

Kraftutbygginger i Hellelandsvassdraget

Virkninger på vanntemperatur- og isforhold



Rapport:

Kraftutbygginger i Hellelandsvassdraget

Virkninger på vanntemperatur- og isforhold

Oppdragsgiver: Norconsult

Redaktør:

Forfatter: Ånund Sigurd Kvambekk

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 5

Forsidefoto: Hølevatnet. Foto: Dalane Energi
Foto:

Sammendrag: Det ventes 1-2 grader kaldere vann om sommeren i Gyaåna nedenfor utløpet av Mjelkefossen kraftverk. I innsjøene ventes det mindre endringer med unntak av innløp og utløpsområdene som vil endre seg omtrent som elvene. Om vinteren vil ellevannet være 0,3 -1 grader varmere enn dagens ellevann fra utløpet av Mjelkefossen til Gyavatnet. Nedstrøms Gya kraftverk blir vanntemperaturen 1-2 grader varmere enn i dag på kalde vinterdager, mindre endring i mildværsperioder og på slutten av vinteren. Dette vedvarer ned hele vassdraget. Det ventes generelt enda dårligere isforhold enn i dag i hele vassdraget unntatt på strekninger med redusert vannføring der isforholdene bedres. Det blir nye råker ved innløp/utløp av overføringer i Hølevatnet, Botnavatnet, Gyavatnet, Hølen og Teksevatnet. Råkene er noen titalls meter i kuldeperioder og vesentlig større i mildvær. I nordenden av Gyavatnet og i Hølen kan råkene være i størrelsesorden 100 m også i kuldeperioder.

Emneord: vanntemperatur, is, kraftverk, redusert vannføring

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29

Postboks 5091 Majorstua

0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95

Telefaks: 22 95 90 00

Internett: www.nve.no

Mai 2008

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning	7
2 Utbyggingsplaner	7
2.1 Mjelkefossen kraftverk	8
2.2 Gya kraftverk.....	9
2.3 Tekse kraftverk.....	10
2.4 Åmot kraftverk	11
3 Statusbeskrivelse	11
4 Konsekvenser	14
4.1 Strekning 1, Gyaåna oppstrøms Gyavatnet	14
4.1.1 Vanntemperatur.....	15
4.1.2 Isforhold.....	16
4.2 Strekning 2, Holevatnet – Gyavatn - Hølen.....	17
4.2.1 Vanntemperatur.....	17
4.2.2 Isforhold.....	18
4.3 Strekning 3, Urdalsvatnet – utløp Tekse	19
4.3.1 Vanntemperatur.....	20
4.3.2 Isforhold.....	20
4.4 Strekning 4, Utløp Tekse – havet.....	21
4.4.1 Vanntemperatur.....	21
4.4.2 Isforhold.....	22
5 Avbøtende tiltak.....	22
5.1.1 Vanntemperatur.....	22
5.1.2 Isforhold.....	22
6 Referanser	23

Forord

Det planlegges bygging av 4 nye kraftverk i Hellelandsvassdraget og en rekke nye overføringer. På oppdrag fra Norconsult har NVE, Hydrologisk avdeling, utført en konsekvensvurdering med hensyn på virkningene av utbyggingen på vanntemperaturen og isforholdene.

Arbeidet er utført i perioden april - mai 2008.

Ånund Sigurd Kvambekk har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side, i tillegg har Kjetil Melvold og Randi Pytte Asvall arbeidet på prosjektet.

Oslo, mai 2008

Thomas Skaugen
seksjonssjef

Ånund Sigurd Kvambekk
prosjektleder

Sammendrag

Datagrunnlag og metode

Det foreligger detaljerte vanntemperaturmålinger fra Gyadalsåna ved Helleland, litt nedstrøms de planlagte inngrepene fra 1986. En rapport fra 1962 (Kanavin, 1962) beskriver isforholdene i vassdraget før utbyggingen av Teksevatnet og Urdalsvatnet. Det har også vært skrevet en Samla Plan vurdering (Tvede, 1983) for omtrent den samme utbyggingen. Foruten eksisterende målinger er vurderingene gjort ut fra vurdering av terrenget, høyde over havet, størrelsen på de involverte vannene, reguleringshøyder, vannføring- og vannstandsimuleringer samt beskrivelser av utbyggingen. Det er benyttet flyfoto (www.norgebilder.no) til å vurdere elveløpets form. Erfaring fra tilsvarende bratte vassdrag i andre deler av landet har vært benyttet. Det er særlig stor usikkerhet knyttet til temperaturen på vannet ut fra kraftverkene, da dette avhenger vesentlig av vindforholdene og vannstanden i magasinet. Til tross for usikkerheten er det etter beste vurdering forsøkt å kvantifisere vanntemperaturendringene.

Statusbeskrivelse og verdivurdering

Store deler av de berørte vassdragene er allerede berørt av reguleringer i dag. Tidligere uregulerte områder er hovedsakelig Gyaåna med sidebekker ovenfor Gyavatnet samt Holevatnet. Det planlegges fire nye kraftverk, alle med utslipp i Gyaåna/Gyadalsåna. Store Mjelkevatnet er det eneste nye reguleringsmagasinet, mens det blir en vesentlig økning av reguleringen i Botnavatnet. Holevatnet blir berørt med øket gjennomstrømning og redusert vannføring i elven ut av vannet.

Konsekvenser i anleggsfasen

Ingen spesielle virkninger på vanntemperatur- og isforholdene

Konsekvenser i driftsfasen

Gyaåna oppstrøms Gyavatnet:

Stort sett ventes det reduserte vannføringer i elvene med litt mer stabile isforhold. Døgnvariasjonen i vanntemperaturen blir noe større i dalelvene og mindre i de bratte sideelvene, men middeltemperaturen endres lite. Isforholdene blir generelt litt mer stabile enn i dag, men nedenfor utløpet av Mjelkefossen kraftverk vil elva stort sett gå åpen til Gyavatnet. Det blir også oppsprukket is i strandsonen på Store Mjelkevatnet og små råker ved innløp og utløp.

Holevatnet – Gyavatnet - Hølen:

På grunn av vesentlig økt reguleringshøyde vil det bli mer sammenblandete vannmasser i de øverste 20-30 m av Botnavatnet. Termoklinen ventes å ligge dypere enn i dag. Ellers ventes det ingen store endringer i vanntemperaturforholdene på strekningen før utløpet av Gya kraftverk. Driftsvannet der blir anslagsvis 5 grader kaldere om sommeren og 1-2 grader varmere om vinteren enn elvevannet som renner inn i Gyadalsvatnet i dag. Driftsvannet vil til dels dykke og ikke påvirke overflatevannet så mye, men i kanalen mellom Gyavatnet og Eldrevatnet samt ved utløpet av Eldrevatnet blandes vannmassene. Vi forventer 1-3 grader kaldere sommervann ved Hølen og rundt 1 grad varmere

vintervann. Det blir noen titalls meter lange råker ved innløp og utløp av overføringene i Hølevatnet og Botnavatnet. Ved høy vannstand vil det neppe bli råk ved inntaket til Gya kraftverk, men isen kan likevel svekkes der. I lange mildværsperioder med høy vannføring kan råkene bli vesentlig lengre, kanskje flere hundre meter lange. I Botnavatnet vil det bli betydelig oppsprukket is langs land. Dette gir særlig farlige isforhold der strandsonen er bratt. I nordenden av Gyavatnet, der driftsvannet fra Gya kraftverk kommer ut, vil isen bli vesentlig svekket. Også i sterk kulde må en regne med en råk opptil 100 m lang. I mildvær vesentlig større. På elvestrekningene med redusert vannføring blir det litt mer stabile isforhold.

Urdalsvatnet – utløp Tekseåna

Fra Botnavatnet til Bilstadvatnet blir det lavere vanntemperaturer og bedre forhold for islegging på strekningen. Ellers ventes det ingen vesentlige endringer ned til og med Teksevatnet. I Tekseåna blir det mer stabile isforhold om vinteren og 1-2 grader høyere vanntemperaturer (16-17 °C) enn i dag. Driftsvannet i Tekse kraftverk forventes å ha sommertemperaturer rundt 14-16 °C og vintertemperaturer rundt 0,5 - 4 °C, kaldest i kalde vintre og sent på vinteren når Teksevatnet er mest nedtappet.

Utløp Tekse kraftverk - havet:

Hølen blir inntaksmagasin til Åmot kraftverk. Her møtes vannet fra Gyavatnet/Eldrevatnet og driftsvannet fra Tekse kraftverk, og vi forventer forholdsvis sammenblandete vannmasser i Hølen. Vanntemperaturen forventes å bli 1-3 grader lavere enn i dag om sommeren, anslagsvis 14-16 °C. Om vinteren vil vanntemperaturen bli litt høyere enn i dag. Temperaturen forventes å ligge rundt 0,5 - 3 °C, kaldest i kalde vintre og sent på vinteren. Isforholdene blir svært usikre i Hølen. Også videre ned vassdraget mot havet venter vi tilsvarende temperaturendringer, men helt nederst er endringene litt mindre. Isforholdene blir også dårligere, med unntak av de dypeste partiene av Kvålsvatnet og Øgreivatnet.

Avbøtende tiltak

Vanntemperaturen holdes nærmest naturtilstanden ved at vannstanden holdes lav i magasinene. Inntaket blir da nær overflaten som i et naturlig utløp. Alternativt kan man bygge en inntaksanordning som kan suge vann fra nærmere overflaten.

Jevn vannføring er gunstigst for isforholdene i elvene, mens jevn vannstand er gunstigst for isforholdene på magasinene.

Ved alle inntakssteder og utslippssteder til kraftverket må det merkes med standard skilter for å advare mot usikker is og dragsug.

Konfliktvurderinger

Vanntemperaturen vil falle 1-2 grader om sommeren på elvestrekningene fra utløpet av Mjelkefossen kraftverk til havet, noe avtagende mot havet. Dette vil kunne påvirke biologien, men det overlates til biologene å vurdere konfliktgraden.

Isforholdene er allerede sterkt variable i området. Etter utbyggingen vil isforholdene bli enda dårligere på elvestrekningene fra Mjelkefossen kraftverk og til havet. En må også forvente mer usikker is på Botnavatnet. Til gjengjeld vil isforholdene bedres på en del strekninger hvor vannføringen reduseres. Konfliktgraden for is anses som liten (-1).

1 Innledning

Hellelandsvassdraget ligger i Rogaland og munner ut i Egersund. Vassdraget er allerede regulert med seks reguleringsmagasiner, men fallet utnyttes bare helt nederst i vassdraget, hovedsakelig i Øgreyfoss og Svanedal kraftverk (fig. 1). For å bedre utnyttelsen av vannressursene er det derfor foreslått en forholdsvis omfattende utvidelse av reguleringen.

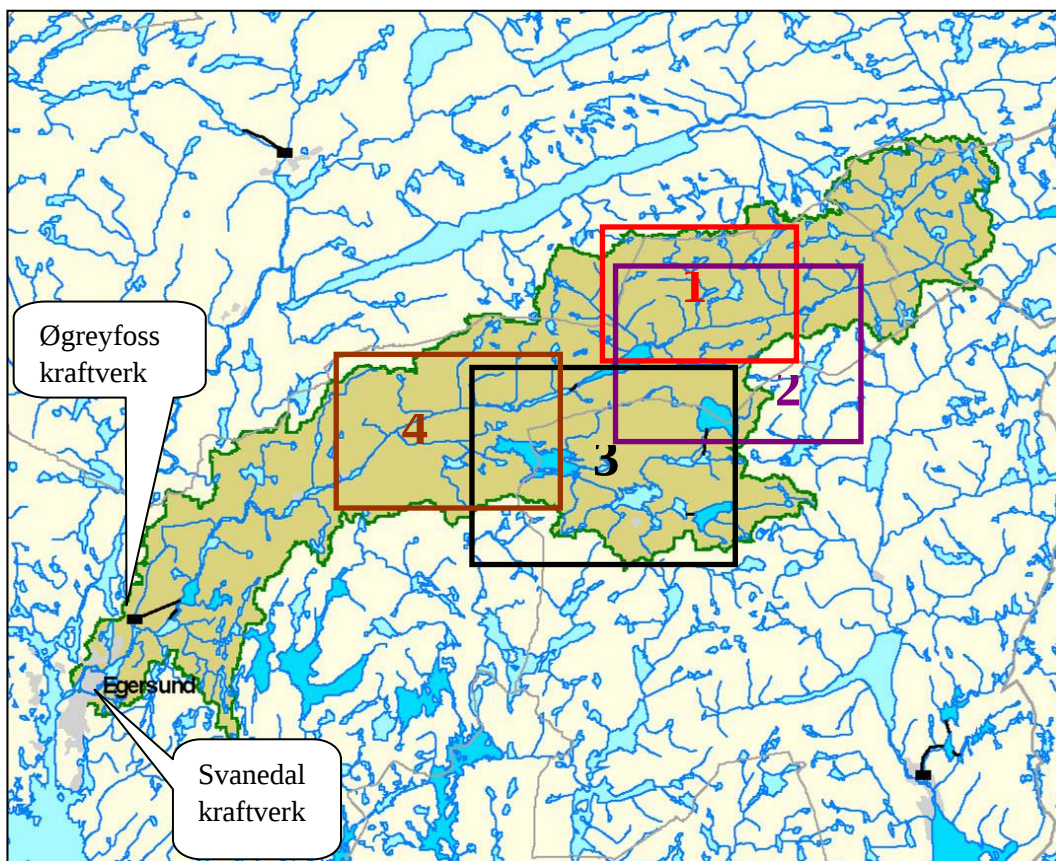


Fig. 1 Oversikt over Hellelandsvassdraget. Nedbørfeltet er uthevet og eksisterende magasiner har mørkere blåfarge. Tallene angir området for de enkelte utbyggingene, og rammene markerer kartutsnittene vist i kapittel 2. Områdene er: 1=Mjelkefossen, 2=Gya, 3=Tekse, 4=Åmot.

2 Utbyggingsplaner

De foreslåtte utbyggingsplanene innebærer fire nye kraftverk (Mjelkefossen, Gya, Tekse og Åmot), ett nytt magasin (Store Mjelkevatnet), en økning i reguleringshøyden på Botnavatnet samt overføringer til Botnavatnet via Holevatnet. Flere elvestrekninger får betydelig redusert vannføring.

Planene og virkningen på vannmengdene er grundig omtalt i hydrologirapporten (Olafsson, 2008). Her følger en kort gjennomgang av de viktigste inngrepene som kan innvirke på vanntemperatur og isforholdene. Detaljer om virkningene kommer i kapittel 4.

2.1 Mjelkefossen kraftverk

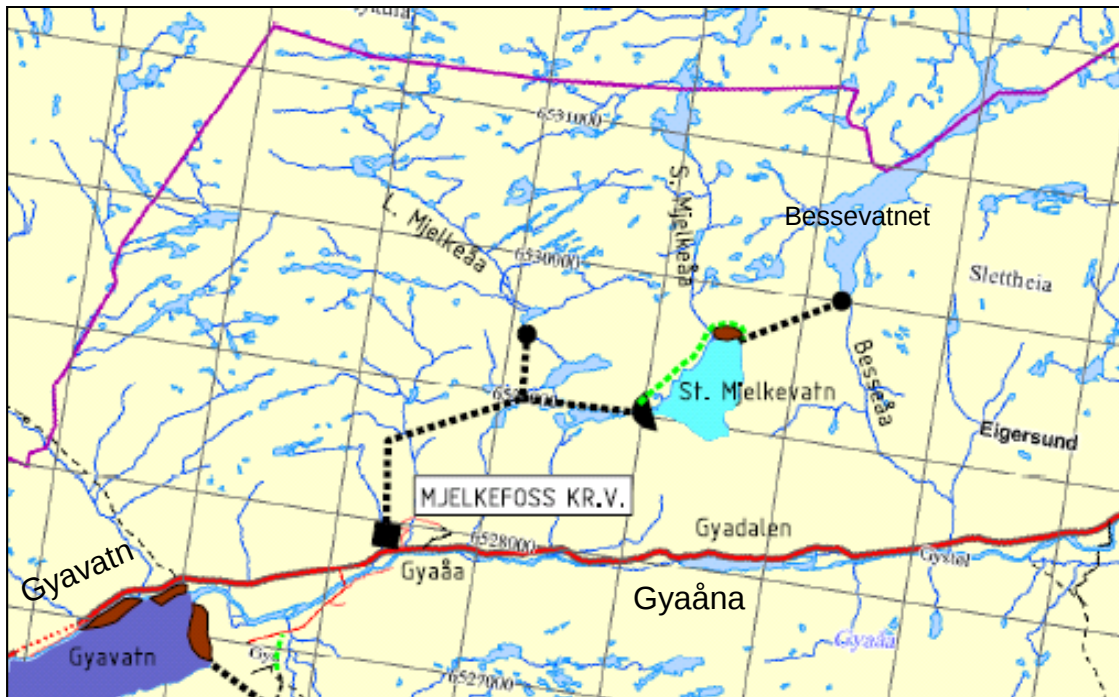


Fig. 2 Planlagt utbygging av Mjelkefossen kraftverk.

Figur 2 viser et detaljert bilde av utbyggingsplanene for Mjelkefossen kraftverk.

Kartutsnittet er markert som område 1 (rød firkant) i figur 1.

- Besseåna overføres fra Bessevatnet til Store Mjelkevatnet. Isen svekkes ved inntaket i Bessevatnet.
- Store Mjelkevatnet reguleres 13.5 m. Påvirker isen i strandsonen og ved overføringene. Endrer vanntemperatur pga. dykket inntak.
- Vannet føres i tunnel gjennom Mjelkefoss kraftverk. Energiutvekslingen med omgivelsene uteblir og det påvirker vanntemperaturen. Overtemperatur på vannet om vinteren påvirker isforholdene nedstrøms kraftverket.
- Redusert vannføring i Gyaåna samt i sideelvene som overføres til kraftverket. Påvirker både vanntemperatur og isforhold på fraførte strekninger.

2.2 Gya kraftverk



Fig. 3 Planlagt utbygging av Gya kraftverk

Figur 3 viser et detaljert bilde av utbyggingsplanene for Gya kraftverk. Kartutsnittet er markert som område 2 (lilla firkant) i figur 1.

- Gyaåna ved Eigelandsdalen overføres til Hølevatnet. Påvirker både vanntemperatur og isforhold på fraførte strekninger videre ned mot Gyavatnet.
- Overføringen av Gyaåna til nordenden av Hølevatnet og overføring videre til østenden av Botnavatnet skaper nye områder med usikker is i Hølevatnet ved inntak/utløp av tunnelene. Økt gjennomstrømning vil også påvirke både vanntemperatur og isforhold.
- Overføring fra Hølevatnet gir usikker is ved tunnelutløpet i Botnavatnet. Økt gjennomstrømning vil også påvirke både vanntemperatur og isforhold.
- Økt reguleringshøyde i Botnavatnet gir økt sprekkdannelse i strandsonen.
- Vannet føres i tunnel gjennom Gya kraftverk. Energiutvekslingen med omgivelsene uteblir og det påvirker vanntemperaturen. Overtemperatur på vannet om vinteren påvirker isforholdene vesentlig ved utløpet i Gyavatnet.
- Redusert vannføring i elva fra Stemmevatnet nedenfor inntaket. Påvirker både vanntemperatur og isforhold på fraførte strekninger.

2.3 Tekse kraftverk

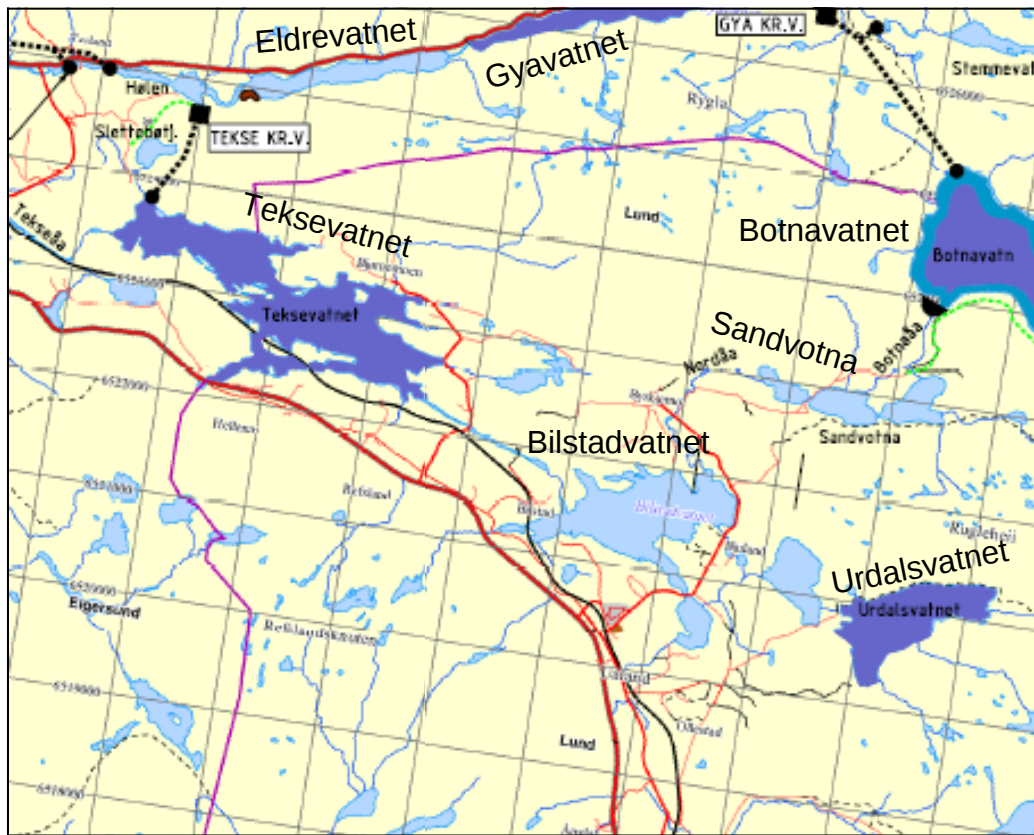


Fig. 4 Planlagt utbygging av Tekse kraftverk

Figur 4 viser et detaljert bilde av utbyggingsplanene for Tekse kraftverk. Kartutsnittet er markert som område 3 (svart firkant) i figur 1.

- Inntaket til Tekse kraftverk skaper nye områder med usikker is i Teksevatnet.
- Vannet føres i tunnel gjennom Tekse kraftverk. Energiutvekslingen med omgivelsene uteblir og det påvirker vanntemperaturen. Overtemperatur på vannet om vinteren påvirker isforholdene ved utløpet.
- Redusert vannføring i Tekseåna påvirker både vanntemperatur og isforhold på fraførte strekninger.

2.4 Åmot kraftverk

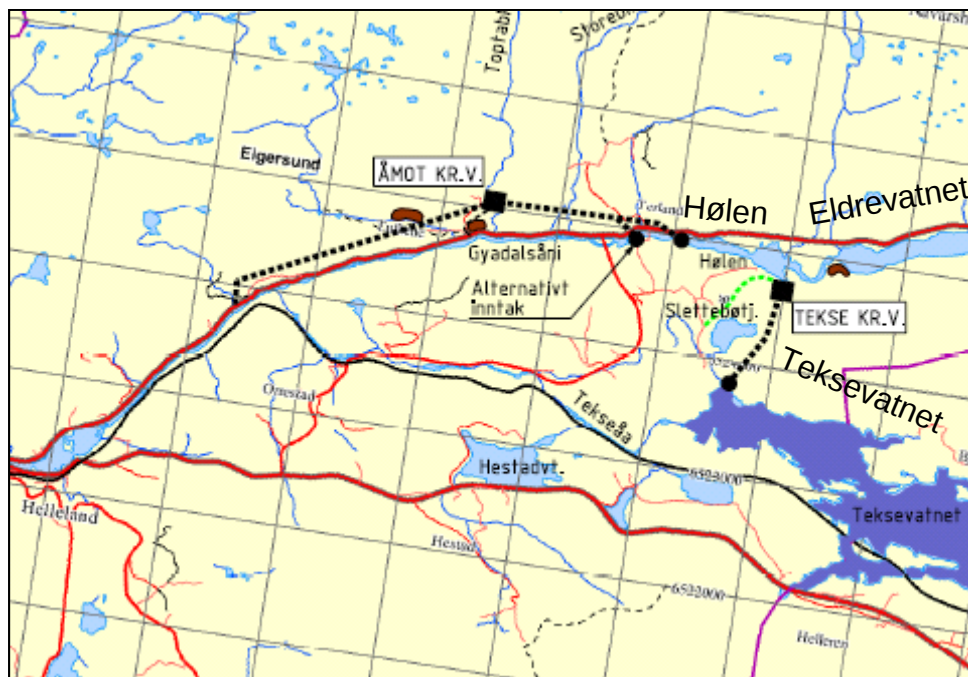


Fig. 5 Planlagt utbygging av Åmot kraftverk

Figur 5 viser et detaljert bilde av utbyggingsplanene for Åmot kraftverk. Kartutsnittet er markert som område 4 (brun firkant) i figur 1.

- Usikker is ved inntak og utslipp.
- Redusert vannføring i Gyadalsåna påvirker vanntemperatur og isforhold på fraført strekning.

3 Statusbeskrivelse

Da området allerede er regulert, er også vanntemperatur- og isforholdene endret i forhold til uregulert tilstand. I samarbeid med regulanten er det utarbeidet et kart over områder hvor isen er vesentlig svekket som følge av dagens regulering (fig. 6). Det betyr ikke at isen alltid er god der det ikke er tegnet rødt i figur 6, men at isen er av samme kvalitet som på sammenlignbare uregulerte vann/elver. En kort oppsummering av svekkingen følger.

- Alle regulerte vann har oppsprukket is langs land, mest på Urdalsvatnet og Botnavatnet da de har størst reguleringshøyde.
- De nærmeste vannene nedstrøms Botnavatnet har svekket is på grunn av tapping av varmt bunnvann fra Botnavatnet. Ellers er det stort sett små områder ved innløp og utløp som regnes som vesentlig svekket på vannene.

- Alle elvestrekningene fra Gyavatnet, Botnavatnet og Urdalsvatnet til havet har vesentlig svekket is.

Det er store variasjoner fra år til år i isleggingen (Kanavin, 1962). I middel legger isen seg på elvene rundt midten av desember og går i løpet av mars. Vannene islegges litt senere, i månedsskiftet desember/januar, og går litt senere, som regel i april. Det er mest stabil islegging på vannene og små vann islegges lettest. I nedre del av vassdraget er elva ofte isfri.

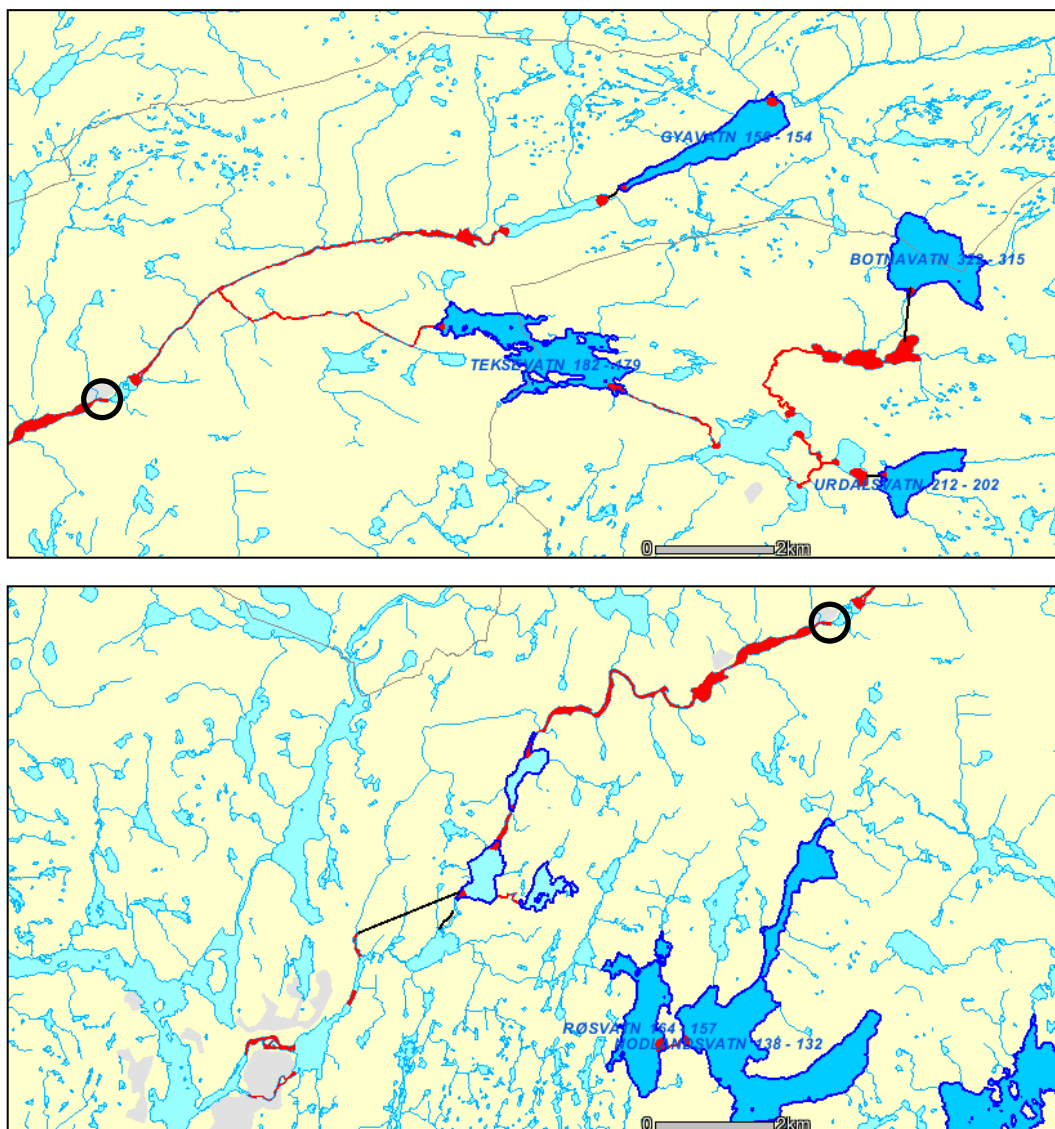


Fig. 6 Svekket is på grunn av dagens regulering. Hentet fra isatlasen på w.nve.no/svekketis. Det øverste kartet er nordre del av vassdraget, og det nederste er søndre del. Den svarte ringen viser målestedet for vanntemperatur (synlig i begge kartutsnittene).

Vanntemperaturen har vært målt i Gyadalsåna siden 1994. Målestedet ligger nedstrøms samløpet av grenene fra Botnavatnet er markert i figur 6. Figur 7 viser døgnmiddeltemperaturen samt høyeste og laveste observerte temperatur. Temperaturen er svært sjelden nede på frysepunktet om vinteren. Elva er derfor så godt som isfri under dagens regulerte forhold. Isen legger seg derimot lettere på innsjøene, men det er store variasjoner fra år til år.

Figur 7 viser også vanntemperaturen i Figgjo som er et uregulert vassdrag ved Ålgård 35 km mot nordvest. Nedbørfeltet til Gyadalsåna ligger noe høyere enn Figgjo sitt, men de største elvene og innsjøene ligger stort sett under 250 moh i begge vassdrag. Temperaturmessig burde de derfor være i nærheten av hverandre. Ved sammenligning ser en at sommertemperaturene i Gyadalsåna i snitt ligger 1 °C lavere enn i Figgjo, mens vintertemperaturene er ganske like. De største forskjellene finner vi i ekstremtemperaturene. Gyadalsåna er rundt 2 °C kaldere enn Figgjo på varme sommerdager, og det er svært sjelden temperaturer på frysepunktet i Gyadalsåna om vinteren. I Figgjo er det derimot oftere kaldt nok vann til å få islegging.

Slike temperaturforskjeller skyldes at vannet fra de regulerte innsjøene i Hellelandsvassdraget tappes fra dypet, og derfor er kaldere om sommeren og varmere om vinteren enn vann som renner naturlig ut av en innsjø som overflatevann.

I mai er Gyadalsåna vesentlig kaldere enn Figgjo, men dette skyldes snøsmelting.

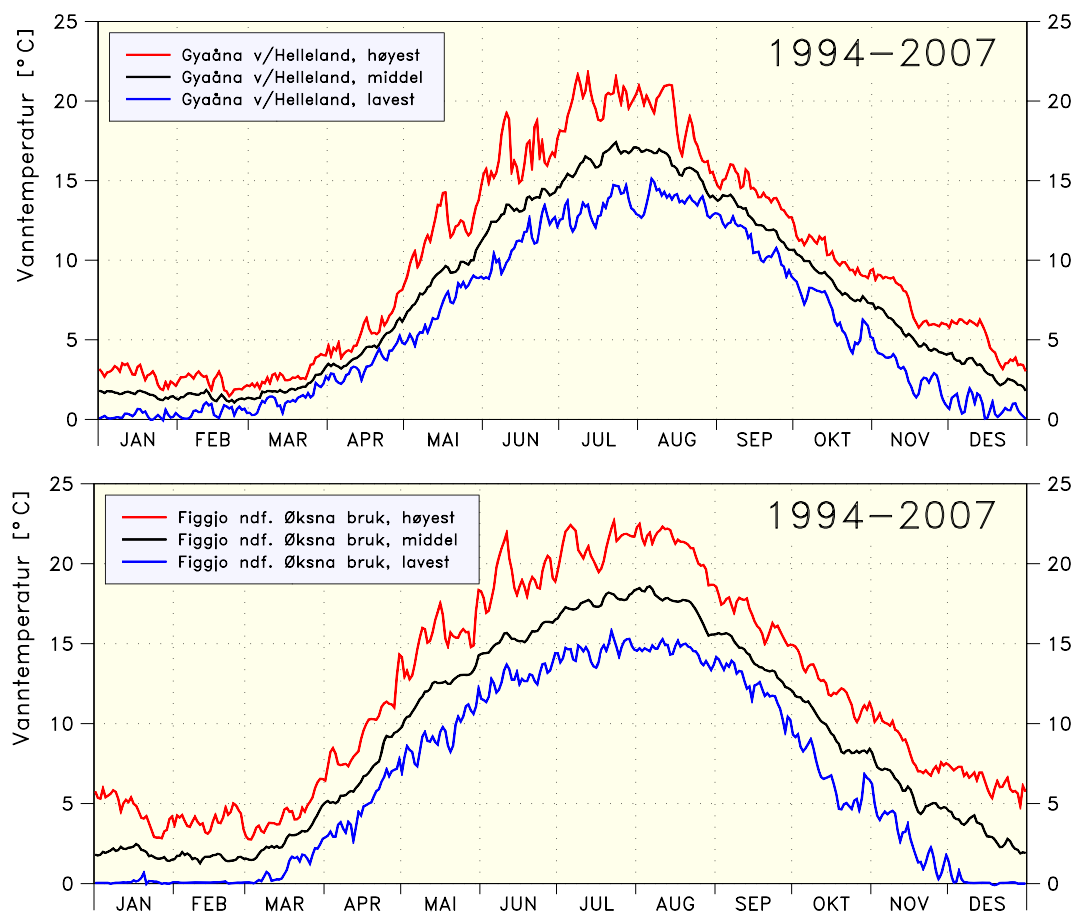


Fig. 7 Høyeste, laveste og midlere vanntemperatur observert i Gyadalsåna ved Helleland og i Figgjo ndf. Øksna bruk i perioden 1994-2007. Alle dataene er døgnmiddeltemperaturer. Målestedet i Gyadalsåna er markert i figur 6. Figgjo er et uregulert vassdrag i nærheten.

4 Konsekvenser

Da flere av utbyggingsplanene påvirker samme del av vassdraget, har vi valgt å omtale den samlede virkningen. Vi deler da inn nedbørfeltet i fire områder som nummerert i figur 1.

4.1 Strekning 1, Gyaåna oppstrøms Gyavatnet



Fig. 8 Gyaåna ved samløp med Besseåna. Foto: Dalane Energi.

Figur 2 viser en kartskisse for denne strekningen.

Vannet fra Bessevatnet overføres til Store Mjelkevatnet og det slippes en minstevannføring på $0,018 \text{ m}^3/\text{s}$ ($= 4.3 \%$ av årsmiddelet) i Besseåna (se bilde i fig. 8). Store Mjelkevatnet er i dag uregulert, så vannstrømmen ut av Store Mjelkevatnet er derfor stort sett overflatevann. Etter utbyggingen vil Store Mjelkevatnet reguleres 13.5 m. Det blir kun lokaltilsig og eventuelt overløp i Litle Mjelkeåna og Mjelkeåna. Det blir redusert vannføring i Gyaåna nedenfor overføringen til Holvevatnet (Eigelandsdalen), og ytterligere redusert der de tre over nevnte sidebekkene renner inn i Gyaåna.

Vannføringen i Gyaåna nedenfor overføringen til Holvevatnet (v/Eigelandsdalen) er først minstevannføring som er rundt 5 % av middelvannføringen. Etter samløpet med Besseåna har lokaltilsiget økt vannføringen til omtrent 25 % av naturlig vannføring, til tross for overføringen av Besseåna. Videre nedover mot utløpet av Mjelkefoss kraftverk mister man Litle Mjelkeåna og Store Mjelkeåna, men da dette er mindre enn 75 % av hele lokalfeltet nedstrøms Besseåna, så øker den relative vannføringen til omtrent 30 % av vannføringen før utbyggingen. Fra utløpet av Mjelkefoss kraftverk til Gyavatnet vil vannføringen i årsmiddel være rundt halvparten av dagens vannføring. Noe mer enn halvparten om vinteren og noe mindre enn halvparten om sommeren.

4.1.1 Vanntemperatur

Nedenfor overføringen til Hølevatnet vil vannet i Gyaåna renne litt saktere enn i dag, og dermed få mer tid til å tilpasse seg omgivelsene. Samtidig vil grunnvannstilsig få økt innflytelse på vanntemperaturen. Målinger fra Telemark, i en sterkt regulert dalelv, viste at middeltemperaturen om sommeren falt med nesten to grader, mens døgnvariasjonene økte med 5-6 °C på solrike dager (Kvambekk et al., 2006). Disse vassdragene er sammenlignbare, bortsett fra at vannføringen ikke faller så mye her. Vi forventer derfor rundt en grad lavere middeltemperatur om sommeren og anslagsvis 2-3 °C høyere døgnvariasjon på strekningen fra overføringen i Eigelandsdalen til utløpet av Mjelkefossen kraftverk. På gråværsdager og ved vesentlig overløp blir det små endringer fra dagens situasjon.

Kort nedenfor et inntak uten minste vannføring vil forholdene være dominert av tilsiget fra siden. I disse områdene kan vi anta at temperaturen på tilsiget er omtrent som i bekken ovenfor inntaket, men dette er svært usikkert. I bratte vassdrag som Besseåna, Litle Mjelkeåna og Store Mjelkeåna, viser målinger liten endring i middeltemperaturen, men lavere døgnvariasjon (Kvambekk et al., 2006). Vi forventer derfor bare 2-3 graders døgnvariasjon mot anslagsvis 4 grader i dag i Besseåna og Litle Mjelkeåna. I Store Mjelkeåna ventes ingen vesentlig reduksjon i døgnvariasjonen, da innsjøen har en lignende demping i dag. Igjen er alle endringene neglisjerbare på gråværsdager og ved overløp.

Vanntemperaturen i Mjelkefossen kraftverk vil avhenge av vannstanden i magasinet. På fullt magasin blir inntaksdypet rundt 14 m, men simuleringene antyder lavere vannstand med inntak om sommeren i 12 m dyp og om vinteren i 5 m dyp. Vi må likevel forvente vesentlig lavere vanntemperaturer om sommeren og noe høyere temperaturer om vinteren enn det som renner i Gyaåna i dag. Døgnvariasjonen blir også svært lav. Figur 9 viser noen vanntemperaturmålinger fra Fjellgardsvatnet i Vikedal. Vannet ligger lavere enn Store Mjelkevatnet, 158 moh. mot 597 moh., men Fjellgardsvannet er til gjengjeld omtrent 10 ganger så stort. Temperaturen i dypet antas sammenlignbart mellom de to vannene. Fra figuren ser en at vanntemperaturen i 12 m dyp i Store Mjelkevatnet trolig ligger rundt 8-12 °C om sommeren, altså 5-10 °C lavere enn elvetemperaturen i dag (fig. 7). Om vinteren er temperaturen mellom 2 og 4 °C i 5 m dyp. Da magasinvolumet er forholdsvis lite i forhold til vannmengden som kommer inn i magasinet (kun 13 %), må vi forvente mer "gjennomstrømning" av vann og mer blanding av de øverste vannmassene enn i et uregulert vann eller i et regulert vann med lite tilsig i forhold til magasinvolumet.

Vi forventer derfor at driftsvannets temperatur i Mjelkefossen kraftverk vil være rundt 10-14 °C om sommeren. Sammenlignet med elvevannet i Gyaåna i dag vil driftsvannet anslagsvis være 3-6 grader kaldere om sommeren, deretter avtagende forskjell til omtrent samme temperatur i september/oktober. Om vinteren vil driftsvannet være 1-3 grader varmere enn elvevannet. I april/mai byttes det igjen om fra varmere til kaldere driftsvann enn elvevannet.

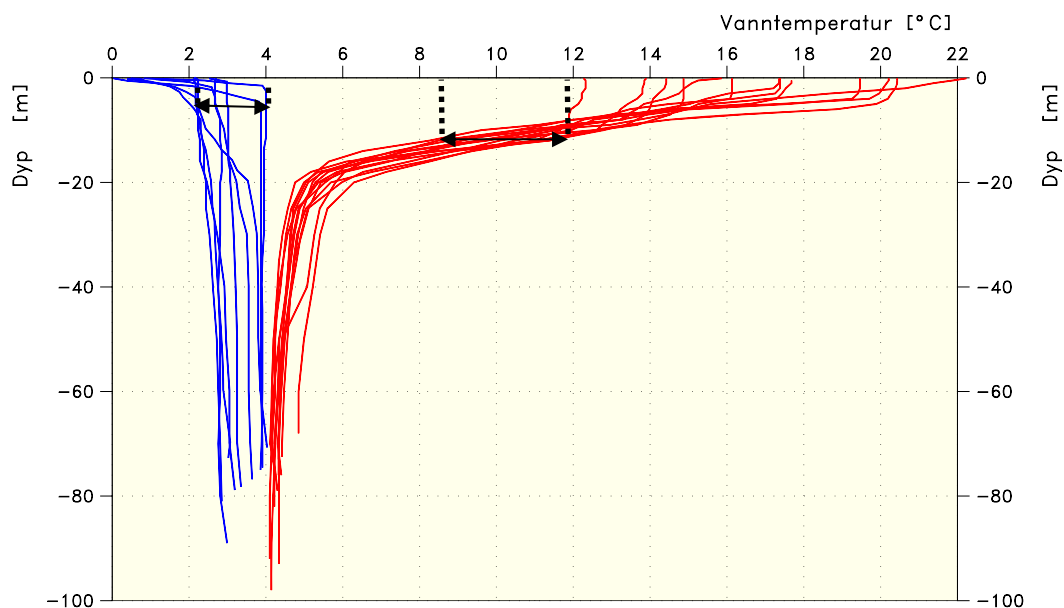


Fig. 9 Vanntemperaturmålinger i Fjellgardsvatnet i Vikedal. Blå streker er vintermålinger, og røde streker er målinger i august. Temperaturspennt sommer i 12 meters dyp og vinter i 5 m dyp er vist i figuren. Det tilsvarer midlere inntaksdyp i Store Mjelkevatnet.

Driftsvannet fra Mjelkefossen kraftverk utgjør i årsmiddel omtrent en tredjedel av den samlede vannføringen i Gyaåna nedstrøms kraftverksutløpet. Da blir den samlede temperaturvirkningen også en tredjedel. Vi venter derfor 1-2 grader kaldere ellevann nedstrøms kraftverksutløpet om sommeren. Om vinteren vil ellevannet være 0,3-1 grader varmere enn dagens ellevann. I april/mai veksler det igjen om fra varmere til kaldere ellevann enn under dagens forhold.

Vi forventer ingen vesentlige vanntemperaturendringer i Bessevatnet da overføringen til Store Mjelkevatnet ligger nær dagens utløp, og inntaket blir liggende nær overflaten.

4.1.2 Isforhold

Det blir usikker is i Bessevatnet noen titalls meter fra overføringen til Store Mjelkevatnet. I Store Mjelkevatnet blir det usikker is ved innløpet av overføringene og ved kraftverksinntaket. Da vannføringene er små vil områdene vanligvis ha under 100 m utstrekning. Langs land blir isen oppsprukket og vil være vanskelig å forsere der det er bratt.

Oppstrøms kraftverksutløpet blir vannføringen redusert, og Gyaåna vil lettere islegge seg. Fortsatt må en regne med variable isforhold fra år til år.

Ved lav vannstand i magasinet vinterstid vil driftsvannets temperatur komme nærmere frysepunktet. I perioder med sterk kulde kan en da en sjelden gang få litt is mellom kraftverksutløpet og Gyavatnet, men stort sett vil elva gå åpen.

4.2 Strekning 2, Holevatnet – Gyavatnet – Hølen



Fig. 10 Øvre del av Gyavatnet mot Gya hvor Gya kraftverk kommer ut. Foto: Ingunn Bjørnstad.

Figur 3 viser en kartskisse for denne strekningen.

3.5 m³/s overføres i snitt fra Gyaåna og Joheia til nordenden av Holevatnet. Lokalfeltet til Holevatnet gir i dag 0,7 m³/s, så overføringen representerer en seksdobling av gjennomstrømningen. Likevel er det moderate vannmengder i forhold til størrelsen på Holevatnet. I sydenden av Holevatnet føres vannet videre til østsiden av Botnavatnet.

I dag reguleres Botnavatnet 8 m og vannet renner i det naturlige elveleiet sørover mot Bilstadvatnet. Utbyggingen innebærer en ytterligere regulering av Botnavatnet til totalt 37.5 m. Vannet skal ledes nordvestover i tunnel gjennom Gya kraftverk og slippes ut i nordenden av Gyavatnet (se bilde i figur 10), nær innløpet av Gyaåna. På veien tas elva fra Stemmevatnet inn. Gjennomsnittelig vannføring i Gya kraftverk er beregnet til 5 m³/s.

Det er forutsatt en minstevannføring ut av Holevatnet (Tverråna) på 10-15 % av dagens vannføring. Ut av Botnavatnet er det ikke påregnet minstevannføring. Det er heller ikke påregnet minstevannføring ved inntaket i elva fra Stemmevatnet.

4.2.1 Vanntemperatur

Vanntemperaturen på vannet som overføres fra Gyaåna og Joheia er trolig litt lavere enn temperaturen i overflatelaget i Holevatnet om sommeren. Ved vesentlig kaldere vann og stor vannføring i forhold til bredden kan elvevannet dykke og danne et homogent lag i dypet. Vannføringen er generelt for lav til dette i forhold til størrelsen på Holevatnet, så vi forventer derfor at vanntemperaturen i Holevatnet blir omtrent som i dag, med unntak av området svært nær inntak og utløp som vil få litt lavere sommertemperaturer, og litt høyere vintertemperaturer ved mildvær.

I elven ut av Holevatnet blir det sluppet minstevannføring på 10-15 % av dagens vannføring. Vi forventer små endringer i vanntemperaturen da elvestrekningen vil ha en

del små kulper som demper døgnvariasjonen, men også rolige partier hvor døgnvariasjonen øker. I Førlandsvatnet og videre ned vassdraget venter vi heller ikke noen vesentlige endringer.

Når vannet fra Holevatnet overføres til Botnavatnet, blir det også små vanntemperaturendringer i Botnavatnet på grunn av overføringen. Vannmassene over LRV blir noe mer blandet enn i dag når regulerings høyden blir 37.5 m. Termoklinen forflyttes ned til inntaksdypet under LRV. Størst temperaturendring blir det i ca. 20 m dyp der det blir et par grader varmere om sommeren og litt kaldere om vinteren, i hvert fall i kalde vintre.

Simuleringer viser at inntaket vil ligge rundt 20 m dyp om sommeren og 20-35 m dyp om vinteren. Driftsvannets temperatur forventes å være rundt 4 °C i starten av mai og øke til rundt 10-12 °C på sensommeren. Utover høsten og vinteren avtar den til et minimum rundt 1 °C i mars. I milde vintre vil vanntemperaturen ligge rundt 2-4 °C.

Elva fra Stemmevatnet tas inn ca. 340 moh. Nedenfor inntaket er elva bratt og vil være nesten tørr ned til den møter to sidebekker like før elvesletta. Som i Store Mjelkeåna venter vi ingen vesentlige temperaturendringer i elva ned til elvesletta. På elvesletta vil vannet fra sidebekkene dominere, men også grunnvann fra elvesletta kan få økt betydning. Vannføringen blir vesentlig redusert og en vil miste den dempende effekten av Stemmevatnet både på temperatur og vannføring. Grunnvann vil derimot senke temperaturen og dempe døgnvariasjoner. Vi forventer derfor ingen vesentlige temperaturendringer på elvesletta før samløpet med Gyaåna.

Vannet fra Gya kraftverk vil være vesentlig kaldere om sommeren, og noe varmere om vinteren enn overflatevannet i Gyavatnet. Vannet vil derfor dykke og gli gjennom Gyavatnet og Eldrevatnet uten å påvirke overflatelaget vesentlig. Noe innblanding vil skje ved utløpet av kraftverket, men mest i passasjen mellom Gyavatnet og Eldrevatnet. Ved utløpet av Eldrevatnet (Hølen) kommer omtrent halvparten av vannet fra Gya kraftverk, og resten fra Mjelkefossen kraftverk, Tekse kraftverk og restfeltene. Ved Hølen forventer vi derfor at vanntemperaturen er rundt 4 °C i starten av mai og øker til rundt 14-16 °C på sensommeren, anslagsvis 1-3 grader kaldere enn i dag. Utover høsten og vinteren avtar den til et minimum rundt 1 °C i mars. I milde vintre vil vanntemperaturen ligge rundt 2-4 °C.

4.2.2 Isforhold

Vintervannføringen inn i Holevatnet vil oftest ligge godt under 1 m³/s, men kan i langvarige våte perioder bli på flere kubikkmeter. I slike perioder vil det også være mildt.

Holevatnet er ikke dybdekartlagt. Vannet har vært observert fra luften, og inntrykket er at vannet er dypt og ikke har noen grunne terskler på tvers av vannet. Vi venter derfor at isforholdene i Holevatnet stort sett vil bli som før utbyggingen, men med en innløps- og utløpsråk. I kalde tørre perioder vil råken bare ha noen titall meters utstrekning, men i våte milde perioder kan råken bli flere hundre meter lang. Ved overgang fra mildvær til streng kulde vil størstedelen av råken fryse relativt raskt, slik at frostrøyk avgrenses. Ved innløpet i nordenden vil isen åpne seg noe tidligere enn i dag, ellers ventes omtrent uforandret isleggingsperiode.

Elvestrengen nedenfor Hølevatnet vil få mer stabile isforhold som følge av redusert vannføring, og innløps og utløpsråken i Førlandsvatnet blir enda litt mindre enn i dag.

Botnavatnet vil få en enda større sone med oppsprukket is når reguleringshøyden øker fra 8 m til 37.5 m. Dette gir særlig farlige isforhold der strandsonen er bratt. Ellers blir det også her råker ved innløp og utløp på noen titall meters lengde i kulde, kanskje hundre meter ved stor vannføring og mildvær. Ved overgang fra mildvær til streng kulde vil størstedelen av råken fryse relativt raskt slik at frostrøyk avgrenses. Botnavatnet inneholder ingen svært grunne partier som går på tvers av hele vannet (sett fra dybdekart). Isen blir da ikke vesentlig svekket av den økte gjennomstrømningen. Ved overføringen fra Hølevatnet vil isen åpne seg noe tidligere enn i dag. Isen langs land vil sprekke mer opp enn i dag og gi raskere isløsning langs land. Totalt ventes det derfor noen dager tidligere isløsning, men uforandret isleggingstidspunkt.

Elvestrengen nedenfor Stemmevatnet vil få litt mer stabile isforhold enn i dag.

I nordenden av Gyavatnet vil isen bli svært dårlig da vannet fra Gya kraftverk vil være 1-4 °C om vinteren. Også i sterk kulde må en regne med en råk opptil 100 m lang. I mildvær vesentlig større. Isforholdene ellers på Gyavatnet og Eldrevatnet blir mindre berørt, men generelt blir den tynnere, særlig ved innløp og utløp. Ved eventuelle terskler på tvers av vannene vil også isen svekkes betydelig.

4.3 Strekning 3, Urdalsvatnet – utløp Teksevatnet



Fig. 11 Dagens utløp av Teksevatnet. Foto: Dalane Energi.

Figur 4 viser en kartskisse for denne strekningen.

Vannet fra Botnavatnet vil nå føres til Gyavatnet gjennom Gya kraftverk. I dag går dette vannet gjennom Teksevatnet, som nå får noe mindre vanntilførsel om vinteren.

Teksevatnet og Urdalsvatnet beholder dagens reguleringshøyder.

4.3.1 Vanntemperatur

I Urdalsvatnet og ned til Bilstadvatnet blir forholdene uforandret. Bortsett fra ved overløp blir det derfor redusert vannføring fra Botnavatnet til Bilstadvatnet. Dette gjelder hovedsakelig om vinteren, da vann normalt er holdt tilbake i Botnavatnet fra mai til oktober. Vanntemperaturen om sommeren vil derfor ikke endres fra dagens situasjon, men vintertemperaturene vil bli nærmere frysepunktet i kuldeperioder.

Det ventes ingen vesentlige temperaturendringer i Bilstadvatnet, men det blir ingen gjennomstrømning av ”dykket” vann fra Botnavatnet. Derfra og ned til Teksevatnet blir også vannføringen redusert og vanntemperaturen i elva vil bli litt høyere om sommeren og litt lavere om vinteren. I Teksevatnet venter vi ingen vanntemperaturendringer.

Vannet vil deretter tas gjennom Tekse kraftverk og slippes ut i Hølen nedenfor Gyavatnet. Inntaksdypet i Teksevatnet kan være inntil 3-4 m under overflaten. Det foreligger ingen vanntemperaturmålinger fra Tekseåna, men fra vannstandsmålinger ser vi at vannstanden stort sett har ligget så lavt at vanntemperaturen bare er litt lavere enn ut av en uregulert innsjø. Det foreligger ingen simuleringer på vannstanden i Teksevatnet ved fremtidig regulering, så vi antar at vannstanden vil pendle som i dag. Driftsvannets temperatur vil da bli omtrent som i Tekseåna nedstrøms dammen i dag: 4 °C i tidlig mai økende til anslagsvis 14-17 °C i august, deretter avtagende til 0,5-4 °C om vinteren, kaldest i kalde vintre.

Det skal slippes minstevannføring fra Teksevatnet til Gyaåna i det naturlige elveleiet, 0.1-0.175 m³/s. Strekningen har moderat fall og tilløp fra små innsjøer. I dag er det periodevis kaldt vann som slippes gjennom dammen om sommeren, da det tas fra dypet (se bilde ved lav vannstand i figur 11). Vi forventer derfor at vanntemperaturen blir litt høyere om sommeren, anslagsvis 15-18 °C. Vintertemperaturen blir omtrent som før, men litt nærmere frysepunktet i kalde perioder.

4.3.2 Isforhold

Isforholdene fra Botnavatnet til Bilstadvatnet gjennom Sandvotni vil bli bedre, og omtrent som for uregulerte vann og elver i området. I Bilstadvatnet blir innløpsråken fra Botneåna betydelig mindre. Det blir litt bedre isforhold på elva mellom Bilstadvatnet og Teksevatnet, men isen må fortsatt karakteriseres som vesentlig svekket. Det blir også bedre isforhold på minstevannføringsstrekningen mellom Teksevatnet og Gyadalsåna. En må likevel ikke glemme at vekslende værforhold i disse høydene gjør at elvene som regel er åpne uansett om de er regulerte eller ikke.

4.4 Strekning 4, Utløp Tekse kraftverk – havet

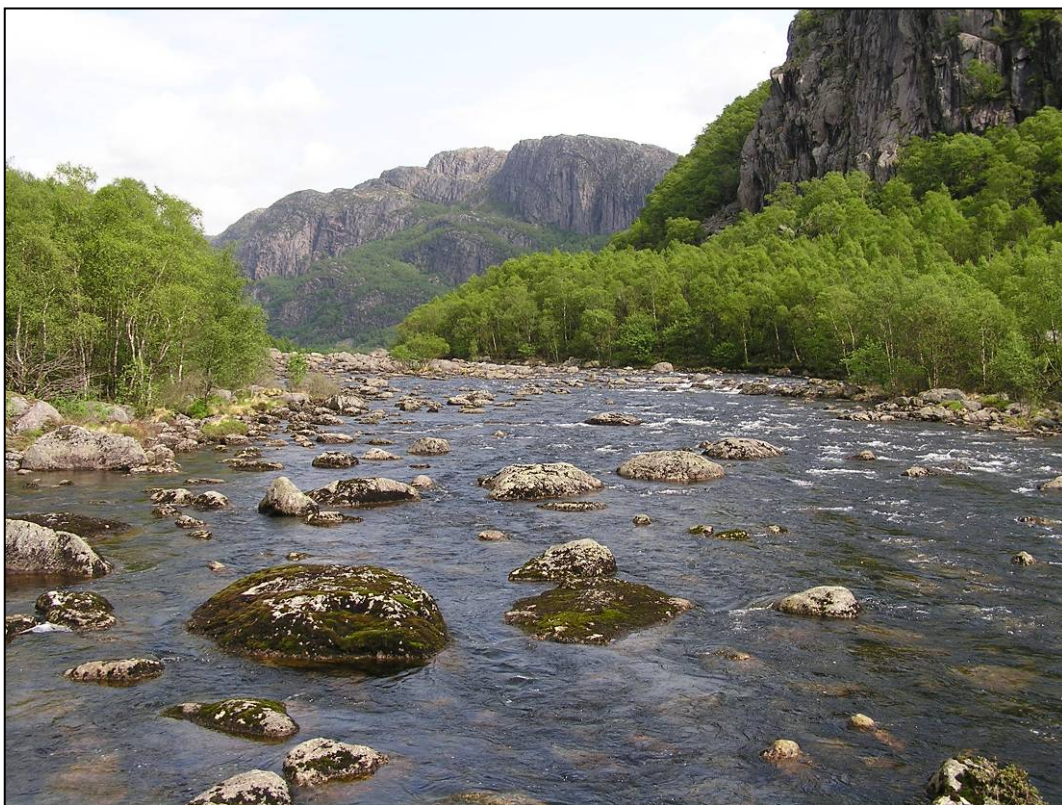


Fig. 12 Gyaåna. Foto: Dalane Energi

Figur 5 viser en kartskisse for denne strekningen.

Vannet fra Tekse kraftverk slippes ut i Hølen rett nedenfor Gyavatnet og Eldrevatnet. Der møter det vannet fra Gya kraftverk som har rent gjennom Gyavatnet og Eldrevatnet. Etter kort gjennomstrømning i Hølen tas det meste av vannet inn i Åmot kraftverk og slippes ut igjen

4.4.1 Vanntemperatur

Både sommertemperaturer ut av Eldrevatnet og driftsvannet fra Tekse kraftverk er anslått til å ligge rundt 14-16 °C. I dag er sommertemperaturen rundt 16-18 °C, så sommertemperaturen ventes å falle 1-3 grader i Hølen. Vanntemperaturen om vinteren vil være høyere enn i dag, særlig i første del av vinteren og i kuldeperioder. I overgangsperiodene rundt mai og oktober venter vi ingen vesentlige endringer i vanntemperaturen.

Også videre ned vassdraget mot havet venter vi tilsvarende temperaturendringer, men helt nederst er endringene blitt litt mindre.

4.4.2 Isforhold

Til Hølen kommer kraftverksvann både fra Gya og Tekse kraftverk, begge med temperatur over frysepunktet. Vi forventer derfor svært usikre isforhold på inntaksmagasinet til Åmot kraftverk. På strekningen med minstevannføring vil det også være dårlige isforhold da strekningen er for kort til å nå frysepunktet ved de fleste værforhold.

På elvestrekningene videre til havet vil også isforholdene bli enda dårligere enn i dag, men dette er strekninger som sjeldent har farbar is i dag. På de dypeste partiene av Kvålsvatnet og Øgreyvatnet vil isforholdene bli mindre endret. Slettebøvatnet blir derimot helt uberørt da vannet føres gjennom Øgreyfoss kraftverk.

5 Avbøtende tiltak

5.1.1 Vanntemperatur

Magasinering av vann og påfølgende tapping fra store dyp gir de største vanntemperaturendringene. Ved lav vannstand i magasinet er vanntemperaturendringene minst.

5.1.2 Isforhold

Stort tappedyp fra magasinene gir ”varmt” vann i elvene om vinteren, med påfølgende dårlige isforhold. Endringene fra naturlig tilstand kan reduseres ved å holde lav vannstand, eller ved å bygge en inntaksanordning som kan suge vann fra nærmere overflaten.

Erfaringer viser at jevn vannføring gir de mest stabile isforholdene i elvene nedstrøms kraftverket. I så måte kan et magasin dempe flommer og gi et positivt bidrag til stabilt isdekke.

Økning i vannstanden om vinteren fører ofte til overvann langs land, og til dels usikker is i strandsonen. Ved hyppige variasjoner opp og ned vil også oppsprekningen av isen langs land øke. En jevn og avtagende vannstand utover vinteren gir mest stabile isforhold i magasinet.

I dette området er det hyppige vinterflommer, så en må nok regne med ugunstige vannstandsvariasjoner uansett, og stadig mildvær vil begrense effekten av de avbøtende tiltakene.

Ved alle inntakssteder og utslippssteder til kraftverket må det merkes med standard skilter for å advare mot usikker is og dragsug.

6 Referanser

Kanavin E.V., 1962: Om isforholdene i Hellelandsvassdraget. Redegjørelse for Overskjønn i mai 1962. Iskontoret ved NVE, Hydrologisk avdeling.

Kvambekk Å.S., Melvold K. og Berthling I., 2006: Temperaturforhold i elver ved redusert vannføring. Rapport 11-06 Miljøbasert vannføring, NVE

Olafsson N., Markhus E. og Flæte H., 2008: Hydrologisk fagrapport, Hellelandsvassdraget. Norconsult

Tvede A.M., 1983: Samla Plan, Hellelandselva i Rogaland, Fagrapport om is og vanntemperatur, Iskontoret ved NVE, Hydrologisk avdeling.