



Endringer i erosjonsforhold som følge av tilleggsutbygging i Håkvikdalen og Skamdalen

*Truls Erik Bønsnes, Halfdan Benjaminsen,
Jim Bogen, Margrethe Elster*

3
2011



OPPDRAGSRAPPORT A

Endringer i erosjonsforhold som følge av tilleggsutbygging i Håkvikdalen og Skamdalen

Norges vassdrags- og energidirektorat

2011

Norges vassdrags- og energidirektorat

2011

Oppdragsrapport serie A nr 3 2011

Endringer i erosjonsforhold i som følge av tilleggsutbygging i Håkvikdalen og Skamdalen

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Truls Erik Bønsnes, Halfdan Benjaminsen, Jim Bogen,

Forfatter: Margrethe Elster

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 20

Forsidefoto: Storvatnet 27. mai 2009, vannstand 239.76, ca kl 12:00 (gammelt høydegrunnlag) eller 18.8 m under HRV.

ISSN 1501-2832

Sammendrag: Denne undersøkelsen er et oppdrag fra Nordkraft as i tilknytning til revisjon av Håkvikreguleringen. Rapporten omhandler en vurdering av mulige endringer i erosjonsforhold og sedimenttransport som følge av planlagt overføring av flere lokale sidebekker i Håkvikdalen og Tverrdalselva i Tverrdalen/Skamdalen til Håkvikdalen og Storvatnet. Det overførte vannet vil bli utnyttet i Håkvik kraftverk. Planene omfatter også utbygging av to nye kraftverk, Sjursheim og Nervatnet. Det foreligger flere mulige utbyggingsalternativ for overføringen, hovedalternativet (H), alternativ A1, A2, B1, B2, C1, C2-1 og C2-2. Det er på bakgrunn av befaringer og målinger foretatt en vurdering av de ulike alternativenes innvirkning på sediment-dynamikken i de berørte vassdragene. Det er og foreslått fire alternativer for endring av manøvreringsreglement i Storvatnet samt et 0-alternativ som ikke omfatter nye utbygginger i vassdraget. Det er gjort en vurdering av alternativenes virkning på erosjonsforholdene i magasinet.

Emneord: suspensjonskonsentrasjon, suspensjonstransport, erosjon

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 2011

Innhold

Forord	5
Sammendrag	6
1. Innledning	10
1.1 Områdebeskrivelse	10
1.2 Generelt om løsmasser i området	10
2. Beskrivelse av tiltakene	13
2.1 Storvatnet	13
2.2 Overføring fra Tverrdalselva	13
2.3 Nervatnet kraftverk.....	18
2.4 Overføring fra Hardhausvatnet, Skavtuvatnan og Naustbakk elva	18
3. Metode og datagrunnlag	19
4. Konsekvensvurdering	20
4.1 Storvatnet	20
4.1.1. Konsekvenser for erosjon ved forskjellige manøvreringsalternativer	27
4.1.2. Sedimenttransport i Håkvik kraftstasjon.	30
4.1.3. Vannføringsepisode 16/8 -2010.	37
4.2 Overføring fra Tverrdalselva	41
4.2.1. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved hovedalternativet (H)	41
4.2.1.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ H	41
4.2.1.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ H ...	48
4.2.2. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (A1)	51
4.2.2.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ A1	51
4.2.2.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ A1 .	54
4.2.3. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (A2)	54
4.2.3.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ A2	54
4.2.3.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ A2 .	56
4.2.4. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (B1)	56
4.2.4.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ B1:	56
4.2.4.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ B1: .	56
4.2.5. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (B2)	56
4.2.5.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ B2	56
4.2.5.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ B2 .	56
4.2.6. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (C1)	57
4.2.6.1. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C1 .	57
4.2.7. Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (C2-1) .	57
4.2.7.1. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C2-1	57
4.2.8. Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (C2-2): .	57
4.2.8.1. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C2-2:	57

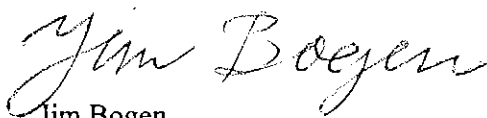
4.2.9.	Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved bygging av Nervatnet kraftverk	57
4.2.10.	Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved overføring fra Hardhausvatnet, Skavtuvatnan og Naustbakkelta.....	58
4.2.10.1.	Nordlig gren av Lasselta.	58
4.2.10.2.	Holmeelta.	58
5.	Konklusjon	62
6.	Referanser	66
7.	Vedlegg	68
7.1	Vedlegg 1, Sjursheim kraftverk, hovedalternativet.....	68
7.2	Vedlegg 2, Sjursheim kraftverk, alternativer	70
7.3	Vedlegg 3, Storvatn- Fyllingskurver før og etter overføring	77

Forord

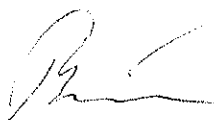
Denne undersøkelsen er et oppdrag fra Nordkraft as i tilknytning til revisjon av Håkvikreguleringen. I tilknytning til mulig overføring av flere lokale sidebekker i Håkvikdalen og Tverrdalselva i Tverrdalen/ Skandalen til Håkvikdalen og Storvatnet har det vært ønskelig å vurdere mulige endringer i erosjonsforhold og sedimenttransport gjennom vassdraget.

Planene omfatter også utbygging av to nye kraftverk, Sjursheim og Nervatnet samt at avløpet fra tre bekker i Middagsskaret i Håkvikdalen blir ført inn på tilløpstunnelen. Flere alternative planløsninger for Sjursheim/Storvatnet kraftverk er også aktuelle og er vurdert i forhold til mulig erosjonsøkning. Undersøkelsen har vært utført ved Seksjon for Sediment og Erosjon ved Hydrologisk avdeling med Truls E. Bønsnes som prosjektleder.

Oslo, mai 2011



Jim Bogen
Seksjonssjef



Truls Erik Bønsnes
Senioringeniør

Sammendrag

Nordkraft as har i tiknytning til revisjon av Håkvikreguleringen vurdert mulig overføring av flere lokale sidebekker i Håkvikdalen og Tverrdalselva i Tverrdalen/ Skamdalen til Håkvikdalen og Storvatnet. Overføringene kan medføre endringer i erosjonsforhold og sedimenttransport gjennom vassdraget.

Det overførte vannet fra Tverrdalen vil bli utnyttet i Håkvik kraftverk uten ytterligere tiltak i kraftstasjonen. I tillegg omfatter planene utbygging av to nye kraftverk, Sjursheim og Nervatnet. I tillegg forutsettes det at avløpet fra tre bekker i Middagsskaret i Håkvikdalen blir ført inn på tilløpstunnelen. Flere alternative planløsninger for Sjursheim/Storvatnet kraftverk er vurdert. De aktuelle tiltakene vil endre fyllingsforholdene i Storvatnet i forhold til dagens regime.

Konsenskvenser ved valg av hovedalternativet (H) vil sannsynligvis være en økt tilførsel av sedimenter til de nedre delene av Storelva (oppstrøms Sjursheimvatnet) på grunn av en planlagt økning i vannføring på opp mot 5.2 m³/s. Det kan også forventes en viss løpserosjon og løpstilpasning i forbindelse med økt vannføring. Overføring fra Middagsskaret vil imidlertid føre til en viss reduksjon i sedimenttilførselen til Storelva.

I deltaområdet i Sjursheimvatnet kan en økning i sedimenttilførselen føre til sedimentasjon i elveløpet. Dette kan forsterkes noe av at økt vannføring påvirker vannstanden i Sjursheimvatnet og fører til oppstuvningseffekter og redusert strømhastighet i innløpselva. Bankedannelse i elveløpet kan føre til lateral erosjon eller økt belastning på elvekanten. Økt vannføring vil generelt medføre løpstilpasninger i alluviale løp. Det er foretatt beregninger av vannstandsendringer i Sjursheimvatn som følge av økt vannføring i innløpselva (Sværd 2011a).

En overføring av vann fra Tverrdalselva til Håkvikdalen vil i følge de aktuelle planene redusere vannføringen i nedre deler av Skamdalen (ved laksetrappa) med 19 % (Sværd 2011a). Tverrdalselva drenerer naturlig mot Skamdalen og har innløp til Skamdalsvatn rett ved utløpet av sjøen, se fig 4.34. Det er dannet en elvevifte i dette området, hvor et av løpene har innløp i Skamdalselva nedstrøms utløpsterskelen til Skamdalsvatn. Vannføringen i dette løpet er vurdert til å utgjøre ca 3 % av samlet vannføring. Dette gjelder uansett vannføring, dvs at 97 % går inn via Skamdalsvatn (Sværd 2010c). Fordelingen av sedimenttransporten mellom løpene i dette området følger sannsynligvis samme mønster. Skamdalsvatn fungerer som sedimentasjonsbasseng for materialtransporten fra de øvre delene av Skamdalen.

Elvestrekningen mellom Skamdalsvatn og Nedre Skamdalsvatn er ca 2.5 km lang. Oppstrøms deltaområdet i nedre Skamdalsvatn er elvesedimentene sammensatt av til dels grov grus og stein. Utover deltaområdet er det en gradvis overgang mot mer finfordelte sedimenter. Det er særlig sand, og fin grus som dominerer i dette området. Den nederste delen av elvestrekningen mellom Skamdalsvatn og Nedre Skamdalsvatn bærer preg av å være et sedimentasjonsområde med forgrenede elveløp. Nedre Skamdalsvatnet er også svært grunt. Deltaområdet bærer preg av at det sannsynligvis er stadig tilførsel av nye sedimenter. Sammenligning av flybilder fra 1990 og 2003 viser imidlertid ikke synlige endringer i området i denne perioden.

En lavere vannføring og strømhastighet vil føre til redusert transportkapasitet i Skamdalselva. Det meste av sedimenttilførselen til nedre Skamdalsvatn kommer trolig fra tilførselsbekker i området nedstrøms Skamdalsvatn. Disse bekkene vil ikke berøres av de aktuelle planene. Eventuell sedimenttilførsel fra Tverrdalselva som ikke sedimenterer i Skamdalsvatn vil reduseres som følge av reduksjon i vannføringen. Redusert vannføring i hovedløpet kan imidlertid føre til en endring i sedimentasjonsdynamikken i deltaområdet slik at sedimentasjonsområdet forflyttes oppstrøms. Dette kan føre til bankedannelse i løpet og økt

belastning på elvekantene i dette området. Det kan oppstå løpsendringer som følge av dette, men redusert vannføring kan også føre til at løpskapasiteten opprettholdes.

Ved alternativ A1 føres det overførte vannet inn på Lasselva øverst i Håkvikdalen. Økt vannføring kan medføre en økt belastning på elveløpet, spesielt i fluviale avsetningsområder som forekommer flere steder på strekningen. ved kote 400 (ca 500 m oppstrøms samløp med Storelva) er det planlagt et kraftverksinntak. Utslipp av driftsvann fra kraftstasjonen er planlagt inne i deltaområdet, ca 100 til 150 m fra utløpet i Sjørheimvatnet. Dette vil representere en økt erosjonsbelastning på elveløpet i dette området. Det bør vurderes om utløpskanalen bør legges direkte til Sjørheimvatnet slik at deltaområdet ikke berøres.

Ved alternativ A2 føres det overførte vannet inn på Lasselva øverst i Håkvikdalen. Deretter fordeles vannføringen mellom Lasselva og Storelva. Etter samløpet mellom de to grenene vil imidlertid belastningen på elveløpet være relativt likt som ved hovedalternativet, med unntak av at bekker fra Middagsskaret ikke tas inn. Det er ikke planlagt kraftstasjon ved dette alternativet.

Ved alternativ B1 og B2 ledes vannet inn i kanal eller rør i grøft etter munningen på overføringstunnelen øverst i Håkvikdalen. Henholdsvis uten og med bekker fra Middagsskaret på overføringstunnelen. Konsekvenser ved utslipp av driftsvann fra planlagt kraftstasjonen vil være som i alternativ A1.

Ved alternativ C1 og C2-2 overføres vannet fra Tverrdalen direkte til Storvatnet (henholdsvis på nordsiden og sørsiden) og vil derfor ikke berøre elvestrekningene i Håkvikdalen oppstrøms Storvatnet.

Alternativ C2-1 har samme planløsning som for C2-2, men bekkene fra Middagsskaret er planlagt tatt inn på overføringen. Dette gir en viss reduksjon i vannføringen i Storelva ovenfor Sjørheimvatnet. Sedimentbidraget fra Middagsskaret vil også være mindre som følge av at bekkene tas inn på tunnelen.

Storvatn magasinet er bygd ut i flere etapper, første gang i 1915. Etter 1957 er total reguleringshøyde 35.6 m, 10 m heving og 25.6 m senkning (HRV: 256.6, LRV: 221.0). Reguleringssonen bærer preg av til dels omfattende erosjon og utvasking.

Reguleringssonen i Storvatnet er preget av erosjon etter lang tids regulering. Det er utarbeidet et kart som viser endringer av bunnivåene mellom 1946 og dagens forhold (2009). Nedskjæringer i reguleringssonen langs flere av innløpselvene vises også på endringskartet. Kartet viser også at det har vært en omfordeling av sedimenter i reguleringssonen og fra reguleringssonen og ned til de dypeste delene av magasinet. Det er særlig i nivåene under vannstand 230 m o.h. at det har vært mye pålagring. Stedvis er det også en del sedimentasjon høyere opp i reguleringssonen i grunnere deler av magasinet. Mye av disse sedimentene har sannsynligvis også blitt tilført fra elvene omkring. Det er særlig Storelva og Kvitforselva som ser ut til å ha tilført mye sedimenter. I området ved Storelvas innløp er senkning av løpet begrenset av bergterskler flere steder. Lateral erosjon og løpsforflytninger kan observeres ute i terrenget. Dette gjengis som sammenhengende felter med lavere nivåer enn det som vises på kartene fra 1946. I innløpsområdet har det stedvis også vært en viss sedimentasjon. Nedstrøms bergterskelen (ca 240-245 m o h.) er det et område hvor det har vært en betydelig sedimentasjon i perioden 1946 til 2009. Mye av dette er fra sedimenttransport i Storelva, men også omfordeling av sedimenter fra deltaområdet og reguleringssonen omkring. Det er også andre elver som har innløp i dette området.

For å bedre fyllingsforholdene i Storvatnet søkes det om overføring av Tverrdalselva til Håkvikdalen. Dette medfører endringer i manøvreringsreglementet og vannstandsregimet i Storvatn, som vil innvirke på erosjonsprosessene i magasinet.

Endring i manøvreringen som reduserer perioden med lav vannstand og ikke senker vannstanden like lavt som under dagens regime, vil redusere erosjonsbelastningen på bunnsedimentene i reguleringssonen. Det gjelder spesielt den delen av reguleringssonen som ligger lavere enn uregulert normalvannstand hvor tykkelsen med finfordelte sedimenter stedvis er stor. Utspylingen av bunnsedimenter gjennom tappetunnelen (inntak kote 222.5) til Nervatn vil avta sterkt eller opphøre. Det vil imidlertid tilføres en viss mengde finpartikler fra den aktive delen av reguleringssonen som ligger lavere enn uregulert normalvannstand.

Målinger ved utløpet av tappetunnelen i 2009 og 2010 har vist at utspyling av sedimenter øker signifikant når vannstanden nærmer seg LRV. Konsentrasjonsøkningen inntreffer når vannstanden synker til nivåer mellom 227 og 225 m o h. Høy vannføring i tappetunnelen ved høyere vannstander gir svært små eller ingen utslag i konsentrasjonen i utløpet av tunnelen. Kornfordelingsanalyser fra perioden da vannstanden er nede på minimum viser en markert økning av sandinnholdet i suspensjonsmaterialet. Dette skyldes sannsynligvis erosjon og utvasking av bunnsedimenter nær tunnel innslaget. Stikkprøver viser at svært lite av sedimenttransporten i tappetunnelen fra Storvatnet føres videre til Håkvik kraftverk. Målinger fra 2011 viste en svært liten økning i konsentrasjonen i forbindelse med senkning av vannstanden.

Felles for alle årene med målinger er at konsentrasjonen stiger når vannstanden synker til nivåer omkring 227-226 moh (gammelt høydegrunnlag). Økning i konsentrasjon er størst i 2009, da den øker fra et minimum og til ca 500 mg/l i løpet av noen få dager. Det samme skjer i 2010 med en økning fra et minimum og til ca 70 mg/l. I 2011 var det også en økning i konsentrasjonen da vannstanden var kommet ned til ca 227 m, men til en vesentlig lavere konsentrasjon enn i de to foregående årene (mellom 5 og 6 mg/l).

Vannføringsforholdene i tappetunnelen i perioden før og under nedtappingsfasen følger det samme mønsteret i alle tre årene. Konsentrasjonsforskjellene mellom de tre nedtappingene er allikevel relativt store. Isforholdene under nedtappingen kan hatt en viss innvirkning. I 2009 var ikke vannstanden nede på et minimum før i slutten av mars, mens i 2010 og 2011 skjedde dette tidligere, henholdsvis i første og siste halvdel av februar. Endringer i tappevolum ut av tunnelen ser ikke ut til å gi variasjoner i sedimentkonsentrasjon under forhold med høy vannstand.

Hovedårsaken til konsentrasjonsøkningen skyldes trolig utvasking av bunnsedimenter i områdene nærmest tunnelinnslaget, men det er uvisst hvor mye materiale som bringes inn fra tørrlagte områder noe lenger unna.

I løpet av sommeren i 2010 ble det utført en oppgradering av inntakskonstruksjonen. Dette er sannsynligvis hovedårsaken til den reduserte utspylingen på lav vannstand i februar 2011. Det er svært lite tilsig til Storvatn i de aktuelle periodene, mars 2009 og februar 2010 og 2011.

Det er foreslått fire alternativer for endring av manøvreringsregimet i Storvatnet:

Alternativ (0): Ingen nye utbygginger i vassdraget, men det forventes restriksjoner i bruken av magasinet og redusert produksjon i Håkvik kraftverk.

Alternativ (1): Videreføring av dagens reglement, men med overføring fra Tverrdalselva - ingen restriksjoner på fylling. Det kan forventes at dagens erosjonsforhold også blir uendret. Unntaket vil være at inntakskonstruksjonen i bunnen av Storvatn er utbedret slik at det kan

forventes en reduksjon i utspyling av sedimenter gjennom tunnelen. Overføring av vann fra Tverrdalselva vil imidlertid kunne gi økt fyllingsgrad såfremt ikke produksjonen i Håkvik kraftstasjon økes tilsvarende.

Alternativ (2): Forutsetter overføring fra Tverrdalselva. Når vintertappingen er slutt ca. 1. april, tillates ikke tapping før fyllingen har nådd 8.0 m under HRV. Vannstanden holdes på dette nivået til 1.10 som antas å være start for vintertapping. Mellom 1.10 og 1.4 disponeres magasinet etter kraftverkets behov.

Endring av tappeperioden fra dagens reglement (ingen restriksjoner) til avslutning på vintertappingen ca 1. april vil redusere erosjonsbelastningen på de laveste nivåene av magasinet i forhold til dagens situasjon. Restriksjoner i bruken av magasinet fram til 1. oktober vil gi en raskere oppfylling. Dette vil føre til at perioden når bunnsedimentene eksponeres for erosjon også avtar. En fyllingsgrad på HRV -8 m er veldig nær normalvannstand før regulering. Dette betyr at perioden med de høyeste vannstandene også blir kortere.

Alternativ (3): Som alt. 2, men ingen tapping før vannstanden har nådd 5.0 m under HRV.

Alternativet til bygging av Nervatn kraftverk er at det overførte vannet går direkte til Nervatnet slik som under dagens forhold. Kraftstasjonen må stoppes når vannstanden i Storvatnet kommer under en gitt grense, ca kote 236. For å få flest mulige driftsdøgn med tilstrekkelig fallhøyde kan det derfor være en målsetning for kraftverket å holde vannstanden mest mulig over dette nivået. Dette vil redusere erosjonsbelastningen på bunnsedimentene i den nedre delen av reguleringssonen.

Overføring av vann fra Hardhausvatn, Skautuvvatnan og Naustbakkkelva vil føre til en viss økning av vannføringen i lokale bekker i Håkvikdalen. En økning av vannføringen vil føre til at en løpsutvidelse nødvendigvis vil forekomme. Det er foreløpig ikke beregnet hvor stor vannføringsøkningen vil bli. Dette gjelder særlig i den øverste delen av de nåværende løpene der økningen vil være relativt størst. Løpstilpasning i myrområdene vil sannsynligvis føre til en del erosjon, spesielt de områdene hvor kanalsystemet er dypt nedskåret i torvlaget. Sideskråninger i morene kan også utsettes for erosjon i forbindelse med høyere vannføringer.

1. Innledning

Nordkraft as har i tiknytning til revisjon av Håkvikreguleringen og mulig overføring av flere lokale sidebekker og Tverrdalselva til Håkvikdalen/Storvatnet anmodet seksjon for sediment og erosjon i NVE om bistand til gjennomføring av et sedimentundersøkellesprogram. Overføringene kan medføre endringer i erosjonsforhold og sedimenttransport gjennom vassdraget.

1.1 Områdebeskrivelse

Området ligger i den sørvestlige delen av Narvik kommune og berører områdene Beisfjord og Håkvikdalen, se fig 1.1. Tverrdalselva har sitt utspring øverst i Tverrdalen mellom Skamdalen og Skjomen, med utløp i Skamdalsvatnet. Nedslagsfeltet strekker seg fra ca kote 150 og opp til de høyeste toppene på over 1400 meter. I Skamdalen er det spredt hyttebebyggelse og elva i dalen er fiskeførende med anadrom fisk. Det går en skogsbilvei fra Beisfjord til Skamdalsvatnet og Statnetts 420 kV-stamlinje går gjennom dalen. Det finnes også en anleggsvei som strekker seg langs vannets vestsida inn til Skamdalselva. Ut over dette preges ikke landskapet i Skamdalen av andre inngrep. Lenger ned i Beisfjordvassdraget ligger fisketrappa som sikrer at fisk kan forsere fossen og vandre videre opp mot Skamdalsvatnet. Dette området bærer preg av flere inngrep: grustak, lysløype, kulturlandskap, forbygginger og bebyggelse ned mot sjøen. Nordkraft forutsetter at tiltaket ikke vil få vesentlig negative konsekvenser for fiskens vandring og bruk av laksetrappa i Skamdalselva/Lakselva.

1.2 Generelt om løsmasser i området

Storelva ligger i Håkvikdalen i Narvik. Nedbørfeltet er om lag 70 km². De høyeste fjellene i nedbørfeltet er Sandviktinden (1543 m o h.) og Sjomtinden (1575 m o h.). Fjellområdene utgjør et alpint landskap med innsalg av mindre botnbreer.

I det høyereliggende fjellplatået mellom Beisfjorden og Håkvikdalen er det stort sett bart fjell og flekkvis tynt morenedekke. Syd for Håkvikdalen er det stedvis morenedekke, forvittringsmateriale og skredmateriale. I selve Håkvikdalen forekommer morenemateriale av varierende tykkelse, stedvis torv og myrområder omkring vannene. Ned mot utløpet i fjorden er det glasifluviale og marine avsetninger, se fig 1.2

De høyereliggende delene av området rundt Middagsskaret har til dels tykt morenedekke.

Tverrdalselva er en sideelv til Skamdalselva i Skamdalen som i dag drenerer til Beisfjorden. Langs de bratteste delene nederst i Tverrdalen er det lite løsmasser, men i området nær det planlagte inntaket er det randmorener og glasifluvialt materiale. Områdene videre innover i Tverrdalen preges av tykt morenedekke.

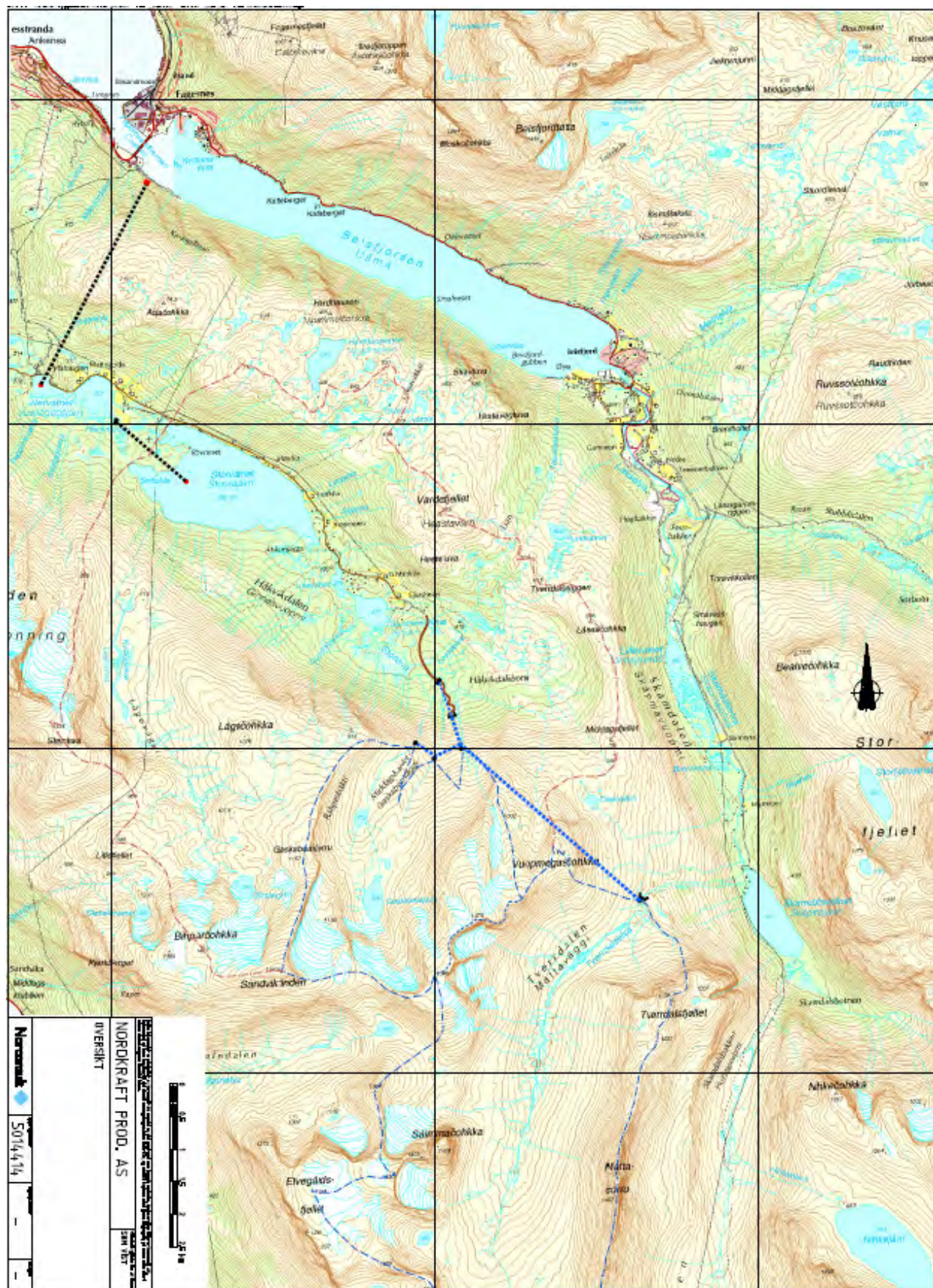


Fig 1.1 Beisfjord og Håkvikdalen, hovedalternativet Sjursheim kraftverk inntegnet.

2. Beskrivelse av tiltakene

Det overførte vannet fra Tverrdalen vil bli utnyttet i Håkvik kraftverk uten ytterligere tiltak i kraftstasjonen. I tillegg omfatter planene utbygging av to nye kraftverk, Sjursheim og Nervatnet. I hovedalternativet vil Sjursheim kraftverk utnytte fallet mellom planlagt inntak i Tverrdalen på kote 620 og kote ca. 310 i Håkvikdalen, i alt ca. 310 m. I tillegg til avløpet i Tverrdalselva forutsettes at avløpet fra tre bekker i Middagsskaret blir ført inn på tilløpstunnelen. Flere alternative planløsninger for Sjursheim/Storvatnet kraftverk er vurdert, se vedlegg 2. Nervatnet kraftverk vil utnytte fallet mellom Storvatnet og Nervatnet. Overføringen fra Tverrdalselva er en forutsetning for at dette kraftverket kan bygges (Flæte 2011). De aktuelle tiltakene vil endre fyllingsforholdene i Storvatnet i forhold til dagens regime.

2.1 Storvatnet

Storvatnet er i dag regulert mellom kote 221.0 og kote 256.6 med dagens høydegrunnlag. Høydegrunnlaget for den opprinnelige konsesjonen tilsvarer dagens høyder pluss 2.0 m. Magasinet er bygd ut i flere etapper, første gang i 1915. Da ble vannstanden ensidig hevet med 4 m, fra naturlig utløp på kote 250.5 til HRV på 254.5 (Høydeangivelser er angitt i dagens høydesystem som også det nye magasinkartet bygger på, nye høyder er lik gamle - 2 m). Dette magasinet skaffet vintervann til de to kraftverkene Høybakkfoss og Silvanfoss. I 1921 ble Mølnfoss kraftverk bygget. Kraftverket nytter fallet fra Storvatnet til Nervatnet. Da ble vannstanden hevet ytterligere 2 m, ny HRV ble da som dagens på kote 256.6. Det ble bygget en senkingstunnel inn i vatnet og LRV ble etter dette 240.6 som tilsvarer en senking med ca. 10 m. Total reguleringshøyde ble da ca. 16 m i perioden 1921 til 1957, 6 m heving og 10 m senking. I 1957 ble det gjennomslag for dagens tappetunnel med inntak på 222.5 m. HRV ble som før på kote 256.6 og ny LRV ble etter dette på kote 221.0. Total reguleringshøyde ble etter dette 35.6 m, 10 m heving og 25.6 m senkning.

Det forutsettes ingen endring i reguleringsgrensene i forbindelse med revisjon av manøvreringsreglementet, men det søkes om overføring av vann fra Tverrdalselva for å bedre fyllingsforholdene i Storvatnet. Samtidig legges til grunn at reglementet skal inneholde krav til fylling i sommerperioden fra vintertappingen slutter om våren til ny tapping starter om høsten. I alternativbeskrivelsen nedenfor er alternativ 0 uten overføring fra Tverrdalselva. Alternativ 1 - 3 er inkludert overføring (Flæte 2011).

Alternativ (0): Nullalternativet medfører ingen nye utbygginger i vassdraget. Det forventes at revisjonssaken vil gi restriksjoner i bruken av magasinet, og at dette vil medføre at produksjonen i Håkvik kraftverk blir lavere enn i dag.

Alternativ (1): Videreføring av dagens reglement - ingen restriksjoner på fylling

Alternativ (2): Når vintertappingen er slutt ca. 1. april, tillates ikke tapping før fyllingen har nådd 8,0 m under HRV. Vannstanden holdes på dette nivået til 1.10 som antas å være start for vintertapping. Mellom 1.10 og 1.4 disponeres magasinet etter kraftverkets behov

Alternativ (3): Som alt. 2, men ingen tapping før vannstanden har nådd 5.0 m under HRV

2.2 Overføring fra Tverrdalselva

For å bedre fyllingsforholdene i Storvatnet og øke produksjonen i Håkvik kraftverk søkes det om overføring av vann fra Tverrdalselva som er en sideelv til Lakselva i Beisfjord. Tverrdalselva drenerer til Skamdalsvatnet i Skamdalen, (Sværd 2011a). Det er utført omfattende vurderinger av de

hydrologiske forholdene - vannføringer og vannstander - i Skamdalselva/ Lakselva for å dokumentere de hydrologiske konsekvensene av en overføring. I tillegg til eksisterende kunnskap om det hydrologiske grunnlaget er det som støtte for beregningene opprettet flere målestasjoner og utført ulike målinger og analyser. Beskrivelse og resultater er dokumentert i egne fagrapporter om hydrologi, (Sværd 2011ab). Basert på de hydrologiske vurderingene og målingene, valg av garantert minstevannføring forbi inntaket og begrensning i overføringskapasiteten slik at flommer av en viss størrelse slippes forbi, er det konstruert en vannføringsserie som beskriver vannføringen som overføres. Gjennomsnittlig overført vannføring vil etter dette bli $1.11 \text{ m}^3/\text{s}$ som tilsvarer ca. 75 % av middeltilløpet til inntaket på $1.48 \text{ m}^3/\text{s}$.

Det bygges en inntaksdam i Tverrdalselva på ca. kote 617. Dammen bygges med fritt overløp på kote ca. 620 som blir normal vannstand i inntaket. Det er delvis bart fjell, delvis noe løsmasser ved inntaksstedet. Inntaket utstyres med tappeorgan og overløpsnivå som avstemmer tappingen til henholdsvis Tverrdalselva og Håkvikdalen slik at den garanterte minstevannføringen til Tverrdalselva prioriteres og slik at flomvannføringer som overstiger ca. $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$ også slippes til Tverrdalen. Inntaket bygges slik at maksimal kapasitet inn på tunnelen mot Håkvikdal er $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Maksimal økning av vannføringen i elvene i Håkvikdalen kan derfor bli av denne størrelse. Dette forutsetter at det er vann tilgjengelig i vassdraget, i motsetning til et magasinverk som kan stoppe og kjøre sin maksimalvannføring uansett inntil magasinet er tomt. Statistikk for tilsigsserien frem til inntak i Tverrdalselva viser at vannføringen er større enn $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$ i ca 7 % av året, dette tilsvarer gjennomsnittlig ca 26 dager i året (Sværd 2008)

Det er flere alternativer for utførelse av overføringstunnelen, men inntaket i Tverrdalen er planlagt på samme sted for alle alternativene, (se kart i vedlegg 7.1 og 7.2). Felles for alle alternativene er at vannføringene berøres på enkelte strekninger. I Håkvikdalen er det forskjellige strekninger som blir berørt avhengig av hvilket alternativ som velges (se fig 2.1). I Tverrdalen er det ingen alternative løsninger for etablering av inntak. Se også bildeserier i Sværd 2010 b,d-h og Sværd 2011c.

Hovedalternativ (H): Overføringstunnelen fra Tverrdalen munner ut syd for Storelvas sydligste gren, ved ca. kote 400. Herfra legges rør i grøft til kraftstasjonen som er planlagt i området ved samløpet Lasseelva og Storelva, ca 1,1 km oppstrøms Sjørheimvatnet. Avløpet fra tre bekker i Middagsskaret er også planlagt tatt inn på tunnelen.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ H:

- Storelva mellom kraftstasjon (samløp Storelva/ Lasseelva) og Sjørheimvatnet.
- Storelva mellom Sjørheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet.

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ H:

- Nedstrøms inntakspunktet i tre bekker i Middagsskaret og samløpet med Storelva.
- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen.

A1: Overføringstunnelen fra Tverrdalen munner ut i en av tre forgreninger av Lasseelva lengst øst i Håkvikdalen ved ca. kote 600. Vannet ledes i eksisterende elveløp til et inntak på kote 400 hvor det bygges et kraftverksinntak. Herfra legges rør i grøft til kraftstasjonen like oppstrøms Sjørheimvatnet. Avløpet føres i kanal eller rør ut i elva rett oppstrøms utløpet i vatnet. Lasseelva / Storelva mellom inntaket og Sjørheimvatnet vil få endringer i vannføringen i forhold til dagens situasjon avhengig av hvor mye vann som overføres til Sjørheim kraftverk.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ A1:

- Øvre del av Lasseelva mellom utløpet av overføringstunnel (kote 600) og inntak (kote 400)
- Innløpsområdet/ nedre del av innløpsdelta i Sjursheimvatnet
- Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ A1:

- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen
- Nedre del av Lasseelva mellom inntak (kote 400) og Sjursheimvatn oppstrøms utløp kraftstasjon. I visse situasjoner kan det også inntreffe en økning på denne strekningen

A2: I dette alternativet blir ikke Sjursheim kraftverk bygget. Overføringstunnelen munner ut som i alternativ A1 eventuelt ca. kote 530 i sydligste gren av Lasseelva hvor vannet fordeles mellom Lasseelva og det sørlige løpet (Storelva sørøstlige gren) for å redusere flom- og erosjonsproblematikken.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ A2:

- Lasseelva og sydlige gren av Storelva mellom overføringstunnel (kote 600 evt kote 530) og Sjursheimvatnet
- Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ A2:

- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen

B1: Overføringstunnelen fra Tverrdalen munner ut ved ca kote 410 i lia ovenfor øvre del av Storelva. Det overførte vannet føres i nedgravde rør til en kraftstasjon ved Sjursheimvatnet som i alternativ A1.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ B1:

- Innløpsområdet/ nedre del av innløpsdelta i Sjursheimvatnet
- Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ B1:

- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen

B2: Planløsningen blir i det vesentlige som for B1, men avløpet fra de tre bekkene i Middagsskaret tas inn på tunnelen som i hovedalternativet.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ B2:

- Innløpsområdet/ nedre del av innløpsdelta i Sjursheimvatnet
- Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ B2:

- Nedstrøms inntakspunktet i tre bekker i Middagsskaret og samløpet med Storelva.
- Storelva mellom samløpet med tre bekker fra Middagsskaret og Sjursheimvatnet
- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen

C1: I dette alternativet føres det overførte vannet fra inntaket i Tverrdalselva i tunnel nord for Håkvikdalen direkte til en kraftstasjon ved innløpet til Storvatnet. Vannet ledes i tunnel, men via rør på den aller siste strekningen.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ C1:

- Det er ingen strekninger med økt vannføring ved dette alternativet.

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C1:

- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen

C2-1: I dette alternativet føres det overførte vannet direkte til Storvatnet via tunnel og rør på motsatt side av dalen i forhold til C1, til en kraftstasjon ved innløpsområdet på sydsiden av Storvatnet. Vannet ledes i tunnel, men via rør på den aller siste strekningen. De tre bekkene fra Middagsskaret som nevnt under hovedalternativet og alternativ B2 tas også inn på tunnelen.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ C2-1:

- Det er ingen strekninger med økt vannføring ved dette alternativet.

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C2-1:

- Nedstrøms inntakspunktet i tre bekker i Middagsskaret og samløpet med Storelva.
- Storelva mellom samløpet med tre bekker fra Middagsskaret og Sjursheimvatnet
- Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet
- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen

C2-2: Som alternativ C2-1, men uten de tre bekkene fra Middagsskaret.

Strekninger med økt vannføring ved alternativ C2-2:

- Det er ingen strekninger med økt vannføring ved dette alternativet.

Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C2-2:

- Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen

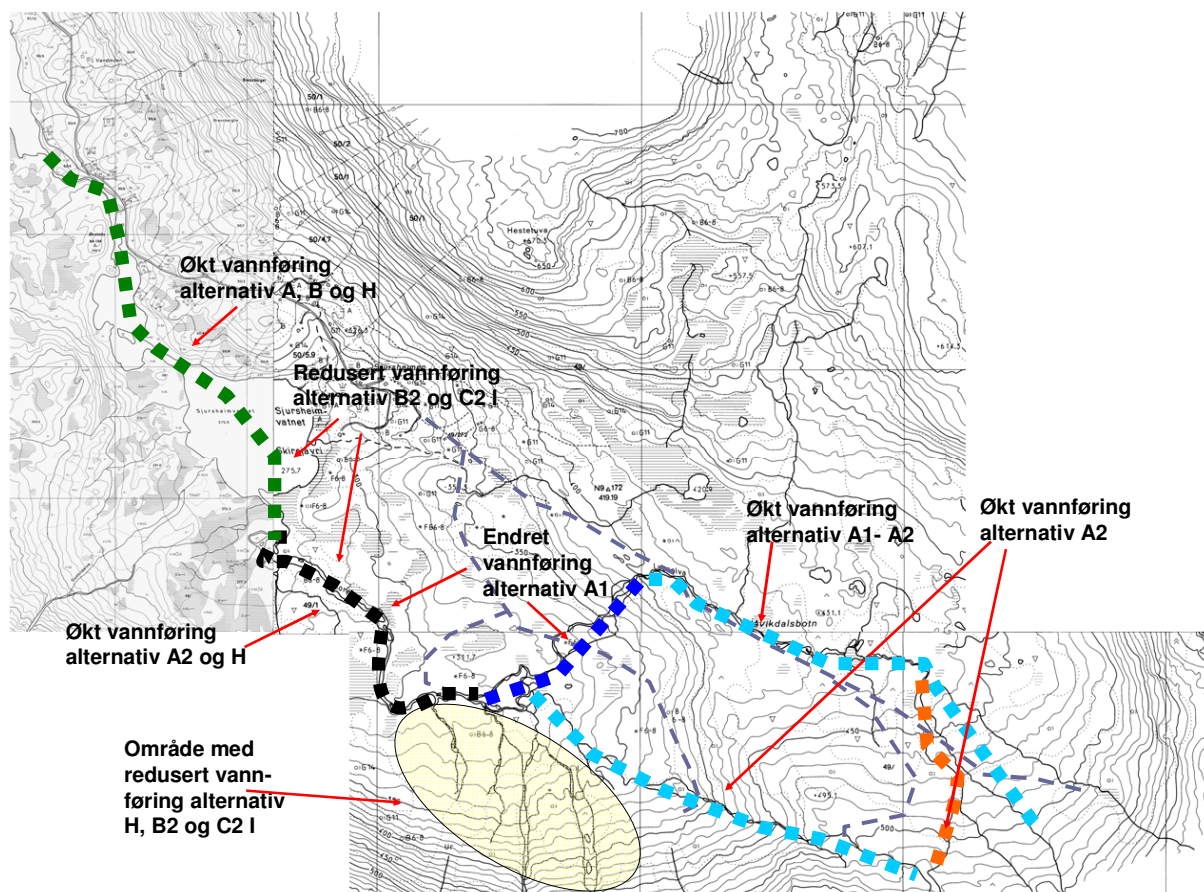


Fig 2.1 Elvestrekninger i Håkvikdalen oppstrøms Storvatnet hvor vannføringen berøres.

2.3 Nervatnet kraftverk

Kraftverket vil utnytte fallet mellom Storvatnet og Nervatnet og vil benytte eksisterende overføringstunnel som vannveg. Eksisterende inntakskonstruksjon er bygget om uavhengig av et eventuelt kraftverk. Tappeluka vil bli rehabilitert med nytt lukeblad og opptrekk.

Dagens tappetunnel benyttes som vannveg, men må renskes opp og strosses i enkelte partier. Tunnelen er 1450 m hvorav ca. 390 m oppstrøms luka. For å ta opp vanntrykket som vil bli bygget opp når kraftverket bygges, vil det måtte legges rør i ca. 290 m ytterst mot stasjonen. Rørene legges fritt på opplegg i tunnelen og støpes inn i en betongpropp ved overgangen til den råsprenge tunnelen. Tunnelen må strosses på rørstrekningen av hensyn til transportbehov og monteringsplass for rørene.

Kraftstasjonen forutsettes bygget ved utløpet av tunnelen og får undervann ved kote ca. 218.5 (Nytt høydegrunnlag). Maksimal brutto fallhøyde fra HRV i Storvatnet blir da $256.6 - 218.5 = \text{ca. } 38 \text{ m}$. Kraftverket kan ikke utnytte hele fallvariasjonen. Ved utlegging av turbinen må det velges en konstruksjonsfallhøyde hvor turbinen har best virkningsgrad. Kraftstasjonen må stoppes når vannstanden i Storvatnet kommer under en gitt grense. Det er lagt til grunn at aggregatet kan utnytte en minste fallhøyde på 40 % av maksimal fallhøyde eller ca. 15.0 m. Dette tilsier at aggregatet må stanses når vannstanden kommer under ca. kote 236. Det forutsettes installert ett horisontalt Francisaggregat med maksimal slukeevne $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ og maksimal ytelse ved HRV på 1.6 MW. Når vannstanden i Storvatnet nærmer seg lavest nyttbare vannstand, vil slukeevnen måtte reduseres (Flæte 2011). For å få flest mulige driftsdøgn med tilstrekkelig fallhøyde kan det derfor være en målsetning for kraftverket å holde vannstanden mest mulig over dette nivået.

2.4 Overføring fra Hardhausvatnet, Skavtuvatnan og Naustbakkelva

Overføring av avløpet fra disse feltene, som i dag drenerer til Beisfjorden, er beskrevet i meldingen og vurdert nærmere nå. Overføringen vil måtte skje ved hjelp av sperredammer og kanalisering. Samlet produksjonsgevinst i Nervatnet og Håkvik kraftverk er beregnet til i overkant av 1 GWh. Kostnadene for de vegløse arbeidene det her er snakk om, er usikre og høyere enn normal lønnsomhetsgrense. I tillegg vil den økte vassføringen i bekkene ned mot Storvatnet med stor sannsynlighet medføre skadelig erosjon. Området der inngrepene vil skje er dessuten karakterisert som et botanisk og geologisk spennende område med betydelige naturverdier. På bakgrunn av ovenstående beskrivelse er det besluttet å avstå fra å søke om overføringene (Flæte 2011).

3. Metode og datagrunnlag

I løpet av 2009 ble det utarbeidet et nytt dybdekart for Storvatn-magasinet. Oppmålingene i de tørrlagte delene av reguleringssonen er utført ved hjelp av laserskanning fra fly, mens dybdemålingene er basert på ekkolodd. Det nye dybdekartet fra 2009 er sammenlignet med oppmålinger fra 1946. På bakgrunn av dette er det utarbeidet en høydemodell/ endringskart som beskriver endring i løpet av denne perioden. Grov oppløsning og lav nøyaktighet på de gamle kartene sammenlignet med kart basert på moderne laserteknologi med høy nøyaktighetsgrad kan imidlertid representere en feilkilde som må tas hensyn til.

I januar 2009 ble det etablert en målestasjon for suspensjonstransport ved utløpet av tappetunnelen fra Storvatn. Målestasjonen ble etablert for å kvantifisere mengden sedimenter som transporteres fra Storvatn til Nervatn. Målestasjonen er utrustet med en ISCO 6712 automatprøvetaker som tar en vannprøve pr. døgn. I tilknytning til stasjonsdriften tas det jevnlig (ca 2 pr måned) store vannprøver for analyse av kornfordelingen på suspensjonsmaterialet.

Det er også gjennomført tre befaringer i områdene som vil bli berørt av de aktuelle tiltakene, juni og september 2008 og mai 2009. Under befaringene er det i tillegg til feltobservasjoner også hentet inn en del sedimentprøver fra reguleringssonen og fra en del elvestrekninger.

Det er gjennomført to befaringer i Storvatn, 26. juni 2008 og 27. mai 2009. I 2009 var det et ønske om å observere på lavest mulig vannstand med snø og isfrie forhold for å se mest mulig av løsmassene i reguleringssonen. Under befaringen i juni 2008 var magasin vannstanden på ca 243 (LRV er 223. HRV er 258.6 etter gammelt høydegrunnlag). Av den totale regulerings høyden på 35,6 m var de øverste ca 15,5 m av en reguleringssone på 35,6 m synlige denne dagen. Under befaringen 27. mai 2009 var vannstanden noe lavere, ca 239.5 m, dvs at ca 19 m av reguleringssonen var tørrlagt. Minimumsvannstanden i 2009 ble målt 8. april og var på 224.7 m. På dette tidspunktet var reguleringssonen imidlertid dekket av snø og is.

I tillegg til områdene ved Storvatn er det også gjennomført befaring og kartlegging av sedimentasjon/erosjon på flere aktuelle delstrekninger. Dette gjelder strekningen Sjursheimvatnet - Storvatn. Håkvikdalsbotn, Lasselva og Storelva til Sjursheimvatn og Skamdalen fra Skamdalsvatn til laksetrappa. I tillegg er det også gjennomført befaringer av tre mindre felt ved Hardhausen/Vardefjellet. Dette er et område der det imidlertid ikke lenger er aktuelt å gjøre tiltak.

4. Konsekvensvurdering

4.1 Storvatnet

Magasinet er bygd ut i flere etapper, første gang i 1915. Da ble vannstanden ensidig hevet med 4 m. Det ble bygget en senkingstunnel inn i vatnet i forbindelse med at Mølufoss kraftverk ble bygget i 1921. Vannstanden ble hevet ytterligere 2 m til dagens HRV (256,6 m o h). LRV ble etter dette 240,6 m o h som tilsvarer en senking med ca. 10 m. I perioden 1921 til 1957 ble total reguleringshøyde ca. 16 m, 6 m heving og 10 m senking. I 1957 ble det gjennomslag for dagens tappetunnel med inntak på 222.5 m o h (etter ombygging 2010). Total reguleringshøyde ble etter dette 35,6 m, 10 m heving og 25.6 m senkning (HRV: 256,6, LRV: 221,0).

Bunnsedimentene består av til dels tykke lag med finfordelte lagdelte sedimenter, hovedsakelig sand og grov silt. Sidebekker har gravd ut til dels dype raviner i disse sedimentene i perioder med lav vannstand. Det er spesielt i den delen av reguleringssonen som ligger lavere enn uregulert normalvannstand at tykkelsen med finfordelte sedimenter stedvis kan være stor. Erosjon og senkningspotensialet i flere av sidebekkene i denne sonen ser ut til fremdeles å være høyt. En av sidebekkene ved nordsiden av Storvatnet ble avbildet i juni 2008 og deretter i mai 2009, se fig. 4.1 ab og 4.1 cd.

De øverste 10 meterne av reguleringssonen utgjør en vannstandsheving i forhold til normalvannstand før regulering. I denne sonen er det synlige spor etter opprinnelig strandlinje, muligens også strandlinjer fra framherskende vannstander etter regulering. Det er mindre finfordelte sedimenter i disse nivåene og stedvis bærer strandlinjene preg av utvasking, se fig 4.2.

Ved innløpet/ deltaområdet er hovedløpet preget av senkning som sannsynligvis har sammenheng med lang tids manøvrering av magasinet. Bergterskler/ berggrunn og stedvis grovt armeringslag/ dekkjikt begrenser imidlertid en videre vertikal erosjon og senkning av løpet og tilbakeskridende erosjon i dette området, se fig 4.3. Slike terskler forekommer ved flere vannstander, se fig 4.4. Dette har ført til at elva har etablert et meanderende løp med en til dels omfattende sideveis erosjon, se fig 4.5. Aktiv lateral erosjon i deltaområdet er svært synlig, se fig 4.6. Denne erosjonsformen gjør seg gjeldene i forskjellige nivåer avhengig av vannstanden i magasinet, se fig 4.7. Stedvis er det steile skråninger i finsand og silt iblandet kohesivt materiale (organisk innhold ser ut til å stabilisere skråninger og redusere utrasninger), se fig 4.8. Det er utviklet strandlinjer ved ulike vannstandsnivåer.

Flere sidebekker er gjennomgående dypt erodert ned i løsmassene (stedvis tykke avsetninger) i reguleringssonen. Det forekommer innslag av leire i avsetningene, se fig 4.9. Flere av bekkene har utviklet et tilsynelatende permanent dekkjikt av grovere sedimenter som hindrer videre senkning og tilbakeskridende erosjon, se fig 4.10. Stedvis er det også fjellgrunn eller bergterskler som hindrer videre senkning. I noen av disse er det tegn til lateral/ sideveis erosjon med en meanderende løpsform.

Vika i det sydvestlige område av Storvatnet er flatt og grunt med tykke avsetninger av sand og silt, se fig 4.11. Småbekkene som drenerer i området har ført til et godt utviklet ravinelandskap i løsmasseformasjonene i reguleringssonen, se fig 4.12. Flere bekkesystemer er dypt nedskjært i løsmassene, se fig 4.13.



Fig 4.1 ab Sidebekkene har gravd ut til dels dype raviner i bunnsedimentene i Storvatn ved lav vannstand. Bilder viser utviklingen i samme bekk fra 26 juni 2008 (venstre bilde) og til 27. mai 2009 (høyre bilde).



Fig 4.1 cd Sidebekkene har gravd ut til dels dype raviner i bunnsedimentene i Storvatn ved lav vannstand. Bildet viser utviklingen i samme bekk fra 26 juni 2008 (venstre bilde) og til 27. mai 2009 (høyre bilde).



Fig 4.2 ab Storvatn, synlige spor etter opprinnelig strandlinje, muligens også strandlinjer fra framherskende 2vannstander etter regulering. Det var mindre finfordelte sedimenter i disse nivåene. Bildet viser utviklingen i samme bekk fra 26 juni 2008 (venstre bilde) og til 27. mai 2009 (høyre bilde).



Fig 4.3 Bergterskler i reguleringssonen ved innløpet til Storvatnet.



Fig 4.4 Bergterskel ved innløp til Storvatn, vst 239.5.



Fig 4.5 Menadrerende løpsformer i nedtappet innløpsområde.



Fig 4.6 Aktiv lateral (sideveis) erosjon i innløpsområdet.



Fig 4.7 Aktiv lateral erosjon er i deltaområdet i Storvatnet er svært synlig. Denne erosjonsformen gjør seg gjeldene i forskjellige nivåer avhengig av vannstanden i magasinet.



Fig 4.8 Steile løsmasseskråninger i innløpsområdet med innslag av kohesivt materiale.



Fig 4.9 Innslag av leire i avsetningene i reguleringssonen. Avsetningene i Storvatnet består av silt og sand og stedvis finere materiale. Finfordelt materiale som eroderes i reguleringssonen tilføres som suspendert stoff til magasinet og kan føres videre ut i vassdraget.



Fig 4.10 Dekksjikt av grovere sedimenter i små sidebekker.



Fig 4.11 Sørvestlige deler av Storvatn, grunt og flatt område med tykke avsetninger.



Fig 4.12 Ravinelandskap i løsmasseformasjonene i reguleringssonen.



Fig 4.13 Dype nedskjæringer i løsmassene.

Senke hastighet er en viktig faktor i forhold til utrasning i sidekanter i reguleringsmagasiner. Under en rask nedtapping av vannstanden vil det dannes et overtrykk i sedimentene langs kanten fordi trykket ikke blir kompensert av et tilsvarende mottrykk fra vannet i magasinet. Dette overtrykket reduserer skjærfastheten i skråningen og forårsaker små utglidninger ytterst i skråningen. Høy hastighet på grunnvannet ut mot skråningsoverflaten kan også medvirke til å fjerne finstoff eller rive løs enkeltkorn fra massene. For ensgraderte sedimenter kan dette resultere i dannelse av små raviner, deretter utskalkinger og til slutt redusert stabilitet med større utglidninger. Prosessen benevnes som grunnvannserosjon. Den er spesielt utpreget i Storvatn-magasinet under stor nedtapping.

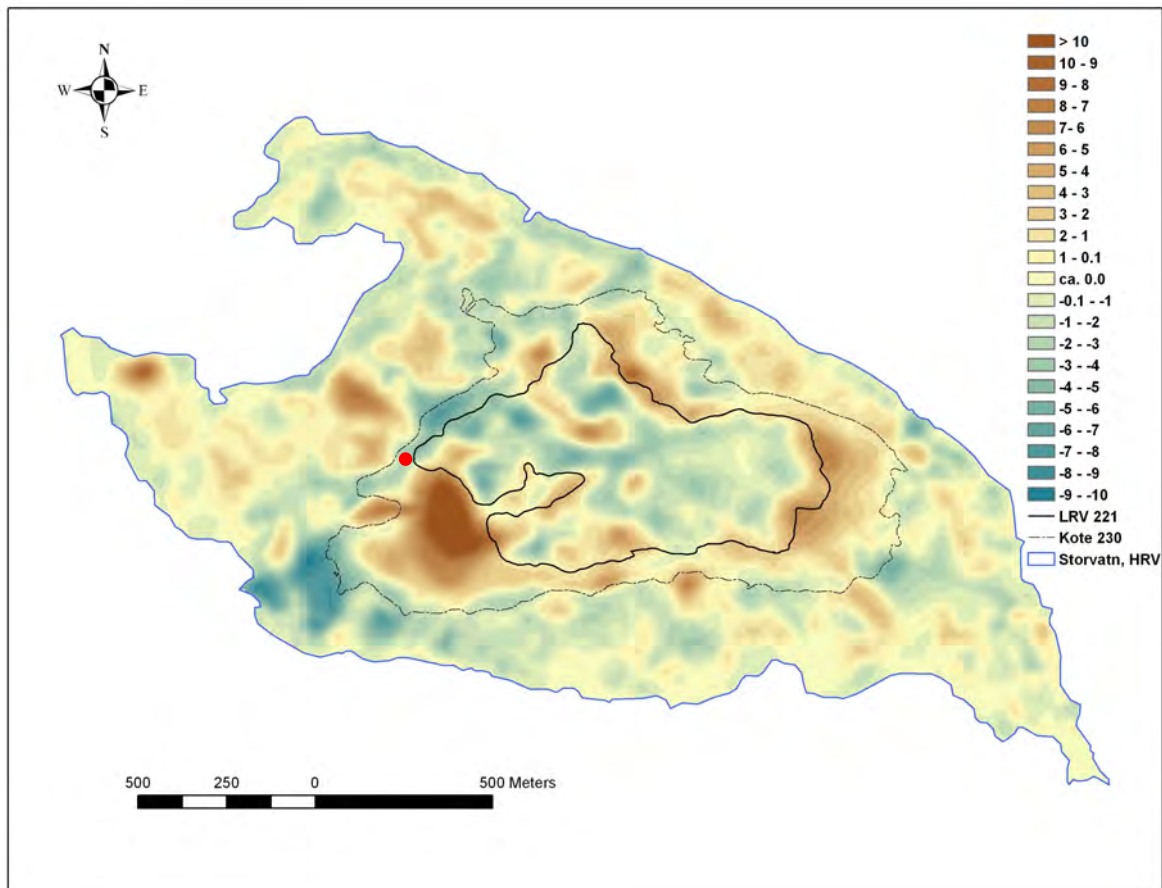


Fig 4.14 Endringer mellom bunnivåer fra 1946 og 2009. Kote 221 (LRV) og kote 230 er inntegnet og omrisset av Storvatn tilsvarende HRV. Lyse farger indikerer liten endring, mens røde viser områder med pålagring og blå er områder med senkning av bunnivåene. Innløpet til tappetunnelen er vist med rød indikator.

Reguleringssonen i Storvatnet er preget av erosjon etter lang tids regulering. Kart (fig 4.14) beskriver endringer av bunnivåene mellom 1946 og dagens forhold (2009). Nedskjæringer i reguleringssonen langs flere av innløpselevene vises også på endringskartet. Kartet viser også at det har vært en omfordeling av sedimenter i reguleringssonen og fra reguleringssonen og ned til de dypeste delene av magasinet. Det er særlig i nivåene under vannstand 230 m o h at det har vært mye pålagring. Stedvis er det også en del sedimentasjon høyere opp i reguleringssonen i grunnere deler av magasinet. Mye av disse sedimentene har sannsynligvis også blitt tilført fra elvene omkring. Det er særlig Storelva og Kvitforselva som ser ut til å ha tilført mye sedimenter. I området ved Storelvas innløp er senkning av løpet begrenset av bergterskler flere steder. Lateral erosjon og løpsforflytninger kan observeres ute i terrenget. Dette gjengis som

sammenhengende felter med lavere nivåer enn det som vises på kartene fra 1946. I innløpsområdet har det stedvis også vært en viss sedimentasjon. Nedstrøms bergterskelen (ca 240-245 m) er det et område hvor det har vært en betydelig sedimentasjon i perioden 1946 til 2009. Mye av dette er fra sedimenttransport i Storelva, men også omfordeling av sedimenter fra deltaområdet og reguleringssonen omkring. Det er også andre elver som har innløp i dette området.

De største endringene siden 1946 forekommer i et område syd vest i magasinet. Det har vært en stor pålagring i et relativt stort område i reguleringssonen. Dette kan være en kombinasjon av sedimenter tilført fra erosjon i reguleringssonen under manøvrering av magasinet og erosjon fra Kvitforselva når den drenerer gjennom reguleringssonen. Kvitforselva tilfører sannsynligvis også en del sedimenter fra vassdraget oppstrøms.

Omkring inntaket til tappetunnelen er det også sammenhengende områder som ligger lavere enn i 1946. Sedimentene fra dette området er sannsynligvis både spylt ned i de dypeste delene av magasinet og ut gjennom tappetunnelen til Nervatn.

Kartet viser også at det har vært endringer i området lengst syd/ vest. I dette området er det utviklet et nettverk av raviner og nedskjæringer. Endringene beskrives imidlertid ikke like detaljert på kartet som de kan observeres ut i terrenget.

Grov oppløsning og lav nøyaktighet på de gamle kartene sammenlignet med moderne laserteknologi med høy nøyaktighetsgrad, kan sannsynligvis gi et uklart bilde over detaljene i landskapet.

Kartet beskriver også at det stedvis har vært senkning og andre steder pålagring i de dypeste områdene under LRV (kote 221). Det er mer uklart hva dette kan skyldes, men det kan ha sammenheng med utglidninger som er utløst i reguleringssonen og omfordeling av masser som følge av dette.

4.1.1. Konsekvenser for erosjon ved forskjellige manøvreringsalternativer

Det forutsettes ingen endring i reguleringsgrensene i forbindelse med revisjon av manøvreringsreglementet, men det søkes om overføring av vann fra Tverrdalselva for å bedre fyllingsforholdene i Storvatnet. Samtidig legges det til grunn at reglementet skal inneholde krav til fylling i sommerperioden fra vintertappingen slutter om våren til ny tapping starter om høsten. I alternativbeskrivelsen nedenfor er alternativ 0 uten overføring fra Tverrdalselva. Alternativ 1-3 er inkludert overføring. (Sværd 2011ab).

Endringer i manøvreringsreglementet og vannstandsregime i Storvatn innvirker på erosjonsprosessene i magasinet. Det antas at ingen av manøvreringsalternativene fører til en økt senkehastighet i forhold til dagens situasjon. Fyllingskurver utarbeidet for alternativ 3 i år med forskjellige tilsigsforhold er vist i vedlegg 3.

Manøvreringsendringer som ikke senker vannstanden ned til like lave vannstander som under dagens regime, vil redusere erosjonsforholdene i de dypeste delene av reguleringssonen. Utspylingen av bunnsedimenter gjennom tappetunnelen til Nervatn vil avta sterkt eller opphøre. Det vil imidlertid tilføres en viss mengde finpartikler fra den aktive delen av reguleringssonen som ligger lavere enn uregulert normalvannstand.

Målinger ved utløpet av tappetunnelen i 2009 har vist at utspyling av sedimenter øker signifikant når vannstanden nærmer seg LRV. Konsentrasjonsøkningen inntreffer når vannstanden synker til nivåer mellom 227 og 225 m, se fig 4.15. Høy vannføring i

tappetunnelen ved høyere vannstander gir svært små eller ingen utslag i konsentrasjonen i utløpet av tunnelen, se fig 4.16a. Kornfordelingsanalyser fra perioden da vannstanden er nede på minimum viser en markert økning av sandinnholdet i suspensjonsmaterialet, se fig 4.17a. Dette skyldes sannsynligvis erosjon og utvasking av bunnsedimenter nær inntakskonstruksjonen. I perioden april til juni er det også målt en viss økning i andelen partikler i leirfraksjonen. Dette kan skyldes utvasking av materiale i reguleringssonen som sannsynligvis tiltar når is og snø i reguleringssonen gradvis smelter, og at det forekommer bølgeerosjon og utvasking i forbindelse med at vannstanden gradvis stiger i samme periode. Det kan også være en viss tilførsel av partikler fra elvene og breene omkring i denne perioden. Tappetunnelen er stengt i perioden 14. april til 8. juni og i noen korte perioder etter dette, se fig 4.16a. Det er imidlertid en viss lekkasje (13-25 l/s) som kan gi et representativt bilde av magasinvannet. Andelen finfordelte partikler avtar igjen i løpet av juli. Dette sammenfaller med at vannstanden har steget så mye at det meste av reguleringssonen er satt under vann. I tabell 4.1a og fig 4.17a vises resultatene av kornfordelingsanalysene i 2009. Vannføring i 2009 og flerårsmiddel (1982-2007) av vannføringen i Storelva (st.nr 174.3 Øvstevatn) og vannstandsutviklingen i Storvatn er vist i fig 4.19a og fig 4.19b. Flerårsmiddel av vannføringen i Storelva gir et bilde av tilsigsforholdene/ vannføringsregimet i området sammenlignet med manøvreringen av Storvatn magasinet.

Suspensjonskonsentrasjonen vedvarer på et lavt nivå fra sommeren 2009 og fram til siste halvdel av februar 2010. Mot slutten av februar stiger konsentrasjonen gradvis til et maksimum på ca 70 mg/l i løpet av noen få dager, fig. 4.16b. Dette skjer samtidig med at vannstanden synker til nivåer omkring 227-226 moh (gammelt høydegrunnlag), se fig. 4.15b. Hovedårsaken til konsentrasjonsøkningen skyldes trolig utvasking av bunnsedimenter i områdene nærmest tunnelinnslaget, (se fig. 4.18), men det er uvisst hvor mye materiale som bringes inn fra tørrlagte områder noe lenger unna.

Vannføringsforholdene i tappetunnelen i perioden før og under nedtappingsfasen følger det samme mønsteret som i 2009. Konsentrasjonsforskjellene mellom nedtappingene i 2009 og 2010 er allikevel relativt store. Isforholdene under nedtappingen kan hatt en viss innvirkning siden vannstanden var ned på et minimum så tidlig som i slutten av februar.

Tappetunnelen var stengt i perioden 25. februar og fram til 5. august 2010. I løpet av sommeren i ble det utført en oppgradering av inntakskonstruksjonen, se fig. 4.18. En ønsket effekt av denne oppgraderingen er bl.a at det bringes mindre sedimenter inn i tappetunnelen.

I forbindelse med åpning av luken i begynnelsen av august øker konsentrasjonen noe i en kort periode. Dette har trolig sammenheng med utvasking av sedimenter fra tunnelsålen. Deretter synker konsentrasjonen ned til et minimum, selv om vannføringen øker opp mot samme nivå som i begynnelsen av februar. Lavere konsentrasjoner har trolig sammenheng med økt vannstand i Storvatnet og dermed mindre erosjon og utvasking av bunnsedimenter i nærheten av tunnelinnslaget. Endringer i tappevolum ut av tunnelen ser ikke ut til å gi variasjoner i sedimentkonsentrasjon under forhold med høy vannstand. Unntaket kan være når tunnelen stenges helt og at det inntreffer en utspylingseffekt ved neste åpning. Det var antydning til et slikt kjøremønster i perioder i løpet av høsten 2010, men konsentrasjonene varierte på et svært lavt nivå 0-1 mg/l, som er under grensen av hva som kan betraktes som målbart.

I tabell 4.1b og fig 4.17b vises resultatene av kornfordelingsanalysene i 2010. Det ble ikke tatt prøver av kornfordelingen i perioden med økning i konsentrasjon under lav vannstand slik som i 2009.

Suspensjonskonsentrasjonen vedvarer på et lavt nivå fra årsskiftet 2010-2011 og fram til første halvdel av februar, se fig 4.16.c Tidvis med små utslag på opp mot 2 mg/l. I begynnelsen av februar stiger konsentrasjonen til et maksimum på 5.4 mg/l i løpet av to dager, som er betydelig lavere enn i 2009 og 2010. Dette skjer samtidig med at vannstanden synker til nivåer omkring 227-226 moh (gammelt høydegrunnlag), se fig. 4.15c. Utløpstunnelen ble stengt 11. februar.

Konsentrasjoner på 5-6 mg/l er svært lave nivåer. Vannføringsforholdene i tappetunnelen i perioden før og under nedtappingsfasen følger det samme mønsteret som i 2009 og 2010. Det er grunn til å tro at den sterkt reduserte konsentrasjonen i 2011 skyldes oppgraderingene av inntakskonstruksjonen som ble utført sommeren 2010, se fig. 4.18.

Resultatene fra kornfordelingsanalysene i 2011 er vist i tabell 4.1c og fig. 4.16d. Leirinnholdet øker noe samtidig som vannstanden synker i løpet av januar og februar. Konsentrasjonen stiger til et lite maksimum 8. februar (5-6 mg/l), se fig 2.9. Det er noe mer sand i suspensjonsmaterialet ved lav vannstand (226.7 m) rett før tunnelen ble stengt enn tidligere på vinteren, se tabell 4.1c, fig 4.17c.

Manøvreringsrestriksjoner og økt tilsig via overføringen fra Tverrdalen, vil gi økt fyllingsgrad i perioder som normalt har lav vannstand under dagens forhold. En reduksjon av perioden med lav vannstand vil redusere erosjonsbelastningen på bunnsedimentene i reguleringssonen. Det gjelder spesielt den delen av reguleringssonen som ligger lavere enn uregulert normalvannstand hvor tykkelsen med finfordelte sedimenter stedvis er stor.

Alternativ (0): Nullalternativet medfører ingen nye utbygginger i vassdraget. Det forventes at revisjonssaken vil gi restriksjoner i bruken av magasinet, og at dette vil medføre at produksjonen i Håkvik kraftverk blir lavere enn i dag.

Manøvreringsendringene er ikke fastsatt.

Alternativ (1): Videreføring av dagens reglement, men med overføring fra Tverrdalselva - ingen restriksjoner på fylling. Det kan forventes at dagens erosjonsforhold også blir uendret. Unntaket vil være at inntakskonstruksjonen i bunnen av Storvatn er utbedret slik at det kan forventes en reduksjon i utspyling av sedimenter gjennom tunnelen. Overføring av vann fra Tverrdalselva vil imidlertid kunne gi økt fyllingsgrad såfremt ikke produksjonen i Håkvik kraftstasjon økes tilsvarende.

Alternativ (2): Forutsetter overføring fra Tverrdalselva. Når vintertappingen er slutt ca. 1. april, tillates ikke tapping før 1.10 og at fyllingen har nådd 8,0 m under HRV. Vannstanden holdes på minimum dette nivået til 1.10 som antas å være start for vintertapping. Mellom 1.10 og 1.4 disponeres magasinet etter kraftverkets behov.

Endring av tappeperioden fra dagens reglement (ingen restriksjoner) til avslutning på vintertappingen ca 1. april vil redusere erosjonsbelastningen på de laveste nivåene av magasinet i forhold til dagens situasjon. Restriksjoner i bruken av magasinet fram til 1. oktober vil gi en raskere oppfylling. Dette vil føre til at perioden når bunnsedimentene eksponeres for erosjon også avtar. En fyllingsgrad på HRV -8 m er veldig nær normalvannstand før regulering. Dette betyr at perioden med de høyeste vannstandene også blir kortere.

Alternativ (3): Som alt. 2, men ingen tapping før vannstanden har nådd 5.0 m under HRV.

En fyllingsgrad på HRV -8 m (ref alternativ 2) er veldig nær normalvannstand før regulering. Alternativ 3 har strengere restriksjoner før tapping kan starte (HRV -5 m). Dette vil sannsynligvis redusere perioden med lavere vannstander noe i forhold til alternativ 2, noe som kan være positivt i forhold til å redusere erosjonsbelastningen på bunnsedimentene.

4.1.2. Sedimenttransport i Håkvik kraftstasjon.

For å få kjennskap til sedimentmengden som passerer Nervatnet og ned til Håkvik kraftstasjon ble det også tatt en stikkprøve av suspensjonskonsentrasjon og kornfordeling på driftsvannet. Den aktuelle prøven ble tatt 2. april 2009 som er i en periode med svært lavt lokaltilsig til Nervatnet. Det er ikke direkte målinger av lokaltilsiget, men lav vannføring i Storelva oppstrøms Storvatnet (st.nr 174.3 Øvstevatn) indikerer lavt tilsig i denne perioden, se fig 4.18b. Det meste av tilsiget og partikkeltilførsel kan derfor forventes å komme fra Storvatnet i denne perioden.

Vannføringen i overføringstunnelen fra Storvatn var på $0.29 \text{ m}^3/\text{s}$ 2/4 kl 1200, men var på ca $4 \text{ m}^3/\text{s}$ noen dager tidligere. Samtidig var det en driftsvannføring på $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 2. april. Suspensjonskonsentrasjonen ved utløp Storvatn ble målt til 75.6 mg/l som gir en transport på ca 1.9 tonn/døgn . Konsentrasjonen i kraftstasjonen var på 1.8 mg/l som gir en transport på ca 0.33 tonn/døgn . Dette utgjør ca 17 % av transporten fra Storvatnet samme døgn. Transporten fra Storvatnet var på over 80 tonn/døgn noen få dager tidligere (27/3), se fig 4.16b. Avstanden mellom innløp og utløp i Nervatnet er på ca 1.5 km, så det kan forventes en viss sedimentasjon og transporttid på strekningen. Kornfordelingen av suspensjonsmaterialet var mer finfordelt i driftsvannet i kraftstasjonen enn det som ble målt i utløpet av Storvatnet, med et leirinnhold på henholdsvis 22.7 % og 5.5 %, se tabell 4.1.

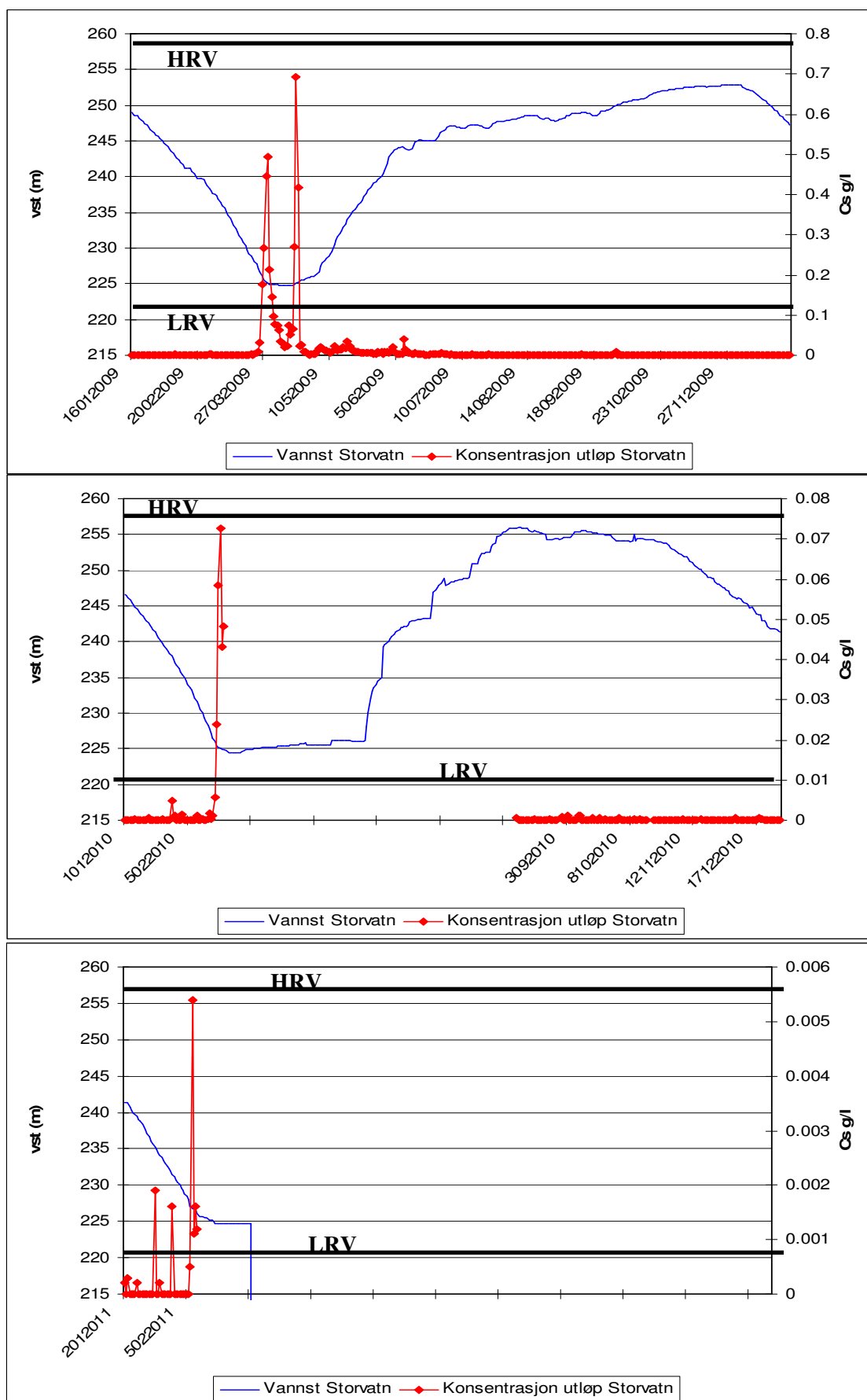


Fig. 4.15abc Minerogen suspensjonskonsentrasjon ved utløp Storvatnet og vannstand i Storvatnet i 2009-2011.

Tabell 4.1a Vannføring og andel leir, silt og sand i suspensjonsprøver, utløp Storvatnet i 2009. Tre av prøvene er tatt under forhold med stengt tappeluke. Det er imidlertid en viss lekkasje (13-25 l/s, merket rødt) som allikevel kan gi et representativt bilde av magasin vannet. Resultater fra Håkvik kraftstasjon (blå) og samtidig prøve fra utløp Storvatn (lys blå).

ID	Dato kl	vannf. utløp (m ³ /s)	vst Storv (m)	%leir	%silt	%sand
HAK001	2/2 0900	5.16	244.7	7.7	90.5	1.9
HAK002	25/2 1200	Ca 6.0	238.7	6.1	86.1	7.9
HAK003	23/3 0915	4.35	227.7	15.0	82.7	2.3
HAK004	30/3 0830	0.58	225	4.3	78.6	17.2
HKR005 KRV	2/4 1150	2.1		22.7	66.3	11.1
HAK006	2/4 1230	0.29	224.8	4.5	84.2	11.4
HAK007	16/4 0850	0.013	225.5	19.9	63.0	17.1
HAK008	8/5 0850	0.025	232.9	29.6	69.7	0.7
HAK009	2/6 0910	0.019	243.2	28.0	72.0	0.0
HAK010	26/6 0920	4.28	245.2	22.9	74.9	2.2
HAK011	20/7 0850	4.5	247.1	8.4	81.8	9.8
HAK012	17/8 0840	2.15	248.5	7.9	79.2	12.9
HAK051	9/9 1010	0.145	248.2	7.3	79.5	13.2
HAK052	2/10 0855	0.047	250.3	18.9	74.7	6.5
HAK053	27/10 1330	0.025	252.1	8.7	82.4	8.8
HAK054	20/11 1210	0.052	252.8	7.0	80.2	12.8
HAK055	14/12 0810	8.043	251.18	7.5	85.5	7.0
Middel (utløp)				12.7	79.1	8.2

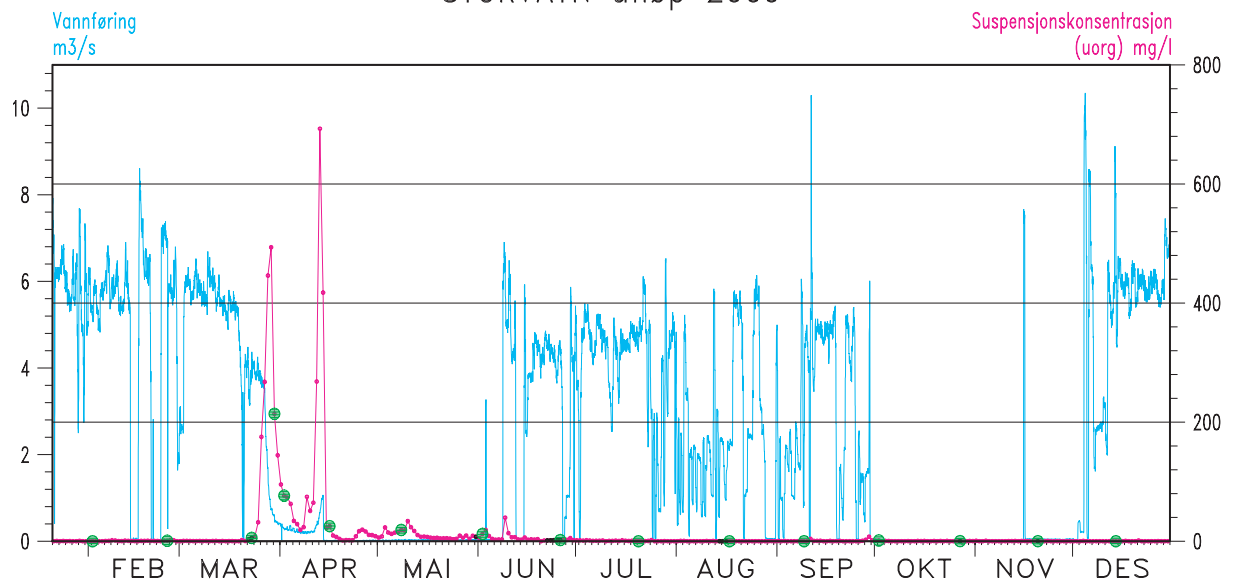
Tabell 4.1b Vannføring og andel leir, silt og sand i suspensjonsprøver, utløp Storvatnet i 2010.

ID	Dato kl	vannf. utløp (m ³ /s)	vst Storv (m)	%leir	%silt	%sand
HAK001	7/1 0950	5.73	244.8	7.0	77.6	15.3
HAK002	1/2 0900	5.90	235.8	13.7	79.8	6.4
HAK003	31/8 1010	0.11	254.5	7.3	78.2	14.6
HAK004	23/9 0840	0.40	255.1	7.3	66.7	26.0
HAK005	21/10 0950	5.75	254.3	6.3	82.9	10.8
HAK006	16/11 0900	5.19	250.0	8.8	73.0	18.2
HAK007	10/12 0820	5.4	245.5	7.0	77.6	15.3
Middel (utløp)				8.2	75.7	16.1

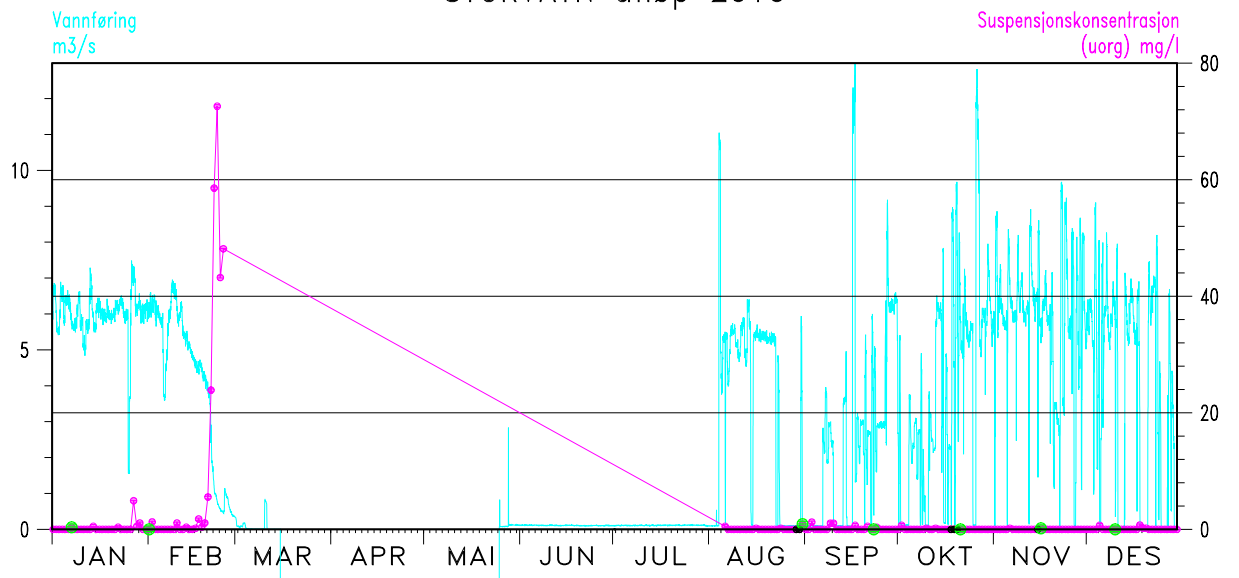
Tabell 4.1c Vannføring og andel leir, silt og sand i suspensjonsprøver, utløp Storvatnet i 2011

ID	Dato kl	vannf. utløp (m ³ /s)	vst Storv (m)	%leir	%silt	%sand
HAK001	4/1 0900	6.45	240.7	10.3	87.0	2.7
HAK002	28/1 0850	6.03	231.5	11.4	80.5	8.1
HAK003	4/2 0930	5.05	228.8	17.9	81.1	1.0
HAK004	8/2 0900	3.79	226.7	17.1	68.7	14.3
Middel (utløp)				14.2	79.3	6.5

STORVATN utløp 2009



STORVATN utløp 2010



STORVATN utløp 2011

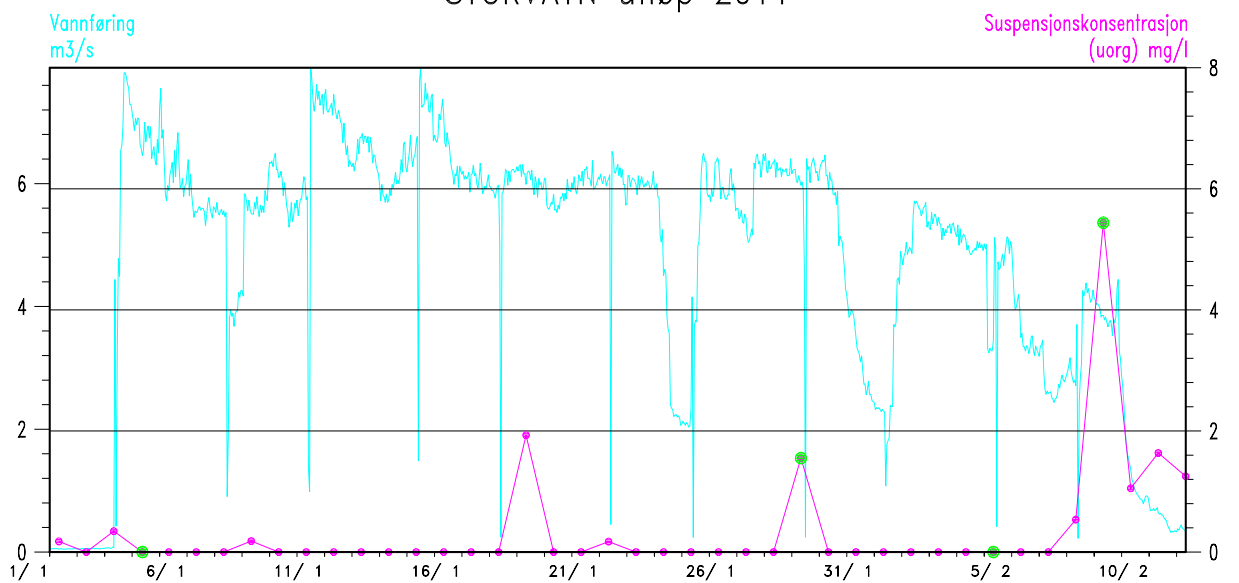


Fig. 4.16abc Minerogen suspensjonskonsentrasjon ved utløp Storvatnet i 2009-2011. Lav konsentrasjon også ved høy vannføring når vannstanden er noe høyere enn LRV. Store grønne symboler er tidspunkt for kornfordelingsprøver.

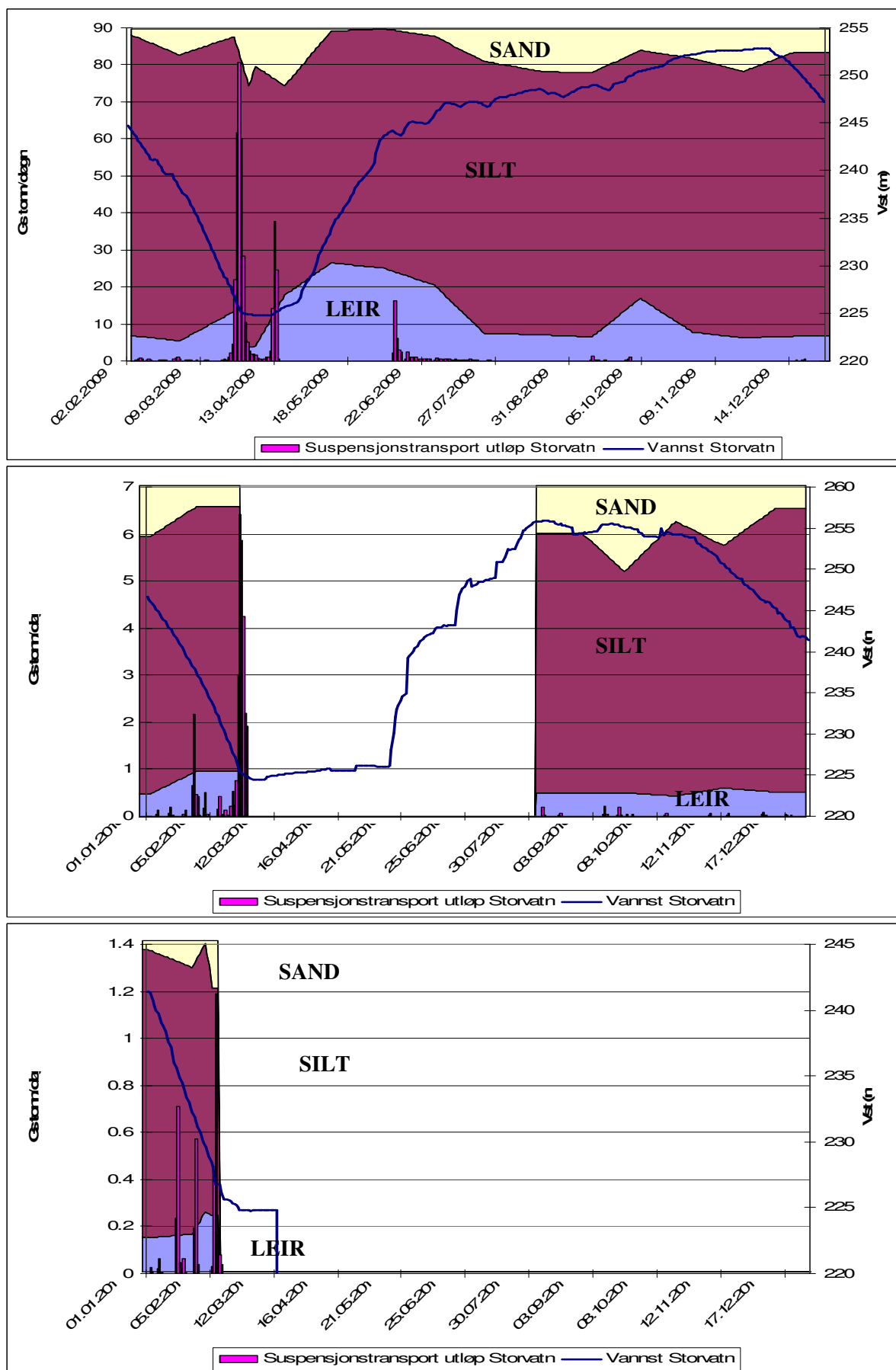


Fig. 4.17abc Minerogen suspensjonstransport ved utløp Storvatnet i 2009 – 2011 plottet sammen med vannstand i Storvatnet. Bakgrunnsfargene indikerer materialsammensetningen gjennom sesongen.

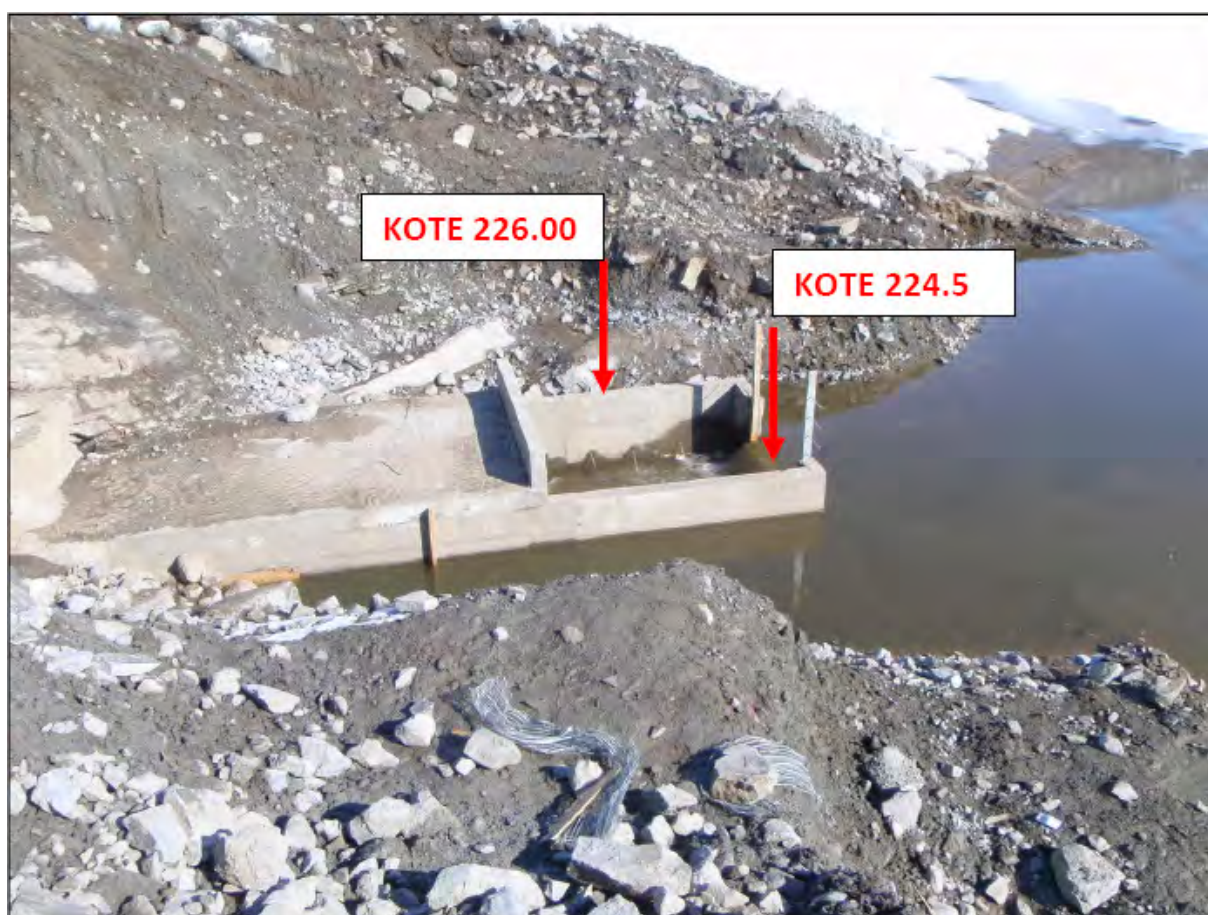


Fig. 4.18 Tunnelinnslaget i bunnen av Storstvatnet før og etter utbedring (gammelt høydegrunnlag, ny høyde er -2 m.)

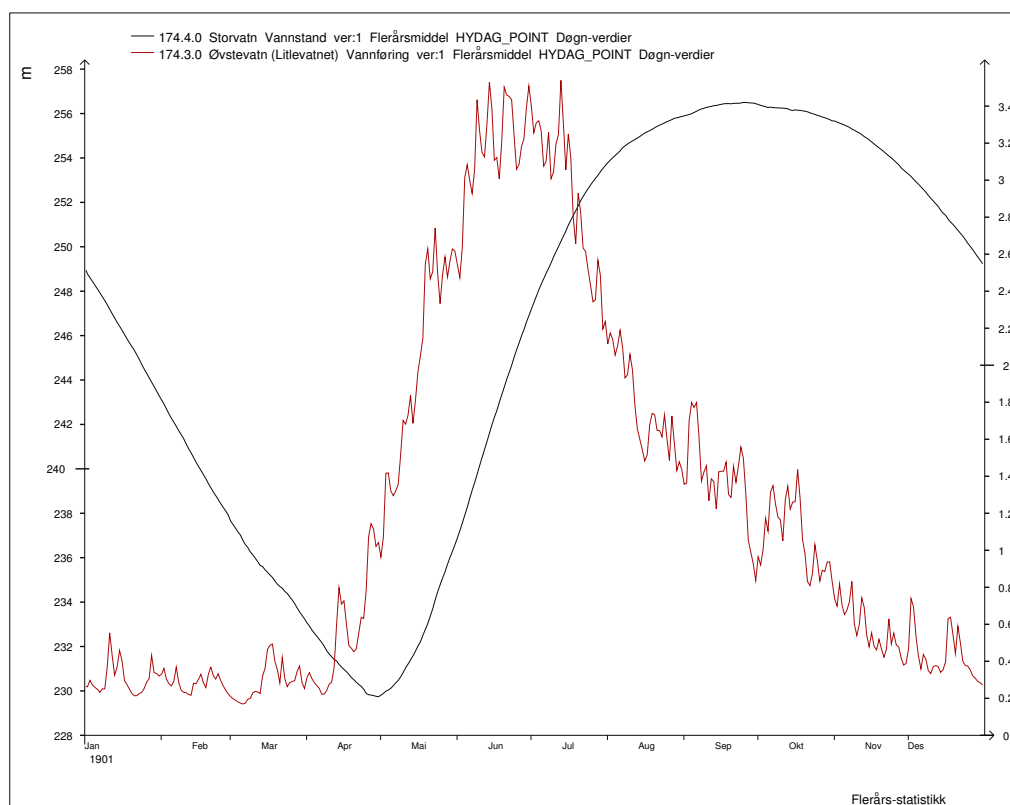


Fig 4.19a Flerårsmiddel (1982-2007) av vannføringen i Storelva (st.nr 174.3 Øvstevatn) og vannstandsutviklingen i Storvatn.

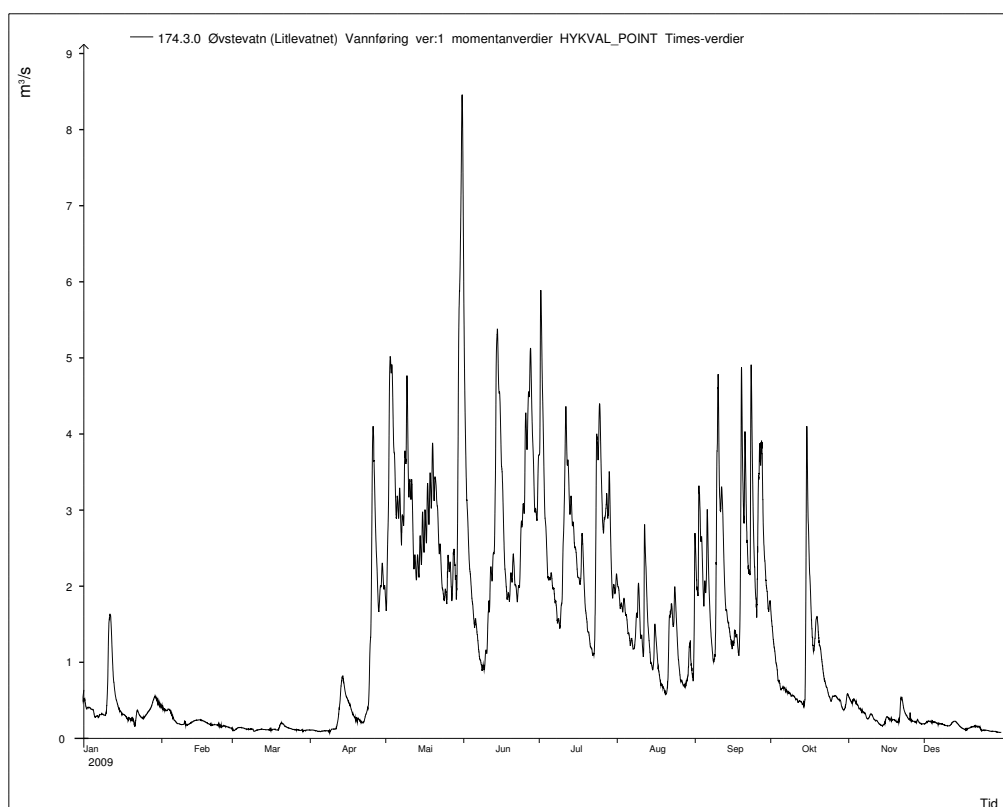


Fig 4.19b Vannføring i Storelva i 2009 (st.nr 174.3 Øvstevatn).

4.1.3. Vannføringsepisode 16/8 -2010.

Flybilledokumentasjon fra 18/8 2010 (fig. 4.20 og fig. 4.21) viser at sjøene oppstrøms Storvatn, dvs Sjørheimvatn og Litlevatnet har vesentlige mengder med suspenderte partikler i vannmassene. Dette er trolig tilført i forbindelse med en mindre flom to til tre dager før bildet ble tatt. Flybildene viser også at bresjøene i Middagsskaret framstår med høyt innhold av suspenderte partikler, se fig. 4.20. Det er kjent at dette området har store forekomster av finfordelte sedimenter langs elveløpet, se fig. 4.22. Breene i området bidrar sannsynligvis også med ny tilførsel. Bildet viser Storvatnet som framstår som klart med svært lite suspenderte partikler i vannmassene. En sky av suspenderte partikler kan imidlertid sees ved innløpet der Storelva fra Sjørheimvatnet kommer inn og blander seg med det langt klarere vannet i Storvatn. Ved utløpet av Storvatnet er det motsatte forhold der det klare vannet fra Storvatn drenerer inn og blandes med vannmassene i Nervatnet som framstår med betydelige mengder suspensjonsmateriale på dette tidspunktet. (målinger fra utløpet i Storvatn viser svært lave konsentrasjoner i denne perioden).

Flybilledokumentasjon fra 18/8 2010 (fig. 4.21) viser at Nervatnet nedstrøms Storvatn har vesentlige mengder med suspenderte partikler i vannmassene. Samtidig tappes det vann fra Storvatnet (ca 5.3 m³/s). Konsentrasjonsmålinger av tappevannet fra Storvatn viser et svært lavt uorganisk partikkelinnhold, dvs 0.0 mg/l (ikke målbare konsentrasjoner) det ble målt et organisk innhold på ca 1.0 mg/ i perioden 16.-20. august som er svært lavt. Det rene vannet sees tydelig i fra tunnelåpningen og i kanalen før det blandes inn i de mer sedimentrike vannmassene i Nervatnet. Det kan tyde på at de høye sedimentkonsentrasjonene som observeres i Nervatnet skyldes tilførsel fra breene ved Skjomstindane.

Bresjøer i dette området framstår med høyt innhold av suspenderte partikler på flybildene fra 18. august 2010, se fig. 4.21. Det meste av lokaltilsiget til Nervatnet fra syd har tilsig fra området omkring Skjomstindane, se fig. 4.23. Tilsiget herfra kan tidvis innholde visse mengder materiale fra breene i området.

Ved høy vannstand er det også stort vannvolum i Storvatn magasinet, der innsig av sedimentrikt vann ikke øker konsentrasjonen i vesentlig grad. Vannstanden omkring naturlig vannstand gir ingen eller svært lite utvasking av sedimenter fra reguleringssonen i motsetning til ved lavere vannstand der det er store mengder med finfordelte partikler. Resultater fra 2009 og 2010 viser svært lave konsentrasjoner ved utløpstunnelen i Storvatn i perioder med høye vannstander, dvs fra 240-245 m o h og høyere. Selv i perioder med stort tilsig til Storvatn er det lite endringer i konsentrasjon ved utløpet under slike forhold. Mindre sjøer i området med mindre vannvolum, får raskere en økt suspensjonskonsentrasjon under episoder med tilførsel av sedimenter fra feltet omkring.



Fig. 4.20 Flybilde som viser situasjonen 18. august 2010. Vatn i Middagsskaret (1 og 2) er tydelig påvirket av sedimenter. Vatn (1) har tilsig fra to grener av feltet oppstrøms, vatn (2) og delfelt uten tilsig fra andre vatn oppstrøms. Vatn (3) har tilsig til Kvittforselva og Storvatn, mens vatn (4) drenerer til Skjomen. Se kart med delfeltinndeling i fig. 4.28. (Fra Norgebilder.no)



Fig. 4.21 Flybilde som viser situasjonen 18. august 2010. Bresjø ved Skjomstindane (3) er tydelig påvirket av sedimenter. Dette området drenerer direkte via elveløpet (3) til Nedrevatnet, slik at dette påvirkes av bresedimenter. Tilsig av klart vann fra Storstvatnet via overføringstunnel er synlig ved innløpet (1). Se kart med delfeltinndeling i fig. 4.28. (Fra Norgebilder.no)



Fig. 4.22 Finfordelte sedimenter i elveløpet ved Middagsskaret

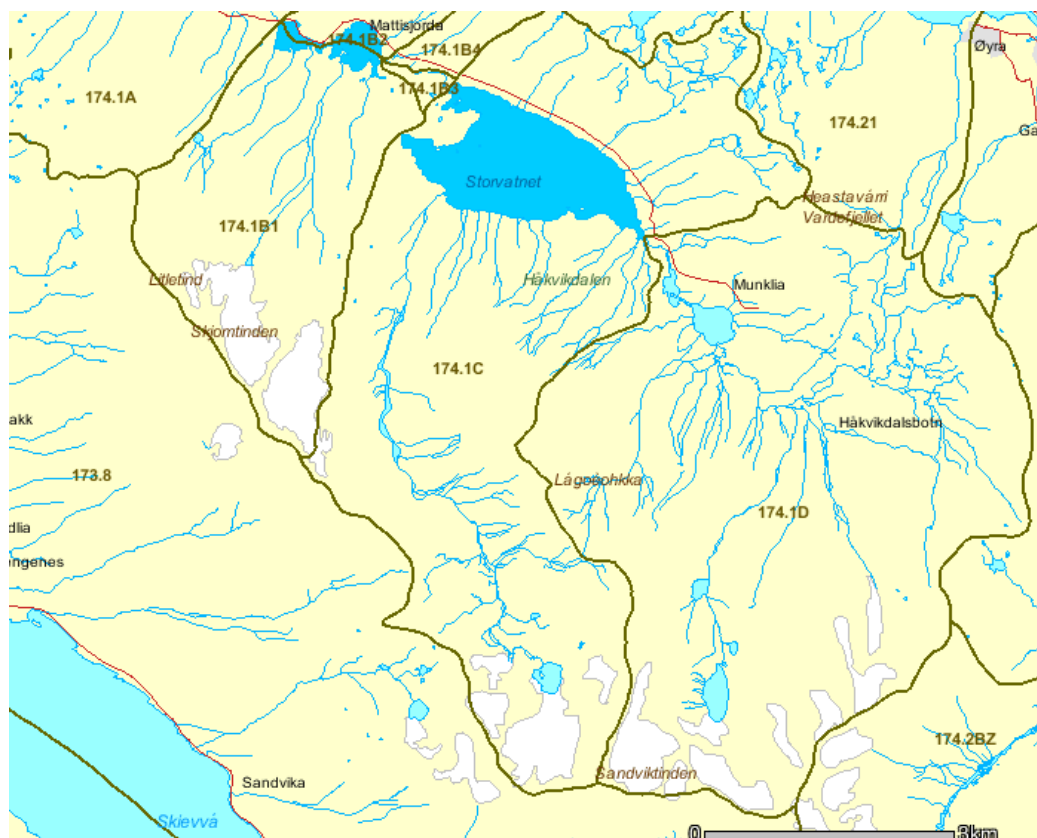


Fig. 4.23 Delfeltinndeling Håkvikvassdraget sydøst.

4.2 Overføring fra Tverrdalselva

Det er flere alternativer for utførelse av overføringstunnelen, men inntaket i Tverrdalen er planlagt på samme sted for alle alternativene, (se kart i vedlegg 7.1 og 7.2 og beskrivelse i kap 2.2). Inntaket i Tverrdalen utstyres med tappeorgan og overløpsnivå som avstemmer tappingen til henholdsvis Tverrdalselva og Håkvikdalen slik at den garanterte minstevannføringen til Tverrdalselva prioriteres og slik at flomvannføringer som overstiger ca. 5.2 m³/s også slippes til Tverrdalen/ Skamdalen. Oppstrøms inntaket er det sammenhengende og stedvis tykt morenedekke i dalbunnen og i dalsidene. Det er sannsynlig at inntaksdammen kan få tilført en viss mengde sedimenter.

4.2.1. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved hovedalternativet (H)

Overføringstunnelen fra Tverrdalen munner ut syd for Storelvas sydligste gren i Håkvikdalen, ved ca. kote 400. Herfra legges rør i grøft til kraftstasjonen som er planlagt i området ved samløpet Lasseelva og Storelva, ca 1,1 km oppstrøms Sjursheimvatnet. Avløpet fra tre bekker i Middagsskaret er også planlagt tatt inn på tunnelen, se kart i vedlegg 1.

4.2.1.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ H

Samløp Storeelva/ Lasseelva) til Sjursheimvatnet: Tykkelsen på morenedekket øker og blir mer sammenhengende nedover i Håkvikdalen. Det er stadig større forekomster av grus i elveløpet nedover i dalen. På flatere partier er det nærmest sammenhengende dekke med grus, se fig 4.24. I brattere partier er elveløpet nesten renspylt for grus, og elvebunnen preges av stor stein og bart fjell, se fig 4.25. Etter samløpet med Lasseelva og sidelver fra Middagsskaret/ Sandvikstind ser forekomstene av grus i elveløpet ut til å være tiltagende. Det er sannsynligvis også en viss tilførsel fra sideelvene ved Middagsskaret. På slake strekninger er det et sammenhengende dekke med grus og innslag av sand på elvebunnen, se fig 4.26. Tilførselen av sedimenter ser ut til å komme fra morene, forvittringsmateriale og rasmateriale i nedbørfeltet. Utover dette er det ingen klart definerte sedimentkilder langs elveløpet.



Fig 4.24 Tiltagende mengder med grus i elveløpet på slakere strekninger nedover i dalen. Større mektighet på morenedekket omkring.



Fig 4.25 På brattere strekninger er elva renspylt for grus.



Fig 4.26 Nedenfor samløp med Lasseelva og de største sidebekkene. Sammenhengende dekke av grus på slakere strekninger.

Elvesedimentene på de flate strekningene er tilgjengelig for videretransport nedover i vassdraget under høye vannføringer og flom. Det kan forventes en viss løpserosjon og løpstilpasning i forbindelse med økt vannføring ved overføring fra Tverrdalselva.

Den nederste strekningen av Storelva før innløp til Sjørheimvatnet har en relativt lav gradient. Denne strekningen ligger på ca kote 278-79, bare få meter høyere enn vannstanden i Sjørheimvatnet, se fig 4.27. Det er klare tegn på erosjon langs elvebredden på denne strekningen under dagens forhold, se fig 4.28. Spesielt i overgangen mellom den bratte elvestrekningen og den flatere strekningen i nedre del er det aktiv erosjon langs elvebredden. Stedvis er det aktiv bankdannelse i løpet under dagens vannføring og transportforhold, se fig 4.29

Området omkring den nederste slakere strekningen består av fluviale sedimenter og er dannet som en elveslette av flomsedimenter, se fig 4.30. Elvesletten er dannet i to nivåer, som sannsynligvis er betinget av forskjellig vannstand i Sjørheimvatnet i tidligere perioder. Elva har en viss bunntransport av materiale i grus og sandfraksjonen, se fig 4.31 og fig 4.32.

Økning av vannføring med opp til $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$ vil trolig øke belastningen på elvekantene på den omtalte strekningen. Vannføringsøkningen vil sannsynligvis også føre til en økt tilførsel av bunntransportert materiale fra elvestrekningene oppstrøms deltaområdet. Det er først og fremst tilførsel av grus og sand som sannsynligvis vil øke, men høye vannføringer kan også øke transporten av grovere materiale. Dette kan føre til sedimentasjon i elveløpet, som kan forsterkes noe av at økt vannføring påvirker vannstanden i Sjørheimvatnet og fører til oppstuvningseffekter og redusert strømhastighet i innløpselva. Det er foretatt beregninger av vannstandsendringer i Sjørheimvatn som følge av økt vannføring i innløpselva (Sværd 2011b).



Fig 4.27 Delta-området ved innløpet til Sjørheimvatnet (blå firkant) og elvestrekningen mellom Sjørheimvatn og Storvatnet.



Fig 4.28 Yttersvingerosjon langs Storelva oppstrøms Sjursheimvatnet.



Fig 4.29 Sand og grusbanker i elveløpet i deltaområdet.



Fig 4.30 Fluviale sedimenter langs elvebredden i deltaområdet.



Fig 4.31 Bunnsedimenter i grus og sandfraksjonen.



Fig 4.32 Sandbanke i elvløpet i deltaområdet rett oppstrøms utløpet til Sjursheimvatnet.

Det er i perioden fra smeltesesongen starter og fram til august/september og i flomsituasjoner ellers i året at vannføringer på inntil $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$ vil være tilgjengelig for overføring fra Tverrdalselva, (se Sværd 2011a). Dette betyr at flommer som allerede er av kritisk størrelse i Storelva med hensyn på erosjon, transport og utforming av elveløpet også økes med inntil $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Størrelsen på 100-års flom ved st. nr 174.3 Øvstevatn (utløp Sjursheimvatn) vil etter dagens regime være på mellom $10\text{-}14 \text{ m}^3/\text{s}$ (basert på døgnmiddelvannføring) se fig 4.33. Flommer av denne størrelsen kan derfor inntreffe langt hyppigere ved økning av vannføringen. Sjursheim kraftverk vil imidlertid bli bygget slik at den kan stoppes i ekstreme flomsituasjoner, og at driftsvannet slippes naturlig i Tverrdalselva.

Det kan forventes løpsendringer og løpstilpasninger på strekningen mellom Sjursheim kraftverk og Sjursheimvatnet i forbindelse med økning i vannføringen. Det er spesielt elveløpet i deltaområdet som vil være mest utsatt.

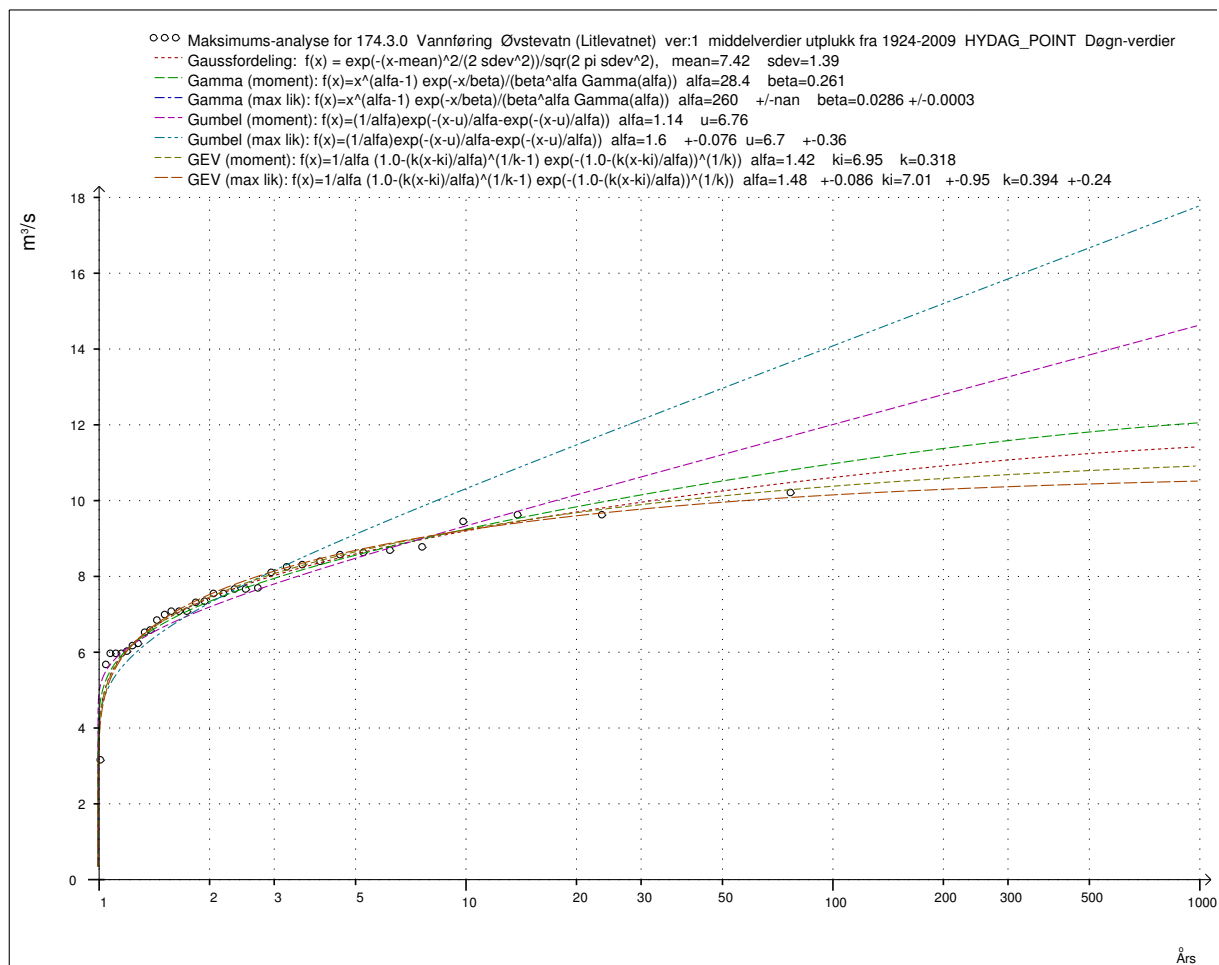


Fig. 4.33 Flomfrekvensanalyse for st. nr 174.3 Øvstevatn.

Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet (se fig 4.27) vil også få en vannføringsøkning opp mot 5.2 m³/s ved overføring av vann fra Tverrdalselva. Elveløpet på strekningen fra utløpet av Sjursheimvatnet og ned til innløpet av Storvatnet bærer preg av grov blokk og berggrunn, se fig 4.34. Rett nedstrøms utløpet fra Sjursheimvatnet består elvekanten av vegetasjonsdekket sand/grus, se fig 4.35. Denne elvekanten kan være erosjonsutsatt i situasjoner med høy vannstand/vannføring. På deler av strekningen videre nedover ligger elva i et gjel med fjell på begge sider.

I reguleringssonen ved innløpet til Storvatnet er løpet preget av senkning som har sammenheng med langvarig manøvrering av magasinet. Bergterskler/ berggrunn begrenser imidlertid en videre senkning i dette området, se fig 4.36.

I deltaområdet er aktiv lateral erosjon svært synlig. Denne erosjonsformen gjør seg gjeldene i forskjellige nivåer avhengig av vannstanden i magasinet, se fig 4.37. Økt vannføring i dette området kan imidlertid forsterke denne erosjonsformen, men dette vil være avhengig av fyllingsgrad i magasinet.



Fig 4.34 En del av strekningen mellom Sjursheimvatn og Storvatn.



Fig 4.35 Elveløpet rett nedenfor utløpet av Sjursheimvatn.



Fig 4.36 Bergterskler i reguleringssonen ved innløpet til Storvatnet.



Fig 4.37 Aktiv lateral erosjon er i deltaområdet Storvatnet er svært synlig. Denne erosjonsformen gjør seg gjeldene i forskjellige nivåer avhengig av vannstanden i magasinet.

4.2.1.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ H

Bekker fra Middagsskaret: Det vil bli redusert vannføring i tre bekker i Middagsskaret nedstrøms inntakspunktet og samløpet med Storelva. Ved skråningsfoten i Håkvikdalen drenerer bekkene igjennom et område preget av rasjord og stedvis tykke moreneformasjoner, se fig 4.38. Området har tydelige spor etter snøskred, men er også preget av steinsprang/ fjellskred. Redusert vannføring i disse bekkene vil også representere en reduksjon i sedimenttilførsel fra disse. På strekningene innover i dalen er det til dels mektige moreneavsetninger. Den naturlige sedimenttransporten oppe i Middagsskaret kan derfor gi en viss tilførsel fram til inntaksstedet. Det er også forekomster av finfordelte (silt) sedimenter langs elveløpet, særlig i den vestligste av de tre aktuelle bekkene. Dette er materiale som bringes i suspensjon under forhold med høy vannføring. I en situasjon hvor disse tre bekkene tas inn på tunnelen vil dette materialet komme inn i driftsvannet.

Tverrdalselva og Skamdalselva: Tverrdalselva/ Skamdalselva nedstrøms inntak i Tverrdalen vil få en reduksjon i vannføringen med inntil 5.2 m³/s. En overføring av vann fra Tverrdalselva til Håkvikdalen vil i følge de aktuelle planene redusere vannføringen i nedre deler av Skamdalen (ved laksetrappa) med 19 % (Sværd 2011a). Tverrdalselva drenerer naturlig mot Skamdalen og har innløp til Skamdalsvatn rett ved utløpet av sjøen, se fig 4.39. Det er dannet en elvevifte i dette området, hvor et av løpene har innløp i Skamdalselva nedstrøms utløpsterskelen til Skamdalsvatn. Vannføringen i dette løpet er vurdert til å utgjøre ca 3 % av samlet vannføring. Dette gjelder uansett vannføring, dvs at 97 % går inn via Skamdalsvatn (Sværd 2010c). Fordelingen av sedimenttransporten mellom løpene i dette området følger sannsynligvis samme mønster. Skamdalsvatn fungerer som sedimentasjonsbasseng for materialtransporten fra de øvre delene av Skamdalen.

Ved utløpet av Skamdalsvatn og langs den øvre strekningen av Skamdalselva nedstrøms utløpet er det stein som dominerer bunnmaterialet i elveløpet. Elvestrekningen mellom Skamdalsvatn og Nedre Skamdalsvatn er ca 2.5 km lang. Oppstrøms deltaområdet i nedre Skamdalsvatn er elvedsedimentene sammensatt av til dels grov grus og stein. Utover deltaområdet er det en gradvis overgang mot mer finfordelte sedimenter. Det er særlig sand, og fin grus som dominerer i dette området. Den nederste delen av elvestrekningen mellom Skamdalsvatn og Nedre Skamdalsvatn bærer preg av å være et sedimentasjonsområde med forgrenede elveløp, se fig 4.40. Nedre Skamdalsvatnet er også svært grunt. Deltaområdet bærer preg av at det sannsynligvis er stadig tilførsel av nye sedimenter. Sammenligning av flybilder fra 1990 og 2003 viser imidlertid ikke synlige endringer i området i denne perioden, se fig. 4.41.

En lavere vannføring og strømhastighet vil føre til redusert transportkapasitet i Skamdalselva. Det meste av sedimenttilførselen til nedre Skamdalsvatn kommer trolig fra tilførselsbekker i området nedstrøms Skamdalsvatn. Disse bekkene vil ikke berøres av de aktuelle planene. Eventuell sedimenttilførsel fra Tverrdalselva som ikke sedimenterer i Skamdalsvatn vil reduseres som følge av reduksjon i vannføringen. Redusert vannføring i hovedløpet kan imidlertid føre til en endring i sedimentasjonsdynamikken i deltaområdet slik at sedimentasjonsområdet forflyttes oppstrøms. Dette kan føre til bankedannelse i løpet og økt belastning på elvekantene i dette området. Det kan oppstå løpsendringer som følge av dette, men redusert vannføring kan også føre til at løpskapasiteten opprettholdes.



Fig 4.38 Ras og morenemateriale ved bratte sidebekker fra Middagsskaret/ Sandvikstind.



Fig 4.39 Tverrdalselva med innløp til Skamdalsvatn. Utløp Skamdalsvatn til høyre i bildet.



Fig 4.40 Innløpsområdet til nedre Skamdalsvatn. Området er svært grunt og bærer preg av å være et sedimentasjonsområde.



Fig 4.41 Flybilder fra deltaområdet til nedre Skamdalsvatn, øvre bilde: 1990, nedre bilde: 2003.

4.2.2. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (A1)

Overføringstunnelen fra Tverrdalen munner ut i en av tre forgreninger av Lasseelva lengst øst i Håkvikdalen ved ca. kote 600. Vannet ledes i eksisterende elveløp til et inntak på kote 400 hvor det bygges et kraftverksinntak. Herfra legges rør i grøft til kraftstasjonen like oppstrøms Sjørheimvatnet (to alternative traseer). Avløpet fra Tverrdalsoverføringen og resttilsaget i øvre del av Lasseelva føres i kanal eller rør ut i elva rett oppstrøms utløpet i vatnet. Lasseelva/Storelva mellom inntaket og Sjørheimvatnet blir dermed ikke berørt av den økte vannføringen, se kart i vedlegg 2.

4.2.2.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ A1

Øvre Lasseelva til inntak ved kote 400 i Håkvikdalsbotn. Lasseelva er en nordlig gren av Storelva i Håkvikdalsbotn, se fig 4.42. Elva ligger i den nordlige del av Håkvikdalsbotn og har tilsig fra områdene mellom Tverrdalsryggen i nord og Middagsfjellet i sørøst. I dalbunnen ligger elva i et område med bart fjell og torvdekke, se fig 4.43. Elveløpet preges av stor stein, grov grus og renspylte sva, men det er også spredte forekomster av finere grus i elveløpet, se fig 4.44.



Fig 4.42
Elveløp som ble fulgt under befaringen i september 2008.

Slakere strekninger har preg av å være fluviale avsetningsområder stedvis med mye grus også dekket med fuktig myrpreget torv, se fig 4.45 I disse områdene er elva gjerne delt i flere definerte kanaler ofte dypt nedskåret i torvlaget. Bunnsedimentene består av grus med innslag av sand, se fig 4.46. Sedimentene i disse områdene er tilgjengelige for transport/ utspyling i forbindelse med høy vannføring og flom. De viktigste sedimentkildene er sannsynligvis morenedekke og forvittringsmateriale i nedbørfeltet.

I den øvre delen av feltet inn mot Tverrdalsryggen er elveløpet delt i tre grener. Alle løpene er i utgangspunktet aktuelle for tunnelpåhugg fra Tverrdalen. Terrenget i området består av tynt morenedekke dekket av torv, stedvis med bart fjell. Elveløpet veksler mellom bergterskler, rensfylte sva, grov blokk og innslag av grus, se fig 4.47.

Elveløpene i de øvre delene av feltet har lav kapasitet. Ved en økning av vannføringen med 5.2 m³/s vil det bli løpstilpasninger og løpsendringer. Fluviale delstrekninger lenger ned i vassdraget (som omtalt ovenfor) vil også være utsatt for løpstilpasninger og løpsendringer ved en økning i vannføringen. Det kan forventes en økning av sedimenttransporten i Lasseelva fram til det planlagte inntaksstedet. Dette gjelder spesielt i den første tiden etter at vannføringsøkningen er iverksatt.

Innløpsområdet/ nedre del av innløpsdelta i Sjursheimvatnet. Utslipp av driftsvann fra kraftstasjonen er planlagt inne i deltaområdet, ca 100 til 150 m fra utløpet i Sjursheimvatnet. Dette vil representere en økt erosjonsbelastning på elveløpet i dette området. Det bør vurderes om utløpskanalen bør legges direkte til Sjursheimvatnet slik at deltaområdet ikke berøres.

Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet: Samme som for hovedalternativet.



Fig 4.43 Blokker og bart fjell i elveløpet. Torvdekke og usammenhengende morenedekke i terrenget omkring.



Fig 4.44 Spredte forekomster av grus og sand i Lasseelva.



Fig 4.45 Slakere strekninger med med torvdekke og nedskåret elveløp. Sammenhengende dekke av grus og noe sand i elveløpet.



Fig 4.46 Sammenhengende dekke av grus og sand.



Fig 4.47 Den øvre delen av elveløpet veksler mellom bergterskler, rensfylte sva, grov blokk og innslag av grus av grus og sand.

4.2.2.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ A1

Lasselva nedstrøms inntak og ned til Sjørheimvatnet: Vannføringen på denne strekningen vil kunne reduseres opp mot tilsvarende resttilsig i øvre del av Lasselva (med fratrekk av minstevannføring). En reduksjon i vannføringen som følge av periodevis overføring av resttilsiget i øvre del av Lasselva vil imidlertid føre til en generell reduksjon i sedimenttransporten, men sedimentbidraget fra den øvre del av vassdraget vil også være mindre som følge av at denne strekningen tas inn på overføringen. Slukeevnen i Sjørheim kraftverk vil være 4.3 m³/s, mens overføringskapasiteten fra Tverrdalen vil være 5.2 m³/s. Dette betyr at det under flom vil være høyere vannføring nedstrøms inntaket, mens det under lave vannføringer kan inntreffe situasjoner med redusert vannføring.

Tverrdalselva og Skamdalselva: Samme som for hovedalternativet.

4.2.3. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (A2)

Overføringstunnelen munner ut som i alternativ A1 eventuelt på ca. kote 530 i sydligste gren av Lasselva hvor vannet fordeles mellom Lasseelva og det sørlige løpet (Storelvas sørøstlige gren) for å redusere flom- og erosjonsproblematikken. Vannet ledes i eksisterende elveløp til Sjørheimvatnet. I dette alternativet blir ikke Sjørheim kraftverk bygget, se kart i vedlegg 2.

4.2.3.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ A2

Øvre del av Lasseelva og Storelva mellom overføringstunnel og Sjørheimvatnet. Øvre del av Storelva går gjennom et område med tynt usammenhengende løsmassedekke dekket med torv. Elvesedimenter i dette området består av store stein, blokk og bart fjell, fig 4.48. Elva følger stedvis en forsenkning i berggrunnen nedover mot Håkvikdalsbotn, se fig 4.49. På bratte strekninger preges løpet av grove blokker og bart fjell, se fig 4.50. Små sidebekker tilfører grus til hovedelva fra det omkringliggende morenedekket, se fig 4.46. Flate partier lenger ned synes å være sedimentasjonsområder. Disse områdene har myrpreg med tykke torvlag, stedvis med elveløpet dypt nedskåret. Elveløpet i disse områdene preges av grov grus som er tilgjengelig for videretransport under høye vannføringer, se fig 4.52.

Ved alternativ A2 er det planlagt en fordeling av vannføringen mellom Lasseelva og Storelvas sydlige gren. Dette vil redusere løpstilpasningene i Lasselva som beskrevet i alternativ A1 og fordele påvirkningene mellom de to øvre elveförgreiningene. Den nedre delstrekningen av Storelva (etter samløp med Lasselva og Storelvas sydlige gren) ned til Sjørheimvatnet vil berøres på samme måte som beskrevet under hovedalternativet. En forskjell er at vannføringen kan være mer dempet etter å ha drenert i de naturlige løpene i Lasseelva og øvre Storelva sammenlignet med et direkte utslipp fra kraftstasjonen som i hovedalternativet. Løpsendringer og tilpasninger i den første fasen etter en vannføringsøkning kan også føre til en økning i sedimenttransporten fra den øvre til nedre del av vassdraget. Dette gjelder spesielt i den første tiden etter at vannføringsøkningen er iverksatt.

Storelva mellom Sjørheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet: Samme som for hovedalternativet.



Fig 4.48 Tynt og usammenhengende morenedekke og torv. Grove sedimenter og bart fjell i elveløpet.



Fig 4.49 Elva følger en forsenkning i landskapet, Storvatn i bakgrunnen.



Fig 4.50 Grove blokker og bart fjell i elveløpet.



Fig 4.51 Små sidebekker med grus, sannsynligvis vasket ut av morenedekket.



Fig 4.52 Slakere strekninger preges av å være sedimentasjonsområder. Sammenhengende grus i elveløpet.

4.2.3.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ A2

Tverrdalselva og Skamdalselva: Samme som for hovedalternativet.

4.2.4. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (B1)

Overføringstunnelen fra Tverrdalen munner ut ved ca kote 410 i lia ovenfor øvre del av Storelva. Herfra legges rør i grøft til kraftstasjonen like oppstrøms Sjursheimvatnet som i alternativ A1. Avløpet føres i kanal eller rør ut i elva rett oppstrøms utløpet i vatnet. Lasseelva og Storelva mellom inntaket og Sjursheimvatnet blir dermed ikke berørt av den økte vannføringen, se kart i vedlegg 2.

4.2.4.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ B1:

Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet: Samme som for hovedalternativet.

Innløpsområde/ nedre del av innløpsdelta i Sjursheimvatnet. Samme som for alternativ A1.

4.2.4.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ B1:

Tverrdalselva og Skamdalselva: Samme som for hovedalternativet.

4.2.5. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (B2)

Planløsningen blir i det vesentlige som for B1, men avløpet fra de tre bekkene i Middagsskardet tas inn på tunnelen som i hovedalternativet, se kart i vedlegg 2.

4.2.5.1. Strekninger med økt vannføring ved alternativ B2

Storelva mellom Sjursheimvatnet (Litlevatnet) og Storvatnet: Samme som for hovedalternativet.

Innløpsområdet/ nedre del av innløpsdelta i Sjursheimvatnet. Samme som for alternativ A1.

4.2.5.2. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ B2

Tverrdalselva og Skamdalselva: Samme som for hovedalternativet.

4.2.6. Erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (C1)

Det er planlagt en overføring av driftsvann fra Tverrdalselva med inntil 5.2 m³/s. Inntaket i Tverrdalen bygges etter samme spesifikasjoner som i hovedalternativet. I dette alternativet føres det overførte vannet fra inntaket i Tverrdalselva i tunnel nord for Håkvikdalen direkte til en kraftstasjon ved innløpet til Storvatnet. Vannet ledes i tunnel, men via rør på den aller siste strekningen, se kart i vedlegg 2.

4.2.6.1. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C1

Tverrdalselva og Skamdalselva: Samme som for hovedalternativet.

4.2.7. Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (C2-1)

I dette alternativet føres det overførte vannet direkte til Storvatnet via tunnel og rør på motsatt side av dalen i forhold til C1, til en kraftstasjon ved innløpsområdet på sydsiden av Storvatnet. Vannet ledes i tunnel, men via rør på den aller siste strekningen. De tre bekkene fra Middagsskaret, som nevnt under hovedalternativet og alternativ B2, tas også inn på tunnelen, se kart i vedlegg 2.

4.2.7.1. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C2-1

Tverrdalselva og Skamdalselva: Samme som for hovedalternativet.

Nedstrøms inntakspunktet i tre bekker i Middagsskaret og samløpet med Storelva: Samme som for hovedalternativet.

Storelva mellom samløpet med tre bekker fra Middagsskaret og Sjørheimvatnet: En reduksjon i vannføringen som følge av overføring av tre bekker fra Middagsskaret vil sannsynligvis representere en svært liten endring i forholdene på denne strekningen. En reduksjon i vannføringen vil imidlertid føre til en generell reduksjon i sedimenttransporten, men sedimentbidraget fra Middagsskaret vil også være mindre som følge av at disse bekkene tas inn på overføringen.

4.2.8. Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved alternativ (C2-2):

I dette alternativet føres det overførte vannet direkte til Storvatnet via tunnel og rør på motsatt side av dalen i forhold til C1 til en kraftstasjon ved innløpsområdet på sydsiden av Storvatnet. Vannet ledes i tunnel, men via rør på den aller siste strekningen. Planløsningen blir som i alternativ C2-1, men uten de tre bekkene fra Middagsskaret.

4.2.8.1. Strekninger med redusert vannføring ved alternativ C2-2:

Tverrdalselva og Skamdalselva: Samme som for hovedalternativet.

4.2.9. Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved bygging av Nervatnet kraftverk

Kraftstasjonen forutsettes bygget ved utløpet av tunnelen mellom Storvatnet og Nervatnet og får undervann ved kote ca. 218.5 (Nytt høydegrunnlag). Alternativet til bygging av dette kraftverket er at det overførte vannet går direkte til Nervatnet slik som under dagens forhold. Kraftstasjonen må stoppes når vannstanden i Storvatnet kommer under en gitt grense, ca kote 236. For å få flest mulige driftsdøgn kan det derfor være en målsetning for kraftverket å holde vannstanden mest

mulig over dette nivået. Dette vil redusere erosjonsbelastningen på bunnsedimentene i den nedre delen av reguleringssonen.

4.2.10. Vurdering av erosjon og sedimentasjonsforhold ved overføring fra Hardhausvatnet, Skautuvvatnan og Naustbakkkelva

I en tidlig fase ble det planlagt en overføring av vann fra de øvre deler av tre bekker som drenerer til Beisfjorden til to sidebekker i Håkvikdalen, se fig 4.53 og 4.54. Dette vil føre til en viss økning av vannføringen i de aktuelle sidebekkene. Observasjoner fra andre vassdrag har vist at store endringer i vannføringsforholdene kan føre til erosjon og elveløpsendringer.

4.2.10.1. Nordlig gren av Lasselva.

Det var aktuelt å overføre vann fra de øvre deler av Naustbakkkelva til en nordlig gren av Lasselva. Denne bekken og løper sammen med Lasseelva nede i Håkvikdalsbotn. De nedre deler renner gjennom myrlendt terreng med tynt, usammenhengende løsmassedekke, torv over grus/stein med spredte blokker. Det er enkelte bergterskler i løpet, som forøvrig renner i en forsenkning der løsmassene er sammenhengende.

Torvlaget i myrområdene er stedvis grunt og ligger over grov grus og stein. Løpet preges av grov grus og til dels stor stein. Noen av myrene preges også av tykke torvlag. I enkelte av myrområdene er det et lite utviklet kanalsystem, mens andre har en svært godt definert kanal dypt nedskåret i torvlaget.

Høyere opp preges landskapet av fjellgrunn med stedvis tykt sammenhengende torvlag. Videre oppover er det et landskap med tykt morenedekke. På strekninger med slakere terreng er det delvis utviklet elvesletter hvor bekken stedvis meanderende løp ofte dypt nedskåret i sedimentene, se fig 4.55. Det er spor etter tidligere aktiv erosjon i skråningene tilside for løpet. Dette er sannsynligvis spor etter aktivitet i forbindelse med tidligere flommer. Elveløpet preges av grus og grov grus med innslag av sand. Det forekommer jordsig i enkelte sideskråninger. Terrenget flater ut innover mot et lite tjern øverst i vassdraget. Området preges av sammenhengende morenedekke, myr og tykke torvlag. Vannskillet inn mot delfeltet det var aktuelt å overføre preges av myr og tykke torvlag.

En økning av vannføringen vil føre til at en løpsutvidelse nødvendigvis vil forekomme. Dette gjelder særlig i den øverste delen av det nåværende løpet der økningen vil være relativt størst. Løpstilpasning i myrområdene vil sannsynligvis føre til en del erosjon, spesielt de områdene hvor kanalsystemet er dypt nedskåret i torvlaget. Økt gjennomstrømning kan også føre til at det etableres kanalsystemer i de myrområdene som har et mer udefinert løp under dagens forhold. Sideskråninger i morene kan også utsettes for erosjon i forbindelse med høyere vannføringer.

4.2.10.2. Holmeelva.

Det var aktuelt å overføre vann mellom Skautuvvatnan og Hardhausvatn til Holmeelva. Overføringene ble planlagt til to grener øverst i vassdraget. Holmeelva har utløp direkte i Storvatn.

Fra Hardhausvatnet til vannskillet i syd er det et myrområde med fall inn mot vatnet. Ved overføring i denne retningen må Hardhausvatnet trolig heves noen meter. Terrenget i dette området vil være utsatt for erosjon og utvasking under en slik situasjon.

Bekken har tilsig i områdene opp mot den sydlige enden av Hardhausvatn. De øvre deler av bekkeløpet ligger i myrlendt terreng med en lite definert kanal. Strekningen rett nedstrøms ligger i et myrlendt terreng, men stedvis også på fjell. Terrenget preges av tynt

usammenhengende morenedekke med innslag av bart fjell. Lenger ned renner bekken i et bratt morenelandskap med stedvis tykke avsetninger. Bekken er stedvis nedskåret i terrenget. Lenger ned flater terrenget ut i et myrområde. Løpet er til dels dypt nedskåret i torvlaget ned mot samløpet med bekk med tilsig fra Skautuvvatn. Bunn sedimentene preges av grus og stein.

På vannskillet opp mot det planlagte tilleggsfeltet ved Skautuvvatnan må det etableres en overføringskanal ned mot det sydlige Skauvvatnet. Oppstrøms samløpet med sidegren med tilsig fra Hardhausen renner bekken gjennom myrlendt terreng, stedvis dypt nedskåret og meandrerende. På den øvre strekningen er det også enkelte fall og bergterskler. Strekningen ved samløpet med den andre bekken preges av et myrområde. Bekken har her stedvis et meandrerende løp og er dypt nedskåret i torven, se fig 4.56. Bunnen er sammensatt av grove sedimenter, stein og grov grus.

I dalsiden ned mot Storvatnet er det partier med svært bratt terreng. Hele dalsiden er dekket med torv, gress/ lyng som undervegetasjon og skog. Det forekommer renspylte sva og bratte fjellskrenter. Det vil alltid være en viss sannsynlig het for ras og skred i slike bratte områder. I bratte partier renner bekken for det meste over bart fjell og grov blokk. Lenger ned i dalsiden er mer rasjord og tykkere løsmassedekke. Her preges løpet av grov blokk. Det er en større mektighet på løsmasseformasjoner nede i dalen i området ved riksvegen og ned mot utløpet i Storvatnet.

En økning av vannføringen vil føre til at en løpsutvidelse nødvendigvis vil forekomme. Det er foreløpig ikke beregnet hvor stor vannføringsøkningen vil bli. Dette gjelder særlig i den øverste delen av det nåværende løpet der økningen vil være relativt størst. Løpstilpasning i myrområdene vil sannsynligvis føre til en del erosjon, spesielt de områdene hvor kanalsystemet er dypt nedskåret i torvlaget. Sideskråninger i morene kan også utsettes for erosjon i forbindelse med høyere vannføringer.

Området ved utløpet i Storvatn er preget av tykke løsmasseformasjoner. Tilbakeskridende erosjon i ved utløpstorskelen i Storvatnet er forhindret med steinterskel under nåværende forhold. Denne bør med fordel rustes opp slik at det ikke oppstår nye problemer i dette området.



Fig 4.53. Nordlig gren av Lasselva som ble fulgt under befaringen i september 2008.



Fig 4.54. Holmeelva med nordlig og østlig gren som ble fulgt under befaringen i september 2008.



Fig 4.55 Fra nordlig gren av Lasselva.
Myrområde med nedsåret kanalsystem.
Jordsig i skråningene omkring.

Fig 4.56 Fra øvre deler av Holmeelva ved samløp mellom to
aktuelle grener. Meanderende løp på slake strekninger.
Bekken dypt nedsåret i torvlaget. Bunnsedimentene preges
av grov grus og stein



5. Konklusjon

Konsenskvenser ved valg av hovedalternativet (H) vil sannsynligvis være en økt tilførsel av sedimenter til de nedre delene av Storelva (oppstrøms Sjørheimvatnet) på grunn av en planlagt økning i vannføring på opp mot 5.2 m³/s. Det kan også forventes en viss løpserosjon og løpstilpasning i forbindelse med økt vannføring. Overføring fra Middagsskaret vil imidlertid føre til en viss reduksjon i sedimenttilførselen til Storelva.

I deltaområdet i Sjørheimvatnet kan en økning i sedimenttilførselen føre til sedimentasjon i elveløpet. Dette kan forsterkes noe av at økt vannføring påvirker vannstanden i Sjørheimvatnet og fører til oppstuvningseffekter og redusert strømhastighet i innløpselva. Bankedannelse i elveløpet kan føre til lateral erosjon eller økt belastning på elvekanten. Økt vannføring vil generelt medføre løpstilpasninger i alluviale løp. Det er foretatt beregninger av vannstandsendringer i Sjørheimvatn som følge av økt vannføring i innløpselva (Sværd 2011a).

En overføring av vann fra Tverrdalselva til Håkvikdalen vil i følge de aktuelle planene redusere vannføringen i nedre deler av Skamdalen (ved laksetrappa) med 19 % (Sværd 2011a).

Tverrdalselva drenerer naturlig mot Skamdalen og har innløp til Skamdalsvatn rett ved utløpet av sjøen, se fig 4.34. Det er dannet en elvevifte i dette området, hvor et av løpene har innløp i Skamdalselva nedstrøms utløpsterskelen til Skamdalsvatn. Vannføringen i dette løpet er vurdert til å utgjøre ca 3 % av samlet vannføring. Dette gjelder uansett vannføring, dvs at 97 % går inn via Skamdalsvatn (Sværd 2010c). Fordelingen av sedimenttransporten mellom løpene i dette området følger sannsynligvis samme mønster. Skamdalsvatn fungerer som sedimentasjonsbasseng for materialtransporten fra de øvre delene av Skamdalen.

Elvestrekningen mellom Skamdalsvatn og Nedre Skamdalsvatn er ca 2.5 km lang. Oppstrøms deltaområdet i nedre Skamdalsvatn er elvedimentene sammensatt av til dels grov grus og stein. Utover deltaområdet er det en gradvis overgang mot mer finfordelte sedimenter. Det er særlig sand, og fin grus som dominerer i dette området. Den nederste delen av elvestrekningen mellom Skamdalsvatn og Nedre Skamdalsvatn bærer preg av å være et sedimentasjonsområde med forgrenede elveløp. Nedre Skamdalsvatnet er også svært grunt. Deltaområdet bærer preg av at det sannsynligvis er stadig tilførsel av nye sedimenter. Sammenligning av flybilder fra 1990 og 2003 viser imidlertid ikke synlige endringer i området i denne perioden.

En lavere vannføring og strømhastighet vil føre til redusert transportkapasitet i Skamdalselva. Det meste av sedimenttilførselen til nedre Skamdalsvatn kommer trolig fra tilførselsbekker i området nedstrøms Skamdalsvatn. Disse bekkene vil ikke berøres av de aktuelle planene. Eventuell sedimenttilførsel fra Tverrdalselva som ikke sedimenterer i Skamdalsvatn vil reduseres som følge av reduksjon i vannføringen. Redusert vannføring i hovedløpet kan imidlertid føre til en endring i sedimentasjonsdynamikken i deltaområdet slik at sedimentasjonsområdet forflyttes oppstrøms. Dette kan føre til bankedannelse i løpet og økt belastning på elvekantene i dette området. Det kan oppstå løpsendringer som følge av dette, men redusert vannføring kan også føre til at løpskapasiteten opprettholdes.

Ved alternativ A1 føres det overførte vannet inn på Lasselva øverst i Håkvikdalen. Økt vannføring kan medføre en økt belastning på elveløpet, spesielt i fluviale avsetningsområder som forekommer flere steder på strekningen. ved kote 400 (ca 500 m oppstrøms samløp med Storelva) er det planlagt et kraftverksinntak. Utslipp av driftsvann fra kraftstasjonen er planlagt inne i deltaområdet, ca 100 til 150 m fra utløpet i Sjørheimvatnet. Dette vil representere en økt erosjonsbelastning på elveløpet i dette området. Det bør vurderes om utløpskanalen bør legges direkte til Sjørheimvatnet slik at deltaområdet ikke berøres.

Ved alternativ A2 føres det overførte vannet inn på Lasselva øverst i Håkvikdalen. Deretter fordeles vannføringen mellom Lasselva og Storelva. Etter samløpet mellom de to grenene vil imidlertid belastningen på elveløpet være relativt likt som ved hovedalternativet, med unntak av at bekker fra Middagsskaret ikke tas inn. Det er ikke planlagt kraftstasjon ved dette alternativet.

Ved alternativ B1 og B2 ledes vannet inn i kanal eller rør i grøft etter munningen på overføringstunnelen øverst i Håkvikdalen. Henholdsvis uten og med bekker fra Middagsskaret på overføringstunnelen. Konsekvenser ved utslipp av driftsvann fra planlagt kraftstasjonen vil være som i alternativ A1.

Ved alternativ C1 og C2-2 overføres vannet fra Tverrdalen direkte til Storvatnet (henholdsvis på nordsiden og sørsiden) og vil derfor ikke berøre elvestrekningene i Håkvikdalen oppstrøms Storvatnet.

Alternativ C2-1 har samme planløsning som for C2-2, men bekkene fra Middagsskaret er planlagt tatt inn på overføringen. Dette gir en viss reduksjon i vannføringen i Storelva ovf Sjørheimvatnet. Sedimentbidraget fra Middagsskaret vil også være mindre som følge av at bekkene tas inn på tunnelen.

Storvatn magasinet er bygd ut i flere etapper, første gang i 1915. Etter 1957 er total reguleringshøyde 35.6 m, 10 m heving og 25,6 m senkning (HRV: 256.6, LRV: 221.0). Reguleringssonen bærer preg av til dels omfattende erosjon og utvasking.

Reguleringssonen i Storvatnet er preget av erosjon etter lang tids regulering. Det er utarbeidet et kart som viser endringer av bunnivåene mellom 1946 og dagens forhold (2009). Nedskjæringer i reguleringssonen langs flere av innløpselevene vises også på endringskartet. Kartet viser også at det har vært en omfordeling av sedimenter i reguleringssonen og fra reguleringssonen og ned til de dypeste delene av magasinet. Det er særlig i nivåene under vannstand 230 m o h at det har vært mye pålagring. Stedvis er det også en del sedimentasjon høyere opp i reguleringssonen i grunnere deler av magasinet. Mye av disse sedimentene har sannsynligvis også blitt tilført fra elvene omkring. Det er særlig Storelva og Kvitforselva som ser ut til å ha tilført mye sedimenter. I området ved Storelvas innløp er senkning av løpet begrenset av bergterskler flere steder. Lateral erosjon og løpsforflytninger kan observeres ute i terrenget. Dette gjengis som sammenhengende felter med lavere nivåer enn det som vises på kartene fra 1946. I innløpsområdet har det stedvis også vært en viss sedimentasjon. Nedstrøms bergterskelen (ca 240-245 m) er det et område hvor det har vært en betydelig sedimentasjon i perioden 1946 til 2009. Mye av dette er fra sedimenttransport i Storelva, men også omfordeling av sedimenter fra deltaområdet og reguleringssonen omkring. Det er også andre elver som har innløp i dette området.

For å bedre fyllingsforholdene i Storvatnet søkes det om overføring av Tverrdalselva til Håkvikdalen. Dette medfører endringer i manøvreringsreglementet og vannstandsregimet i Storvatn, som vil innvirke på erosjonsprosessene i magasinet.

Endring i manøvreringen som reduserer perioden med lav vannstand og ikke senker vannstanden til like lave vannstander som under dagens regime, vil redusere erosjonsbelastningen på bunnsedimentene i reguleringssonen. Det gjelder spesielt den delen av reguleringssonen som ligger lavere enn uregulert normalvannstand hvor tykkelsen med finfordelte sedimenter stedvis er stor. Utspylingen av bunnsedimenter gjennom tappetunnelen (inntak kote 222.5) til Nervatn vil avta sterkt eller opphøre. Det vil imidlertid tilføres en viss mengde finpartikler fra den aktive delen av reguleringssonen som ligger lavere enn uregulert normalvannstand.

Målinger ved utløpet av tappetunnelen i 2009 og 2010 har vist at utspyling av sedimenter øker signifikant når vannstanden nærmer seg LRV. Konsentrasjonsøkningen inntreffer når vannstanden synker til nivåer mellom 227 og 225 m. Høy vannføring i tappetunnelen ved høyere vannstander gir svært små eller ingen utslag i konsentrasjonen i utløpet av tunnelen. Kornfordelingsanalyser fra perioden da vannstanden er nede på minimum viser en markert økning av sandinnholdet i suspensjonsmaterialet. Dette skyldes sannsynligvis erosjon og utvasking av bunnsedimenter nær tunnel innslaget. Stikkprøver viser at svært lite av sedimenttransporten i tappetunnelen fra Storvatnet føres videre til Håkvik kraftverk. Målinger fra 2011 viste en svært liten økning i konsentrasjonen i forbindelse med senkning av vannstanden.

Felles for alle årene med målinger er at konsentrasjonen stiger når vannstanden synker til nivåer omkring 227-226 moh (gammelt høydegrunnlag). Økning i konsentrasjon er størst i 2009, da den øker fra et minimum og til ca 500 mg/l i løpet av noen få dager. Det samme skjer i 2010 med en økning fra et minimum og til ca 70 mg/l. I 2011 var det også en økning i konsentrasjonen da vannstanden var kommet ned til ca 227 m, men til en vesentlig lavere konsentrasjon enn i de to foregående årene (mellom 5 og 6 mg/l).

Vannføringsforholdene i tappetunnelen i perioden før og under nedtappingsfasen følger det samme mønsteret i alle tre årene. Konsentrasjonsforskjellene mellom de tre nedtappingene er allikevel relativt store. Isforholdene under nedtappingen kan hatt en viss innvirkning. I 2009 var ikke vannstanden nede på et minimum før i slutten av mars, mens i 2010 og 2011 skjedde dette tidligere, henholdsvis i første og siste halvdel av februar. Endringer i tappevolum ut av tunnelen ser ikke ut til å gi variasjoner i sedimentkonsentrasjon under forhold med høy vannstand.

Hovedårsaken til konsentrasjonsøkningen skyldes trolig utvasking av bunnsedimenter i områdene nærmest tunnelinnslaget, men det er uvisst hvor mye materiale som bringes inn fra tørrlagte områder noe lenger unna.

I løpet av sommeren i 2010 ble det utført en oppgradering av inntakskonstruksjonen. Dette er sannsynligvis hovedårsaken til den reduserte utspylingen på lav vannstand i februar 2011. Det er svært lite tilsig til Storvatn i de aktuelle periodene, mars 2009 og februar 2010 og 2011.

Det er foreslått fire alternativer for endring av manøvreringsregimet i Storvatnet:

Alternativ (0): Ingen nye utbygginger i vassdraget, men det forventes restriksjoner i bruken av magasinet og redusert produksjon i Håkvik kraftverk.

Alternativ (1): Videreføring av dagens reglement, men med overføring fra Tverrdalselva - ingen restriksjoner på fylling. Det kan forventes at dagens erosjonsforhold også blir uendret. Unntaket vil være at inntaksinne retningen i bunnen av Storvatn er utbedret slik at det kan forventes en reduksjon i utspyling av sedimenter gjennom tunnelen. Overføring av vann fra Tverrdalselva vil imidlertid kunne gi økt fyllingsgrad såfremt ikke produksjonen i Håkvik kraftstasjon økes tilsvarende.

Alternativ (2): Forutsetter overføring fra Tverrdalselva. Når vintertappingen er slutt ca. 1. april, tillates ikke tapping før fyllingen har nådd 8.0 m under HRV. Vannstanden holdes på dette nivået til 1.10 som antas å være start for vintertapping. Mellom 1.10 og 1.4 disponeres magasinet etter kraftverkets behov.

Endring av tappeperioden fra dagens reglement (ingen restriksjoner) til avslutning på vintertappingen ca 1. april vil redusere erosjonsbelastningen på de laveste nivåene av magasinet i forhold til dagens situasjon. Restriksjoner i bruken av magasinet fram til 1. oktober vil gi en

raskere oppfylling. Dette vil føre til at perioden når bunnsedimentene eksponeres for erosjon også avtar. En fyllingsgrad på HRV -8 m er veldig nær normalvannstand før regulering. Dette betyr at perioden med de høyeste vannstandene også blir kortere.

Alternativ (3): Som alt. 2, men ingen tapping før vannstanden har nådd 5.0 m under HRV.

Alternativet til bygging av Nervatn kraftverk er at det overførte vannet går direkte til Nervatnet slik som under dagens forhold. Kraftstasjonen må stoppes når vannstanden i Storvatnet kommer under en gitt grense, ca kote 236. For å få flest mulige driftsdøgn med tilstrekkelig fallhøyde kan det derfor være en målsetning for kraftverket å holde vannstanden mest mulig over dette nivået. Dette vil redusere erosjonsbelastningen på bunnsedimentene i den nedre delen av reguleringssonen.

Overføring av vann fra Hardhausvatn, Skautuvvatnan og Naustbakkelva vil føre til en viss økning av vannføringen i lokale bekker i Håkvikdalen. En økning av vannføringen vil føre til at en løpsutvidelse nødvendigvis vil forekomme. Det er foreløpig ikke beregnet hvor stor vannføringsøkningen vil bli. Dette gjelder særlig i den øverste delen av de nåværende løpene der økningen vil være relativt størst. Løpstilpasning i myrområdene vil sannsynligvis føre til en del erosjon, spesielt de områdene hvor kanalsystemet er dypt nedskåret i torvlaget. Sideskråninger i morene kan også utsettes for erosjon i forbindelse med høyere vannføringer.

6. Referanser

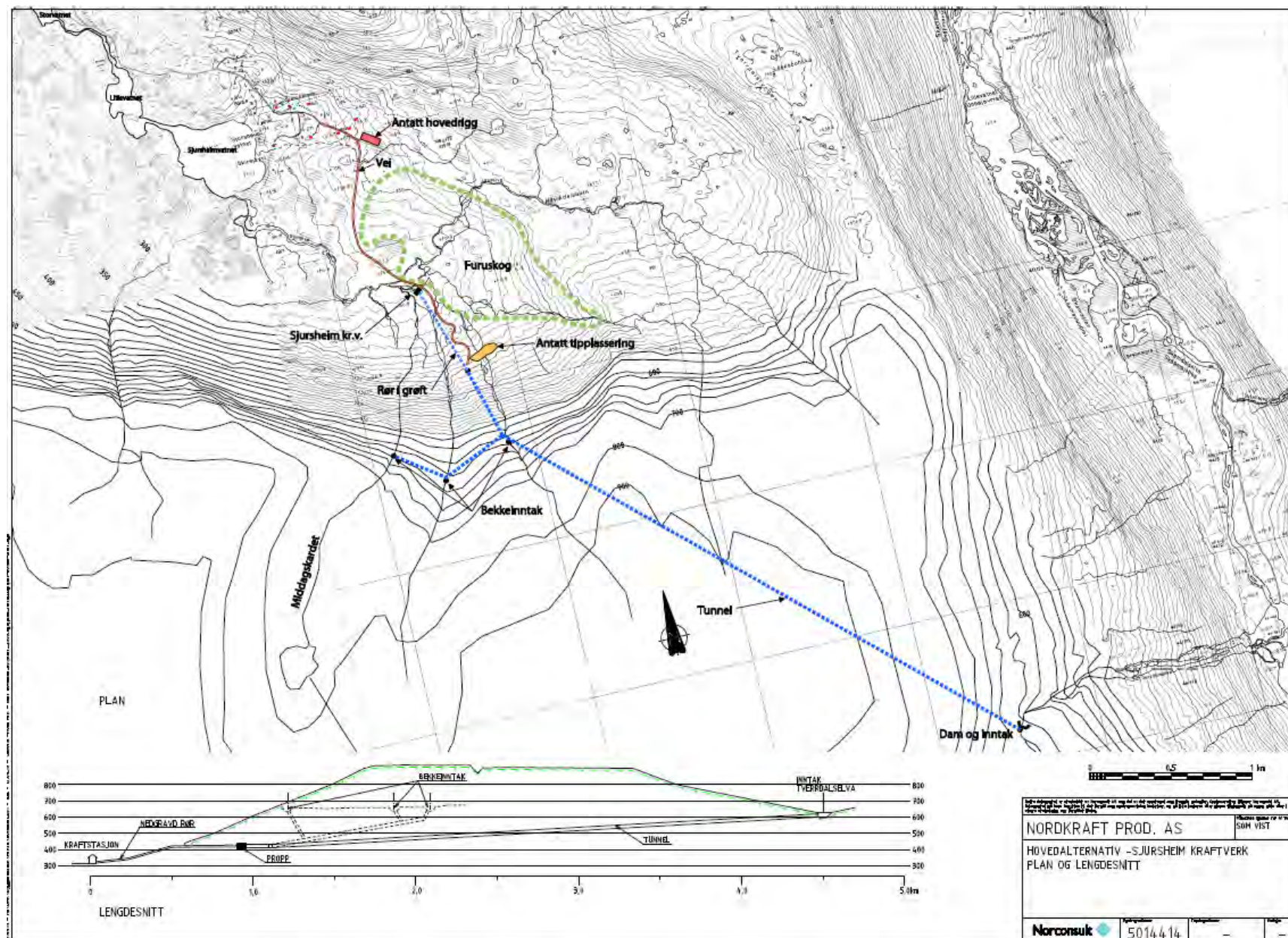
- Sværd, R. (2008). Overføring av TVERRDALSELVA Vassdrag 174.2BZ, Vannfordeling ved inntak. Virkninger på vannføringsregimet i Tverrdalselva” Versjon 1.1 pr 10. juni 2008. NORDKRAFT PRODUKSJON, HYDROLOGIRAPPORT Nr 1/2008.
- Sværd, R. (2010a). Bildeserier ved ulike vannføringer, UTLØPSOS SKAMDALSVATNET” 21. april 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.
- Sværd, R. (2010b). Bildeserier ved ulike vannføringer, TVERRDALSELVA SETT FRA SKAMDALSVATNET” 22. april 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.
- Sværd, R. (2010c). HYDROLOGISKE MÅLESTASJONER I BEISFJORD- OG HÅKVIKVASSDRAGENE, Innsamling av hydrologiske feltdata ved VM 174.38 SKAMDALSVATN” Versjon 2.1 pr 27. juli 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, HYDROLOGIRAPPORT Nr 1b/2010.
- Sværd, R. (2010d). Bildeserier ved ulike vannføringer, NEDRE SKAMDALSVATNET og ved laksetrappa” 9. august 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.
- Sværd, R. (2010e). Bildeserier ved ulike vannføringer, SKAMDALSELVA ved Bru 2” 10. august 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.
- Sværd, R. (2010f). Bildeserier ved ulike vannføringer, LAKSELVA, nedre del” 12. august 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.
- Sværd, R. (2010g). Bildeserier ved ulike vannføringer, LAKSELVA ved skibruene, ndf samløp med Stublielva” 16. august 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.
- Sværd, R. (2010h). Bildeserier ved ulike vannføringer, STORELVA OG SJURSHEIMVATNET i Håkvikdal” 18. august 2010. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.
- Sværd, R. (2011a). HYDROLOGISKE BEREGNINGER FOR BEISFJORDVASSDRAGET”. Evaluering av representative serier. Beregning av normalavløp og virkninger. Kompenserende tiltak. Versjon 1.1 pr 14. mars 2011. NORDKRAFT PRODUKSJON, HYDROLOGIRAPPORT Nr 1/2011.
- Sværd, R. (2011b). HYDROLOGISKE BEREGNINGER FOR HÅKVIKVASSDRAGETI”. Evaluering av representative serier. Beregning av normalavløp og virkninger. Kompenserende tiltak. Versjon 1.1 pr 15. mars 2011. NORDKRAFT PRODUKSJON, HYDROLOGIRAPPORT Nr 2/2011.

Sværd, R. (2011c). Bildeserier ved ulike vannstander, STORVATNET VED ULIKE VANNSTANDER” 22. MARS 2011. NORDKRAFT PRODUKSJON, NOTAT.

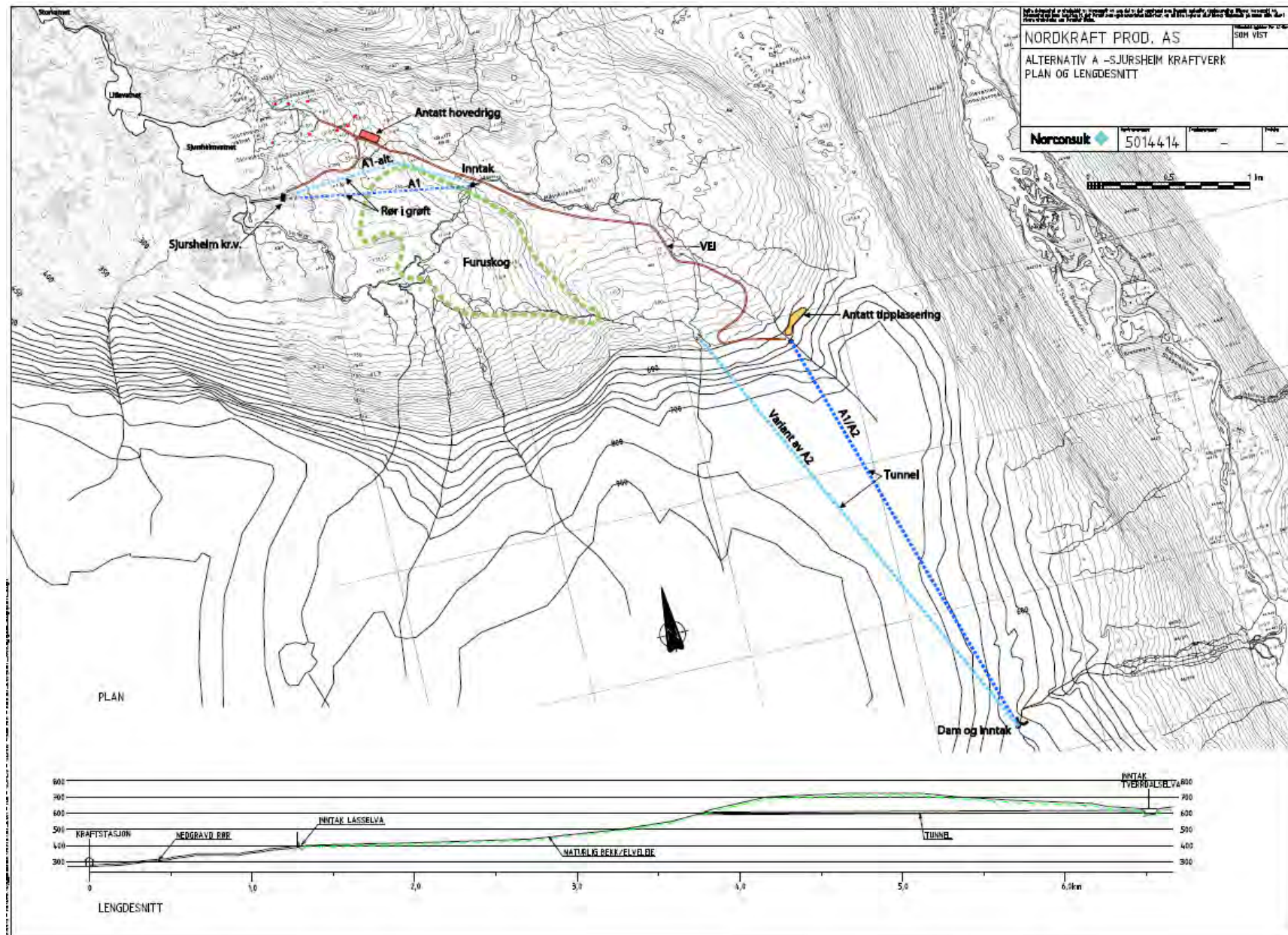
Flæte, H. (2010). Tilleggsutbygging i Håkvikelva i Narvik kommune. Overføring fra Tverrdalselva. NORDKRAFT PRODUKSJON, KONSESJONSSØKNAD juni 2010.

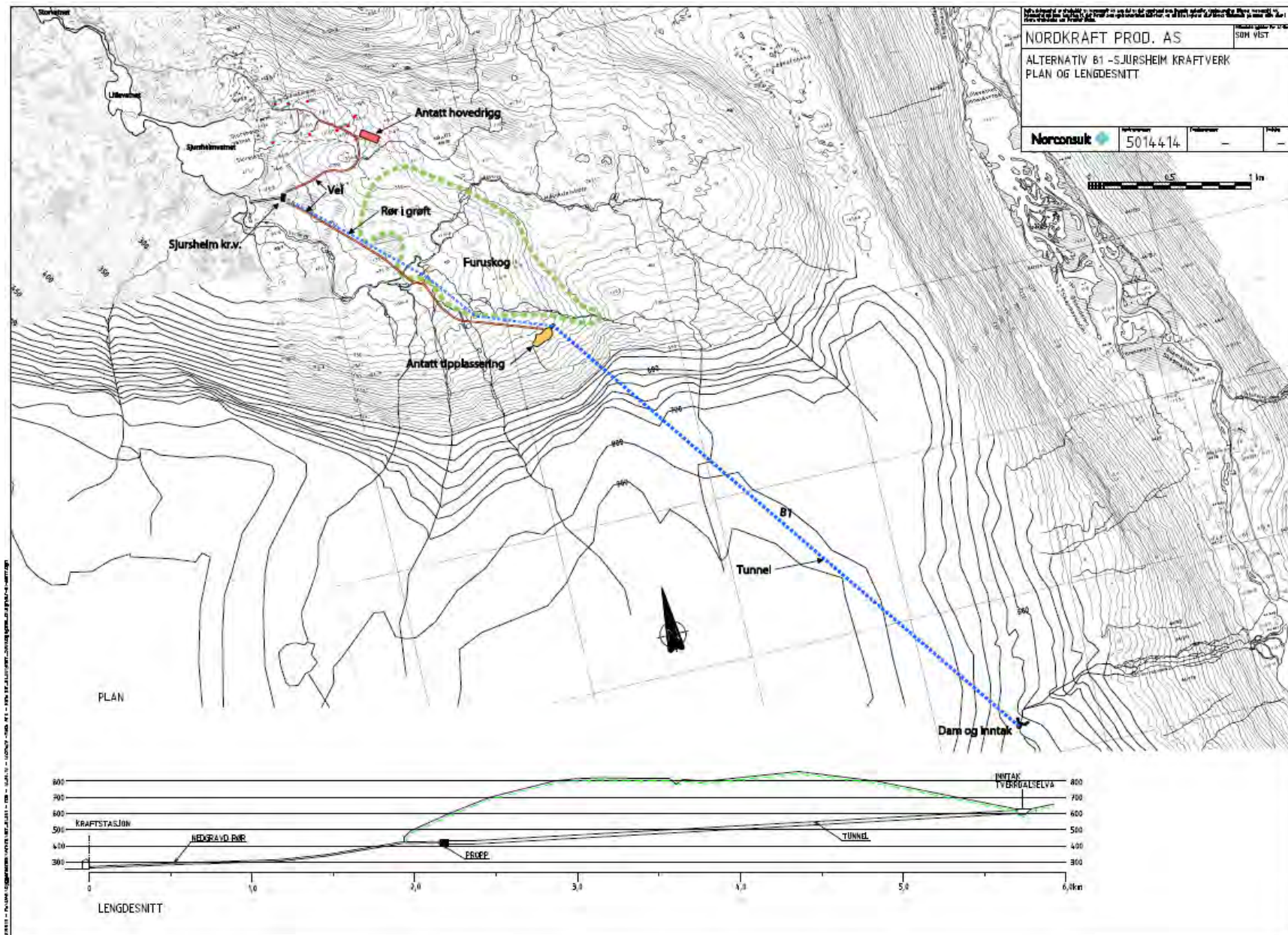
7. Vedlegg

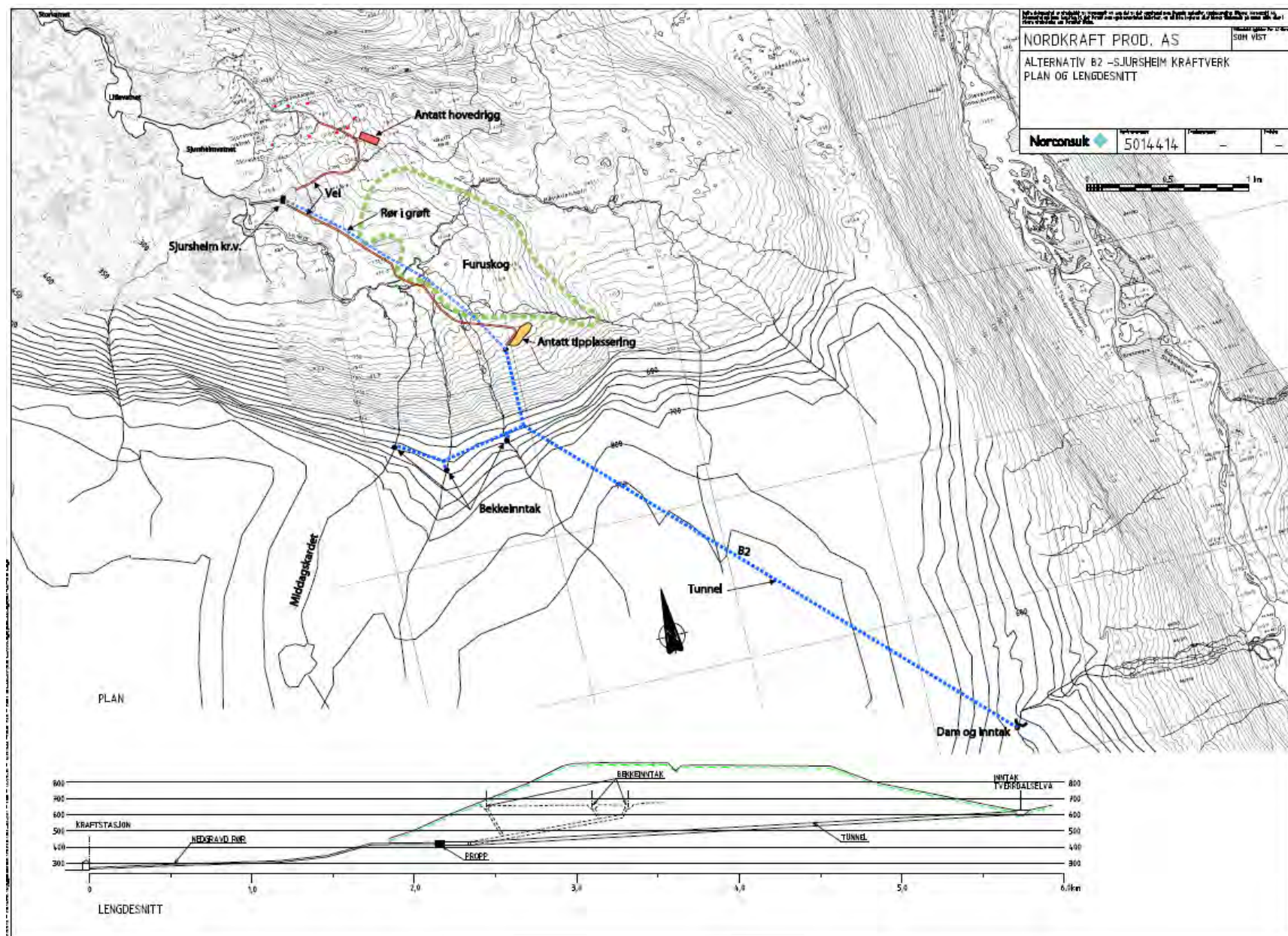
7.1 Vedlegg 1, Sjursheim kraftverk, hovedalternativet

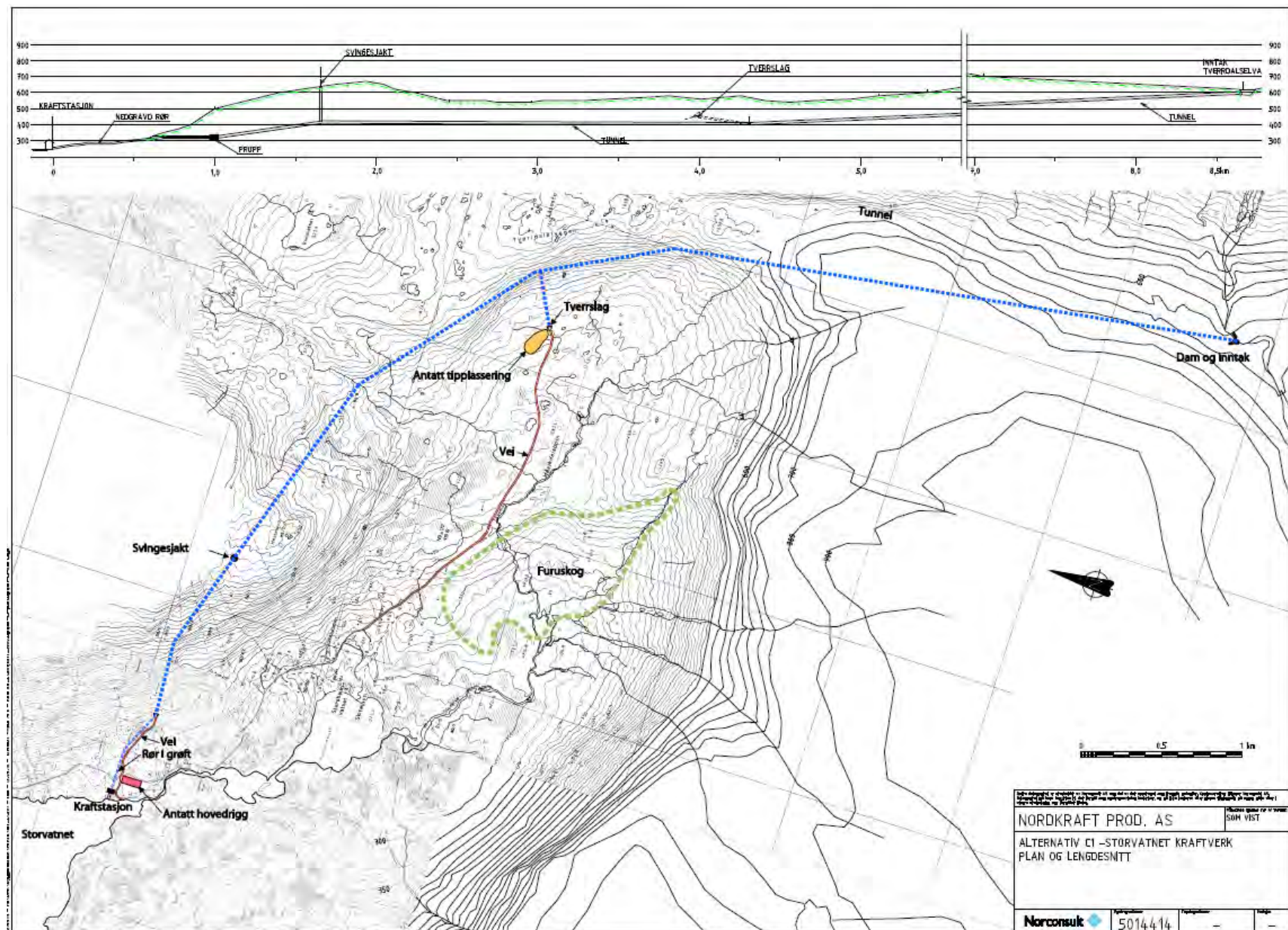


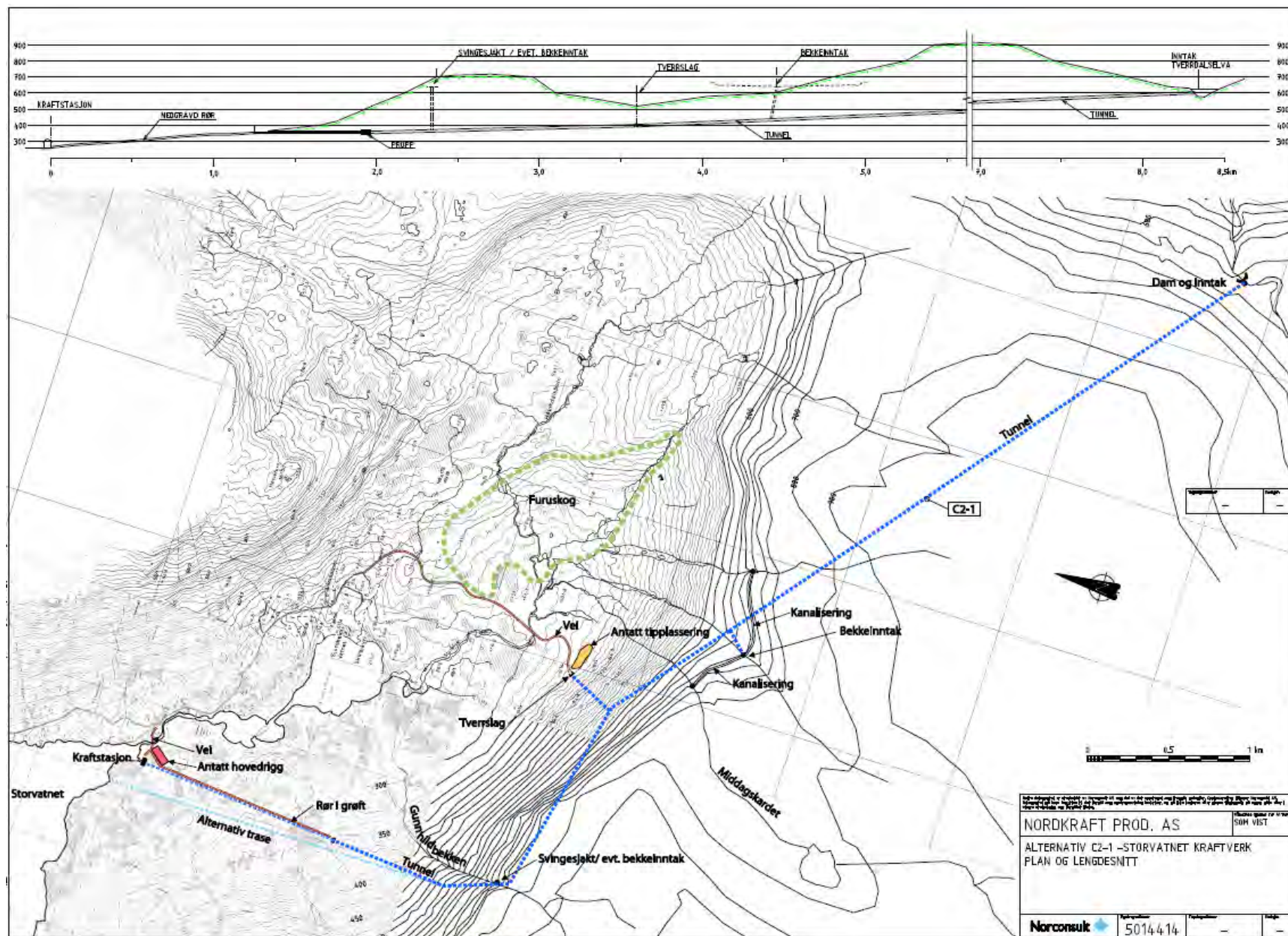
7.2 Vedlegg 2, Sjursheim kraftverk, alternativer

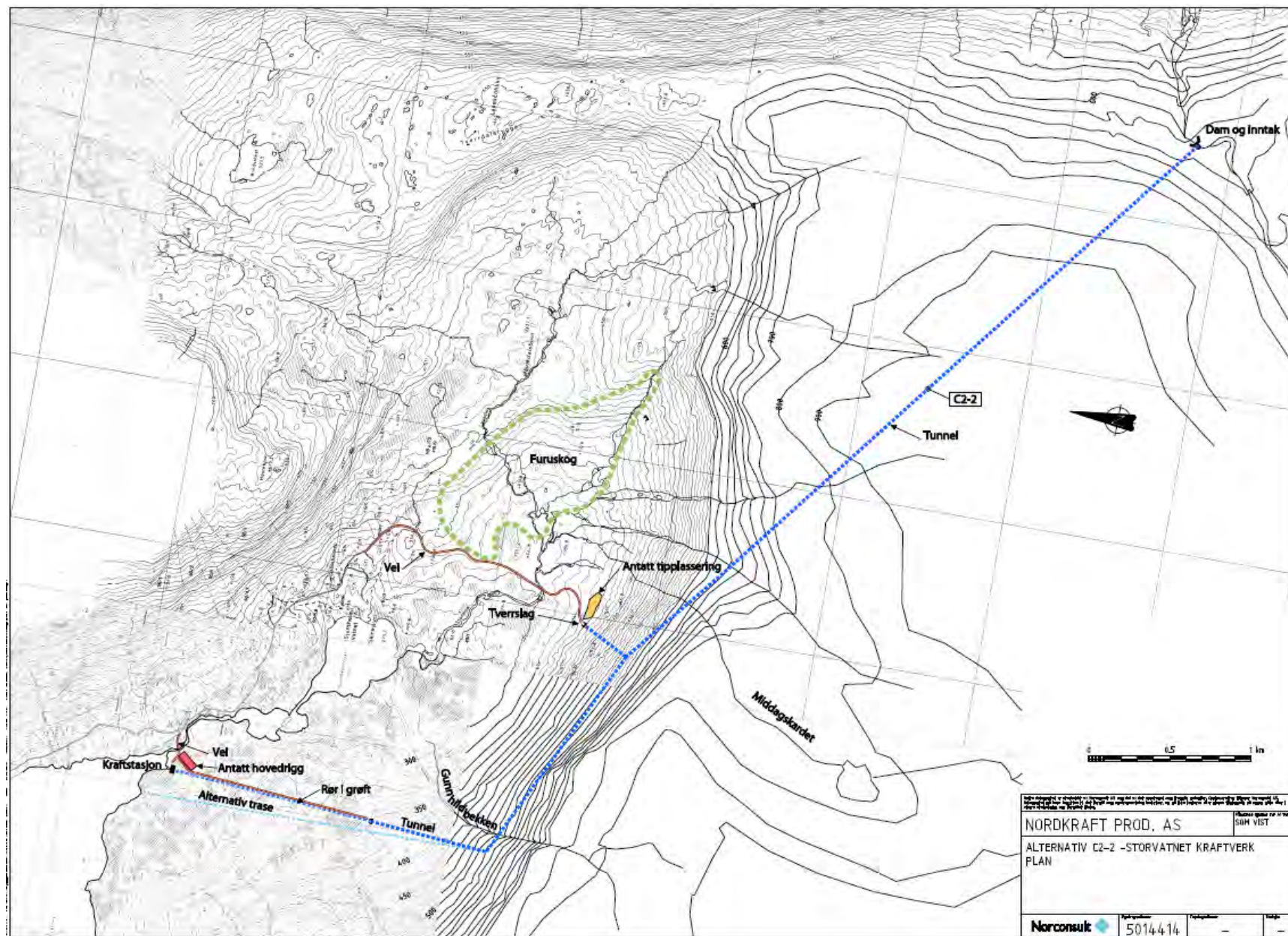




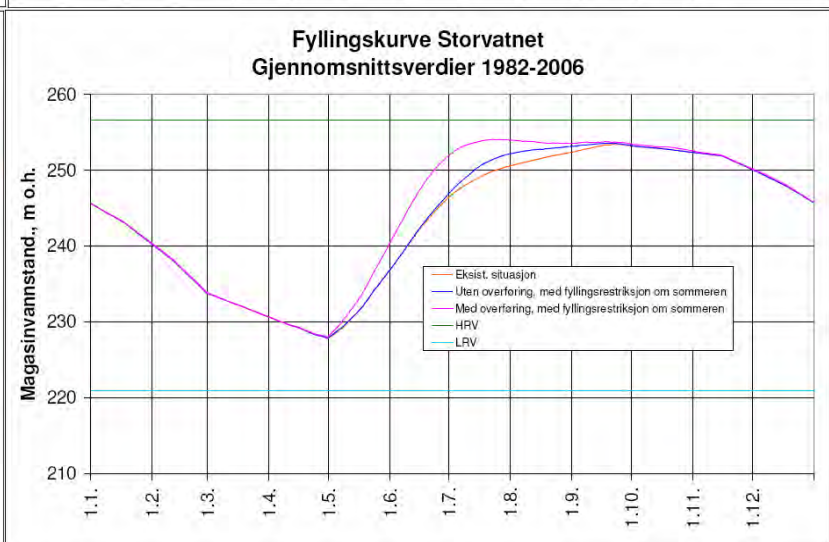
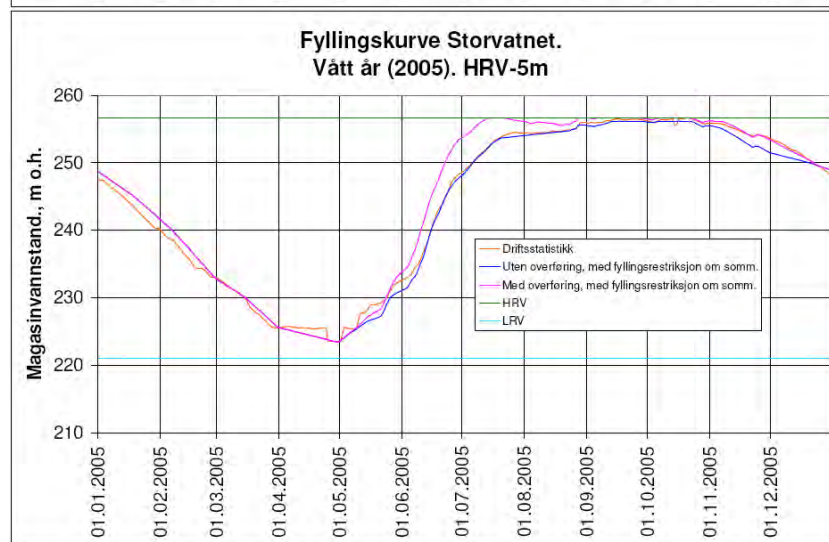
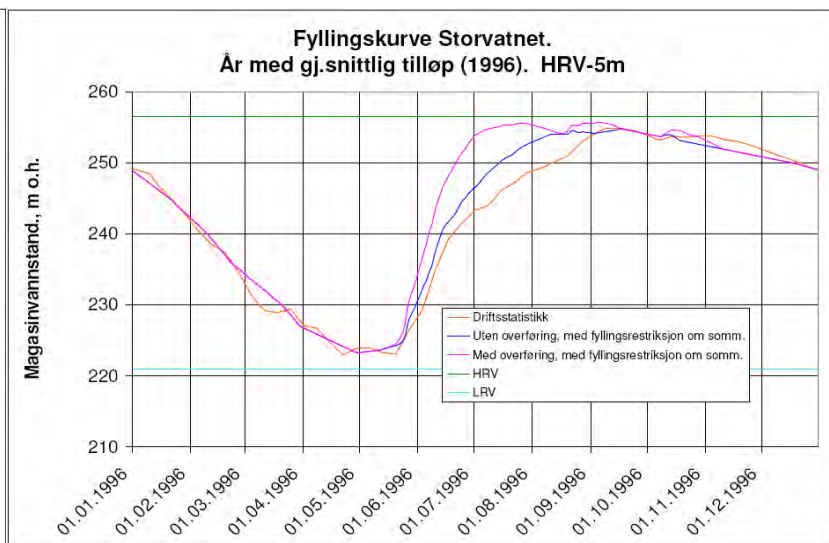
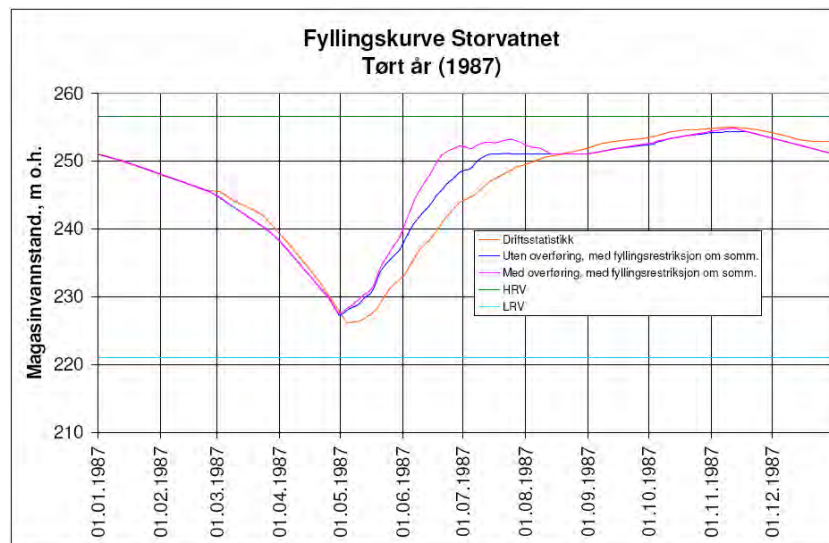








7.3 Vedlegg 3, Storvatn- Fyllingskurver før og etter overføring



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

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2011

- Nr. 1 Dam Break Analysis for Aparan Reservoir, Armenia. Per Ludvig Bjerke (23 s.)
- Nr. 2 Fornybarandel i avfall til norske forbrenningsanlegg. Jarle Marthinsen, Mepex Consult AS (39 s.)
- Nr. 3 Endringer i erosjonsforhold som følge av tilleggsutbygging i Håkvikdalen og Skamdalen
Truls Erik Bønsnes, Halfdan Benjaminsen, Jim Bogen, Margrethe Elster (78 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen,
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Internett: www.nve.no