NVE

Altautbyggingen

Vanntemperatur- og isforhold ved bruk av øvre inntak om vinteren

Randi Pytte Asvall

21
2005

OPPDRAGSRAPPORT A

Altautbyggingen

Vanntemperatur- og isforhold ved bruk av øvre inntak om vinteren

Norges vassdrags- og energidirektorat
2005

Oppdragsrapport A nr 21 2005

Altautbyggingen.

Vanntemperatur- og isforhold ved bruk av øvre inntak om vinteren

Oppdragsgiver: Statkraft Energi AS

Forfatter: Randi Pytte Asvall

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 30
Forsidefoto: Isløsning i nedre del av elva, nedre inntak er åpnet og vannføringen økt. (17.april 2005)

Sammendrag: Etter utbygging har isforholdene som ventet endret seg vesentlig fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet. Det er her blitt i hovedsaken åpen elv, mens elva før utbygging var islagt store deler av vinteren. Videre nedover elva er endringene mindre. I dammen er det både et øvre og en nedre inntak til kraftstasjonen. Isforholdene beskrevet ovenfor er ved bruk av nedre inntak hele vinteren, slik det ble kjørt fram til vinteren 2000-01. Spørsmål ble stilt om endringer i isforhold var årsak til reduksjon i fiskebestanden.

Forsøk for å se om forholdene for fisken kunne nærme seg naturtilstanden ved å bruke øvre inntak om vinteren er gjort vintrene fra 2000-01. Resultatene viser at det er mulig å oppnå lavere vanntemperatur og noe mer isdekning på den aktuelle strekningen ved å benytte øvre inntak om vinteren. Isproblemer på strekningen nedenfor kan unngåes ved en tilpasset manøvrering.

Emneord: Vanntemperatur, isforhold, driftsvannføring

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

August 2005

Innhold

Forord **4**

Sammendrag **5**

1 Bakgrunn **6**

2 Undersøkelser **9**

2.1 Drift i forsøksperioden 9
2.2 Vanntemperatur- og strømforhold i magasinet 9
2.3 Vanntemperatur i driftsvannet og i elva 10
2.4 Registrering av isforhold 10
2.5 Andre data 10

3 Værforhold **11**

4 Resultater **13**

4.1 Vanntemperatur og gjennomstrømning i magasinet 13
4.2 Driftsvannets temperatur 17
4.3 Vanntemperaturen fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet 19
4.4 Isforholdene fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet 26
4.4.1 Generelt 26
4.4.2 Spesielt om de enkelte år 28
4.5 Vanntemperatur- og isforhold nedenfor Savcovannet (Gabo) 34

5 Vurdering av mulig isdekning **35**

5.1 Ovenfor Savcovannet når øvre inntak er i bruk 35
5.2 Ovenfor Savcovannet- etter bytte til nedre inntak 37
5.3 Nedenfor Gabo ved bruk av øvre inntak 37
5.4 Nedenfor Gabo etter bytte til nedre inntak 37

6 Hvordan oppnå ”best mulig” isforhold **38**

6.1 Høsten - Isleggingstid 38
6.2 Bruk av øvre inntak 39
6.3 Valg av driftsvannføring, tappestrategi 39
6.4 Overgang til nedre inntak 39
6.5 Frem mot vår- og isløsning 40

Forord

På oppdrag for Statkraft har NVE, Hydrologisk avdeling, utført undersøkelser av vanntemperatur- og isforhold i Altaelva for å skaffe grunnlag for vurdering av å nytte øvre inntak om vinteren ved fremtidig drift av kraftstasjonen.

Randi Pytte Asvall har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side, i tillegg har Ånund Kvambekk og andre medarbeidere på Hydrologisk avdeling arbeidet på prosjektet.

Planlegging og gjennomføring av denne fotodokumentasjonen er utført av Svein Tore Nilsen, Statkraft.

Agnar Johnsen har utført hovedtyngden av feltarbeidet.

Oslo, september 2005

Sidsel Haug
seksjonsjef

Randi Pytte Asvall
prosjektleder

Sammendrag

I Alta kraftstasjon er det to inntak, et øvre i nivå 258 moh (HRV=265 m oh) og et nedre inntak under LRV. Det øvre inntaket var i utgangspunktet ikke planlagt brukt om vinteren. Ved bruk av nedre inntak hele vinteren ble elva tilnærmet isfri på størstedelen av strekningen til Savcovannet, som forventet. Dette ble hevdet å ha negativ virkning for fisken. Det ble derfor satt i gang undersøkelser for å finne ut hvordan bruk av øvre inntak kunne påvirke vanntemperatur- og isforhold i vassdraget.

Ved bruk av øvre inntak er driftsvannets vinter-temperatur 0.3 - 0.4 °C, den er relativt konstant eller øker svakt i den tiden øvre inntak er i bruk. Dette er en reduksjon på opptil 1.5 °C umiddelbart etter skifte av inntak til 0.2 - 0.4 °C litt utpå vinteren i forhold til drift med nedre inntak i bruk. Det kan synes lite, men er tilstrekkelig til at vannet i kuldeperioder blir avkjølt til frysepunktet og at is kan dannes på strekningen.

For at dette skulle ha noen praktisk betydning måtte tappestrategien endres slik at øvre inntak kunne brukes i flere måneder. Mindre vann måtte tappes ut i begynnelsen av vinteren og kompenseres med økt tapping siste del av vinteren. En økning i vannføringen om vinteren ville kunne forårsake isproblemer i elva og virkninger av en slik manøvrering måtte derfor vurderes nærmere for hele elva.

Undersøkelsen har gitt følgende konklusjoner:

- Bruk av øvre inntak gir lavere vanntemperatur og økt isdannelse i elva ned til Savcovannet. Det er større virkning på de mer roligflytende strekningene enn strykstrekningene. Under ellers like forhold er virkningen størst nærmest Savcovannet.
- Virkningen øker med minkende driftsvannføring. Det er derfor gunstig å fordele tappingen av magasinet som kan tappes ut ved bruk av øvre inntak (over ca 260 m oh), over lengst mulig tid.
- Overgang fra øvre til nedre inntak fører til at elva ned til Savcovann blir isfri i løpet av kort tid.
- Bruk av øvre inntak er gunstig for isforholdene også nedenfor Savcovann
- Isløsningen i elva nedenfor Savcovann kan fremskyndes ved økning i driftsvannføring før naturlig tilsigsøkning. Dette må skje med en gradvis opptrapping av driftsvannføringen.

For å få mest mulig stabile isforhold er det viktig at driftsvannføringen ikke økes etter at isleggingen har begynt om høsten. Vannføringen bør først økes etter omlegging til nedre inntak og en begynner en kontrollert økning i vannføringen for å fremskynde isløsningen.

1 Bakgrunn

Spørsmål knyttet til variasjoner i fiskebestanden i Altaelva etter utbygging har lenge vært viet stor interesse. Allerede ved planleggingen og forundersøkelsene til Alta-utbyggingen ble en mulig sammenheng mellom endret vanntemperatur og livsvilkårene for fisken vurdert. Det ble spesielt pekt på virkninger av økt vanntemperatur om høsten og redusert vanntemperatur første del av sommeren.

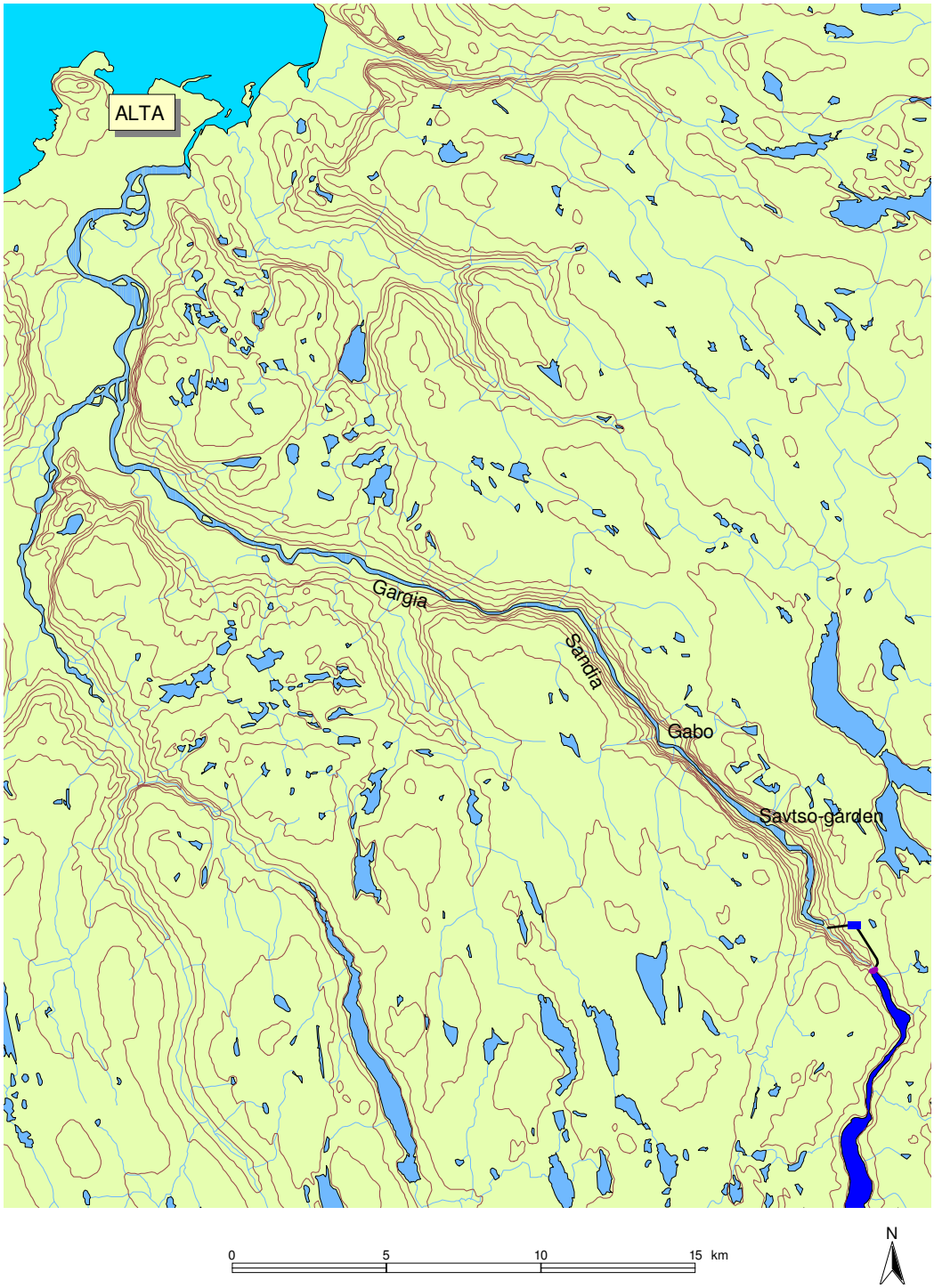
Det ble gitt tillatelse til en jevn uttapping av magasinvannet i vinterperioden. I korte trekk førte denne reguleringen til høyere vannføring om vinteren og noe redusert vårflom. Vanntemperaturen ble noe høyere om høsten og vinteren, og lavere første del av sommeren.

De mulige virkninger av utbyggingen på vanntemperatur- og isforhold ble sammen med en rekke andre forhold vurdert ved konsesjonsbehandlingen. Det var i utgangspunktet planlagt et tradisjonelt inntak under nivået for LRV. Det ble på dette grunnlag konkludert med at utbyggingen ville føre til økt vanntemperatur om vinteren og redusert temperatur om sommeren ved utløpet av kraftstasjonen. Da vintervannføringen samtidig ville bli høyere måtte vanntemperatur- og isforhold bli påvirket. Størst ville endringene være nærmest kraftverksutløpet, og det var åpenbart at det ville bli en betydelig redusert islegging fra utløpet av kraftstasjonen til Savcogården. Vassdraget fra magasinet til utløpet i fjorden er vist i figur 1, og fra utløpet av kraftstasjonen til Savcogården er vist i figur 2.

Fra fiskeribiologisk hold ble både økt vintertemperatur og redusert sommertemperatur sett på som uheldig. Det ble den gang ikke fokusert på eventuell betydning av endringer i utbredelse og varighet av isdekket. Redusert tilgang på næring til fisken som følge av mangel på "driv" fra vassdraget ovenfor dammen var imidlertid fremme. Mulig bygging av et øvre inntak ble inkludert i planene. Som et ledd i vurderingene av virkningene av et øvre inntak ble det laget en fysisk modell på daværende "Vassdrags- og Havne-laboratoriet" i Trondheim. Arbeidet var særlig fokusert på forholdene om sommeren. Konklusjonen ble at et øvre inntak ble bygget for å gi mulighet for å tappe varmere overflatevann om sommeren. Modellresultatene viste at det ved mindre vassføringer (under 40-60 m^3/s) var mulig å trekke ut varmere overflatevann ved bruk av et øvre inntak, mens det for større vannføringer hadde liten eller ingen betydning om et øvre eller nedre inntak ble brukt.

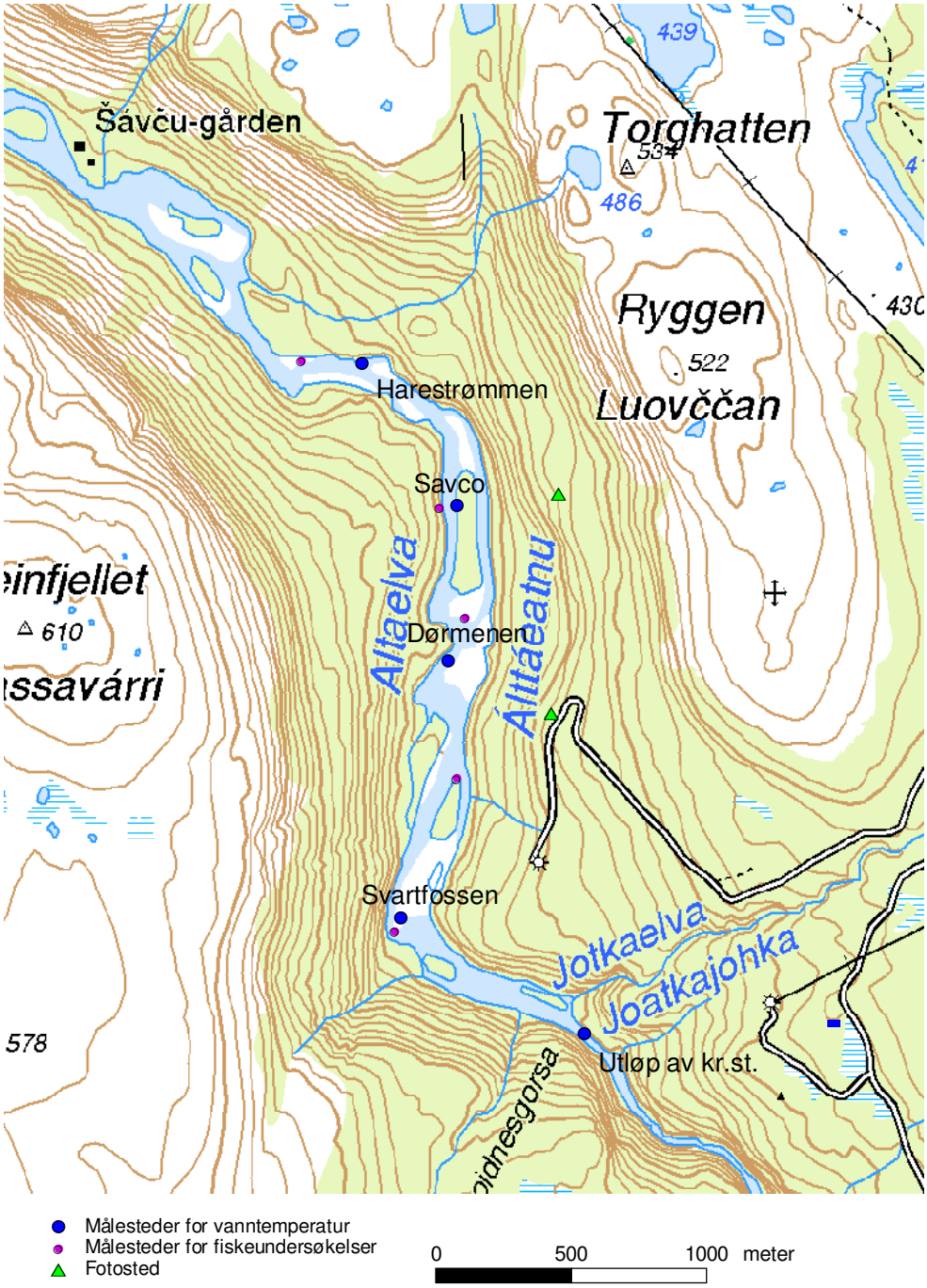
På grunn av frykt for innsuging av luft ved bruk av øvre inntak har dette inntaket i hovedsak bare blitt brukt ved tilnærmet fullt magasin. Om sommeren har som hovedregel begge inntak vært åpne, og øvre inntak har vanligvis blitt stengt i forbindelse med høstsirkulasjonen i magasinet. Da er det tilnærmet samme temperatur i alle dyp, og en unngår plutselig temperaturendring på driftsvannet ved skifte av inntak. En slik plutselig temperaturøkning ble da ansett å være uheldig for fisken.

Frem til høsten 1999 ble nedre inntak brukt hele vinteren, og vannføringen ble tilpasset tilsiget slik at det var en mest mulig jevn vannføring hele tappesesongen, om nødvendig noe synkende mot slutten av sesongen. Dette førte som ventet til tilnærmet åpen elv fra utløpet av kraftstasjonen og ned mot Savcovannet.



Figur 1 Altaelva fra Virdnejavre til fjorden. Beliggenheten av dam, vanntunnel, kraftstasjon og viktige steder omtalt i teksten er vist.

Det er foretatt omfattende fiskeundersøkelser, og i resultatene er det stadig fremhevet at den økte vintertemperaturen og stort sett åpne elva fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet er uheldig for fisken. I de siste årene har det derfor særlig vært fokusert på endringene i vanntemperatur- og isforhold på denne strekningen, som er ca 5 km lang, og et viktig oppvekstområde for fisken.



Figur 2 Oversiktkart fra utløpet av kraftstasjon til Savco-vannet. Målestasjon for vanntemperatur, fangststeder for laks og fotosteder er vist.

Lavere temperatur på driftsvannet og mer islegging på denne strekningen hevdes derfor å være gunstig i forhold til fisken. Dette er imidlertid ikke enkelt å oppnå. Ulike tiltak har vært foreslått, herunder også bruk av øvre inntak. Det var uklart hvor lenge en eventuelt kunne bruke det øvre inntaket på grunn av fare for innsuging av luft i tilløpstunnelen. En ønsket likevel å se nærmere på virkningene av å kjøre øvre inntak om vinteren. Dette ble gjort i en kort periode vinteren 1999-2000, og som ventet ble driftsvannets temperatur da

noe lavere, og deler av elva ble islagt. Ved en vannstand på ca 262 m oh. ble nedre inntak koblet inn igjen. Vanntemperaturen økte og isen forsvant raskt. Det vises til NVE-rapport 10 2001: ”Ny strategi for tapping av Altamagasinet om vinteren”.

Høsten 2000 fikk NVE, Hydrologisk avdeling i oppdrag å planlegge og undersøke virkninger av bruk av øvre inntak om vinteren.

2 Undersøkelser

2.1 Drift i forsøksperioden

Det har samtidig vært gjort undersøkelser av virkninger av endringer i manøvreringen av kraftverket på

- biologiske forhold, spesielt laks
- vanntemperatur- og isforhold

Begge faggrupper har hatt spesielle krav til driftsvannføringer i sitt arbeid, og disse kravene og ønskene har ikke alltid vært sammenfallende. Ønsker om spesielle og forskjellige driftsvannføringer har blitt tilpasset så godt det har latt seg gjøre. Den relevante tidsperiode for isundersøkelsene er fra isleggingen begynner i november-desember til etter isløsningen om våren. Tidspunkt for når tilsiget øker om våren varierer mye fra år til år, og er ikke forutsigbart særlig lang tid i forveien.

Manøvreringen de enkelte år ble tilpasset best mulig i forhold til de spesialundersøkelser som skulle gjøres de enkelte år. Det måtte også tas hensyn til værforholdene. Driftsvannføringen de enkelte år i forsøksperioden er derfor ikke noe eksempel på fremtidig manøvrering.

Det ble søkt om og gitt spesiell tillatelse til økninger i driftsvannføring utover gjeldende manøvreringsreglement i forbindelse med undersøkelsen.

2.2 Vanntemperatur- og strømforhold i magasinet

Vinteren (2000-2001) ble det foretatt systematiske undersøkelser for å se nærmere på temperaturfordelingen og strømhastigheten i hovedmagasinet og delmagasinet, ved bruk av henholdsvis øvre og nedre inntak. I tiden 14.12.2000-10.04.2001 ble temperaturen registrert ved utsatte temperaturstrenger på 4 steder i magasinet (fig 6). Disse var fordelt på hovedmagasinet ovenfor terskelen, på terskelen, i delmagasinet nedenfor terskelen og nær dammen. I tillegg ble det tatt manuelle strømmålinger i utvalgte vertikaler.

Temperaturforholdene i magasinet har stor betydning for driftsvannets temperatur for begge inntak. De manuelle målingene av vanntemperatur og strømforhold ble opprettholdt for å kunne følge utviklingen av temperaturen i hoved- og delmagasin.

2.3 Vanntemperatur i driftsvannet og i elva

Det er benyttet miniloggere med nøyaktighet 0.05 ^{o}C for måling av vanntemperatur. Gjennomgående er det foretatt registreringer hver time. Det ble høsten 2001 startet målinger på 3 nye steder mellom kraftverksutløpet og Savcovannet, slik at det deretter har blitt målt på følgende steder om vinteren (fig 2):

- Driftsvannet, i tunnelutløpet fra kraftverket i elva
- Svartfossen, ca 0.8 km nedenfor utløpet
- Dørmenen, ca 1.8 km nedenfor utløpet
- Savco, ca 2.4 km nedenfor utløpet
- Harestrømmen, ca 3 km nedenfor utløpet
- Gabo, ca 7.4 km nedenfor utløpet
- Gargia, ca 18.5 km nedenfor utløpet.

Ved Svartfossen, Dørmenen og Harestrømmen måles bare om vinteren. De øvrige målesteder går året rundt.

2.4 Registrering av isforhold

Isforholdene i store deler av Altaelva har blitt kartlagt ved befaringer fra før regulering. I begynnelsen ble bare de nedre delene av elva kartlagt, men etter hvert ble området utvidet, og har de siste årene dekket det meste av elva. Hyppigheten har gjennomgående vært ca 1 gang i måneden, og i begynnelsen og mot slutten av vinteren noe oftere for de til enhver tid tilgjengelige områdene. Det er lite informasjon om isforholdene ovenfor Savcogården (innløp Savcovannet) fra tiden før regulering.

I denne spesialundersøkelsen ble det nødvendig med langt mer detaljert dokumentasjon av isforholdene ovenfor Savcogården. Det ble derfor montert et svingbart kamera med utsikt over elva fra noe nedenfor Svartfossen til svingen oppstrøms Harestrømmen Det ble tatt bilder hver time i flere retninger, som til sammen dekket den ovenfor angitte strekningen. Det er strukket kabel for strømforsyning fra kraftstasjonen, og bildene fjernoverføres til Statkraft.

Vinteren 2005 ble det i tillegg satt ut et batteridrevet kamera som dekker det meste av strekningen videre nedover til Savcovannet. Herfra foreligger bilder 15.2-22.3.2005.

2.5 Andre data

Andre nødvendige data for undersøkelsen er

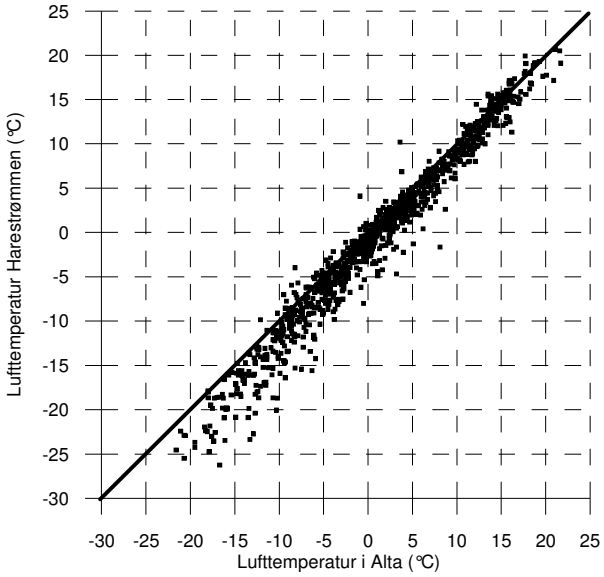
- Tilsig til magasinet
- Driftsvannføring
- Lufttemperatur Harestrømmen
- Andre meteorologiske data

Tilsig, driftsvannføring og lufttemperatur fra Harestrømmen leveres av Statkraft. Energi AS. Lufttemperaturen har blitt registrert ved Harestrømmen fra 2001.

3 Værforhold

Værforholdene er helt avgjørende for både vanntemperatur- og isforhold. Lufttemperaturen er den eneste tilgjengelige meteorologiske parameter i området for den aktuelle periode. Lufttemperaturen er også den parameter som beskriver de aktuelle værforhold best.

Lufttemperaturen er tilgjengelig for Harestrømmen i perioden 2001-2005, mens den i Alta er tilgjengelig fra 1963. Luft-temperaturen i Harestrømmen er sammenliknet med luft-temperaturen i Alta (fig 3). Det fremgår at luft-temperaturen vanligvis er noe lavere ved Harestrømmen enn i Alta. Forskjellen er i middel større jo kaldere det er. Ved -10 °C ved Harestrømmen er det ca -7.5 °C i Alta. Jo kaldere det er jo større forskjell er det. Ved ca -20 °C ved Harestrømmen er det ca -15 °C i Alta.

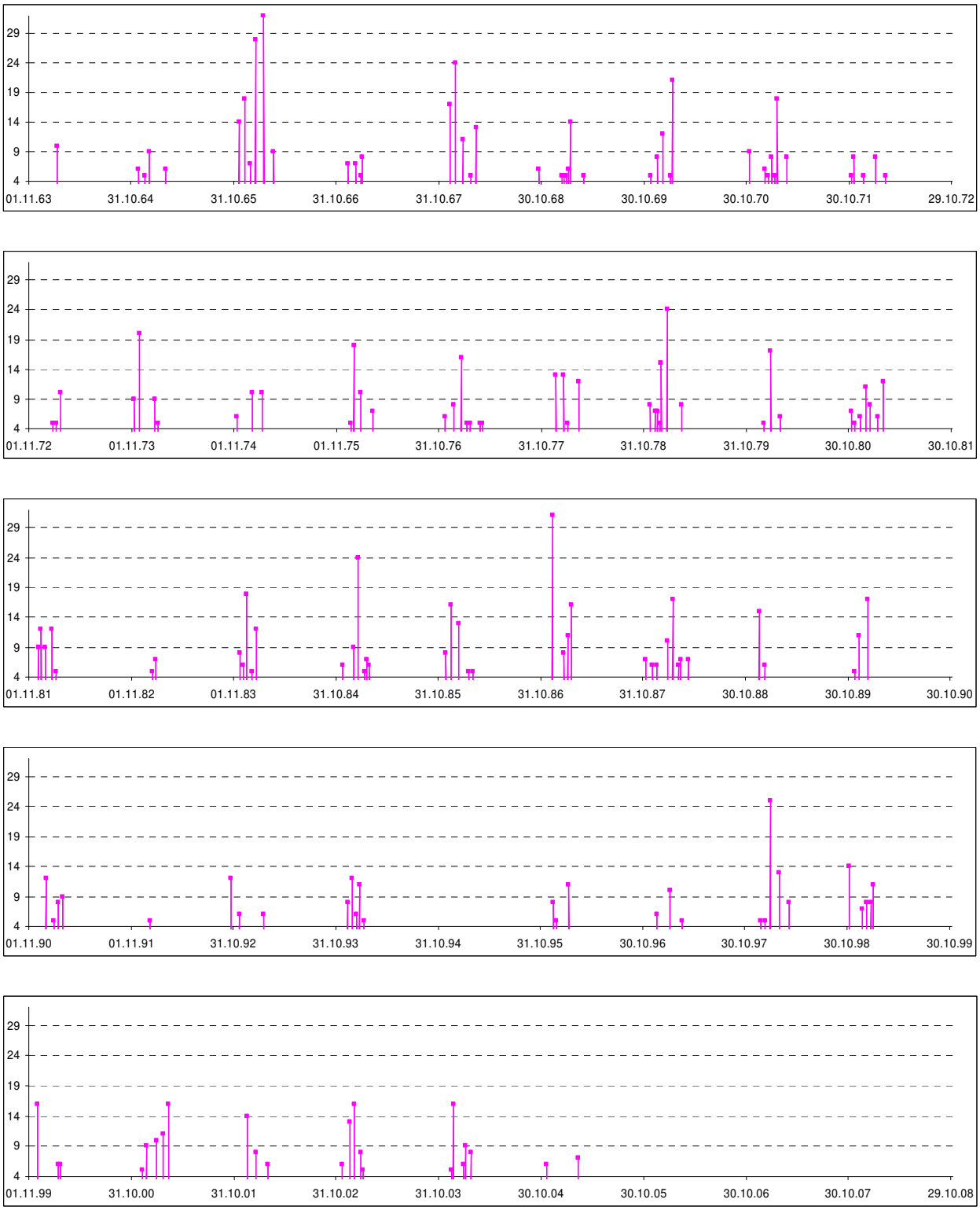


Figur 3: Lufttemperatur på Alta Lufthavn (93140) mot lufttemperatur i Harestrømmen målt i perioden 07.12.2005 – 31-03-2005. skrålinja representerer 1:1 forholdet i lufttemperatur mellom de to stedene.

For utviklingen av et isdekke er det viktig at temperaturen er lav i flere dager etter hverandre. Ved vekslende kulde og mildvær brytes eventuell nydannet is opp. Et isdekke dannet etter en lengre kuldeperiode vil imidlertid være mer motstandsdyktig og kunne ”overleve” noen mildværsdager.

I figur 4 er det vist grafisk varigheten og tidspunktene for perioder på 4 dager eller mer med sammenhengende lufttemperatur lavere enn -7.5 °C i Alta. Antall dager er angitt til venstre.

I perioden etter regulering (1987) er kuldeperiodene gjennomgående av kortere varighet enn de siste årene før regulering. Vinteren 1993-94 var det ingen definerte kuldeperioder. Bortsett fra siste vinter har vintrene med øvre inntak i bruk hatt 1 eller 2 kuldeperioder på mer enn 14 dager, og også vært kaldere en mange av vintrene rett før kraftverket ble satt i drift.

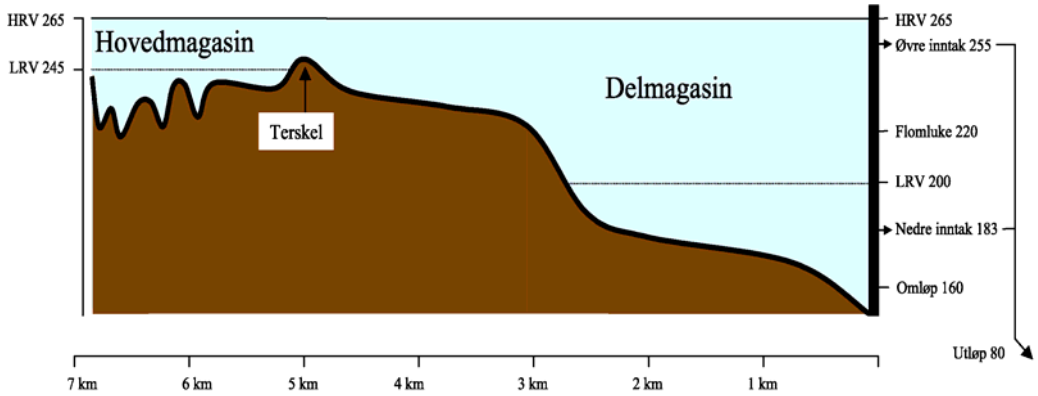


Figur 4: Forekomst og varighet av kuldeperioder i Alta vintrene 1964-2005. Kuldeperiode er her definert som mer enn 4 dager sammenhengende med døgnmiddeltemperatur under - 7°C. Dette tilsvarer ca -10°C i Savcoområdet.

4 Resultater

4.1 Vanntemperatur og gjennomstrømning i magasinet

Magasinet er delt i et hovedmagasin som ligger ovenfor den naturlige terskelen i det gamle Virdnejavre, og et delmagasin mellom denne terskelen og dammen (fig 5). Hovedmagasinet er regulert mellom HRV = 265 m og LRV = 245 m, som er 5 m under NV. Delmagasinet er regulert mellom HRV = 265 m og LRV = 200 m.



Figur 5: Skisse av nedre del av Altamagasinet med angitt høyde (m o h) for inntak og andre luker.

Øvre inntak har bunn på 255 m oh, og nedre inntak har bunn på 183 m oh. Detaljerte observasjoner på stedet har vist at øvre inntak kan nyttes minst ned til 260 m oh. ved en vannføring på 28 m^3/s. Magasinvolumet er da 99 Mm^3 , mens det er 132 Mm^3 ved fullt magasin.

Det alt vesentlige av tilsiget til magasinet kommer fra Ladnatjavre, og vanntemperaturen for tilsiget er om vinteren nær 0 ^oC. Tilsiget varierer betydelig i størrelse fra år til år.

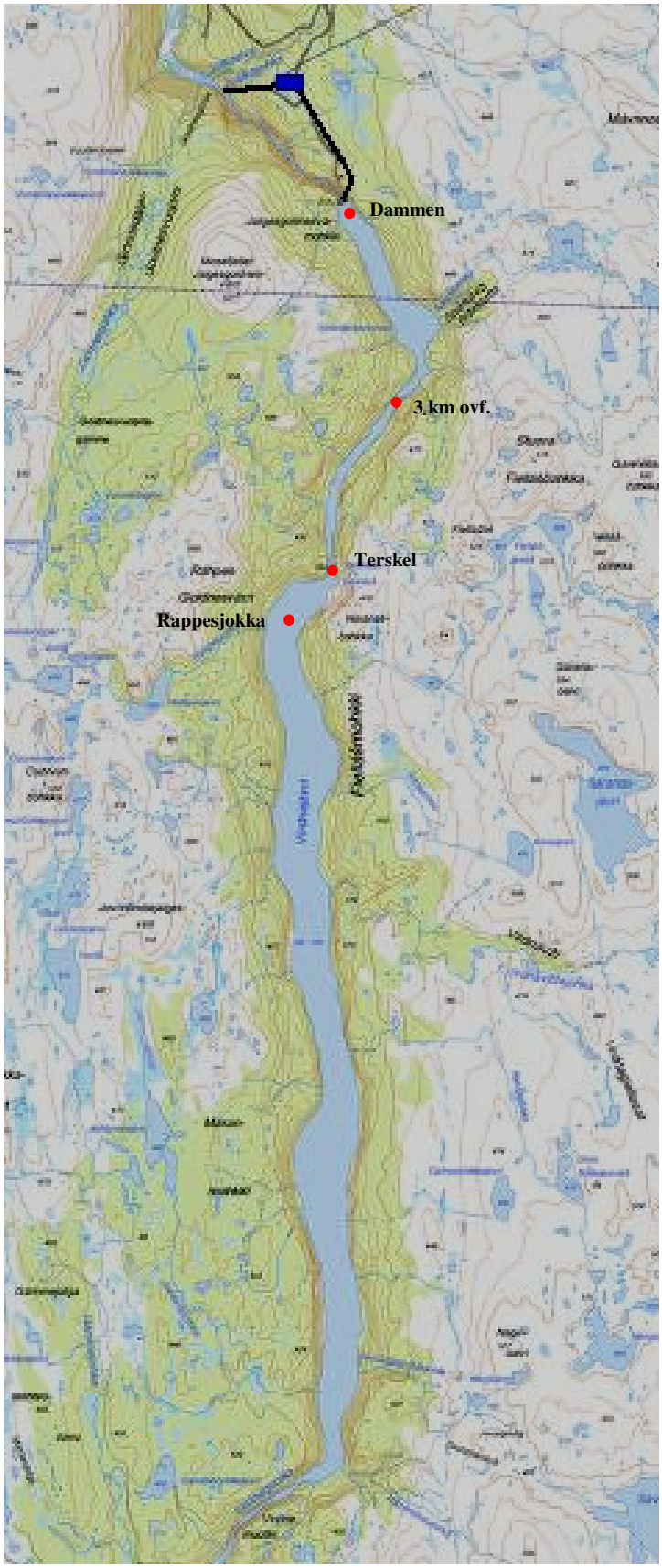
l hovedmagasinet er det om vinteren et kaldt, øvre lag med temperatur ganske nær 0 °C, og varmere vann, vanligvis med temperatur 1-2 °C i dypet. Tykkelsen av det øvre laget, og derved beliggenheten av sprangsjiktet, varierer også, men ligger gjerne på omkring 10-15 m dyp i begynnelsen av vinteren. Dette vil variere med tilsiget og værforholdene i de enkelte år. Det er en svak temperaturgradient over terskelen. Noe vann tilføres delmagasinet gjennom en tunnel parallelt med utløpet, men dette synes ikke å påvirke forholdene særlig mye.

Det er utført en rekke temperaturvertikalmålinger i både hovedmagasin og delmagasin med bruk av nedre inntak. Resultatene viser at sprangsjiktet som dannes i hovedmagasinet brytes ned når vannet passerer terskelen. Om vinteren blir det en svak temperaturgradient med noe kaldere vann nær overflaten i delmagasinet. Utover vinteren vil temperaturen på vannmassen gradvis synke. Det er til dels store variasjoner fra år til år. Temperaturen kan variere fra omkring ½ ^oC til omkring 2 ^oC i begynnelsen av vinteren år om annet. Temperaturforskjellen oppe og nede er sjelden så mye som 1 ^oC, vanligvis mindre.

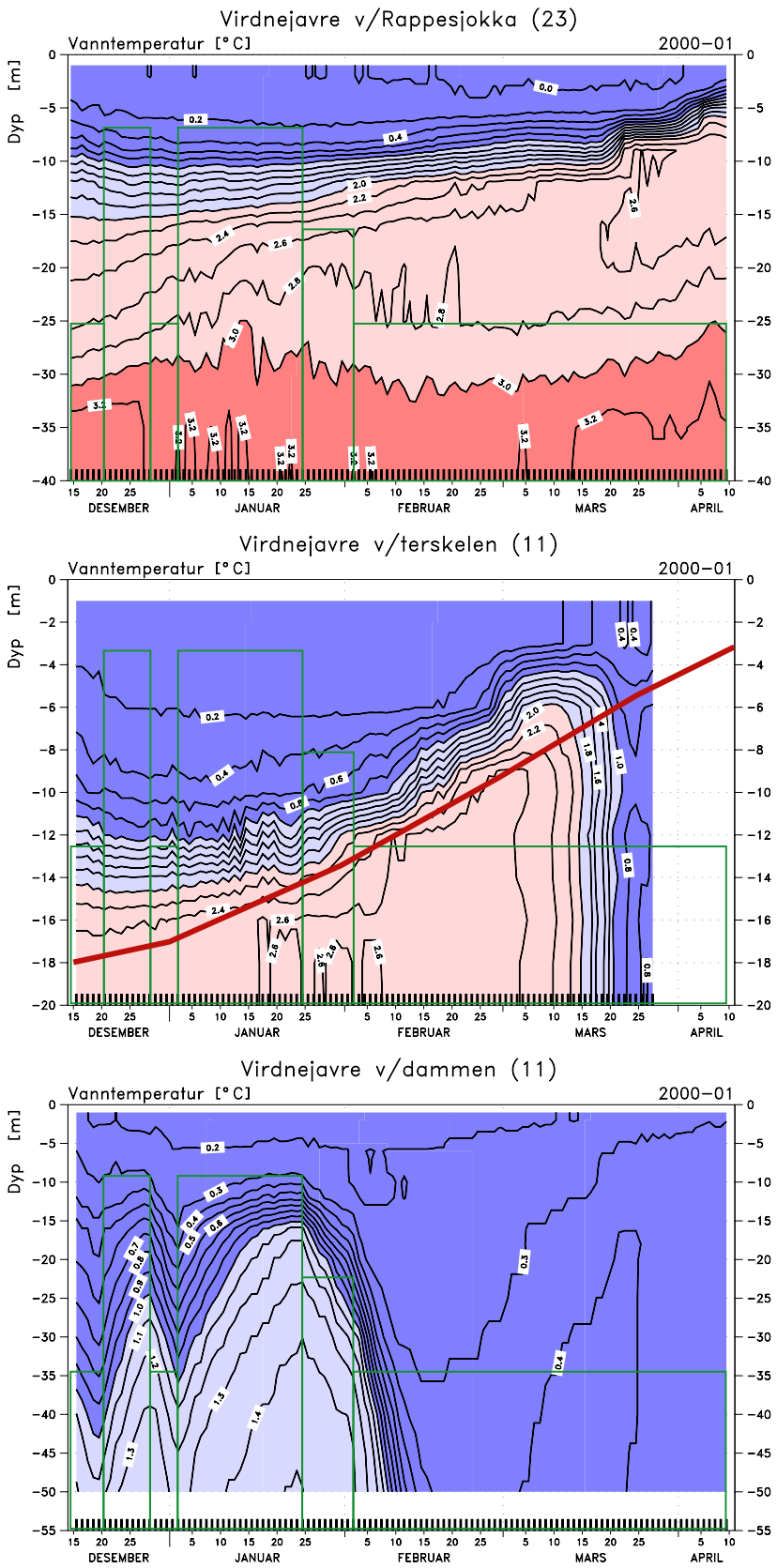
For å studere nærmere hvordan bruk av øvre inntak påvirker vanntemperaturen i delmagasinet, og derved driftsvannets temperatur, ble det vinteren 2000-2001 satt ut 4 temperaturstrenger (fig 6). Det ble registrert vann-temperatur i 10 dyp i kulpen ovenfor terskelen mellom hovedmagasin og delmagasin (ved Rappesjokka), på terskelen, ca 3 km ovenfor dammen og nær dammen. Det ble skiftet mellom øvre og nedre inntak flere ganger i løpet av vinteren.

Sammendrag av registreringen er vist i figur 7. Resultatene ovenfor og på terskelen viser ingen virkning på temperaturforholdene ved skiftevis bruk av øvre og nedre inntak. En ser imidlertid at det kaldere overflatelaget minker i tykkelse over terskelen etter hvert som vannstanden i magasinet minker, samtidig øker hastigheten som følge av mindre tverrsnitt. Det er hele tiden medrivning av varmere dypvann fra hovedmagasinet forbi terskelen.

Registreringen i delmagasinet viser hvordan det kaldere overflatevannet trekkes ned i dypet og blandes med det noe varmere dypvannet når nedre inntak settes inn. I vurderingen må det taes hensyn til at nedre inntak har vært benyttet hele høsten slik at temperaturgradienten i delmagasinet allerede er liten.



Figur 6 Vassdraget fra innløp magasinet til utløpv kraftstasjonen. Steder for måling av temperatur-vertikaler og strøm er vist.



Figur 7 **Registrerte vanntemperaturer i Virdnejavre på terskelen og i delmagasinet. I måleperioden synker vannstanden og den røde streken markerer terskelbunnen. Diagrammet under streken er fiktivt og skyldes beregningsmetodikken. De grønne strekene markerer inntak, lavt er nedre, høyt er øvre og midt mellom er begge inntak åpne.**

Vintrene 2002-03, 2003-04 og 2004-05 ble strømhastigheten målt i magasinet. Målestedene er vist i figur 6. Flest målingen ble gjort over terskelen der hastighetene er størst. Vannhastigheten varierer en god del både i størrelse og retning, slik at målingene må midles over lang tid. Av praktiske grunner kunne vi ikke holde på mer enn 10 minutter i hvert målepunkt. Det må derfor påregnes en usikkerhet i målingene, anslagsvis mindre enn 25 %. Resultatene fra målingene på terskelen er vist i fig 8. Det er angitt hvilke inntak som har vært brukt i tiden forut og under den enkelte måling. Det er ingen umiddelbar sammenheng mellom fordelingen av vannhastighet og bruk av inntak. Vannhastigheten øker utover vinteren når vannstanden synker.

Vinteren 2002/03

Dato	30. nov.	30. nov.	4. feb.	24. feb.	12. mar.	10. apr.
Sted	10 m	20 m	17 m	Midten	Midten	Midten
Vannf						
Dyp						
1	3,6	2,2	3,6	4,0	4,4	11,0
2	3,6	2,2	3,6	4,0	4,4	11,0
3	3,2	2,6	4,0	3,8	5,0	10,5
4	2,8	3,1	4,5	3,7	5,6	10,5
5	2,4	3,5	4,7	4,4	4,2	10,6
6	2,0	3,9	5,0	5,0	2,8	8,1
7	2,5	3,9	5,3	5,0	2,3	5,6
8	3,1	4,0	4,7	5,0	1,8	
9	3,6	4,0	4,1	4,1	2,0	
10	4,2	4,0	3,5	3,2	2,1	
11	3,9	4,1	3,0	2,7	1,4	
12	3,6	4,1	2,5	2,2	0,7	
13	3,4	3,8	1,8	1,5	1,0	
14	3,1	3,6	1,1	0,7	1,3	
15		3,3	1,5	1,8		
16		3,0	2,0			
17			1,2			
18						
19						
20						
	N	N	Ø	Ø+N	N	N

Vinteren 2003/04

Dato	19. jan.	17. feb.	24. mar.	3. apr.
Sted	Midten	Midten	Midten	Midten
Vannf				
Dyp				
1	2,4	2,6	3,5	5,5
2	2,4	2,6	3,5	5,5
3	2,7	3,2	3,3	7,1
4	2,9	3,8	3,0	8,7
5	3,1	3,4	3,5	6,5
6	3,3	3,0	4,1	4,2
7	3,3	2,6	3,6	5,2
8	3,2	2,2	3,2	6,3
9	3,1	2,6	3,5	4,9
10	3,1	3,1	3,8	3,5
11	3,1	3,1	3,3	3,0
12	3,1	3,2	2,9	2,5
13	3,2	2,7	2,2	2,4
14	3,2	2,3	1,5	2,3
15	2,7	1,2	0,8	
16	2,3	0,1	0,2	
17	1,8	0,3		
18	1,4	0,4		
19				
20				
	Ø	Ø	Ø	N

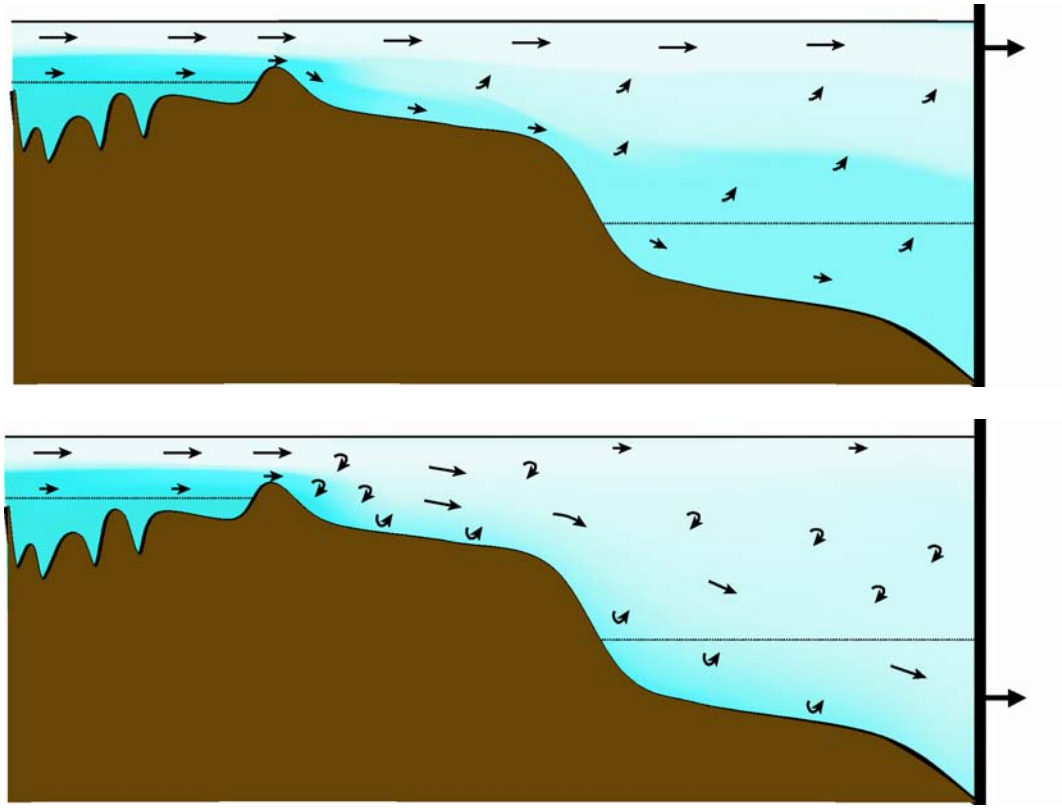
Vinteren 2004/05

Dato	16. des.	2. feb.	17. mar.	7. apr.
Sted	Midten	Midten	Midten	Midten
Vannf				
Dyp				
1	3,9	4,5	4,4	5,9
2	3,9	4,5	4,4	5,9
3	3,5	4,4	4,9	5,8
4	3,1	4,2	5,3	5,8
5	4,4	3,9	4,7	6,6
6	5,6	3,6	4,2	7,3
7	5,0	4,1	4,1	6,8
8	4,3	4,6	4,1	6,3
9	3,4	4,0	3,8	4,8
10	2,4	3,4	3,5	3,4
11	3,3	4,2	3,2	2,6
12	4,1	5,1	2,8	1,9
13	3,7	4,5	1,9	
14	3,3	3,9	0,9	
15	2,5	2,8		
16	1,6			
17				
18				
19				
20				
	Ø	Ø	Ø	N

0-1cm/s
1-2 cm/s
2-3 cm/s
3-4 cm/s
4-6 cm/s
6-8 cm/s
8-10 cm/s
>10 cm/s

Figur 8 Strømhastigheten målt på terskelen. Hvilket inntak som er benyttet forut for den enkelte måleserie er merket med Ø og N under tabellen.

Ved bruk av øvre inntak vil en større del av det kalde tilsiget strømme gjennom magasinet. Det dypereliggende og varmere vannet som strømmer langs bunnen over terskelen synker ned og samles i den dypere del av delmagasinet. Når en stenger nedre inntak vil derfor temperaturen på bunnen av delmagasinet gradvis øke. Dette er illustrert i fig 9.



Figur 9 Strøm- og vanntemperatursforhold ved sammenhengende bruk av henholdsvis øvre og nedre inntak. Blå farge indikerer varmere vann.

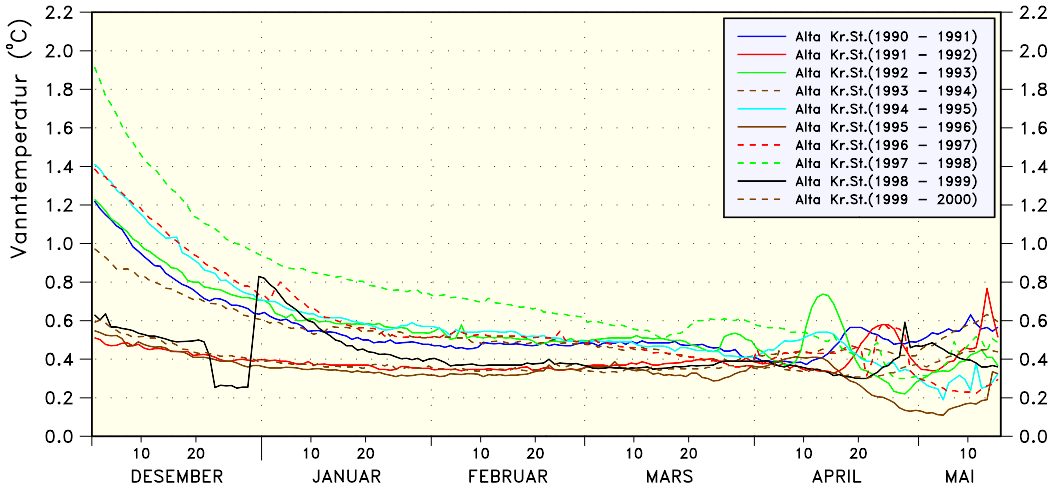
4.2 Driftsvannets temperatur

Driftsvannets temperatur varierer med temperaturforholdene i magasinet, som igjen varierer med de meteorologiske forhold og mengde og temperatur for tilsiget. Videre vil manøvreringen av kraftstasjonen påvirke temperaturforholdene i delmagasinet og derved driftsvannets temperatur. Det er bare manøvreringen som kan styres. Manøvreringen omfatter valg av driftsvannføring og valg mellom inntak.

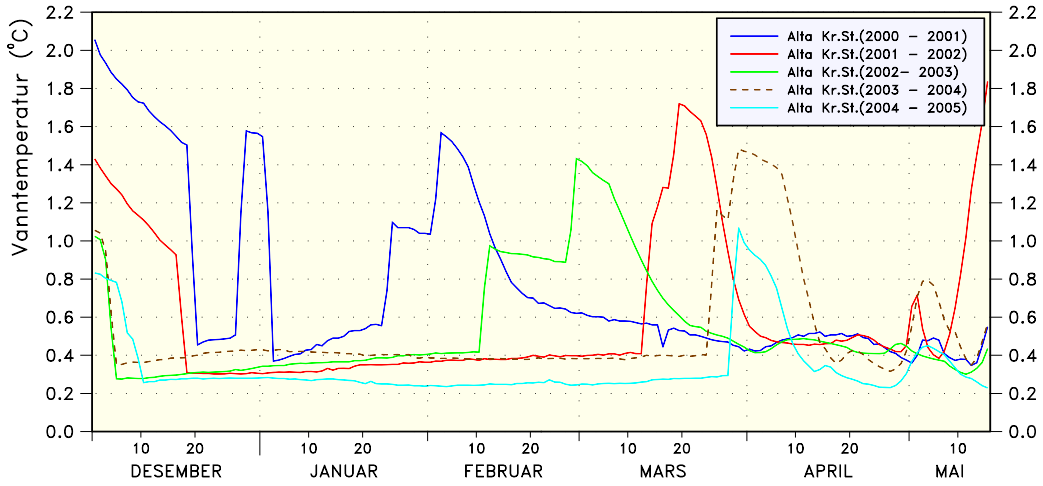
Da nedre inntak ble brukt hele vinteren varierte driftsvannets temperatur fra ca 0.5 ^{o}C til omkring 2 ^{o}C i begynnelsen av desember år om annet. Driftsvannet ble sakte kaldere utover vinteren (fig 10). Ved de laveste utgangstemperaturene var det ubetydelig avkjøling videre utover vinteren. Forskjeller i værforhold og restmagasin år om annet medfører betydelig større variasjoner i vanntemperatur mot slutten av tappesesomgen.

De årene øvre inntak har vært benyttet har driftsvannets temperatur variert fra ca 0.8 til ca 2 ^{o}C umiddelbart før skifte av inntak til ca 0.3 ^{o}C (fig 11) umiddelbart etter skifte til øvre inntak. Videre utover vinteren har temperaturen vært litt stigende (0-0.1 ^{o}C) til det ble skiftet tilbake til nedre inntak. Varigheten av bruk av øvre inntak har variert mye i denne forsøksperioden.

.



Figur 10 Driftsvannets temperatur ved bruk av nedre inntak.



Figur 11 Driftsvannets temperatur ved skiftevis bruk av øvre og nedre inntak.

Variasjonsbredden i perioden det foreligger målinger fra har gått ned fra omkring 1,5 °C ved bruk av nedre inntak til 0.2-0.3 °C ved bruk av øvre inntak på tidspunktet for skifte av inntak

Når vannstanden har sunket til ca 260 m, og det må skiftes til nedre inntak, vil det varmere vannet som har samlet seg i den dypeste delen av delmagasinet tappes ut. Driftsvannets temperatur stiger da raskt, i størrelsesorden 1°C. Etter hvert som det varmere dypvannet tappes ut synker temperaturen og forholdene utjevnes. Driftsvannets temperatur blir etter hvert den samme som om nedre inntak hadde vært benyttet hele vinteren. Størrelsen og varigheten av denne ”varmebølgen” kan varieres ved å nytte øvre og nedre inntak samtidig i en overgangsperiode. Den totale varmemengden i dette varme vannet som skal tappes ut kan imidlertid ikke påvirkes.

4.3 Vanntemperaturen fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet

Nedover fra utløpet av kraftstasjonen vil vanntemperaturen synke avhengig av værforholdene. Avkjølingen er omvendt proporsjonal med vannføringen, slik at vanntemperaturen under ellers like forhold synker raskere nedover elva når vannføringen er liten enn om den er større. Vanntemperaturen på de enkelte målestedene er gjengitt på fig 12. Bare ved lufttemperaturer under -10 ^{o}C er avkjølingen tilstrekkelig til at det i hovedstrømmen blir 0 ^{o}C før vannet når Harestrømmen.

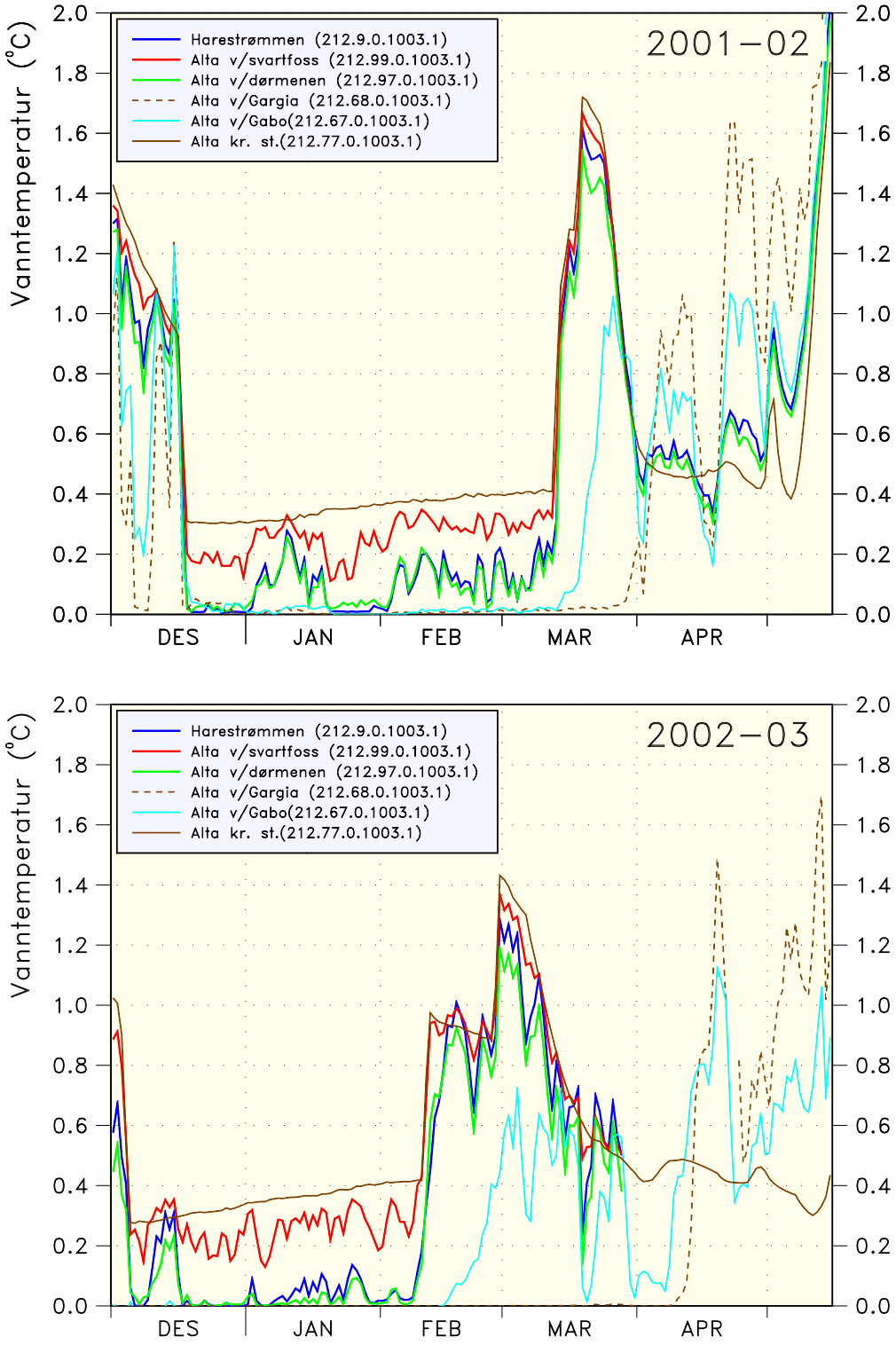
I fig 13 er avkjølingen av driftsvannet ned til Harestrømmen (tilnærmet Savco) vist sammen med driftsvannføring og lufttemperatur ved Harestrømmen. Det er tydelig sammenheng mellom avkjøling til frysepunktet på strekningen ned til Harestrømmen og lufttemperaturer under – 10°C. Dette er særlig tydelig vinteren 2001-02.

Temperaturendringen fra utløpet av kraftstasjonen til Svartfossen (0,8 km) og til Savco (2,5 km) og Harestrømmen (3,0 km) er beregnet og vist i figur 14. Det foreligger data fra Savco for alle vintrene unntatt 2002-03 og for Harestrømmen for alle vintrene unntatt 2004-05.

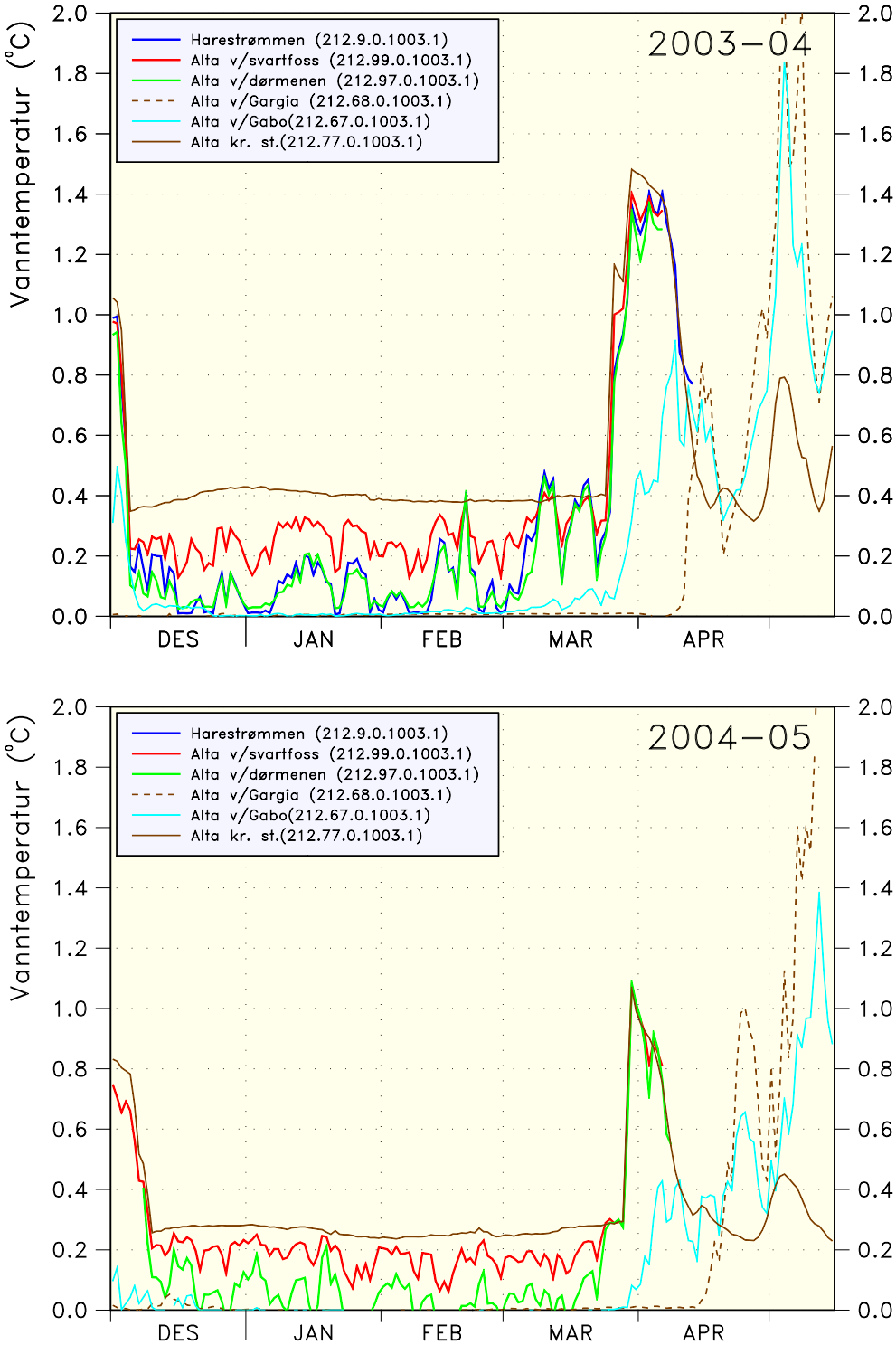
Avkjølingen øker med avstanden og med synkende lufttemperatur. Fordi driftsvannet har en temperatur på 0.3-0.4 °C ved utløpet av kraftstasjonen er dette størst mulig avkjøling nedover elva. Dette oppnås ved en lufttemperatur på fra -7 til -12 °C for de laveste driftsvannføringene. Diagrammet for avkjøling til Savco viser minst spesifikk avkjøling vinteren 2004-05, som hadde den største driftsvannføringen (27 m^3/s). I Harestrømmen er avkjølingen minst for vinteren 2001-02, året med nest størst driftsvannføring (23 m^3/s). Her mangler data for vinteren 2004-05.

Dette viser at strekningen er lang nok til at lavere driftsvannføring gir merkbart utslag på mulighetene for isdannelse. Vanntemperaturen synker ytterligere ned mot innløpet i Savcovann når det er kaldt nok.

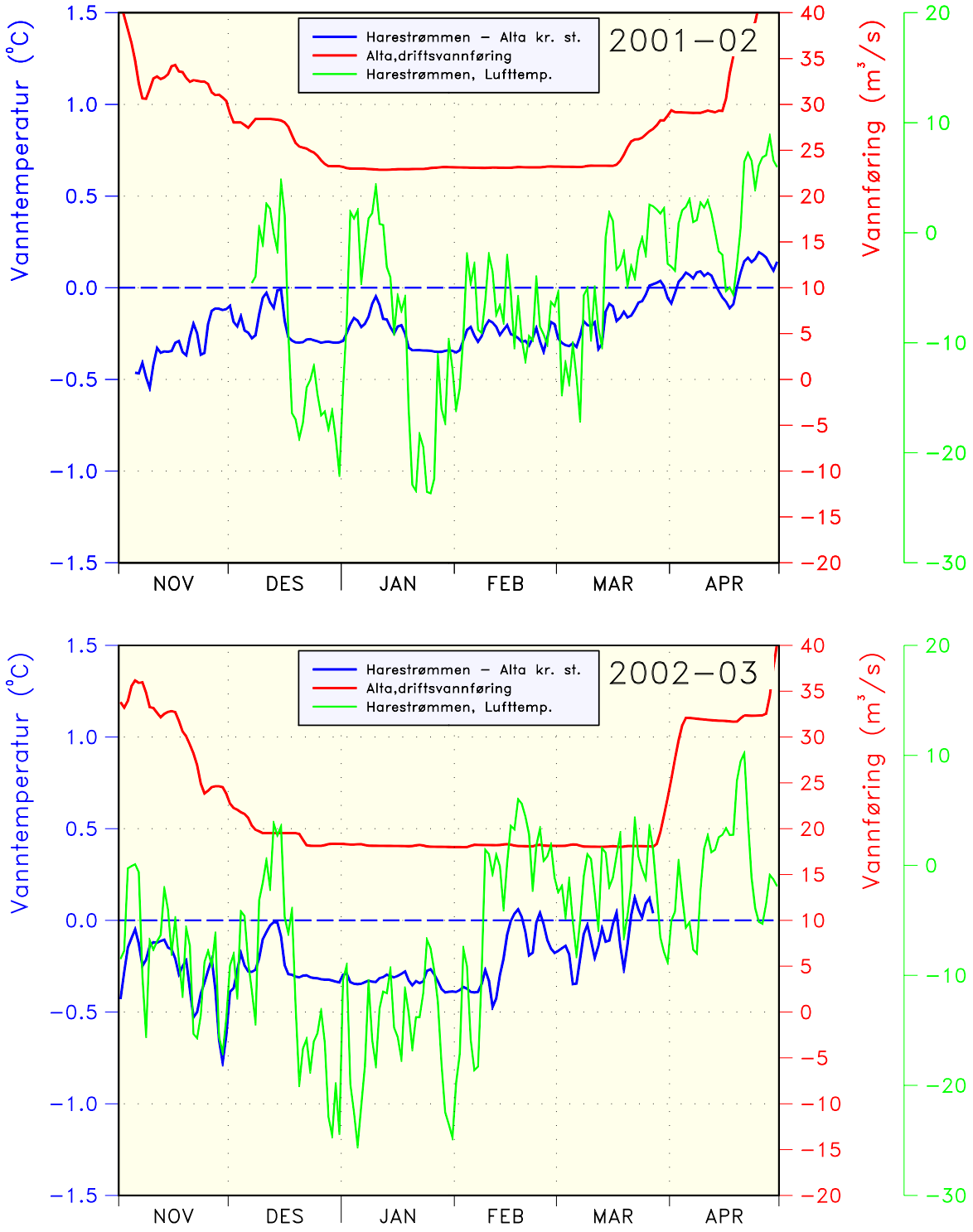
Driftsvannføringen, fordelt på tilsig og magasintapping for vintrene 2001-2005, er vist i figur 15. Det fremgår at tilsiget utgjør den største delen av driftsvannføringen så lenge øvre inntak er i bruk.



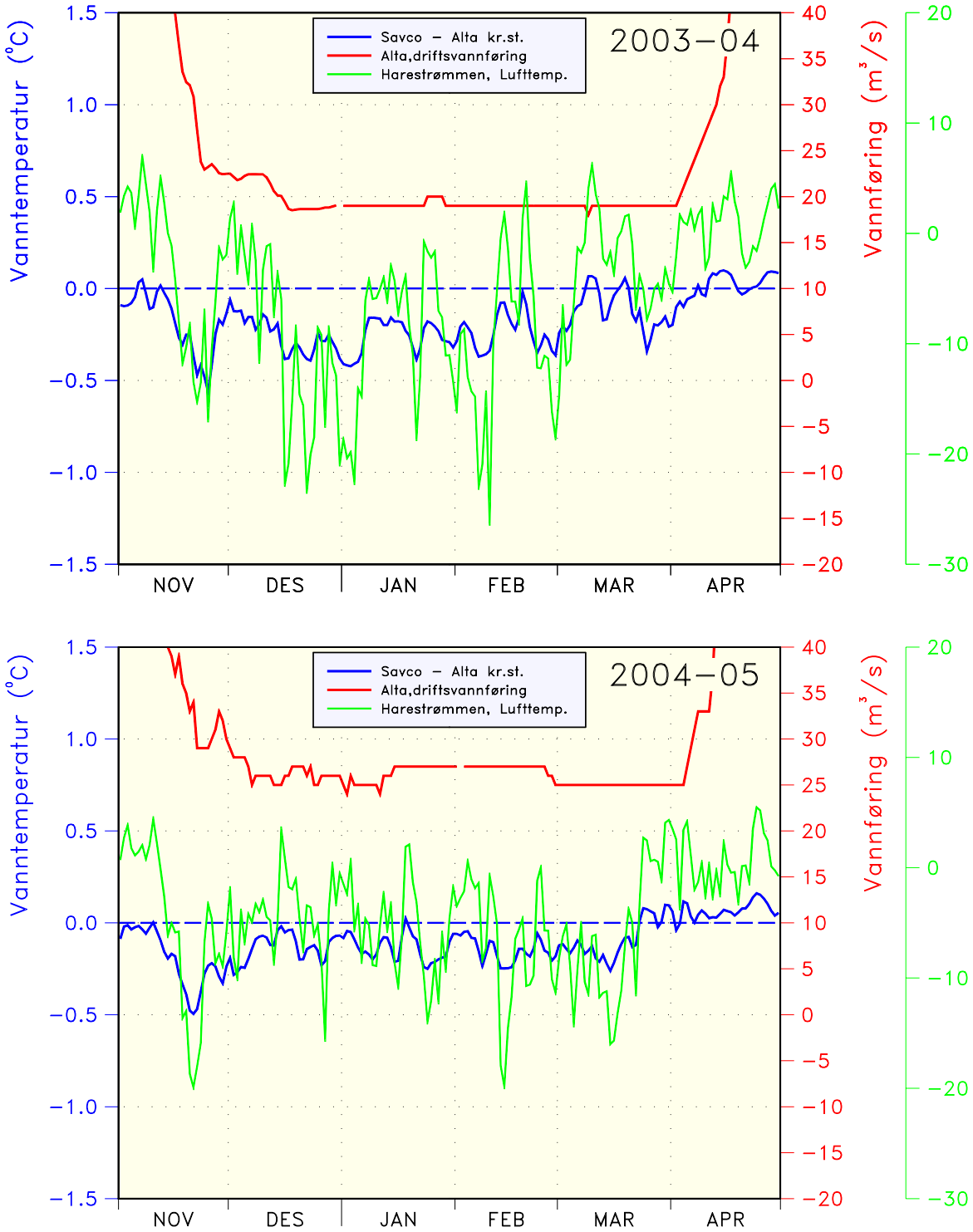
Figur 12 (s 1) **Vanntemperaturer i Altaelva vintrene (01.12-15.05) 2001-2005.**



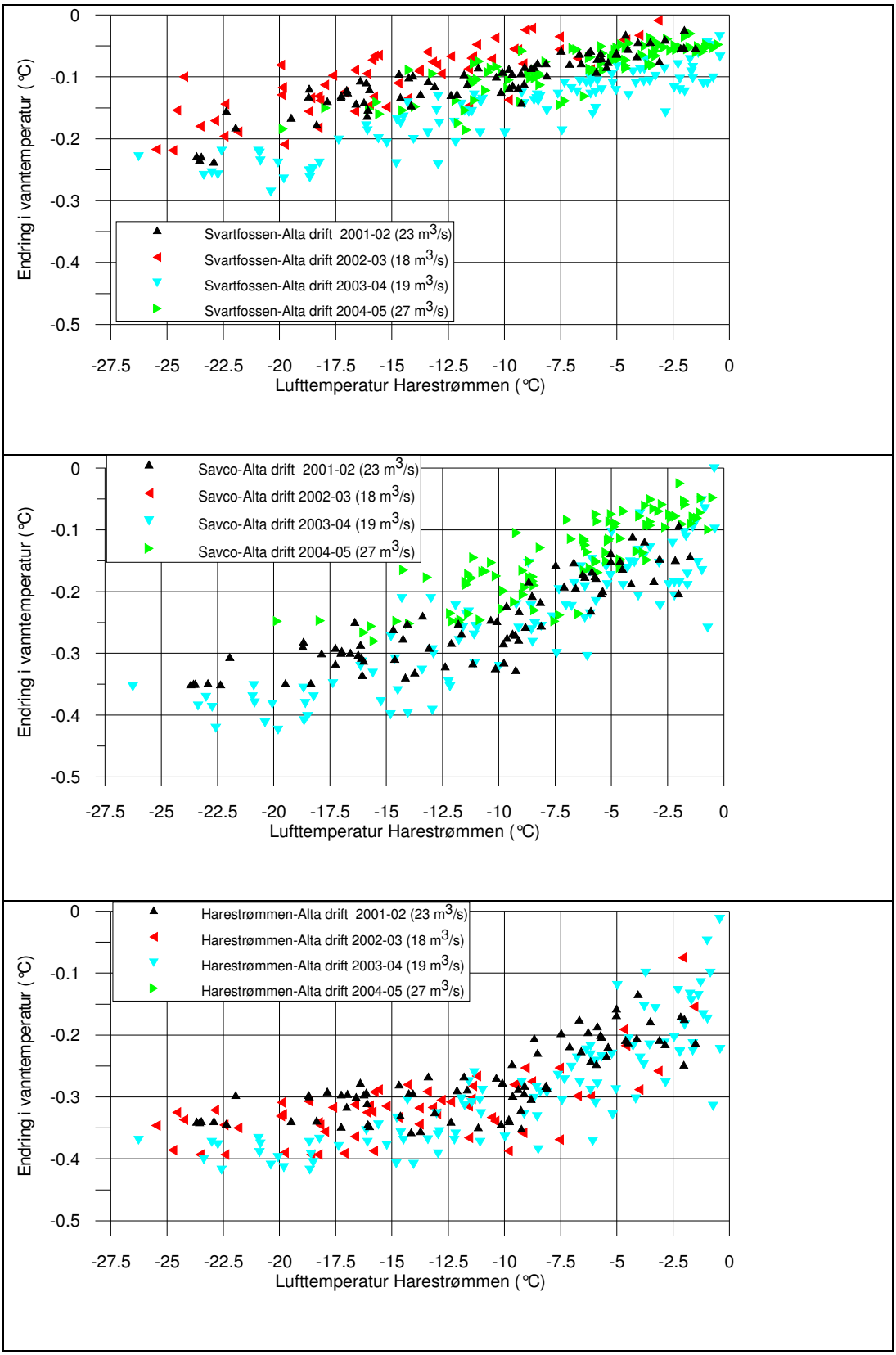
Figur 12 (s2) Vanntemperaturer i Altaelva vintrene (01.12. til 15.05.) 2001 til 2005.



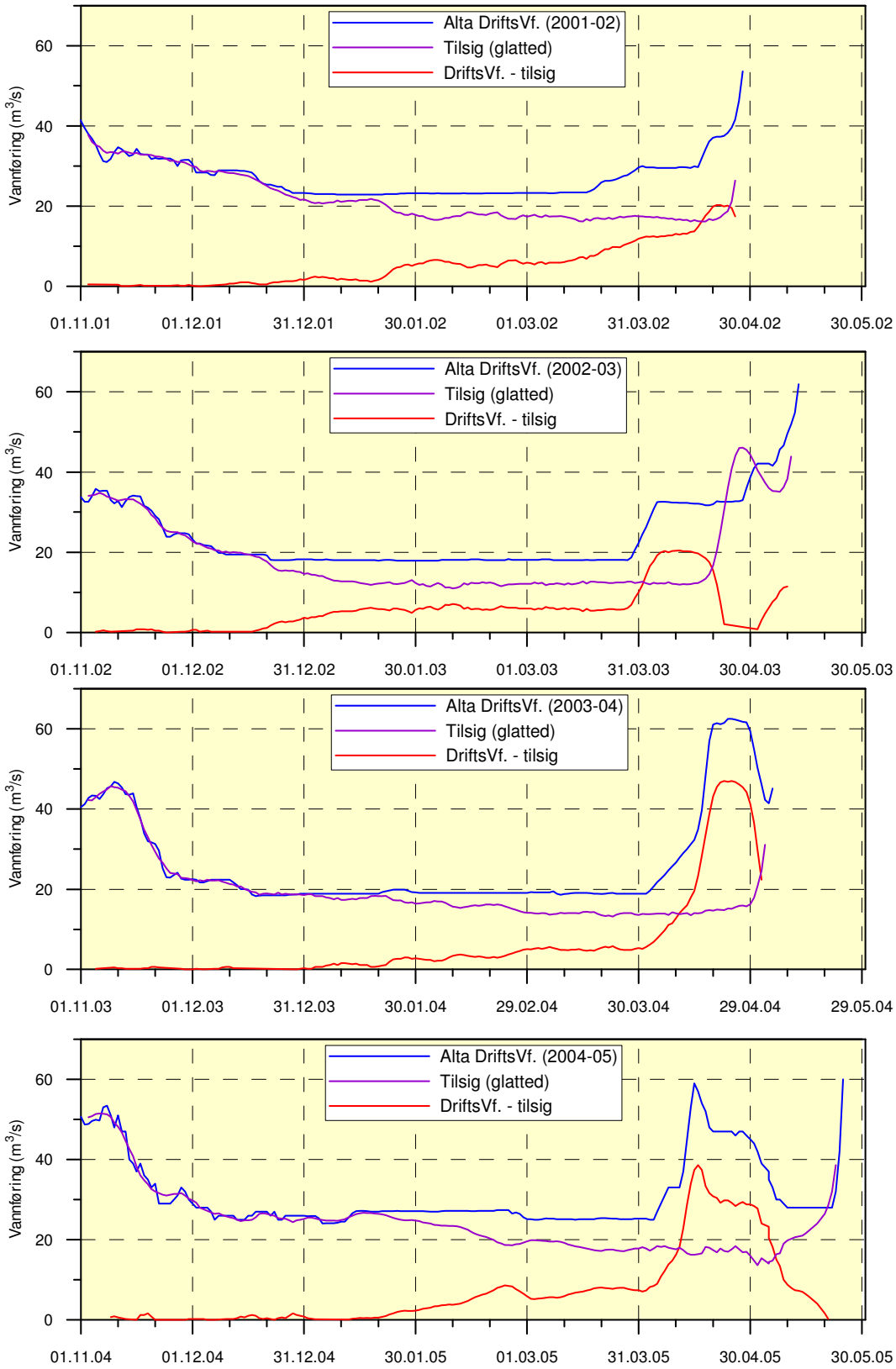
Figur 13 (s 1) Lufttemperatur, driftsvannføring og vanntemperaturendring (Savco – Alta kraftstasjon) for vintrene (01.11. til 30.04.) 2001 til 2005.



Figur 13 (s 2) Lufttemperatur, driftsvannføring og vanntemperaturendring (Savco – Alta kraftstasjon) for vintrene (01.11. til 30.04.) 2001 til 2005.



Figur 14 Endring i vanntemeratur (Svartfossen-Alta driftsvann, Savco-Alta driftsvann og Harestrømmen-Alta driftsvann) som funksjon av lufttemperatur i Harestrømmen.

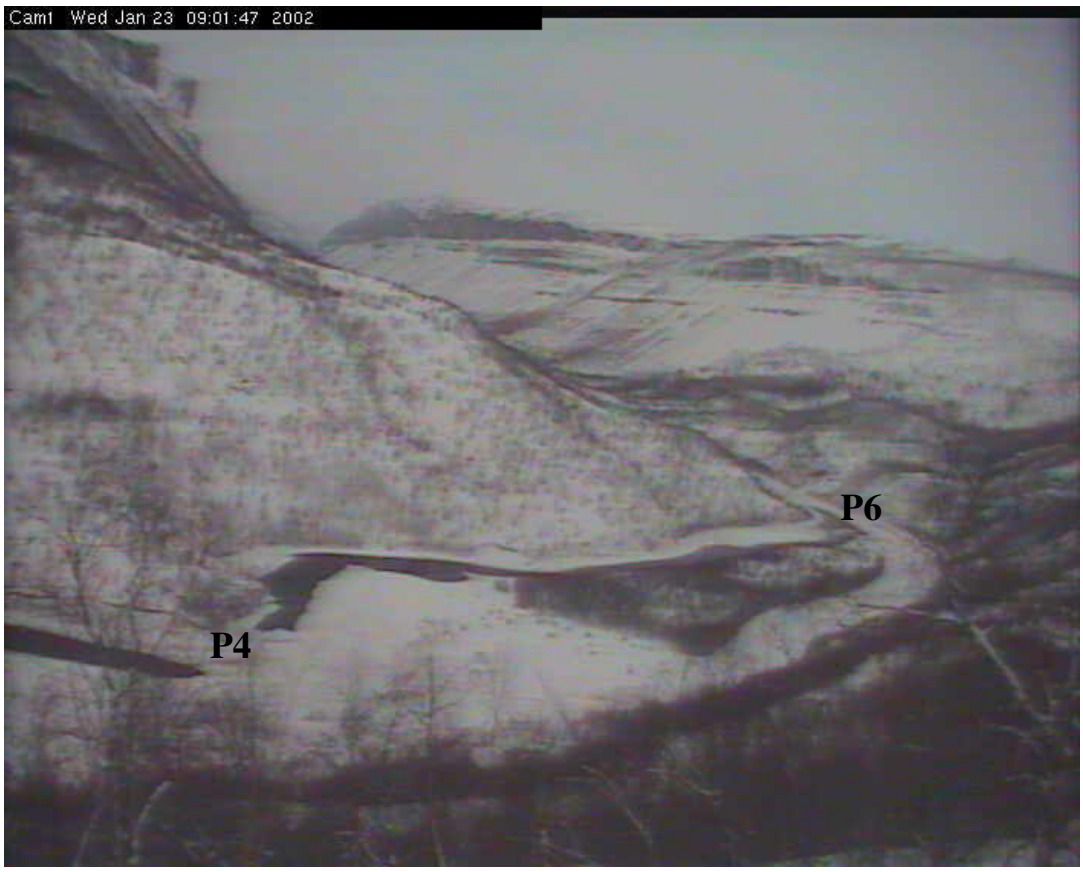


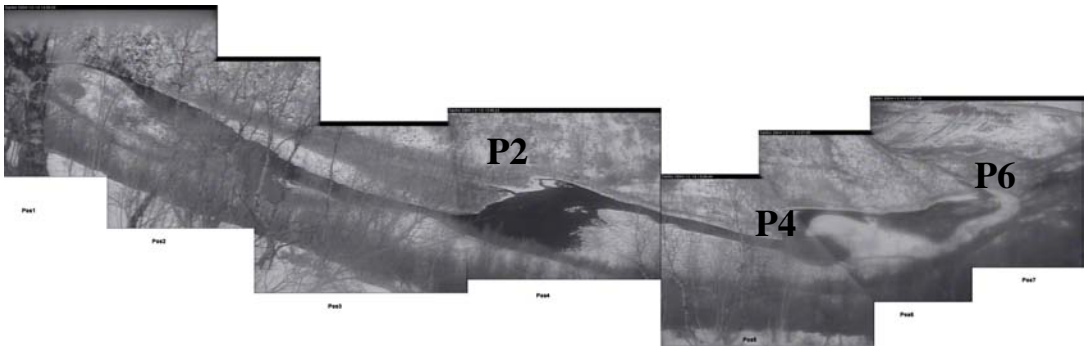
Figur 15 Tilsig, driftsvannføring og tapping fra magasinet (driftsvannføring-tilsig) for vintrene (01.11. til 31.05.) 2001 til 2005.

4.4 Isforholdene fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet

4.4.1 Generelt

Det foreligger ikke systematisk kartlegging av isforholdene på denne strekningen før regulering. Enkeltobservasjoner viser imidlertid at elva i hovedsak da var islagt her.





Figur 16 Øverst vises en del av den strekningen som fotograferes, P4 er i venstre side av bildet og P6 i svingen i høyre kant. De er isdekning 3 på P4 og isdekning 2 på P6. Nederst vises hele strekningen som fotograferes, P2 ligger midt på bildet. Målestokken er forskjellig fordi avstanden til de enkelte deler av bildet er forskjellig

Det er sannsynlig at elva vanligvis var islagt med noen strømråker store deler av vinteren, anslagsvis fra desember til april. Avhengig av værforholdene må en regne med at det kan ha vært store variasjoner, særlig i isdekkets varighet, fra år til år.

Etter regulering med bruk av nedre inntak (1988- 2000) har elva stort sett vært isfri fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet. Bare i strenge kuldeperioder har det blitt is av betydning, og da hovedsakelig fra elveosen i Savcovatnet og opp mot Harestrømmen.

Fra høsten 2001 har øvre inntak blitt brukt deler av vinteren, og issituasjonen har blitt fotografert hver dag på strekningen som er vist i fig 16. Det er valgt ut 3 områder som er analysert nærmere, P2, P4 og P6. På disse stedene har isen i noen tid dekket elva i hele bredden. Grad av isdekning er angitt som 1, 2 eller 3, der 3 er mest is. Karakteriseringen varierer med observasjonsstedet. Ikke eller ubetydelig islegging er angitt med 0. Det er nyttet følgende betegnelser for å karakterisere alternative iskategorier:

P2-3	40-60 % is	Svingende elveløp gjennom kulpen
P2-2	20-40 % is	Noe bredere svingende elveløp gjennom kulpen
P2-1	10-20 % is	Kulpen mye åpen, ”rundere” åpent område, men fortsatt ”isøyer”
P4-3	40-60 % is	Helt islagt i svingen
P4-2	20-40 % is	Så vidt eller liten råk (smal) synlig i hele løpet
P4-1	10-20 % is	Bredere råk i hele løpet, fortsatt mye strandis
P6-3	40-80 % is	Råk ned mot elvesvingen. Helt islagt rundt svingen og så langt en ser, sannsynligvis det meste helt ned til Savco-osen
P6-2	20-40 % is	Større råk ovenfra – mindre råk forbi Harestrømmen
P6-1	10-20 % is	Større råk også forbi Harestrømmen, muligens helt til Savco-osen. Fortsatt mye strandis

Det kan være noe usikkerhet og variabilitet i angivelsen av de forskjellige grader av islegging, da det naturlig nok er mange gradvise overganger og derav også en del tvilstilfeller. Oversikten gir likevel rimelig godt inntrykk av isforholdene ved bruk av øvre inntak i disse sesongene. Eksempler på isdekning av de forskjellige kategoriene på lokalitetene P2, P4 og P6 er vist i fig 17, 18 og 19.

Det er ubetydelig islegging før øvre inntak blir tatt i bruk. For å få islegging av grad 2 må det være minst 10 kuldegrader.

Figur 17 Eksempel på isdekning 1, 2 og 3 regnet fra venstre ved P2.

Figur 18 Eksempel på isdekning 1, 2 og 3 regnet fra venstre P4.

Figur 19 Eksempel på isdekning 1,2 og 3 regnet fra venstre ved P6.

4.4.2 Spesielt om de enkelte år

2001-02 Utviklingen er vist grafisk på fig 20. Det ble skiftet fra nedre til øvre inntak 19. desember, og driftsvannets temperatur sank da fra ca 0.9 ^{o}C, til ca 0.3 ^{o}C. Lufttemperaturen var da nær 0 ^{o}C, men sank neste dag til nesten -20 ^{o}C, og det var kaldt helt frem til årsskiftet. I denne perioden ble elvevannet avkjølt til nær 0 ^{o}C på strekningen ned til Harestrømmen. Det ble økt isdannelse temmelig raskt etter omlegging. I første halvdel av januar steg lufttemperaturen og det var mildt helt til ca 20. januar. Under mildværet smeltet mye av isen, men i den påfølgende kuldeperiode som varte til ca 5.februar ble det forholdsvis omfattende ny isdannelse.

Når lufttemperaturen var under -10 ^{o}C ble elva islagt stedvis over hele bredden ganske raskt, ved mildere vær ble det bare strandis. I de tilfeller det har vært mektigst isdannelse er isdekket naturlig nok mest motstandsdyktig og tåler mer mildvær før isen tæres vekk.

En av de nedre lukene ble åpnet 13. mars, den andre 15. mars, og øvre inntak ble stengt 23. mars. I denne perioden steg vanntemperaturen mer enn 1 ^{o}C i løpet av et par dager

samtidig som driftsvannføringen økte noe, i tillegg ble det mildere vær. Dette førte til at elva ble isfri på hele det strømførende tverrsnitt temmelig raskt. Strandisen ble liggende noe lenger, men minket mye i løpet av en ukes tid. Det ble ikke mer ny is denne vinteren.

2002-03 Forholdene er vist grafisk på fig 21. Det ble skiftet fra nedre til øvre inntak 4. desember. Vanntemperaturen sank raskt til nær 0°C ved Savco. Fra midten av desember var det forholdsvis kaldt, med lufttemperaturer mellom 10 og 20 kuldegrader helt til midten av februar. Det var i en periode is på tvers av hele elva både på P2, P4 og P6.

En av de to nedre lukene ble utilsiktet åpnet 11. februar, og driftsvannets temperatur økte til ca 1 ^{o}C samtidig med at også lufttemperaturen steg betydelig. Den andre luka i nedre inntak ble åpnet og det øvre inntaket stengt 27. februar. Driftsvannets temperatur steg ytterligere, det var uvanlig mildt resten av vinteren slik at mye av isen forsvant raskt.

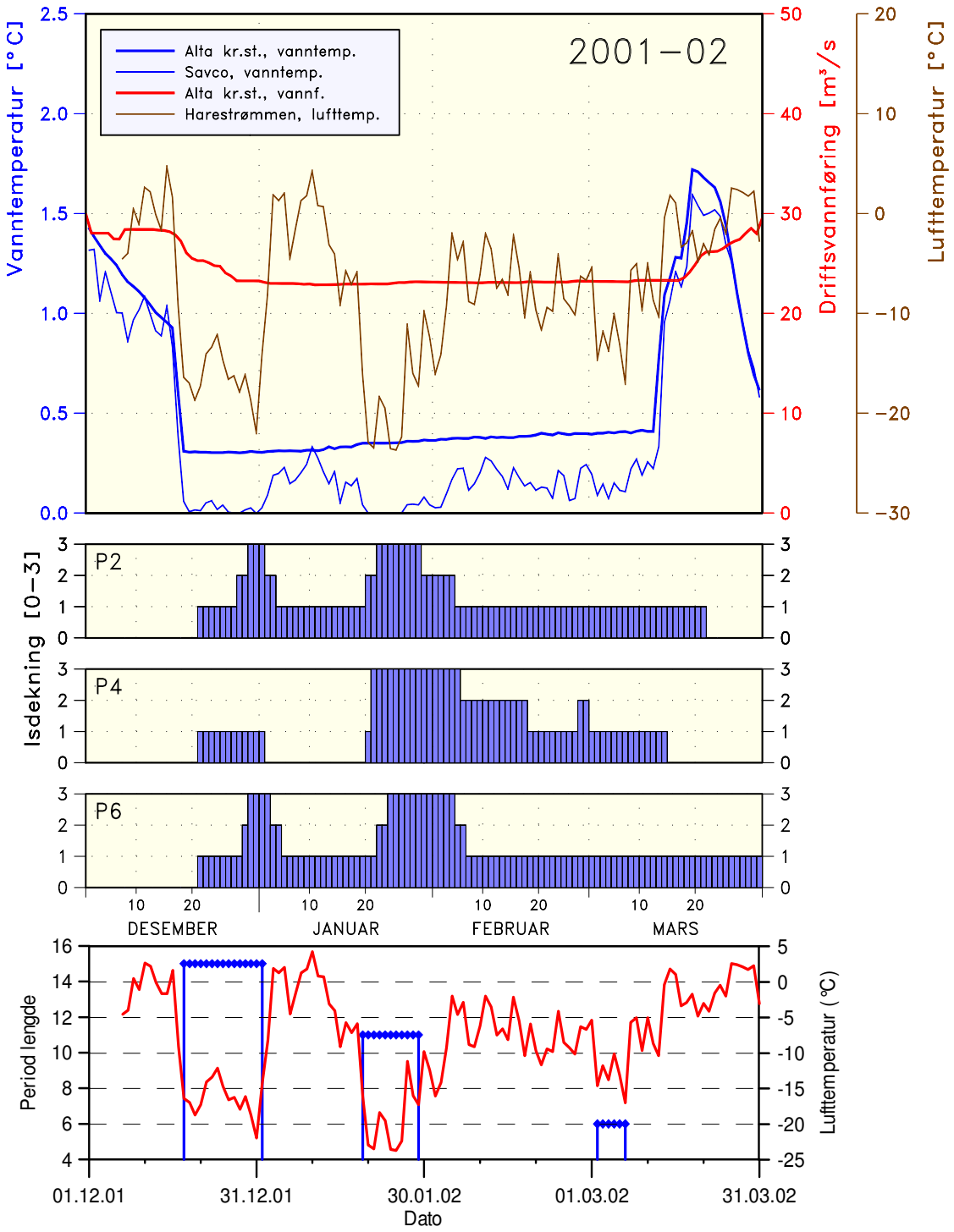
2003-04 Forholdene er vist grafisk på fig 22. Øvre inntak ble koblet inn 3.desember og begge lukene i nedre inntak stengt 4.desember. Driftsvannets temperatur sank fra i overkant av 1 ^{o}C til ca 0.3 ^{o}C. Lufttemperaturen sank ned mot -10°C i midten av desember og varierte mellom 10 og 20 kuldegrader til litt ut i januar. Vanntemperaturen ved Savco var tidvis ned mot 0 ^{o}C. Det var deretter raske og hyppige variasjoner i lufttemperaturen, forholdsvis mildt, og tilsvarende variasjoner i avkjølingen av driftsvannet nedover elva hele vinteren. I kuldeperiodene ble elva kortvarig islagt i hele elvebredden på de nedre lokalitetene. Nedre inntak ble åpnet 25. mars og øvre stengt 29. mars. Driftsvannets temperatur økte da ca 1 ^{o}C. Etter noen dager økte driftsvannføringen, det ble også mildere vær.

Allerede før bytte av inntak var det ganske mildt i været, og isen hadde begynt å svekkes. Da driftsvannføringen økte ble elva isfri på hele det strømførende tverrsnitt temmelig raskt. Strandisen ble liggende noe lenger, men minket mye i løpet av en ukes tid.

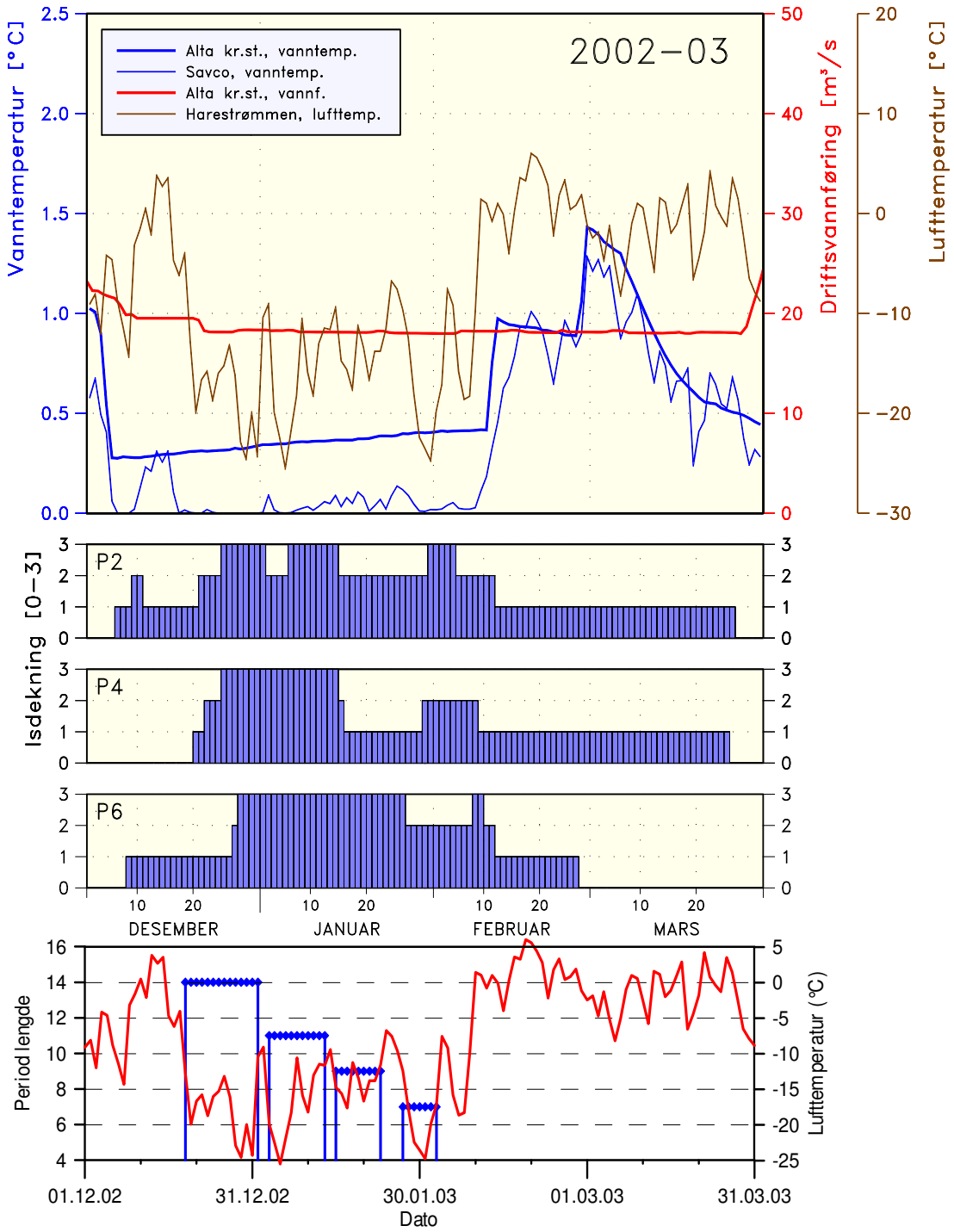
2004-05 Forholdene er vist grafisk på fig 23. Det ble lagt om til øvre inntak 10.desember, hvoretter driftsvannets temperatur sank fra 0.8 til 0.3 °C. Driftsvannføringen var ca 25 m^3/s ved omleggingen, den varierte litt fren til ca 15. januar da den ble økt til 27 m^3/s som ble holdt stabilt 24. februar da den ble redusert til 25 m^3/s. Økningen i vannføring medførte stedvis overvann nedenfor Gabo.

Dette var en mild vinter med bare enkelte dager med temperaturer under - 10 °C, og med bare en periode med 5 dager sammenhengende med 10 kuldegrader. Det ble derfor lite isdannelse denne vinteren, i hovedsak bare strandis.

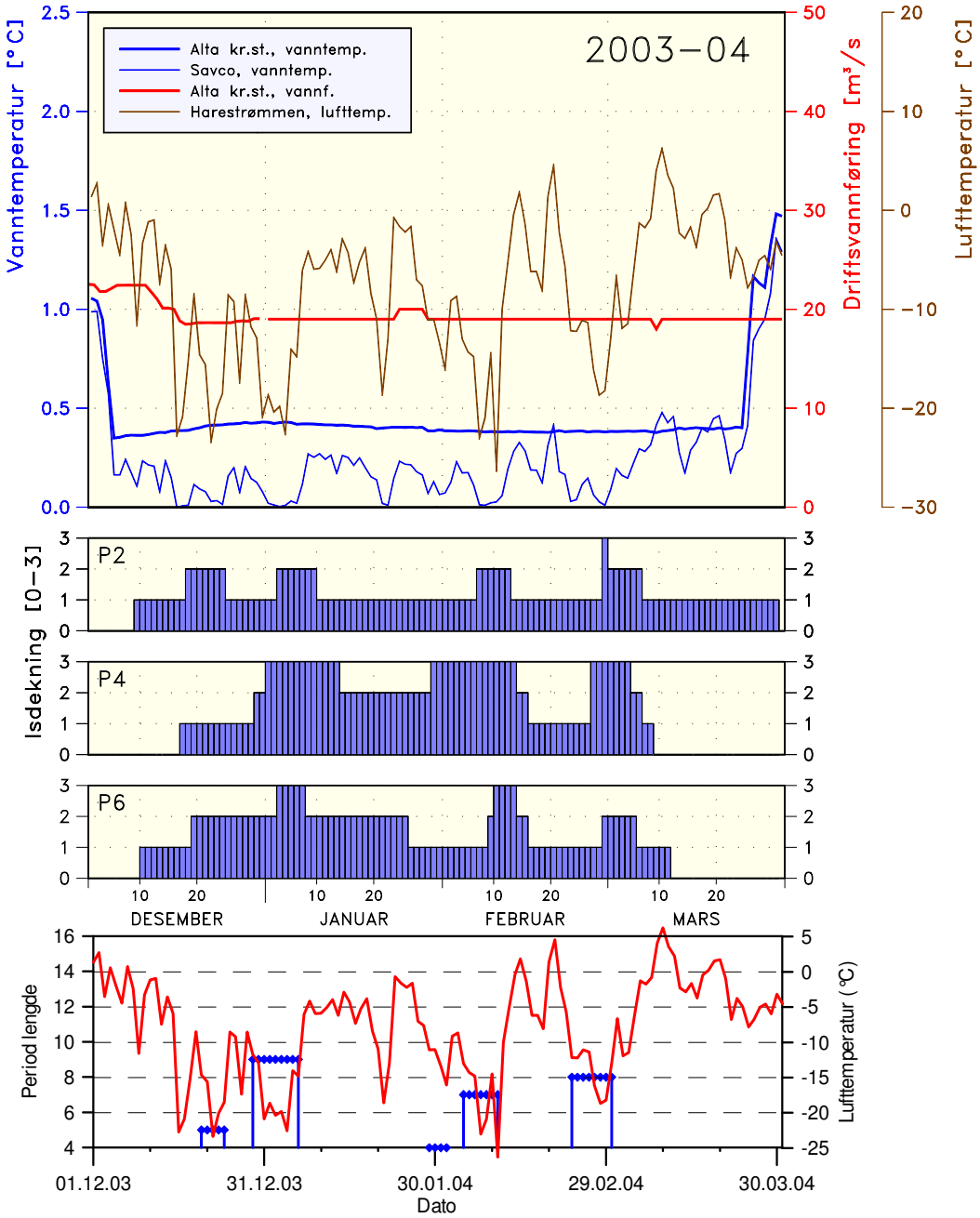
For å kunne se isutviklingen på det meste av strekningen fra P-6 til Savcovannet ble det montert et kamera litt lenger nord enn det første kameraet. Dette området er skjult bak en ås for det første kameraet. Denne vinteren var det imidlertid så mildt at det på hele strekningen bare ble registrert noe strandis (fig 24)



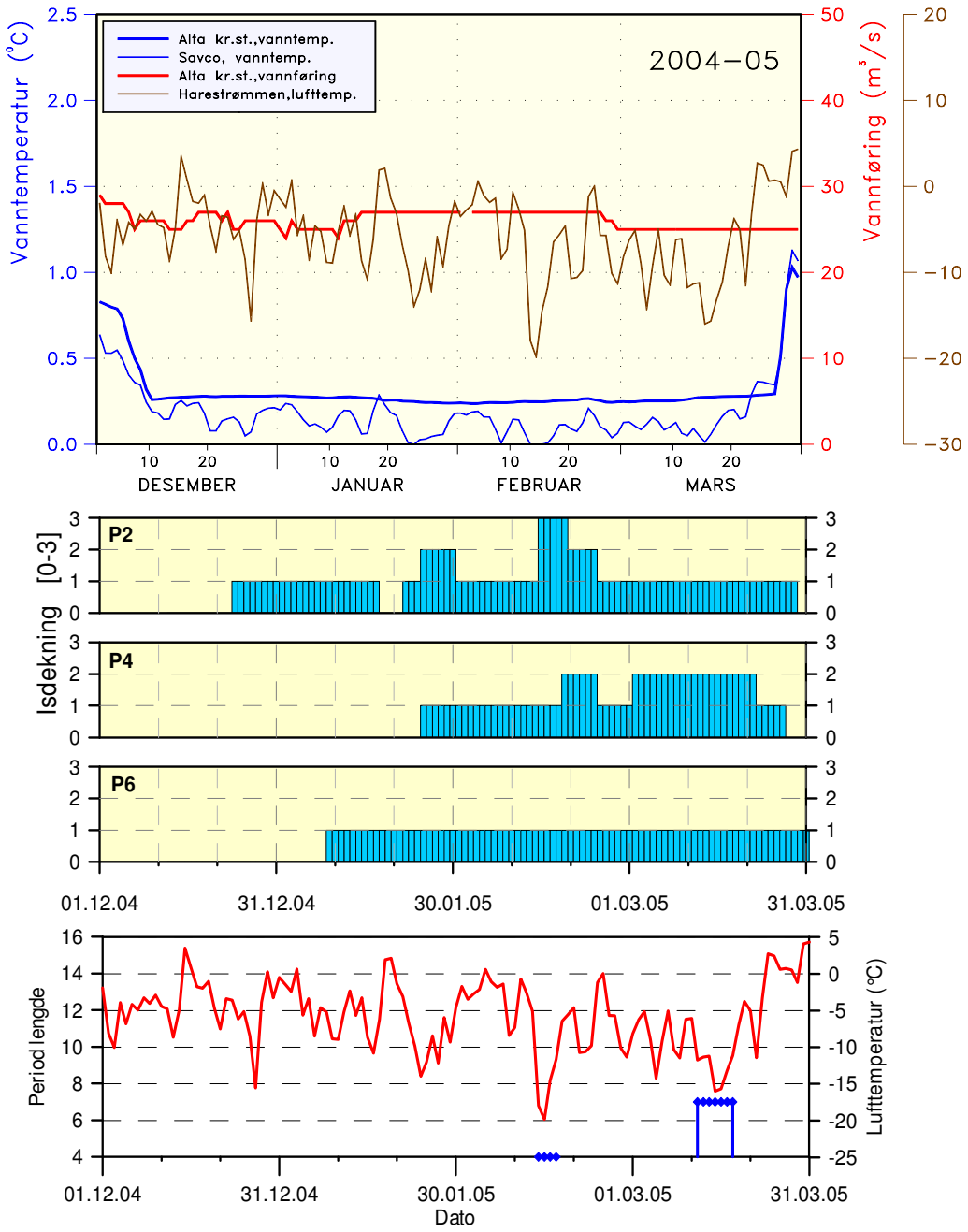
Figur 20 **Vanntemperatur ved utløpet av kraftstasjonen og ved Savco samholdt med lufttemperaturen og vannføringen. Figuren viser også isdekningen tre steder på trekningen og varigheten (periodelengde) av kuldeperioder med temperaturer under -10 ºC. Isdekningen er gitt et tall fra 0 til 3, der 0 er isfritt og 3 er hovedsakelig isdekket. Kun perioder på over fire dager er vist. Periodelengden er definert som en periode med sammenhengende temperaturer under - 10 °C.**



Figur 21 **Vanntemepratur ved utløpet av kraftstasjonen og ved Savco samholdt med lufttemperaturen og vannføringen. Figuren viser også isdekningen tre steder på strekningen og varigheten (periodelengde) av kuldeperioder med temperaturer under -10 ºC. Isdeknignen er gitt et tall fra 0 til 3, der 0 er isfritt og 3 er hovedsakelig isdekket. Kun perioder på over fire dager er vist. Periodelengden er definert som en periode med sammenhengende temperaturer under -10 ºC.**



Figur 22 **Vanntemperatur ved utløpet av kraftstasjonen og ved Savco samholdt med lufttemperaturen og vannføringen. Figuren viser også isdekningen tre steder på strekningen og varigheten (periodelengde) av kuldeperiode med temperaturer under -10ºC. Isdekningen er gitt et tall fra 0 til 3, der 0 er isfritt og 3 er hovedsakelig isdekket. Kun perioder på over fire dager er vist. Periodelengden er definert som en periode med sammenhengende temperaturer under -10 ºC.**



Figur 23 **Vanntemperatur ved utløpet av kraftstasjonen og ved Savco samholdt med lufttemperaturen og vannføringen. Figuren viser også isdekningen tre steder på strekningen og varigheten (periodelengde) av kuldeperioder med temperaturer under -10 ºC. Isdekningen er gitt et tall fra 0 til 3, der 0 er isfritt og 3 er hovedsakelig isdekket. Kun perioder på over fire dager er vist. Periodelengden er definert som en periode med sammenhengende temperaturer under -10 ºC.**

Fig 24 Utsnittet ved det siste kameraet som ble satt opp. Størstedelen av strekningen fra Harestrømmen til innløpet av Savcovannet kommer her med.

4.5 Vanntemperatur- og isforhold nedenfor Savcovannet (Gabo)

Det er en forutsetning for endret manøvrering at den kan gjennomføres uten å føre til nye isproblemer i elva. Manøvreringen for å oppnå mer isdekke fra utløpet av kraftstasjonen til Savcovannet må derfor være forenlig med å opprettholde tilfredsstillende isforhold i elva også nedenfor Savcovannet (Gabo).

De siste vintrene med øvre inntak i bruk har medført at driftsvannføringen har vært lavere i denne perioden enn tilsvarende da nedre inntak ble nyttet hele vinteren. Isforholdene nedenfor Savco blir derfor også mindre påvirket av reguleringen så lenge øvre inntak er i drift, med mulighet for litt tidligere islegging og mindre råker.

Det er meget viktig for å opprettholde mest mulig naturlige isforhold at driftsvannføringen ikke økes mens øvre inntak er i drift. Dette vil gi overvann, som gir problemer for trafikk på isen. I mildværsperioder vil det alltid bli mer eller mindre naturlig overvann, og enhver økning i driftsvannføring vil forsterke dette.

Etter omlegging til nedre inntak blir imidlertid forholdene annerledes. Driftsvannføringen må da økes vesentlig for at magasinet skal kunne utnyttes både driftsmessig og flomdempende. Det er avgjørende at dette kan gjøres uten at det utløses isganger eller blir sammenskyvninger av ismasser som kan gi oversvømmelser eller jordskader.

”Varmebølgen” som kommer ved omlegging fra øvre til nedre inntak utjevnes nedover elva. Den er fortsatt tydelig ved Gabo og kan enkelte år spores også ved Gargia. Isen svekkes raskt ved Gabo og nedover mot Sandia, men ikke merkbart ved Gargia uten at vannføringen også øker. Økt vannføring vil fremskynde isløsningen, men enhver økning må skje kontrollert slik at det ikke utløses isgang eller uønskede sammenskyvninger av is som kan gi oppstuving av vannmasser og oversvømmelser.

De siste vintrene har driftsvannføringen blitt økt før naturlig tilsigsøkning, etter litt forskjellig mønster, for å få bedre kunnskap om sammenhengen mellom vannføring og isløsning i Altaelva. Samtidig måtte vannføringsforholdene tilpasses de fiskeundersøkelsene som pågikk.

Når elva i hovedsak har åpnet seg i strømdraget kan vannføringen i relasjon til isforholdene varieres mye, og gi stor fleksibilitet i driften i relasjon til isforholdene frem mot vårflommen.

5 Vurdering av mulig isdekning

Mulighetene for isdannelse avhenger av følgende forhold

- vanntemperatur
- vannføring
- værforhold

5.1 Ovenfor Savcovannet når øvre inntak er i bruk

Ved bruk av øvre inntak er driftsvannets temperatur ganske forutsigbar innen de rammer for drift som har vært i forsøksperioden. Driftsvannets temperatur fra øvre inntak har da vært mellom 0.3 og 0.4 °C alle årene.

Driftsvannføringen består av tilsig og magasintapping. Tilsiget kan ikke påvirkes. Bidraget til driftsvannføringen fra magasinet bestemmes av til hvilket nivå en ønsker å bruke øvre inntak og hvor lenge (fig 15).

Værforholdene kan ikke bestemmes.

Lav vannføring øker isdekningen under ellers like forhold. Det må være minst 10 kuldegrader for å få særlig isdannelse. Lange kuldeperioder gir mer is enn skiftende vær selv om middeltemperaturen er den samme.

Naturlig tilsig synker svakt utover vinteren. I prøveperioden har en imidlertid søkt å legge seg på relativt konstant driftsvannføring utover vinteren, og dette legges også som rammebetingelse i det følgende. Det er da ingen spesielle grunner til at isdekningen i middel skal bli forskjellig i månedene januar, februar og mars. Mildvær og kulde kan like godt inntreffe i alle disse månedene innenfor de usikkerhetsmarginer det er rimelig å forholde seg til i en slik vurdering.

Siste vinter 2004-05 karakteriseres i denne sammenheng som en mild vinter.

Første del av vinteren 2002-03 (18.12-8.2) var kald, med nesten sammenhengende mer enn 10 kuldegrader og mange dager mellom 20 og 25 kuldegrader. Resten av vinteren var imidlertid uvanlig mild.

Fra utløpet av kraftstasjonen er det en kulp men for øvrig store områder med grunn elv ned mot Svartfossen. De grunne områdene og tilnærmet stille områder kan islegges i kuldeperioder. Det har ikke vært systematisk kartlegging her, slik at varigheten av isdekket i dette området er usikkert.

I sonen nedover fra Svartfossen, merket P1, er elveløpet smalt og det er jevnt fall med forholdsvis stor vannhastighet. Den vestlige delen av elveløpet, som er hovedløpet ved de aktuelle vannføringene, sees på fotoregistreringene. Det er alltid lite is på denne strekningen.

Ved P2 er det et kulpliknende område hvor isen vokser fra begge sider, slik at det kun blir en råk gjennom kulpen. Vannet i hovedstrømmen har ikke blitt tilstrekkelig avkjølt til at is dannes på dette stedet. Selv i streng kulde har ikke kulpen blitt helt islagt etter regulering.

I sonen mellom P2 og P4 er det en kort forholdsvis smal elvestrekning hvor det heller ikke blir annet enn noe kantis. Elveløpet er smalt med noe fall og vannhastigheten derfor relativt stor.

Ved P4 gjør elva en kraftig sving, og det bygges raskt ut en isodde over et grunt parti ved relativt moderat kulde. Ved langvarig kulde islegges hele elvesvingen. Under isleggingen kan isflak som brytes løs fra isodden danne en isbru i elvesvingen og på den måten fremskynde isdekningen i dette området.

Videre nedover smalner elva igjen, og hele vintervannføringen renner på vestre side av øya. I dette området er vannet stort sett avkjølt til frysepunktet når det kaldere enn 7-10 kuldegrader, og det dannes mer strandis i dette området enn lenger opp. Strandis har iblant løsnet og dannet isbru som har økt isdekningen her. Mengde strandis øker ned mot svingen ved P6.

Hovedstrømmen går her på høyre side ned mot svingen ved P6. Isdekket vokser først på lesiden av svingen hvor hastigheten er minst. Ved sterk kulde eller kulde med noe varighet er det bare en forholdsvis liten råk ned mot svingen.

Kameraet som har registrert isforholdene fra 2001 dekker ikke elvestrekningen nedenfor Harestrømmen. Opplysninger fra tidligere år viser at denne strekningen islegges i mange år, men ikke alltid. Sist vinter ble imidlertid også elva fotografert fra Harestrømmen og nedover. Det var da betydelig strandis på strekningen, men ikke noen steder is over hele bredden. Som påpekt var imidlertid dette en mild vinter.

Når en ser heldekkende is rundt svingen ved P6 vil i hovedsaken elva være islagt videre nedover til Savcovannet, bortsett fra enkelte mindre råker nær innløpet.

I isleggingsperiodene vil vannstanden lokalt bli isoppstuvet slik at eventuell allerede dannet strandis oversvømmes, overvannet fryser og strandisen forsterkes. Dette gjør at strandisen øker i tykkelse og at tørre arealer bak strandisen isdekkes.

5.2 Ovenfor Savcovannet- etter bytte til nedre inntak

Når det byttes til nedre inntak tappes varmere bunnvann fra delmagasinet ut i elva. Dette kan gjøres ved at øvre luke lukkes og de to nedre lukene åpnes samtidig, eller med en overgangsperiode når det tappes fra øvre og nedre samtidig før øvre luke stenges. Dette er gjort noe forskjellig fra år til år. Denne forskjellen fremkom under forundersøkelsene vinteren 2000-01, og sees også tydelig i 2002-03 da en av de nedre lukene ble åpnet 12.2 og den andre 26.2 (fig 11). Det tar 1-2 uker å skifte ut det varmere vannet med temperatur 0.5-1.5 °C i den dypere delen av delmagasinet.

Så snart en av de nedre lukene åpnes tæres isen raskt ned til Savcovannet. Hovedstrømmen åpnes omtrent umiddelbart. Strandisen tæres noe saktere og blir stedvis liggende noe lenger avhengig av hvor mektig den har blitt i vinterens løp. Omfanget av strandisen kan lett overvurderes da mye is kan ligge utenfor det strømførende tverrsnittet for den aktuelle vannføringen.

Når driftsvannføringen økes påskyndes smeltingen av strandis.

Økning i driftsvannføringen på dette tidspunkt gir ingen isproblemer på strekningen ned til Savcovannet.

5.3 Nedenfor Gabo ved bruk av øvre inntak

Som omtalt tidligere vil driftsvannets temperatur være 0.3-0.4 °C når øvre inntak benyttes. Dette er litt utpå vinteren 0.2-0.4 °C lavere enn ved bruk av nedre inntak. Ved utløpet av Savcovatn eller ved Gabo er disse forskjellene i de fleste tilfeller utjevnet. I kaldt vær skjer avkjølingen til frysepunktet temmelig raskt, mens overtemperaturen første tiden etter skifte og i mildvær vil vare i lenger tid og over noe lenger strekning.

Det opprinnelige kjøremønsteret tok sikte på en jevn uttapping av størstedelen av magasinvannet frem mot vårflommen (1987-2001). Driftsvannføringen varierte da mellom 23 og 30 m^3/s.

Bruk av øvre inntak og uttapping av magasinet ned til 260 moh frem til månedskiftet mars-april gir lavere vannføring i denne perioden. Dette har ført til bedre islegging nedenfor Gabo sammenliknet med bruk av nedre inntak hele vinteren. Særlig i år med mildere vintre eller sen start på vinteren er isleggingen likevel fortsatt forsinket og mer varierende enn før regulering. Dette sees særlig på isforholdene i Sandia.

Mildvær med økning i lokaltilsiget nedenfor kraftstasjonen vil kunne føre til overvann. Økning i driftsvannføringen vil også føre til overvann, og dette bør unngås.

5.4 Nedenfor Gabo etter bytte til nedre inntak

Når det byttes til nedre inntak stiger temperaturen på driftsvannet med omtrent 1°C. Temperaturendringen dempes nedover vassdraget, men kan enkelte år spores helt til Gargia.

Etter bytte til nedre inntak har vannføringen blitt økt på litt forskjellig måte de enkelte år, samtidig som isforholdene har blitt overvåket. Vannføringen ble først økt til 30-33 m^3/s

og holdt på dette nivået noe tid. Etter noe varierende tid ble vannføringen økt ytterligere, og etter at elva i hovedsak hadde åpnet seg i strømdraget økt ganske raskt til 50-60 m^3/s Isforholdene var da blitt slik at det av hensyn til isforholdene var fullt mulig å øke vannføringen ytterligere.

Isen ble først svekket i de øvre deler og på strykpartiene, etter samme mønster som ved tradisjonell manøvrering. Isen ble som ved annen manøvrering liggende lengst nærmest utløpet.

Det må imidlertid tas hensyn til at det i alle forsøksårene i hovedsak har vært varmegrader eller temperaturer omkring 0 under eller allerede før økningen i vannføring. En må ta høyde for at det i andre år kan være vesentlig kaldere i mars og april enn i disse forsøksårene. Rask økning av vannføringen på et tykt og tett isdekke vil kunne utløse isgang.

6 Hvordan oppnå ”best mulig” isforhold

NINA, som gjennomfører fiskeundersøkelsene, fremhever at lavere vanntemperatur og mest mulig isdekning er gunstig for fisken i hele elva. Dette gjelder både utbredelse og varighet av isdekket.

Også for ferdsel på isen er utbredelse og varighet av isdekket positivt. Isen brukes i økende grad i frilufts- og turistsammenheng. Økning i vannføring når elva er islagt fører alltid til overvann, som er ugunstig for all ferdsel på isen. Enhver økning i vintervannføringen må derfor unngåes.

I vassdrag som Alta, der store isganger har forekommet, vil alltid isløsningen bli sett på med en viss spenning. Det er derfor viktig å sørge for at manøvreringen ikke bidrar til økt fare for isgang, snarere bør det manøvreres slik at isgang om mulig kan hindres.

I fig. 25 er vist en prinsippskisse for ”best mulig” isforhold ved bruk av de to inntakene og tilpasning av vintervannføringen. Dette omtales nærmere nedenfor.

6.1 Høsten - Isleggingstid

Utover høsten er magasinet tilnærmet fullt og det er en svak temperaturgradient med noe varmere vann i dypet enn de øvre lag i delmagasinet. Nedre inntak kan brukes til å ”tømme ut” dette ”varmere” vannet. Dette kan bidra til at ”varmebølgen ” om våren ved overgang fra øvre til nedre inntak kan bli noe mindre.

Om høsten er tilsiget generelt synkende. Beregnet tilsig kan variere fra dag til dag både på grunn av reelle variasjoner og som følge av usikkerhet i beregningene. Før regulering hadde både Ladnatjavri og Virdnejavri en dempende effekt på variasjoner i tilsiget. Ladnatjavri har fortsatt denne effekten, mens driftsvannføringen fra kraftverket nå bestemmer vannføringen i Altaelva. Jevnt synkende vannføring vil være gunstig for utviklingen av isdekket og mest mulig stabile isforhold i hele elva. Eventuelle reelle

variasjoner i tilsiget etter at islegging har begynt i nedre del av elva bør derfor fanges opp av magasinet og ikke gi økninger i drftsvannføringen.

6.2 Bruk av øvre inntak

Vanntemperaturen blir lavere og isdekningen økes ved bruk av øvre inntak. Jo lenger tid tappevolumet tilgjengelig for øvre inntak fordeles over, jo lavere blir driftsvannføringen, og jo bedre blir betingelsene for isdannelse.

Øvre inntak bør derfor brukes lengst mulig utover vinteren.

Erfaringer så langt viser at øvre inntak kan nyttes i hvert fall til magasinet er nedtappet til 260 m, ved lave driftsvannføringer kanskje enda litt lenger. Hvor lenge dette blir i tid avhenger av den valgte tappestrategi. I prøveperioden har skifte av inntak blitt gjort i mars, bortsett fra i 2003 da nedre inntak ble koblet inn tidligere på grunn av et uhell. En samlet vurdering av de undersøkelser som er gjort viser at øvre inntak godt kan brukes minst til månedsskiftet mars-april

Bruk av øvre inntak vil også gi tidligere og mer stabil islegging i resten av elva sammenliknet med bruk av nedre inntak.

6.3 Valg av driftsvannføring, tappestrategi

Det er direkte sammenheng mellom varigheten av bruk av øvre inntak og tappingen, og derved driftsvannføringen. Mulighetene for islegging bedres jo lavere driftsvannføringen er.

Etter skifte av inntak må det være igjen tilstrekkelig tid til forsvarlig opptrapping av vannføringen av hensyn til isforholdene, og tid til tilfredsstillende uttapping av magasinet.

6.4 Overgang til nedre inntak

Ved skifte til nedre inntak øker driftsvannets temperatur betydelig, og størstedelen av isen ned til innløpet av Savcovannet forsvinner ganske raskt. En kan ikke regne med ny islegging senere i sesongen på denne strekningen.

Overgang til nedre inntak uten endring av driftsvannføringen vil påvirke isforholdene ved at råker øker i størrelse og at isen tæres fra utløpet av Savcovannet og et stykke nedover i Sandiaområdet.

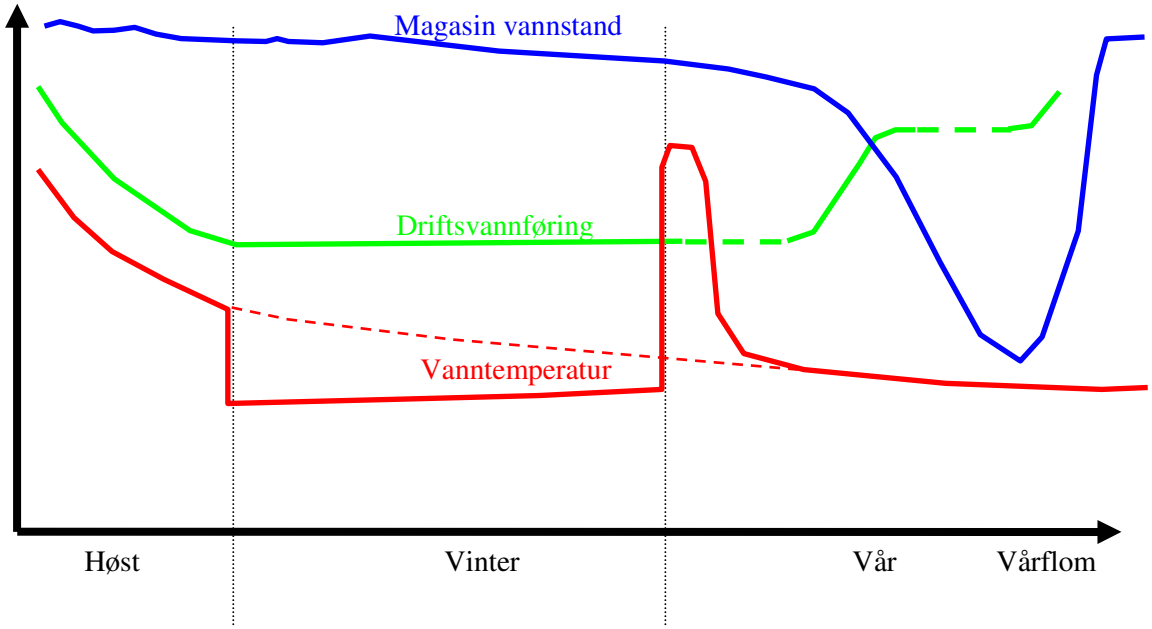
Etter noen tid med bruk av nedre inntak må driftsvannføringen økes. Økningen må skje gradvis, fortrinnsvis 1-2 m^3/s 1-3 ganger i ganger i døgnet. Det er fra Statkraft gjort oppmerksom på at driftsvannføringer mellom 33 og ca 40 er lite gunstig produksjonsmessig. Resultatene av prøvekjøringen har vist at en økning til 33 er tilstrekkelig til at det på forholdsvis kort tid åpnes råker i strykpartiene.

Videre økning i driftsvannføringen fører til at isen svekkes mer, og etter hvert merkes over hele elva til utløpet i fjorden.

6.5 Frem mot vår- og isløsning

Videre økning i driftsvannføringen bør skje i forkant av, men likevel så nær opp til den naturlige vannstandsstigningen som mulig. Mer detaljerte målinger, spesielt av snø- og lufttemperaturforhold i tyngdepunktet for nedslagsfeltet, vil være viktig for å kunne bestemme best mulig tidspunkt for start av vannføringsøkningen.

Også denne økningen bør skje gradvis, spesielt i begynnelsen, med 1-2 m^3/s 2-3 ganger i døgnet, og så økende etter hvert.



Inntak	Nedre	Øvre	Nedre
Magasin vst	Nær fullt magasin	Gradvis avtagende til en må bytte til nedre inntak pga. fare for medriving av luft	Raskere avtagende vannstand når en har nådd LRV i hovedmagasinet.
Vann-temperatur	Tømming av varme-magasin i del-magasinet	Kaldt vann tappes fra øvre inntak. Fra tilnærmet isotermt til gradvis varmere vann på bunnen av delmagasinet.	Brå temperaturøkning som gradvis avtar når varmemagasinet i delmagasinet tømmes. Nærmer seg temperaturutviklingen en ville hatt med kun bruk av nedre inntak (stiplet rød)
Driftsvf.	Jevnt synkende	Stabil. Ingen økning.	Etter noe tid en økning tilpasset aggregatstørrelse (i dag 33 m^3/s). Videre økning opp mot vårflommen.

Figur 25 Prinsippskisse for sammenheng mellom bruk av inntak og størrelse av driftsvannføring for variasjoner i driftsvannets temperatur. Tynn stiplet linje for vanntemperatur indikerer temperatur ved bruk av nedre inntak hele vinteren. Stiplet linje for driftsvannføring indikerer at tidspunktet for endring må tilpasses de hydrologiske forhold hvert enkelt år.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2005

Nr. 1 Olav Isachsen, Per F. Jørgensen, Lars Bugge, Peter Bernhard: Grønne sertifikater og biobrensel (s.)

Nr. 2 Lars Sigurd Eri, Kjelforeningen – Norsk Energi : Sertifikatberettiget elkraftproduksjon basert på spillenergi fra industri (s.)

Nr. 3 Rune V. Engeset: Undersøkelser ved Blåmannsisen 2004 (18 s.)

Nr. 4 Eli Alfnes, Elin Langsholt, Thomas Skaugen and Hans-Christian Udnæs: Updating snow reservoir in hydrological models from satellite-observed snow covered areas (47 s.)

Nr. 5 Ånund Sigurd Kvambekk, Åge Brabrand: Bruk av Akerselva til oppvarming/nedkjøling av Avantors bygningsmasser i Nydalen (14 s.)

Nr. 6 Hans-Christian Udnæs: Real time demonstration of satellite-observed snow covered area in the HBV model Spring 2004 (12 s.)

Nr. 7 Roger Sværd: Overføring av Røvatn til Hjertvatn i Forsåvassdraget, Ballangen kommune. Virkninger på vannstands- og vannføringsforhold (83 s.)

Nr. 8 Ragnar Moholt, Odd Gregersen,Kjell Karlsrud: Program for økt sikkerhet mot leirskred Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune. Stabilitetsanalyser – forslag til sikringstiltak

Nr. 9 Ragnar Moholt, Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune. Grunnundersøkelser – datarapport

Nr. 10 Ånund Sigurd Kvambekk: Vannføring i Suldalslågen i perioden 10. april til 30. juni Vannføringsslipp for å oppnå vanntemperaturer nær uregulerte forhold (15 s.)

Nr. 11 Hans Christian Olsen: Sedimentavsetningene i Eidsvann (34 s.)

Nr. 12 Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred langs Liervassdraget. Stabilitetsanalyser - forslag til tiltak

Nr. 13 Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred langs Liervassdraget - Lier kommune. Grunnundersøkelser - datarapport

Nr. 14 Eli Alfnes, Liss M. Andressen: Time series of snow distribution. An analysis of snow distribution data from three areas in southern Norway 2002-2004 (44 s.)

Nr. 15 Hervé Colleuille: Groset forsøksfelt (016.H5). Grunnvanns- og markvannsundersøkelse. Årsrapport 2004. Status pr. august 2005 (41 s.)

Nr. 16 Hervé Colleuille: Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z) Grunnvannsundersøkelser - Årsrapport 2004 Status pr. august 2005 (15 s.)

Nr. 17 Hervé Colleuille: Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ) Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2004 Status pr. august 2005 (17 s.)

Nr. 18 Lars-Evan Pettersson: Vannføringsstasjoner i Midt- og Nord-Norge (31 s.)

Nr. 19 Bård Aspen, Jonas Sandgren, Erik Berger, Knut Tjugen, Sweco Grøner as: Regelverk for elsertifikater

Nr. 20 Klaus-Ole Vogstad: Eksperimentelløkonomisk studie av et grønt sertifikatmarked

Nr. 21 Randi Pytte Asvall: Altautbyggingen. Vanntemperatur- og isforhold ved bruk av øvre inntak om vinteren (40 s.)