordnet system.

Det gjelder spesielle krav til merking av minstevannføringsarrangementet på lokasjonen med et skiltoppslag som viser kartskisser over plassering av referanse-merker som fast-merker, opplysning om målepunkt/registrering osv, opplysninger om slipptillatelser, eier og kontakthinformatjon. Videre skal det merkes med hvor man skal melde eventuelle brudd på tillatelser.

Det skal være enkelt for publikum å kontrollere at tillatelsene til enhver tid blir tilfredsstilt uten under-skridelser. Dette kan løses ved mekaniske innretninger som vannstandsskalaer for reguleringsmagasin eller generelle publikums-display for andre typer målinger som viser aktuell måleverdi.

I forbindelse med løsningene for Fivlemyr dam og Skagadalen som foreslått under, er disse basert på rørmålinger av minstevannføringer. Løsningene stiller spesielle krav til det installasjonstekniske og de kontroller som må utføres regelmessig for å forsikre seg om at målingene registreres korrekt. Her er tilstopping av målerør et viktig moment. Løsningene som er foreslått er i seg selv forankret i konkrete hydrauliske egenskaper som vil tilfredsstille de krav som stilles til de ulike rørmålingene.

01	12.12.2023	Første ferdigstilte utgave	KD & RUM	KD & RUM	RUM
00	10.11.2023	Foreløpig utkast	KD & RUM		
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Det være seg tilnærmet laminær strømming i rørene, tilstrekkelig kapasitet i rørene ved ulike magasinnivå, plassering av sensorer, helt vannfylte målerør, sensornøyaktighet og mulighet for kontrollmålinger med uavhengig referanseinstrument.

På generell basis stilles det krav til at:

- Minstevannføringen skal dokumenteres
- Registrert vannføring må ha en nøyaktighet bedre enn $\pm 5 \%$
- Det må tilrettelegges for manuell kontrollmåling med referanse-instrument
- Registreringshyppigheten er minimum en gang per time
- Måledata må kunne framlegges for NVE på forespørsel
- Logg må lagres så lenge anlegget er i drift (ikke lagt ned)
- Dersom vannføring beregnes, skal også datagrunnlaget for beregningen lagres

En viktig funksjon er at systemene skal alarmere ved under-skridelser av alarmgrenser slik at nødvendige tiltak kan iverksettes. Alarmgrensene bør settes slik at de ikke ligger på minstevannføringskravet, men noe høyere for å oppdage feil og problemer i tide, og da før tillatelsen brytes.

Utenom den regelmessige oppfølgingen og kontroll fra anleggseier, så skal det utføres minimum en kontroll per år der vannføringen i rørene kontrolleres med referanse-instrument av en objektiv instans.

For mer informasjon om retningslinjer henvises til:

- Slipp og dokumentasjon av minstevannføring for små vassdragsanlegg med konsesjon, (NVE, Rapp. 1/2012)
- Retningslinjer for registrering av konsesjonspålagt minstevannføring (NVE, Vedtatt: 20.06.2016).

2 Gjennomføring befaring

Befaring av dam Fivlemyr og Skagadalen inntak ble gjennomført 20. juni 2023. Målet for befaringen var å få et førstehåndsintrykk av anleggene der Hydro planlegger å legge til rette for minstevannføring i sammenheng med mulige fremtidige krav fra NVE. Befaringen ble gjennomført av Kjell Dalviken og Ruben Moritz fra Multiconsult med veiledning av Knut Stokkenes og Eivind Fuglesteg fra Hydro.

I dam Fivlemyr var vannstanden 0,28m over HRV, og det rant vann i overløpet. Med dette fikk vi et godt inntrykk av forholdene på nedstrøms side. Vi fikk sett innsiden av lukehuset på toppen av dammen der det nylig har blitt gjennomført en rehabilitering. Lukehuset er gunstig plassert i forhold til mulig plassering av minstevannføringsarrangement med tanke på tilgang til strøm og overføring av signal og data. Basert på observert terreng, vannmengde og Hydros erfaring må det tas hensyn til mye snø og is vinterstid på nedstrøms side av dammen.

Ved Skagadalen inntak var det fortsatt noe snø som dekket til deler av konstruksjonen, men vi fikk sett nok til å få et inntrykk av inntaket og eksisterende minstevannføringsrør var synlig.



Skagadalen inntak



Plassering eksisterende minstevannsføringsrør



Eksisterende minstevannsføringsrør



Dam Fivlemyr overløp



Bunntappeløp utløp



Nedstrøms dam

3 Forslag til løsning Fivlemyr

Følgende rammebetingelser er lagt til grunn for dam Fivlemyr:

- Minstevannføring mellom 0,2 – 1 m³/s
- Minstevann skal kunne slippes på vinterstid
- HRV: 1028 moh
- LRV: 1018 moh

3.1 Grunnløsning

For å muliggjøre minstevannføring fra dam Fivlemyr kan det etableres et rør gjennom dammen. Foreløpig anslått diameter på rør er Ø560 eller Ø630. Minstevannføringsrøret må plasseres lavt nok til å være dykket og ha tilstrekkelig drivende trykk ved LRV. Foreslått plassering er derfor på kote 1017 moh. slik at det i alle tilfeller er minst 1 mVs drivende trykk. Sideveis plassering bør være mest mulig skjermet for vann, is og snø. Det foreslås derfor å plassere røret til høyre for bunntappeløpet i nærheten av eksponert fjell som vist i Figur 1. Der kan det støpes en plattform som kan brukes både som underlag for borerigg, og som gulv for ventil og annet utstyr for noen av alternativene. Plattformen er skissert inn i blått i Figur 1.

Siden dam Fivlemyr er en massiv gravitasjonsdam foreslås det å kjernebore gjennom dammen. Før kjerneboring må det plasseres en kofferdam på vannsiden av dammen. Rød ring i Figur 1 viser foreslått plassering for kjerneboring og det anslås at det må bores omtrent 10m før man når gjennom til vannsiden av dammen. Etter kjerneboring tres det inn et PEHD-rør som støpes inn i dammen.

Med dette er muligheten for å slippe vann gjennom dammen etablert. Basert på denne grunnløsningen foreslår vi følgende alternativer for regulering og vannmengdemåling.

3.2 Alternativ 1, ventil på tørrside og måling på rør

I alternativ 1 settes det en skyvespjeldventil på tørrsiden av dammen og det benyttes clamp-on strømningsmåling på røret mellom ventil og dam. Ventilen styres med en Auma-aktuator og både strøm og signal kobles til lukehuset på toppen av dammen. For å beskytte utstyret for snø og is foreslås det å støpe et hus som skissert i grønt i Figur 1.

Fordeler:

- Beskyttet og tørr plassering av ventil og måleutstyr
- Relativt enkel adkomst
- Driftssikkert måleoppsett som er upåvirket av snø og is
- Ikke avhengig av batteri eller solceller

Ulemper

- Bygning må støpes nedstrøms dammen



Figur 1

3.3 Alternativ 2, ventil på tørrside og måling nedstrøms dammen

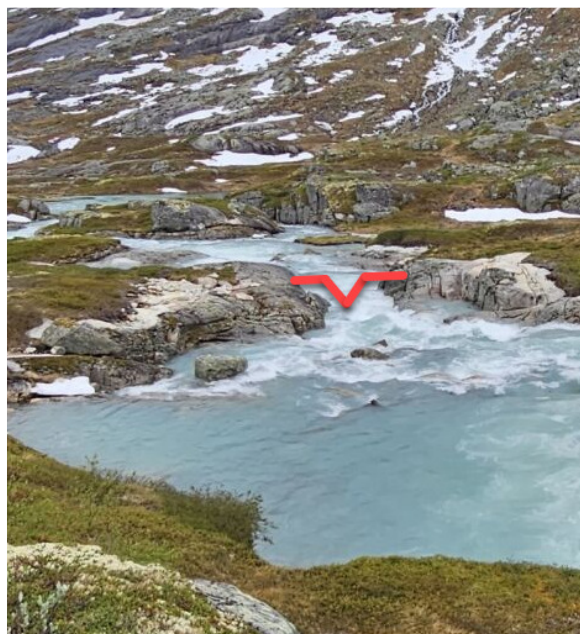
I likhet med alternativ 1 settes det en skyvespjeldventil på tørrsiden av dammen, men i stedet for å måle vannstrømmen på røret måles vannmengden med en V-profil og trykkmåling nedstrøms dammen, se Figur 2

Fordeler:

- Beskyttet og tørr plassering av ventil
- Relativt enkel adkomst til ventil
- Ikke avhengig av batteri eller solceller
- Bygning kan bli litt mindre enn i alternativ 1

Ulemper

- Bygning må støpes nedstrøms dammen
- Måleoppsett er utsatt for snø og is
- Avhengig av batteri og/eller solceller



Figur 2

3.4 Alternativ 3, ventil på våtsiden og måling nedstrøms dammen

Alternativ 3 er å plassere skyvespjeldventilen til våtsiden av dammen. Vannmengden måles med en V-profil og trykkmåling nedstrøms dammen, på samme måte som i alternativ 2. Ventilen manøvreres med en neddykket aktuator.

Fordeler:

- Kun rør som stikker ut nedstrøms dammen
- Ventil er alltid neddykket og dermed beskyttet for is og snø
- Ikke behov for bygning

Ulemper

- Måleoppsett er utsatt for snø og is
- Ventil og aktuator er permanent dykket og dermed lite tilgjengelig
- Avhengig av batteri og trådløs kommunikasjon for måleutstyr

3.5 Instrumentering

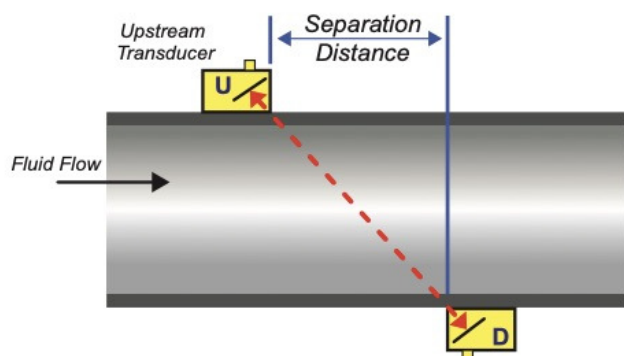
Instrumenterings-teknisk ligger det til rette for å etablere målesystemer for alle 3 alternativene. Her er det ingen utfordringer i forbindelse med strøm til sensorer så det handler mer om å beskytte seg for overspenninger fra 230 VAC nettet som kan påvirke utstyret.

Vi har valgt å fokusere på alternativ 1, som vi antar er mest relevant.

Uavhengig av alternativ løsning, så vil det være naturlig å føre sensor-kabler til lukehus på dammen og terminere sensorene der i eksisterende utstyr. Det samme gjelder for reguleringsutstyret som skal regulere ventilen for slipp av vann gjennom røret i dammen. Ofte er aktuatorer og display med lokal betjening adskilt slik at aktuatoren kan plasseres på røret sammen med den regulerbare ventilen og være kablet mot betjeningspanelet/signal-interface i lukehuset. Det vil i så fall være enkelt å integrere løsningen mot eksisterende PLS i lukehus for overordnet fjernstyring og

regulering. Aktuatorer styres vanligvis gjennom en proporsjonal 4-20 mA utgang fra en PLS, eller ved å benytte digitalsignaler for åpne eller lukke ventilen.

For kontinuerlig måling av vannføring i røret vil det være naturlig å benytte en ultralyd-løsning med clamp-on sensorer montert på røret. Det er snakk om en rørstørrelse på d560-d630 mm og sensorene må da monteres for diagonal-måling da rørene er over d400 mm. Dette krever litt mer spesifikk innmåling av plasseringen av transduserne på røret. Sensorene må plasseres korrekt for å få tilstrekkelig hydrauliske forhold som tilfredsstiller de krav som gjelder for rørmålinger. Det bør være et rett-strekke oppstrøms sensorene på ca 10 x diameteren på røret, og nedstrøms sensorene på ca 5 x diameteren på røret. Dette for å tilstrebe laminær flow i røret og derved et jevnt, parabelt hastighetsprofil. Sensorene monteres med 45 graders vinkel i forhold til rørtopp for å unngå akustikk fra eventuell luft øverst i røret.



Figur 3. Skjematisk plassering av sensor-transdusere

Sensorene er koblet til et eksternt display som viser flow i røret kontinuerlig. Displayet har utganger, f.eks. 4-20 mA for tilkobling til overordnet utstyr.

Reguleringsteknisk er dette et enkelt oppsett der flow i røret reguleres med tilbakekobling mot ventilåpning til en fast flow-verdi som er minste vannføringskravet. Basert på erfaring er det formålstjenlig å legge seg litt over minste vannføringskravet slik at man unngår kortvarige brudd på reglementet som følge av uforutsette svingninger i flow knyttet til ytre forhold. Da reguleringen ikke trenger noen kapasitetskurve eller liknende for å tilfredsstille minste vannføringskravet, så vil små forstyrrelser i innsuget fra magasinet som følge av is/vegetasjons-blokkeringer eller magasin-nivå endringer, ikke påvirke systemet i nevneverdig grad om man ikke får fullstendig tilstopping. Det bør bygges inn en alarmering på flow-målingene slik at uforutsette hendelser kan rettes opp omgående. Uforutsette hendelser kan inntreffe, men der er viktig å få melding om dette og handle raskt for å utbedre problemet.

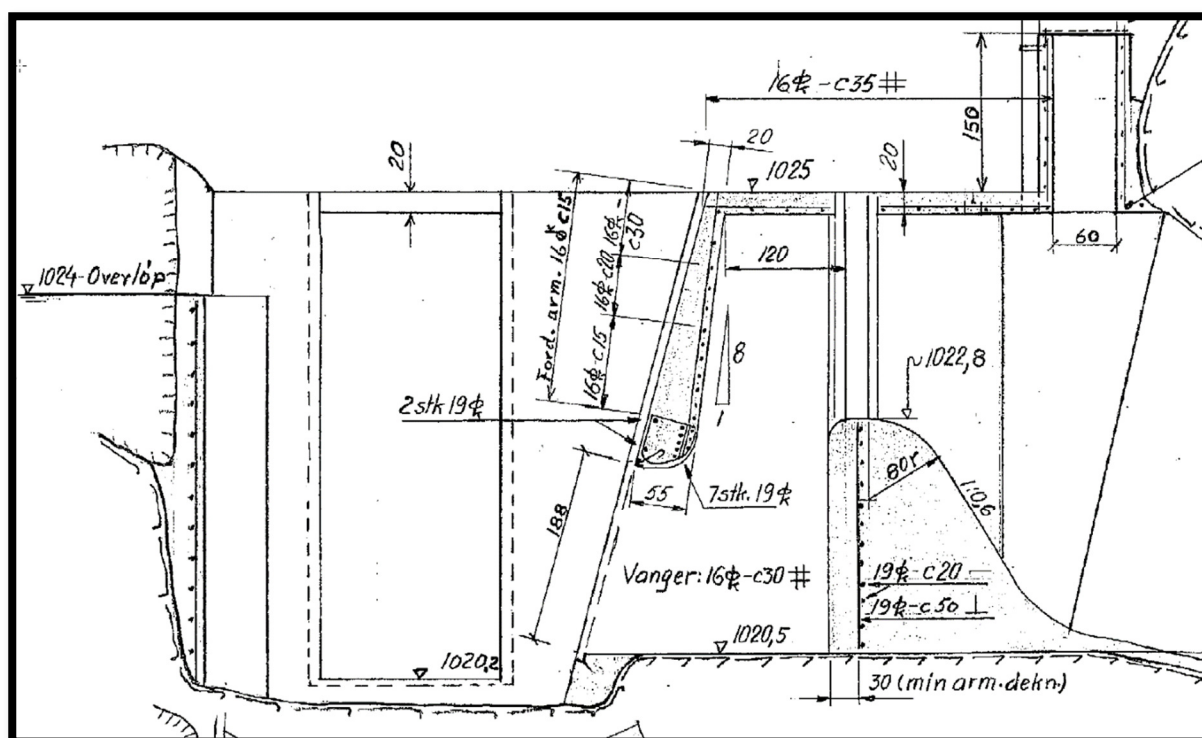
I dette tilfellet vil ikke industribaserte PLS-løsninger fungere da de bruker for mye strøm samt at de ikke er beregnet for å stå i omgivelser med lave temperaturer og høy luftfuktighet.

Styringssystemet vil være påslått hele tiden og må derfor ha et minimalt strømforbruk, ikke bruke mer enn noen få mA.

For dette formålet bør det benyttes enn avansert datalogger som er designet for å fungere under slike forhold. Aktuator og flow-målesystem vil måtte være hovedsakelig strømløst i mesteparten av tiden, og kun slås på kortvarig ved måling/regulering.

Det bør også benyttes en kommunikasjonsløsning med veldig lavt strømforbruk om det måtte være radio-løsning eller mobilt nettverk. En radioløsning stiller krav til at det må være et mottakerpunkt i nærheten, med helst fri sikt. En mobil nettverksløsning er veldig strømbesparende og mer fleksibel i forhold til kommunikasjon mot overordnet system. Den krever kun at det er mobil-dekning på stedet og kan route kommunikasjonen der det er ønskelig, direkte til en driftssentral, PLS på en kraftstasjon osv.

Det bør legges opp til at løsningen i Skagadalen har fjernaksess, slik at oppfølging kan gjøres uten å besøke stedet.



Figur 5

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.