



RAPPORT

Sulitjelma gruver

VURDERING AV MULIGE TILTAKSALTERNATIV

DOK.NR. 20140315-R-03

REV.NR. 0 / 2015-12-17

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

Prosjekt

Prosjekttittel: Sulitjelma Gruver
Dokumenttittel: Vurdering av mulige tiltaksalternativ
Dokumentnr.: 20140315-R-03
Dato: 2015-12-17
Rev.nr. / Rev.dato: 0

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard
Kontaktperson: Siw Taftø
Kontraktreferanse: Rammeavtale 13-00136, kontrakt 14-00446

for NGI

Prosjektleder: Marianne Kvennås
Utarbeidet av: Marianne Kvennås, Gudny Okkenhaug, Tom Lundgren, Ambiental
Kontrollert av: Gijs Breedveld

Sammendrag

Tidligere gruvedrift i Sulitjelma medfører avrenning av surt og tungmetallholdig vann til Langvatnet. Miljødirektoratet har satt et krav om at vannet når det forlater Langvatnet ved Hellarmo ikke skal overstige en kobberkonsentrasjon på 10 µg/l. Miljødirektoratet har videre gitt Direktoratet for Mineralforvaltning (DMF) pålegg om å vurdere behov for å gjennomføre nye tiltak i området for å overholde denne grensen. Vurderingen skal inneholde økonomisk oversikt over tiltakskostnader.

NGI har på oppdrag for DMF vurdert mulige tiltak for å oppnå tiltaks målet satt av Miljødirektoratet, dvs. å redusere konsentrasjonen av kobber slik at den ikke overskrider 10 µg/l ved utløpet ved Hellarmo.

Målet om å begrense konsentrasjonen av kobber ved Hellarmo til 10 µg/l kan synes å være et relativt nøkternt mål. Forurensningssituasjonen ved Sulitjelma gruver og Langvatn er imidlertid svært kompleks, og selv om primærutslippene av kobber til Langvatn

reduseres, kan effekten av disse tiltakene delvis bli motvirket av økte utslipp fra de forurensete sedimentene i Langvatn.

Selv om det er knyttet store usikkerheter til effekten, er det to overordnede tiltaksområder som er identifisert som kostnadseffektive for å redusere kobberbidraget til Langvatn og konsentrasjonen ved Hellarmo:

- 1) Redusere/hindre innlekking av vann i gruva, da dette vil gi en proporsjonal reduksjon i utslippet.
- 2) Bedre kontroll over utslipp av både rent og forurenset vann knyttet til Langvatn. Utslipp av forurenset vann samles lengst oppe i vassdraget for å øke oppholdstiden, mens rent vann (utslipp fra kraftverk) benyttes til å regulere innblanding og fortynning av utslipp fra gruva. Langvatnet optimaliseres som sedimentasjonsbasseng. Det er viktig å se disse tiltakene i sammenheng.

Det understrekes at det i dag skjer en betydelig naturlig rensing av utslippet til Langvatn gjennom nøytralisering og sedimentering, grovt stipulert til 80%.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn og mål med oppdraget	6
1.2	Overgripende forutsetninger	6
2	Grunnlagsmateriale	7
3	Historikk og saksgang	7
3.1	Gruvevirksomheten og påvirkning fra denne	7
3.2	Kraftutbygging	9
3.3	Pålegg fra forurensningsmyndighetene	9
3.4	Utførte undersøkelser - historisk	10
3.5	Utførte tiltak	13
3.6	Status 2015	14
4	Vurdering av grenseverdi for kobber ved utløpet fra Langvatnet	14
5	Status forurensning	15
5.1	Forurensningsprosesser	15
5.2	Spredningsprosesser	20
5.3	Kvantifisering av tilførsler	26
5.4	Konklusjon forurensningssituasjon	34
6	Vurdering av mulige tiltak	35
6.1	Tiltak i gruen og Grunnstollen	35
6.2	Tiltak i forurensete masser	45
6.3	Andre tilførsler til Langvatnet (bekker og stoller)	48
6.4	Tiltak i Langvatnet	49
7	Oppsummering og konklusjon	54
8	Referanser	57

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og mål med oppdraget

Tidligere gruvedrift i Sulitjelma medfører avrenning av surt og tungmetallholdig vann til Langvatnet. Miljødirektoratet har satt et krav om at vannet når det forlater Langvatnet ved Hellarmo ikke skal overstige en kobberkonsentrasjon på 10 µg/l. Miljødirektoratet har videre gitt Direktoratet for Mineralforvaltning (DMF) pålegg om å vurdere behov for å gjennomføre nye tiltak i området for å overholde denne grensen. Vurderingen skal inneholde økonomisk oversikt over tiltakskostnader.

NGI har på oppdrag for DMF vurdert mulige tiltak for å oppnå tiltaksålet satt av Miljødirektoratet, dvs. å redusere konsentrasjonen av kobber slik at den ikke overskrider 10 µg/l ved utløpet ved Hellarmo.

1.2 Overgripende forutsetninger

NGIs oppdrag har vært å foreslå tiltak som fører til en tilstrekkelig og varig reduksjon av kobberinnholdet i Langvatnet for å opprettholde fiskebestanden for fremtiden. De foreslåtte tiltakene skal resultere i en vesentlig reduksjon av mengden kobber som tilføres Langvatnet fra alle kilder som er knyttet til gruvedriften i området. Tiltakene må være robuste med tilstrekkelig samlet effekt samtidig som de skal være økonomisk gjennomførbare. Videre skal de negative effekter av foreslåtte tiltak være akseptable. Prioritering av tiltakene skal være basert på en forenklet kost/nytte-analyse.

En viktig del av oppdraget har vært å kartlegge kobberkildene til Langvatnet og de ulike spredningsprosessene for forurensning. Forurensningsforholdene er svært komplekse, og det er store usikkerheter vedrørende behov for og nødvendig omfang av kildereduksjon som grunnlag for tiltaksvurderingene. Det har derfor vært nødvendig å ta forbehold om grunnlagsdata for enkelte av tiltaksforslagene. Dette er forsøkt tydeliggjort i rapporten.

Det er ikke tatt hensyn til eventuelle kulturminner ved vurdering av ulike tiltak.

For enkelte tiltaksløsninger er det gitt forslag til videre undersøkelser/utredninger for å redusere usikkerheten. Enkelte potensielle tiltaksløsninger krever ytterligere undersøkelser for i det hele tatt å kunne gi en vurdering av egnethet.

2 Grunnlagsmateriale

Dokumenter som ligger til grunn for vurderingene som er gjort i foreliggende rapport er vist i Tabell 1.

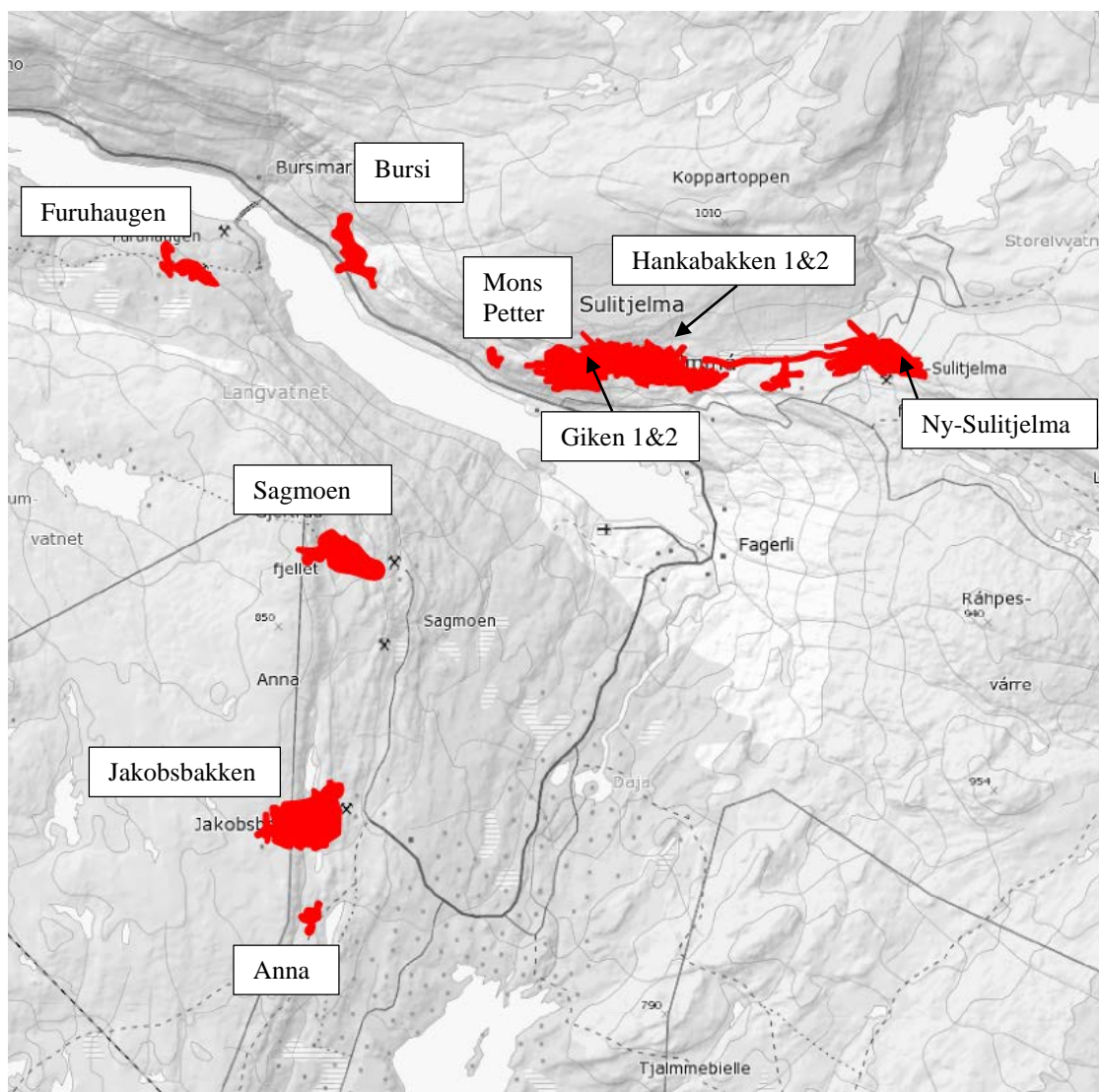
Tabell 1 Grunnlagsmateriale til grunn for tiltaksvurderingene

Institusjon	År	Tittel	Rapportnr.
AquateamCowi	2015	Vurdering av grenseverdi for metaller i vannforekomster i Sulitjelma	Rapport nr 15-001
Cowi	2015	Undersøkelser i gruvepåvirkede vassdrag i Røros, Løkken, Folldal og Sulitjelma 2015	Rapport nr 03
Cowi	2015	Biologiske undersøkelser i Folla og Sulitjelmavassdraget 2015, foreløpig rapport	Foreløpig rapport
Noteby	1991	Miljøtiltak Sulitjelma Bergverk. Grunnforhold avgangsdeponi. Vurdering av masseforflytning.	Rapport 43188-1
NGI	2015	Sulitjelma gruver. Vurdering av Langvatnet som kilde til forurensning	Rapport nr 20140315-02-R
NGI	2014	Sulitjelma gruver. Kartlegging av avgangsmasser, vann og sedimenter	Rapport nr 20140315-01-R
NIVA	2013	Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2012-2013	Rapport L.nr. 6600-2013
NIVA	2012	Utredning i forhold knyttet til gruveavrenning fra Sulitjelma-feltene: Tålegrenser for ferskvannsfisk, effekter på marint miljø, samt bruksmønster og holdninger til området hos lokalbefolkningen	Rapprt L.nr 6330-2012
NIVA	2009	Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2008	Rapport L.nr 5750-2009
Multiconsult	2005	Sulitjelma gruver. Tiltak mot forurensning på 1900-tallet og i 2002-2005. Sluttrapport for 2002-2005	Rapport 102219-1

3 Historikk og saksgang

3.1 Gruvevirksomheten og påvirkning fra denne

Gruvedrift i Sulitjelma har vært drevet i perioden 1887-1991, med utvinning av kobber, sink og svovelkis. Det har vært flere større og mindre gruver rundt Langvatnet, hvor de største er vist på Figur 1 (merket med rødt).



Figur 1 Områder med gruvedrift i Sulitjelma (røde områder)

Det har vært drevet gruvevirksomhet på 18 forskjellige forekomster, 13 i Nordgruvefeltet (Mons Petter 1 og 2, Giken 1 og 2, Ny-Sulitjelma, Charlotta 1 og 2, Hankabakken 1 og 2, Bursi, Sture, Holmsen/Gudrun, Palmberg 1) og 5 i Sydgruvefeltet (Helsingborg, Furuhaugen, Jakobsbakken, Sagmo, Anna). Til sammen ble det fra disse gruvene tatt ut vel 26 millioner tonn råmalm, mens produksjonen pågikk. I tillegg til de forskjellige forekomster som har vært i drift er det skjerpet og drevet undersøkelsesdrift på ca. 130 forskjellige steder i det såkalte Sulitjelmafeltet i Fauske og Saltdal kommuner.

Avrenning fra de gruvene som har vært i drift har drenert ut i Langvatn. I tillegg er avgangsmasser fra flotasjon deponert i og ved Langvatnet ved Sandnes.

Årsaken til forurensing av overflatevann og grunnvann i Sulitjelma som drenerer til Langvatnet er oksidasjon av sulfidrik bergmasse (gruve), gråberg og avgangsmasser som

er deponert i området som følge av gruvedrift. Sulfidmineraler vil oksidere når de er i kontakt med vann og oksygen og produsere syre som løser opp tungmetaller. Dette fører til høye metallkonsentrasjoner i grunnvann og overflatevann. Prosessen kalles sur gruveavrenning (Acid Mine Drainage, AMD eller Acid Rock Drainage, ARD på engelsk).

3.2 Kraftutbygging

Fagerli kraftstasjon stod ferdig i 1975 (Figur 2). Reguleringen av Sulitjelmavassdraget medførte en markant utjevning over året og en kraftig reduksjon av tilførsel til østenden av Langvatn. Vannføringen i Balmielva som renner inn i østenden av Langvatnet ble kraftig redusert av dette tiltaket.

Kraftutbyggingen i Sulitjelmavassdraget som omfatter regulering av Lomivann har ført til store variasjoner i kobber-konsentrasjonene ved Hellarmo. Årstilløpet til Lomivann slippes ut i løpet av 5 vintermåned. Fagerli kraftverk kjøres også vesentlig om vinteren.



Figur 2 Oversikt over overføringsledninger i Sulitjelmavassdraget (røde linjer). Utslipp fra Lomi og Fagerli kraftverk ledes til Langvatnet. Figur fra SKS, 2015

3.3 Pålegg fra forurensningsmyndighetene

Hele vassdraget fra utløpet fra Langvatnet har vært overvåket siden tidlig på 1960-tallet. Tilførsel av kobber og sink har vært høyt i hele perioden. I perioden 1981-1987 inngikk undersøkelsene i et statlig program som også omfattet biologiske undersøkelser i vassdraget, og kartlegging av de største kildene til tungmetallforurensning i hele vassdragets nedbørsfelt. En oversikt over pålegg som er gitt av miljømyndighetene i forbindelse med forurensning fra Sulitjelma gruver er gitt i Tabell 2.

Tabell 2 Oversikt over ulike pålegg gitt av miljømyndighetene i forbindelse med avrenning fra Sulitjelma gruver.

Myndighet	År	Pålegg
Statens forurensings-tilsyn (SFT)	1990	Sulitjelma Bergverk AS ble pålagt å legge fram en samlet plan for tiltak for å begrense forurensningen i gruveområdet innen 15.01.1991. Etablering av renseanlegg for rensing av gruvevannet eller annet tiltak med tilsvarende effekt skal inngå i planen. Målsetting for Kobber-konsentrasjonen ut Langvatnet ved Hellarmo er 10 µ/l. SFT sier videre at det er flere forhold som må vurderes nærmere i forbindelse med en eventuell etablering av et renseanlegg: (1) Hvordan alt gruvevann kan samles, (2) Hvordan tilførselen av overflatevann til Grunnstollen kan reduseres mest mulig og (3) Ved dimensjonering og kostnadsvurdering av renseanlegg er det nødvendig med beregninger av hvilke vannmengder som skal renses, samt hvilke slam-mengder som renseprosessen vil gi. Metode for slambehandling og deponi må også avklares. SFT stiller krav om at ledningsnett på Jakobsbakken skal utbedres innen 1.11.1990 slik at ikke Vaffeltjønnna belastes med tungmetallholdig avrenning. SFT sier også at det er ønskelig at man får en bedre oversikt over de ulike forurensningskildene i gruveområdet bl.a. ved å få kartlagt betydningen av sig fra avfallsberg via grunnvannet til Langvatn. SFT mener at dette antagelig kan kontrolleres ved etablering av grunnvannsbrønner. SFT ber om at framdriftsplan for flytting av avgangsmasser som er deponert i strandsonen inngår i foran nevnte plan.
Klima og forurensningsdirektoratet (Klif)	2010	Klif gir Nærings- og Handelsdepartementet (NHD) i brev av 15.11.2010 om pålegg om ytterligere undersøkelser for å finne ut hvilke effekter dagens kobberkonsentrasjon har på miljøet: (1) Spesieringsundersøkelser i Langvatn (2) Biologisk undersøkelse av Sulitjelmavassdraget ned til Skjerstadfjorden, (3) Kartlegging av brukerinteresser langs vassdraget og (4) Fortsatt overvåking av vannkvalitet. Disse undersøkelsene vil være viktige for å vurdere hvorvidt ytterligere tiltak må gjennomføres.
Klima og forurensningsdirektoratet (Klif)	2012	Med bakgrunn i undersøkelsen og manglende måloppnåelse gir Klif NHD i brev av 14.9.2012 pålegg om å inkludere biologiske undersøkelser i overvåkingsprogrammet samt varsel om pålegg om å vurdere behov for å gjennomføre nye tiltak i området. Det ble i brev av 12.11.2012 gitt pålegg om å vurdere behov for å gjennomføre nye tiltak i området. Vurderingen skal omfatte forventet effekt av en slik reduksjon og kostnader forbundet med eventuelle nødvendige tiltak. Frist er utsatt til 20.12.2015.

3.4 Utførte undersøkelser - historisk

Følgende undersøkelser er utført ved Sulitjelma med hensikt å vurdere forurensningssituasjonen.

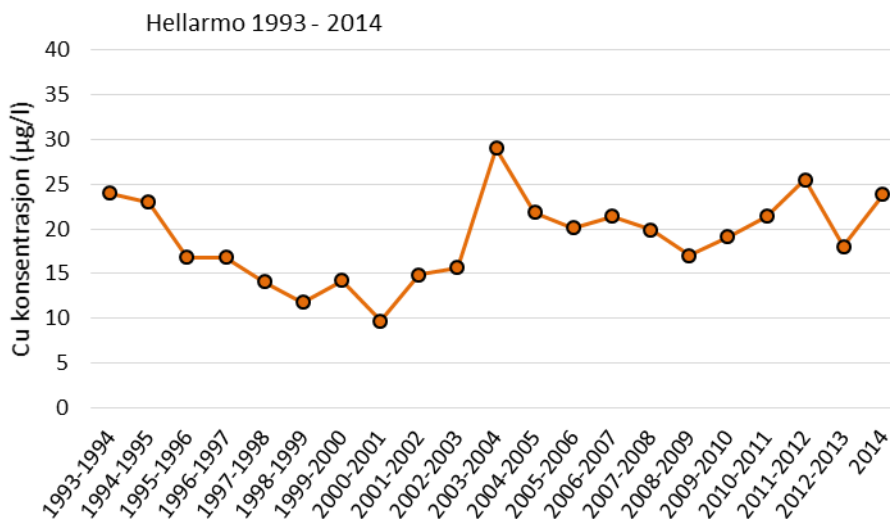
3.4.1 Generelle kontrollmålinger

I 1973 startet NIVA undersøkelser i Sulitjelmavassdraget og ble i 1974 engasjert videre av AS Sulitjelma Gruver. Engasjementet ble videreført av Sulitjelma Bergverk AS til selskapet ble avviklet i 1998, og deretter av DMF fram til november 2013.

I perioden 1981-87 inngikk NIVAs undersøkelser i et statlig program for forurensningsovervåking. I 2007 ble det installert automatisk vannlogging i Grunnstollen. Fra november 2013 overtok Cowi ansvar for kontrollmålingene med evaluering av måleutstyr og eksisterende måleprogram.

Hellarmo (vestenden av Langvatnet)

Historiske overvåkingsdata viser at årlig gjennomsnittskonsentrasjon av kobber varierer mellom 10 µg/l (2000-2001) og 29 µg/l (2004-2005), se Figur 3. Konsentrasjonen for 2014 lå på 24 µg/l. Det er ingen tydelig trend i konsentrasjonsnivåene.



Figur 3 Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av kobber (µg/l) ved Hellarmo (data fra COWI, 2015)

Grunnstollen

Fra 1998 til 2003 var det en gradvis forbedring av vannet i Grunnstollen med fallende utslipp av Cu. Fra 2006-2013 ligger Cu-utslippet på ca. 12 mg/l hvilket er betydelig høyere enn før 2006.

I 2014 varierte kobberkonsentrasjonen fra 7,5 til 22,2 mg/l (Cowi 2015). Det har skjedd en betydelig reduksjon i pH (varierte fra 2,9-3,3 i 2014) sammenliknet med historisk snitt.

3.4.2 Kartlegging av forurensningskilder

1988-1989: Kontrollundersøkelser utført av NIVA (1990) omfattet en kartlegging av de viktigste kildene for tungmetallforurensning i nedbørsfeltet. Det ble konkludert med at Nordgruvefeltet betydde mest for forurensningssituasjonen i vassdraget og at gruvevannstilførselen til Giken elv var det største enkeltbidraget i området.

3.4.3 Biologiske undersøkelser

1986: Vurdering av konsekvenser for vannkvalitet og bunndyr i Sjønståelva ved overføring av Tverrelva til Øvrevatn. Biologiske undersøkelser i vassdraget, jf. opplysninger i NIVA O-94010 av 15.2.1996.

2008: I 2008 ble det gjennomført kontroll av vannkvalitet ved en rekke av de andre forurensningskildene ved Syd- og Nordgruvefeltet (NIVA 2750-2009). Undersøkelsen inkluderte fiskebiologi i Langvatn og vassdragsfauna fra og med Langvatn ned til Øvrevatn, samt noen av sidevassdragene til Langvatn. Resultatene viste at alle undersøkte elvestasjoner hadde bunndyrssamfunn som kan klassifiseres til den økologiske tilstanden svært god eller god. Kun området nederst i Sjønståelva klassifiseres til moderat økologisk tilstand. Dette kan skyldes deponerte tunneltmasser på elvebredden. Videre viste undersøkelsen at metallinnholdet i muskel var lavt både for ørret og røye. Resultatene viser ingen tegn til akkumulering med økende fiskestørrelse og alder. Metallnivåene i fisk tilsvarer tidligere rapporterte bakgrunnsnivåer. Undersøkelsene tyder på at hovedkilden er Grunnstollen, i tillegg til en rekke mindre kilder.

2011: Det ble i 2011 gjennomført undersøkelser av (1) Effekter av dagens metallnivåer i Langevatn på fisk (2) Forurensningsstatus i Fauskebukta (3) og Kartlegging av brukerinteresser langs vassdraget (NIVA, 2011).

En oppsummering av undersøkelsene viser at passive prøvetaker (DGT-målinger) har sterkt varierende innhold av frie metallioner gjennom høstperiode. Dette tilskrives NIVA svært variabel fortykning på grunn av kjøringsregimet til vannkraftregulanten. Fisken hadde høsten 2011 akkumulert metaller i gjellene langt over bakgrunnsverdier uten at negativ påvirkning ble dokumentert.

Analysen av sedimentprøver i Fauskebukta konkluderer med at metalltilførselen fra Sulitjelma synes å ha liten betydning for miljøet i Fauskebukta generelt. Sedimentene med påvist sterkest forurensningsgrad ligger rett utenfor utskipingskaia for konsentrat fra den daværende gruedriften i Sulitjelma.

2014: Cowi har utført undersøkelser av fisk og bunndyr (CowI, 2015a). Bunndyrprøvene fra gruvepåvirkede elver viser svært fattig bunndyrfauna. Dette gjelder også Langvatnet. Det ble fanget få fisk fra Langvatnet, men den fisken som ble analysert viste ingen tegn til vekststagnasjon eller svak kondisjon. Metallkonsentrasjonene ble ikke vurdert som spesielt høye.

2015: Cowi har utført undersøkelser av bunndyr (Cowi, 2015b). Vårprøvene fra 2015 stadfester mange av observasjonene som er gjort på bakgrunn av høstprøvene fra 2014.

3.5 Utførte tiltak

3.5.1 Reduksjon av utlekking fra gruvene

Tiltak basert på en tiltaksplan utarbeidet av NIVA (1991) ble utført i perioden 1991-1999. Tiltaket gikk ut på å sette gruveganger under vann for å hindre oksidasjon av sulfidene og utvasking av tungmetaller. Alle dagåpninger og utgående strosser ble tettet ved hjelp av betongpropper slik at gruvene Mons Petter, Ny Sulitjelma og Giken / Charlotta ble fylt med vann (Multiconsult, 2005).

Til tross for de utførte tiltakene klarte en ikke å imøtekomme SFTs krav på 10 µg/l kobber ved utløpet av Langvatnet. Det ble derfor i perioden 2001-2005 utført tiltak for å styre avløpene fra Ny-Sulitjelma, Hankabakken og Mons Petter ned på dypet av Giken I/Charlotta med et felles avløp ut Kjell Lund sjakt og videre ut Grunnstollen til Giken-elva. Dette medfører at avrenning fra 5 gruveområder samles med utløp ved Grunnstollen.

3.5.2 Avgangsdeponiet ved Sandnes

Flotasjonsavgangen ble deponert syd for flotasjonsverket over og under vann (i østre del av Langvatnet) fra 1908 og frem til gruvedriften opphørte. Ved brudd på avgangsledningen fra flotasjonsverket ble massene lagt på land i strandsonen. I 1973 ble det gjennomført sprengningsforsøk ytterst på avgangsfyllingen. Forsøket viste at det var lite fare for flyteskred i massene.

Sulitjelma Bergverk AS engasjerte NOTEBY til å foreta en vurdering av avgangsdeponiet i strandsonen og flytting av dette (Noteby, 1991). De tørrelagte massene som kunne flyttes ble beregnet til ca. 60 000 m³. Det samlede volum av avgangsmasser i strandsonen er trolig langt større og undersøkelser tyder på at mektigheten av avgangsmassene i strandsonen kan være opptil 35 meter. NOTEBY anbefalte en metode for flytting av avgangsmassene bestående av graving, opplasting og transport til tipp, kombinert med utspyling av masser med vann under høyt trykk. Masseforflyttingen ble aldri gjennomført og avgangen ble dekket med tippmasser og tilsådd. Det ble satt ned 6 grunne brønner for prøvetaking av grunnvann. To ble satt ned på avgangsdeponiet. DMF er ikke kjent med resultatene fra denne undersøkelsen.

3.5.3 Renseteknologi

En rapport om kjemisk kalkfellingsanlegg fra 1991 angir dimensjonerende vannmengder fra Mons Petter og Charlotta til 1,0 mill. m³/år (NIVA, 1991). Dette vil gi en total slamproduksjon på 3 200 tonn/år med 40 % tørrstoffinnhold.

3.6 Status 2015

Overvåkingen som har foregått fram til nå viser at ved utløpet av Langvatn (Hellarmo) varierer årlig gjennomsnittskonsentrasjon av kobber mellom 10 µg/l (2000-2001) og 29 µg/l (2004-2005). Konsentrasjonen for 2014 lå på 24 µg/l. Det er ingen tydelig trend i konsentrasjonsnivåene.

Overvåking utført ved Grunnstollen indikerer at kobberkonsentrasjonen og vannmengden ut av Grunnstollen har økt siden 2010 (se også kapittel 5.2.1), samt at pH er synkende. Kobberkonsentrasjonen varierte fra 7530 til 22 200 µg/l i 2014 (Cowi, 2014). Dette tyder på at gruvesystemet tilføres mer vann enn tidligere samtidig som utlekkingen av kobber fra gruvene er økende.

Konsentrasjonene og vannmengdene er lavere i vinterhalvåret på grunn av at Lomi og Fagerli kraftverk kjører for fullt.

4 Vurdering av grenseverdi for kobber ved utløpet fra Langvatnet

Miljødirektoratet har satt 10 µg/l som mål for kobberkonsentrasjon ved utløpet av Langvatnet. Aquateam Cowi har på oppdrag fra DMF vurdert denne grenseverdien på nytt, særlig sett i lys av vannkvaliteten i resipientene og ny informasjon i forbindelse med utarbeidelse av nye miljøstandarder (Aquateam Cowi, 2015). Et sammendrag fra rapporten er gjengitt her.

"Ut fra en faglig vurdering kan grenseverdien nå settes til 20 µg Cu/l (maksimalverdi over året). Basert på angitte miljøstandarder (EQS-verdier) for kobber, samt økotoksikologiske data innsamlet av European Copper Institute (ECI, 2008) antas at en verdi på 20 µg Cu/l i Langvatnet ikke vil ha direkte giftvirkning på fisk som lever her. Denne verdien kan ha betydning for næringsgrunnlaget til fisken. Mageinnholdet i ørret fra Langvatnet tatt i månedsskiftet september/oktober viste kun insekter. I gjennomførte laboratorieforsøk ser det ut til at insektlarver tåler denne kobber-konsentrasjonen. Substratet i strandsonen i Langvatnet der larvene lever inneholder mye oksyderte metallforbindelser, og betydningen av dette er ukjent. Bunnfaunaen i Langvatn ser ut til å være veldig fattig og lite variert.

Det eksisterende kravet på 10 µg Cu/l er svært ambisiøst for Langvatnet i Sulitjelma. Ideelt sett bør man følge EUs krav; å innen 2021 nå god kjemisk tilstand som for kobber i ferskvann er foreslått til < 7,8 µg Cu/l både som maksimal enkeltverdi (MAC-EQS) og som gjennomsnitt over året (AA-EQS). Basert på data fra økotoksikologiske tester vil en kobberv verdi på 20 µg Cu/l ikke skade fisk, alger, krepsdyr, insektlarver eller fisk som lever i Langvatnet. Målingene i Langvatnet gjøres på totalt innhold av kobber. Dette

betyr at den delen av kobberet som er løst i vannet (mest giftig for fisk og evertebrater) kan være noe lavere enn den målte totalverdi, og i dette ligger en ekstra sikkerhet. Det er spesielt viktig å redusere de høye enkeltkonsentrasjonene som måles i Langvatnet. Det ble i 2014 målt 50 µg Cu/l i utløp fra Langvatnet. Denne verdien forventes å kunne skade miljøet. Ingen enkeltverdier bør overstige 20 µg Cu/l.

Forslag til grenseverdi er basert på analyseverdi for total kobber, men det kan være behov for å sette grenseverdi for biotilgjengelig kobber. Prøvetakingsmetodikken vil da måtte endres, dvs. prøver må filtreres i felten, eller man må sette ut passive prøvetakere. Egne grenseverdier for kadmium (Cd) i Langvatnet foreslås ikke da det ikke er behov for slike grenseverdier. Kadmiumkonsentrasjonen i Langvatnet er i utgangspunktet lavere enn EQSferskvann.

Egne grenseverdier for sink (Zn) i Langvatnet foreslås ikke da sink ikke forventes å være giftig for fisk eller bunnlevende organismer i de konsentrasjonene som forekommer i Langvatnet. EQSferskvann på 11 µg Zn/l er basert på resultater fra testing med alger som er svært sensitiv for sink. Det forventes dertil at en reduksjon i konsentrasjon av kobber i Langvatnet til maks 20 µg Cu/l, vil føre til en tilsvarende reduksjon i sinkkonsentrasjonen.

Det foreligger til nå lite data om løst aluminium (LAl) i Langvatnet og i de øvrige gruveområdene. Det gjøres en vurdering av behov for dette når det foreligger full dataserie fra 2015."

5 Status forurensning

5.1 Forurensningsprosesser

5.1.1 Gruvene

Gamle gruver kan medføre forurensning ved at sulfider som finnes i bergmasse blir oksidert og frigir surt vann, sulfater, tungmetaller m.m. Sulfidminerale vil oksidere når de er i kontakt med vann og oksygen og produsere syre som løser opp tungmetaller. Dette fører til høye metallkonsentrasjoner i grunnvann og overflatevann. Vanligvis er sulfider som ligger under vann beskyttet mot oksidasjon pga. begrenset tilgang på oksygen og derfor stabile (med mindre vannet er veldig surt (pH < 3-4) og med høyt innhold i Fe(III)). Det er de delene av gruva som ligger over grunnvannsnivå som mest sannsynligvis danner surt vann, inkl. sprekkene koblet til bergrommene. Forurensning kan da ledes til drencsystemet (gruvegangene) eller infiltrere til grunnvann.

Vannet i gruvesystemet kommer fra:

- Infiltrasjon av overflatevann (i sprekker, hull, gamle gruveåpninger)
- Grunnvannstrømning

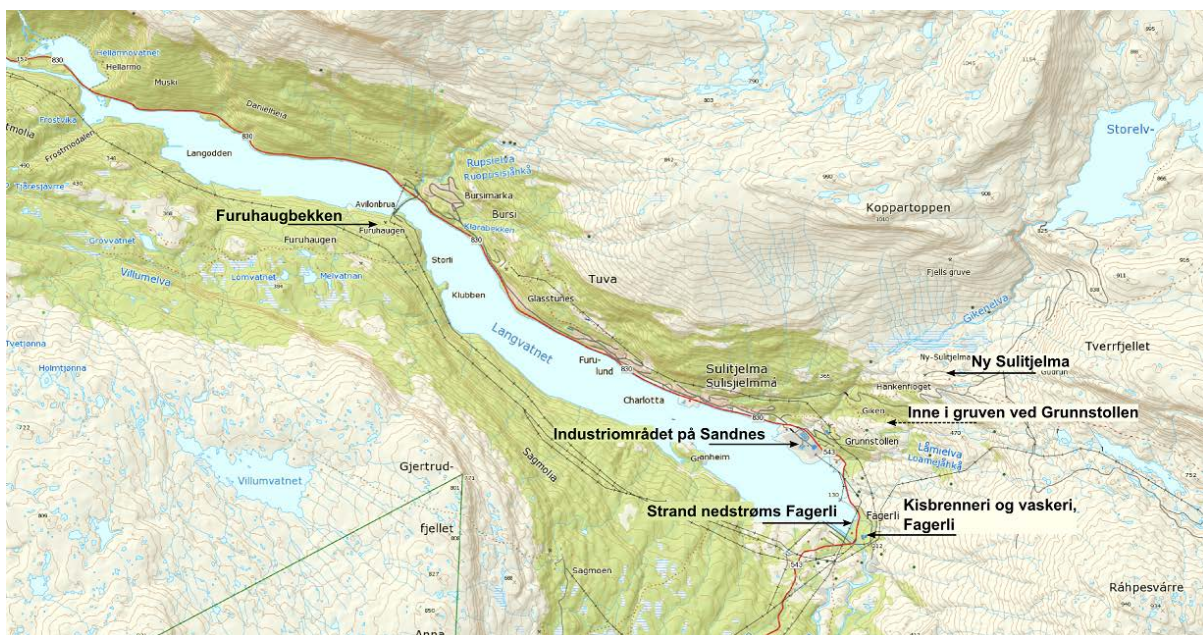
De ulike gruvene er vist på kart i Figur 1.

5.1.2 Forurensede masser

Det er utført karakterisering av syredanningspotensiale i avgangsmasser og gråberg ved lokaliteter som ut i fra historisk virksomhet og observasjoner i felt synes å kunne være syredannende. Følgende områder er kartlagt:

- Kisbrenneri og vaskeri, Fagerli
- Strand nedstrøms Fagerli
- Slam inne i gruen ved Grunnstollen
- Ny Sulitjelma
- Industriområdet på Sandnes
- Utløpet av Furuhaugbekken

Lokalisering av områdene som er kartlagt er vist i Figur 4.



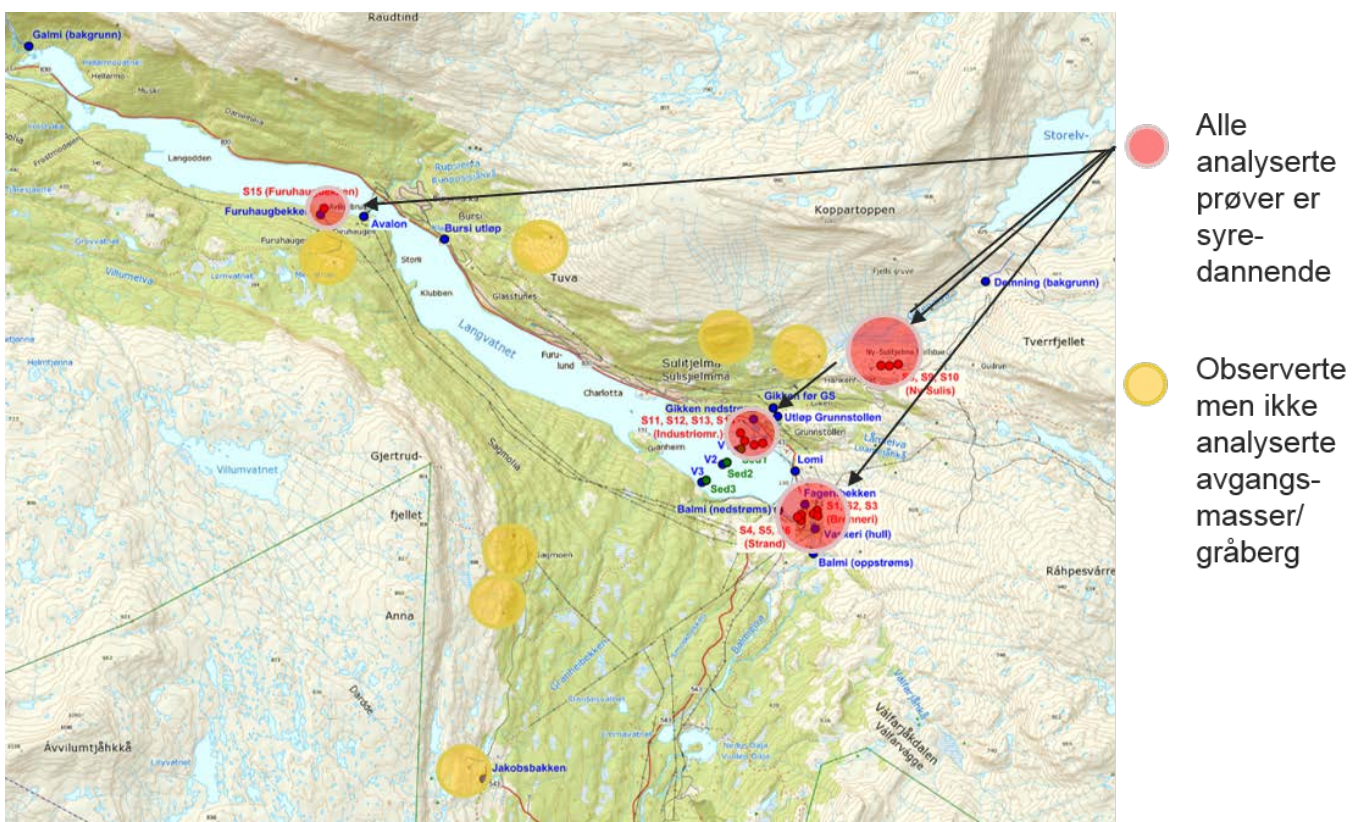
Figur 4 Områder der avgangsmasser/gråberg er prøvetatt rundt Sulitjelma.

I tillegg er det gjort flere observasjoner av avgangsmasser/gråberg som vist i Figur 5. På grunn av mange små områder med skjerpning, er det sannsynligvis flere små områder med avgangsmasser/gråberg som ikke er kartlagt.

Overordnet konklusjon av karakterisering av avgangsmassene og gråberg er at alle prøver er syredannende. De kjemiske analysene viser at de har høyt til veldig høyt syredanningspotensiale. Selv om det observeres store forskjeller mellom prøvene, er nøytraliseringspotensialet fraværende og svovelinnholdet varierer mellom noen prosent

til mer enn 40%. Det betyr at disse massene produserer og vil fortsette å produsere surt vann og utløse tungmetaller fremover.

I tillegg viser resultatene også at kildene til forurensing av Langvatnet er mangfoldige og varierende. Det kan identifiseres minst fire vesentlige kilder til sur avrenning til Langvatnet og lekkasje av tungmetaller (dvs. gamle brenneriet, stranddeponiet ved industriområdet og overflatedeponering rundt Ny Sulitjelma og Furuhaug) i tillegg til Grunnstollen ved selve hovedgruven. Jakobsbakken og andre mindre deponier rundt Sulitjelma bidrar trolig også til forurensingsbelastningen.



Figur 5 Analyserte og observerte avgangsmasser/gråberg rundt Sulitjelma

Basert på resultatene fra de gjennomførte, statiske testene er det vanskelig å estimere hvor fort og hvor lenge avgangsmassene vil fortsette å produsere sur avrenning (særlig pga. store forskjeller i kornstørrelse). Typiske resultater fra litteraturen viser at like avgangsmasser kan oksideres og danne syre i mange år fremover, opptil flere hundre år.

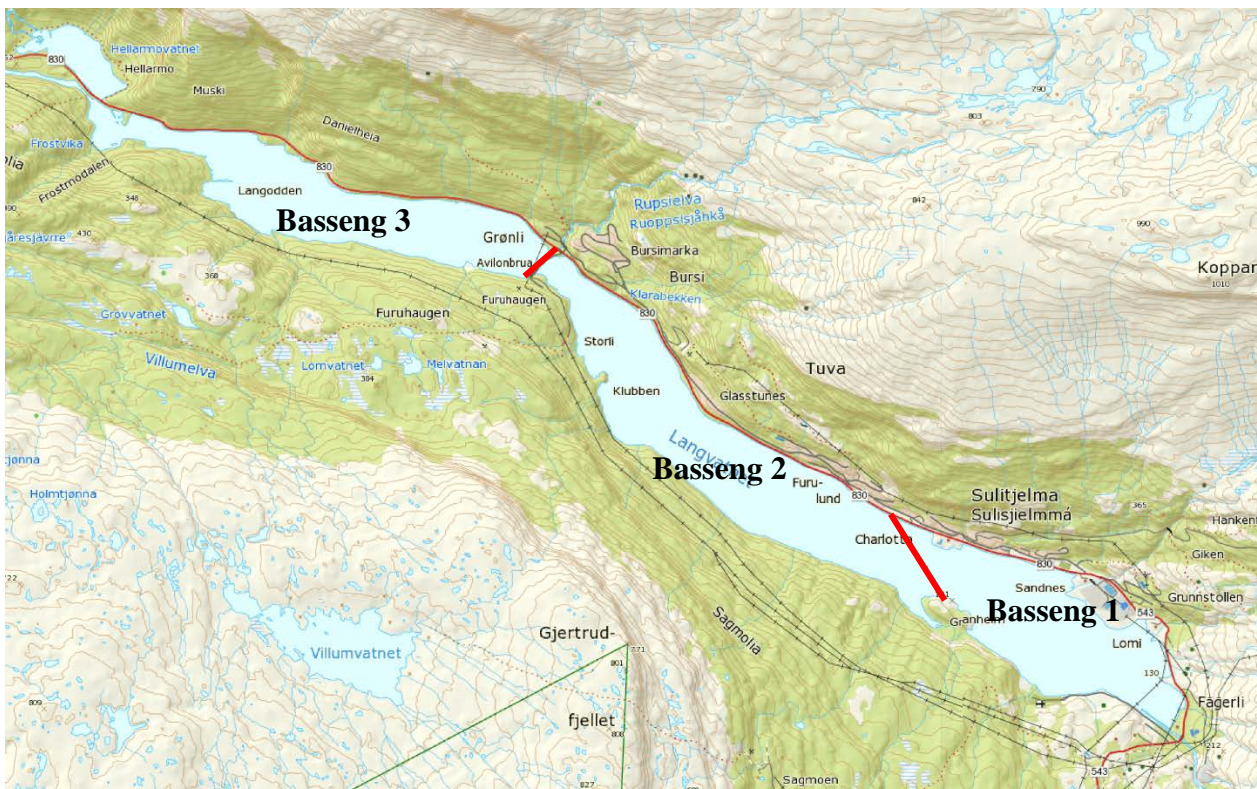
Metning av avgangsmassene kan vanligvis hjelpe til å redusere oksidasjon og syredanning. Observasjonene i industriområdet har imidlertid vist at vannmettede avgangsmasser kan fortsatt bli oksidert.

En observasjon fra alle områder bortsett fra industriområdet og Jakobsbakken er at avgangsmasser og gråberg utgjør relativt tynne lag. Den største utfordringen i Sulitjelma angående syredannende masser synes derfor å være omfanget av arealene avgangsmassene er spredd over.

5.1.3 Sedimenter i Langvatnet

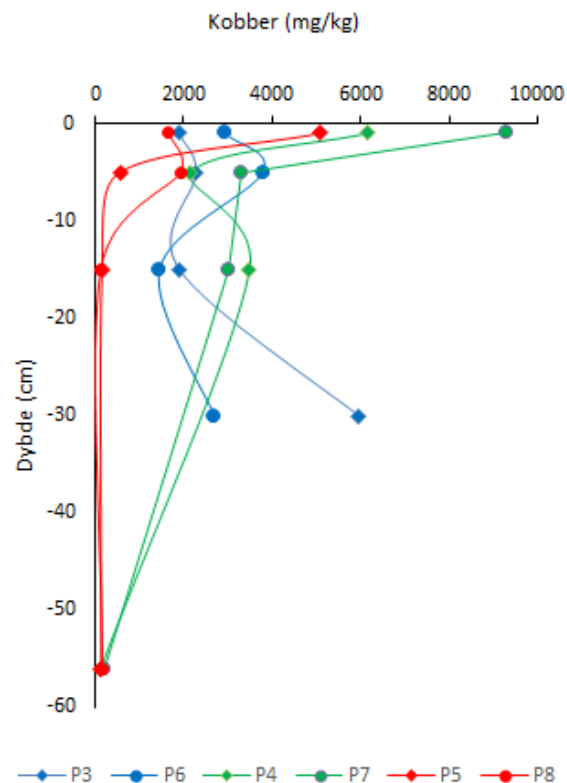
Langvatnet er ca. 10 km langt og strekker seg fra øst ved Sulitjelma tettsted til vest ved Hellarmo. Total mengde av vann som slippes ut ved nordvestre ytterkant (Hellarmo) har vært vurdert av NIVA (2009) til omtrent 1 milliard m³ per år. Kildene til vann er avrenning (særlig i de mange bekkene rundt innsjøen), grunnvann og direkte nedbør. Vannet er regulert slik at elva tas inn i tunnel nedenfor Hellarmo til Sjønstå kraftverk med avløp i østenden av Øvrevann.

Langvatnet er delt i 3 basseng med terskler mellom bassengene (Figur 6). Basseng 1 og 2 er hhv 30 m og 90 m på det dypeste, med en terskel imellom på ca. 4 m dyp under vannoverflaten. Basseng 3 er ca. 60 m dypt og mellom basseng 2 og 3 er det en molo samt et lite stykke med terskel ca. 1 m under vannoverflaten.



Figur 6 Inndeling av basseng 1, 2 og 3 i Langvatnet (avgrenset av grunne terskler avmerket med rød strek)

Det er påvist høye verdier av kobber i sedimentene i alle bassengene, i hovedsak tilsvarende tilstandsklasse 5 (meget sterkt forurenset) se Figur 7. Innenfor basseng 1 og 2 er konsentrasjonsnivået høyt også lengre ned i sedimentprofilen (ned til 30 cm), mens for basseng 3 er det høyt i overflaten og avtar kraftig med dybde. I sedimentene på >50 cm dyp i basseng 2 og 3 er kobberkonsentrasjonen nede på et antatt bakgrunnsnivå på < 200 mg/kg.



Figur 7 Innhold av kobber (Cu) i sedimentprofiler i Langvatnet. Punktene P3 og P6 (blå) er fra basseng 1, P4 og P7 (grønn) fra basseng 2 og P5 og P8 (rød) fra basseng 3.

Arealet for hele Langvatnet er ca. 5,7 millioner m². Basert på en gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon for de ulike bassengene (grovt anslått til å utgjøre henholdsvis 1/3 av totalarealet hver) og en forurensningsdybde på henholdsvis 30 cm (basseng 1), 20 cm (basseng 2) og 5 cm (basseng 3), kan det totale volumet sterkt forurensete sedimenter i Langvatnet estimeres til ca. 1 million m³. Med et tørrstoffinnhold på ~35% utgjør dette en total mengde kobber på ca. 1300 tonn.

Undersøkelsen av sedimentene i Langvatnet viser i tillegg et svært høyt innhold av jern, aluminium og sulfat, mest sannsynlig utfelt som sekundærmineraler som Fe/Al(hydr)oksider, gips og Al-sulfat forbindelser.

5.2 Spredningsprosesser

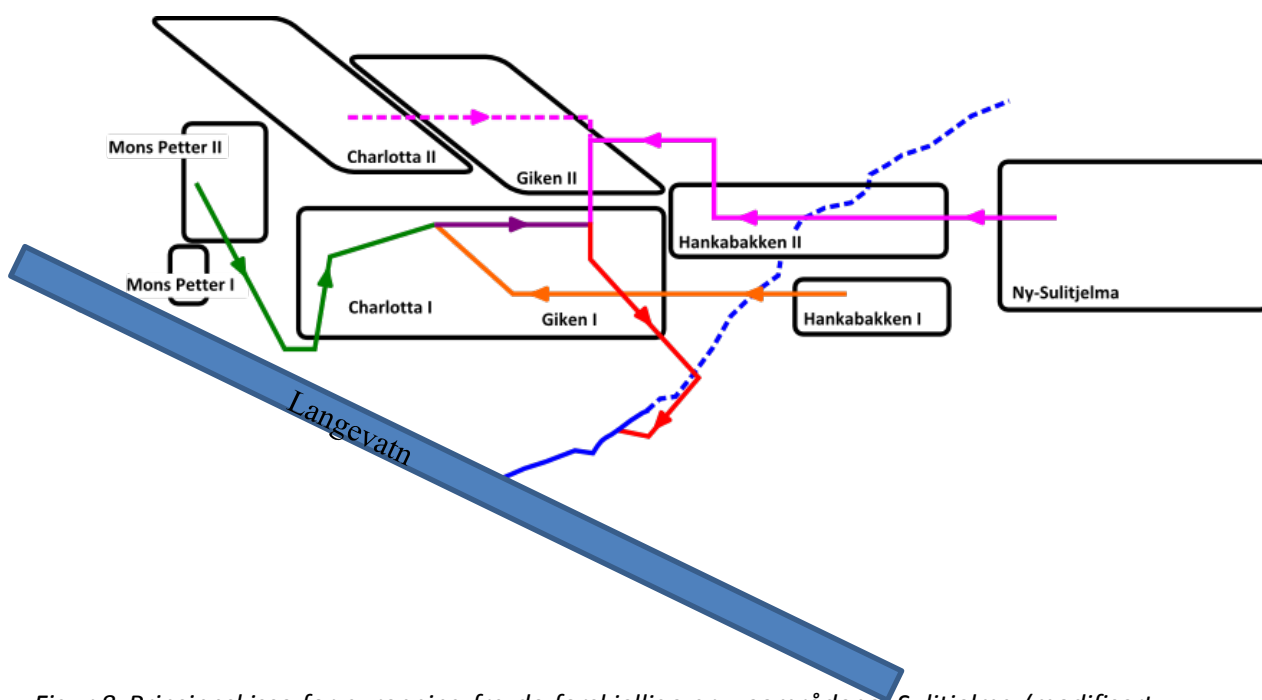
5.2.1 Gruvevann

Vannet som kommer ut i Grunnstollen består av infiltrert vann/grunnvann fra gruvene Mons Petter II, Charlotta, Giken (I, II), Hankabakken (I, II) og Ny Sulitjelma, se prinsippsskisser i Figur 8 (plan) og Figur 9 (profil). Vannet i dette systemet har overløp i samme punkt i Kjell Lunds Sjakt på nivå 60. Det er flere betongpropper i systemet som er en forutsetning for at vannet kan ledes slik det gjør i dag. En detaljert beskrivelse av systemet for avrenning i gruva er gitt i Multiconsult (2005).

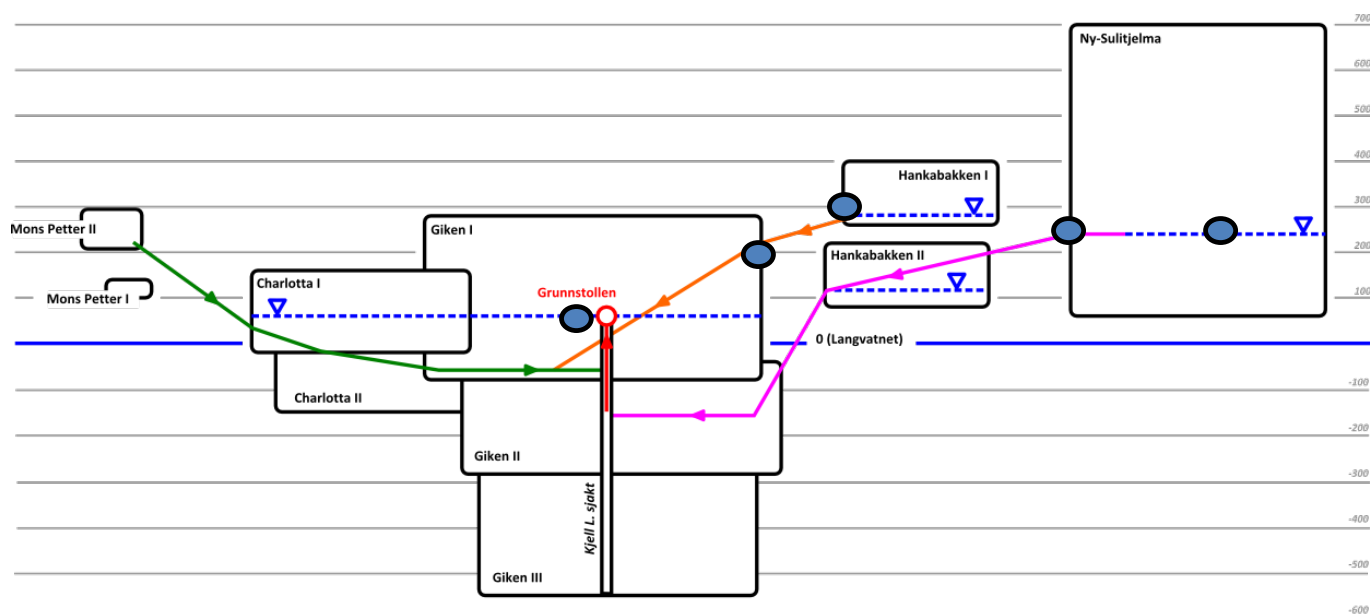
Vann fra Ny Sulitjelma styres ned i en kort stigort (vertikal forbindelse mellom to nivå i gruva) til Hankabakken II ved hjelp av avskjæring. På Grunnstollnivå (i Sorjus) styres vannet ved hjelp av 4 demninger forbi Grunnstollen og videre ned mot dypet i Giken II/III (via Robins Kasse), ned til nivå -142 dvs. under grunnvannsnivå i dette gruve-systemet (ligger på ca. nivå 60). Videre drensveg for vannet før det kommer ut i Kjell Lunds sjakt er ikke kjent. Nivåene er angitt i meter i forhold til Langvatnet, som er nivå 0.

Vann fra Hankabakken I ledes via avskjæring i Giken/Sulitjelma stoll (nivå 208) ned i en stigort ved "Sture" i toppen av Giken 1. Vannet som ledes inn i toppen av Giken I blandes med vann i Giken/Charlotta og Mons Petter før det kommer ut av Kjell Lund sjakt.

Vann fra Mons Petter II styres ved hjelp av flere betongpropper (2 i Østbanen, 1 i Stoll 6) i Charlotta 1. Den høyeste forbindelsen til Kjell Lund sjakt er på nivå -67. Hvordan vannet drenerer videre i Charlotta/Giken 1 er ikke kjent.



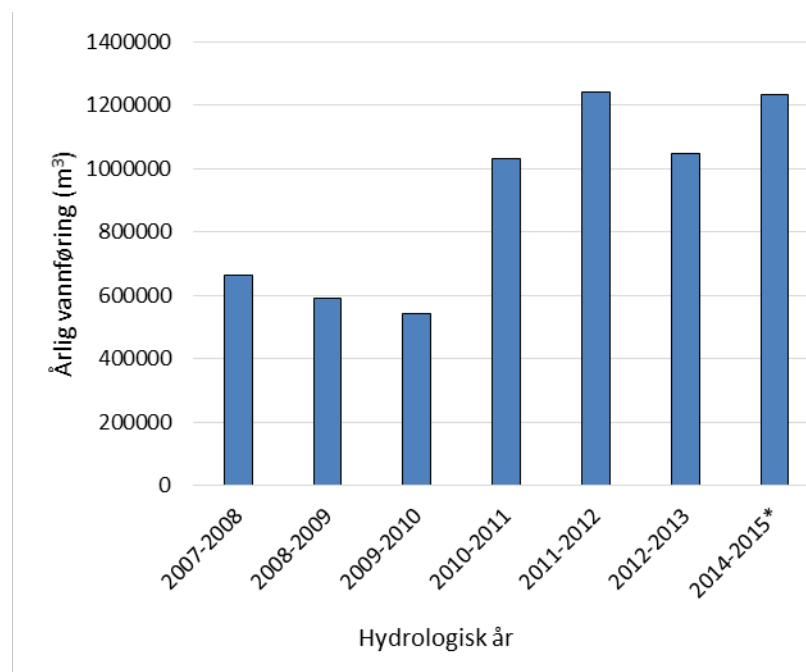
Figur 8 Prinsippskisse for avrenning fra de forskjellige gruveområdene, Sulitjelma (modifisert fra tegning i vedlegg 2, Multiconsult 2005). Gikenelva er vist med blå linje.



Figur 9 Forenklet prinsippskisse som viser profil av gruvesystemene Nordgruvefeltet, Giken / Charlotta og Mons Petter i Sulitjelma. Blå sirkler indikerer lokalisering av prøvetakingspunkt fra september 2015.

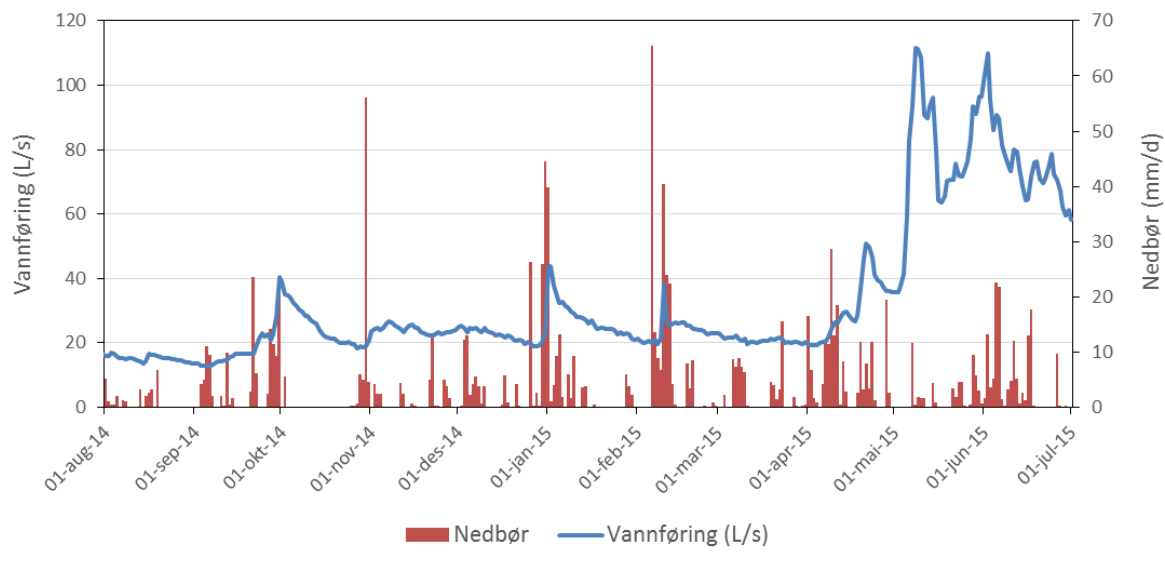
Det har vært registrert en økning i målt vannmengde i Grunnstollen siden målingene startet i 2007. Figur 10 viser årlig vannføring ($m^3/år$) for de hydrologiske årene fra 2007 – 2013 og 2014-2015. Registreringene viser en dobling av vannmengden i Grunnstollen fra 2010 til 2011, fra 0,54 til 1,0 mill. $m^3/år$. Etter 2011 har vannmengden variert, uten at det kan observeres noen tiltagende eller avtagende trend. Gjennomsnittlig vannmengde fra Grunnstollen de siste 4-5 årene ligger på ca. 1,1 mill. $m^3/år$.

Økningen i vannmengde sammenfaller med tidspunktet for etablering av ny vannmengdemåler. Etterkontroll av ny måler i 2015 viser at denne måler vannmengden riktig. Tidligere målinger ble gjennomført manuelt med V-overløp, og det er ingen grunn til å tro at det var knyttet feil til disse målingene. Dette tyder på at det har skjedd endringer i gruva som har ført til en betydelig økning i vannmengden. Endringer i vannmengden kan være knyttet til økt vanninntrenging som følge av at gruva raser og bekkevann / ellevann kommer inn i gruva. Tiltak for å hindre/reducere innlekking av gruvevann antas å være av stor betydning med hensyn til forurensningstransport.



Figur 10 Målt årlig vannmengde i Grunnstollen for de hydrologiske årene (18.10 – 17.10) 2007-2013 (data fra NIVA 2008) og 2014-2015 (COWI 2015a) *målinger fra 01.07-30.06.

De kontinuerlige vannføringsmålinene fra 2014-2015 viser at det skjer en respons i vannføringen i Grunnstollen (blå linje, Figur 11) ved kraftig nedbør (røde kolonner), noe som indikerer kort oppholdstid for en del av vannet. Høyeste vannføring måles mai-juni, sannsynligvis i tilknytning til snøsmelting.



Figur 11 Målt vannføring i Grunnstollen, 2014-2015 (blå linje). Nedbør i samme periode (røde kolonner)

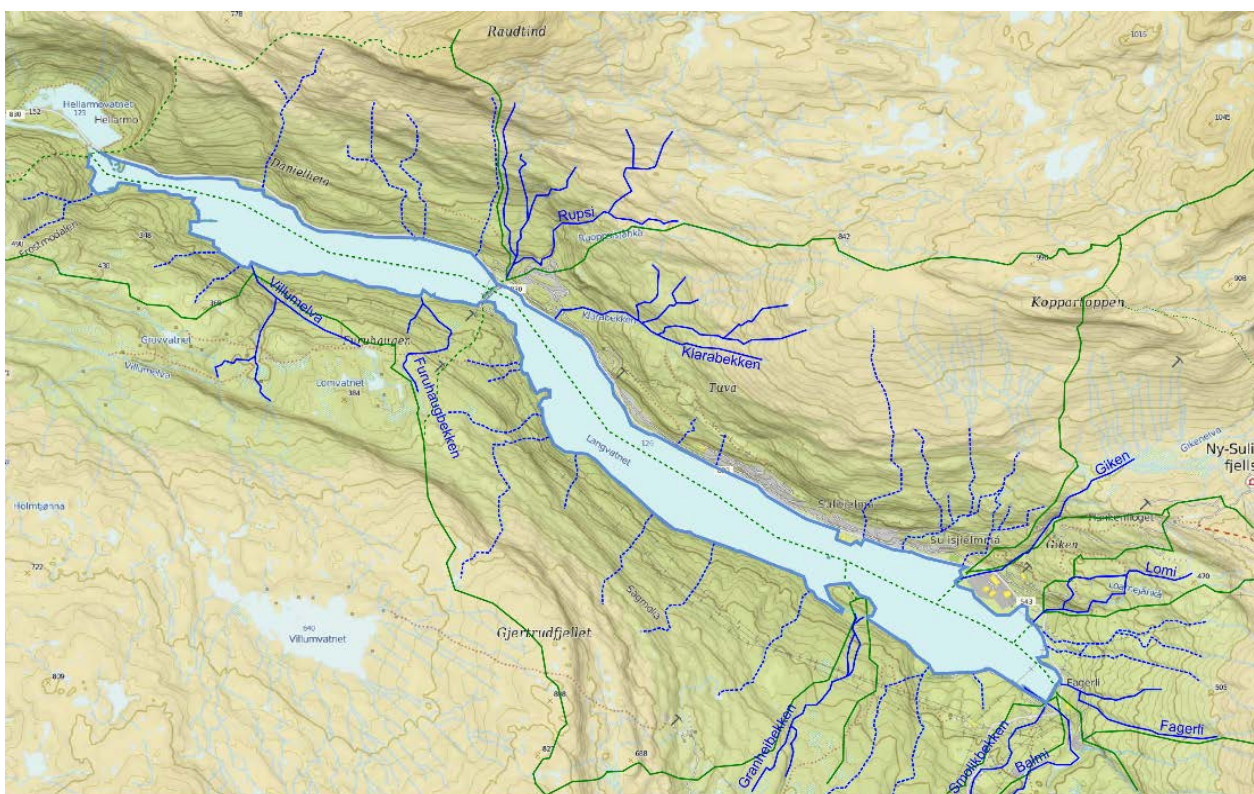
Forurensningsbidraget fra de ulike delene av gruveen er usikkert. Målingene av pH i vann fra Ny Sulitjelma og Hankabakken I viser lave verdier (2,66-2,85). Vannet fra Grunnstollen som er overløp for alt vannet som kommer til gruvesystemet er noe høyere (pH 3,19), på nivå med historisk snitt (pH 3,14, Cowi 2015a). Dette indikerer at vannet i områdene i Giken/Charlotta står mer i kontakt med karbonatholdig bergmasse sammenlignet med gruvevannet som drenerer Ny Sulitjelma og Hankabakken. Dette underbygges av en betydelig høyere konsentrasjon kalsium (Ca) i vannet fra Grunnstollen.

Det er registrert kalkholdige bergartstyper (kalksteinsbreksje, kalkamfibolitt, kalkspat) i tilknytning til gruvesystemene i Sulitjelma (Søyland Hansen, 1982). Tidligere analyser av prøver fra tak i Sorjus (Hankabakken II) har vist vann med nøytral/svakt basisk pH (pH 8,9) og lavt innhold av metaller og sulfat, noe som indikerer at grunnvannet har krysset en kalkrik-bergmasse som har en positiv effekt på vannkvaliteten.

Måling av redokspotensialet indikerer at vannet i gruva er oksiderende, dvs. det er nok oksygen tilgjengelig.

5.2.2 Bekkesystem

Det er mange elver/bekker med avrenning fra tidligere gruveområder og ned til Langvatnet, som vist på Figur 12.



Figur 12 Elver og bekker med tilrenning til Langvatnet. Prikkede linjer viser mindre bekker (kart: ut.no).

Giken mottar avrenningen fra Grunnstollen som vurderes å være den største bidragsyteren til forurensing av Langvatnet. Konsentrasjonene av metaller er høye, til tross for en betydelig fortynning i Giken. Vannstrømningen i Giken er mye større enn i de fleste andre bekker rundt Langvatnet.

Beregninger av metningsforhold indikerer at vannet er mettet ut fra Grunnstollen. Det betyr at økte vannmengder ut fra Grunnstollen ikke vil medføre en nedgang i konsentrasjonen i vannet. Mengde av løste metaller som tilføres Langvatnet via Giken vil dermed øke når vannmengde fra Grunnstollen øker.

Når vannet fra Grunnstollen møter vannet i Giken skjer det en forhøyning i pH. Målingene viser at utfelling av metaller sannsynligvis først skjer i Langvatnet. Beregninger av utfelt materiale indikerer at det bør ligge store mengder utfelte metaller i sedimentene i Langvatnet, sannsynligvis konsentrert i østre basseng. Dette underbygges av sedimentundersøkelsene.

Andre kilder enn utløpet fra Grunnstollen. Det er mange bekker rundt hele Langvatnet som bidrar med ulike vannvolum og konsentrasjon av metaller. Små gruver påvirker vannkvaliteten i noen bekker/elver betydelig (for eksempel Aylon og Furuhaugbekken),

men total vannmengde er mye mindre enn fra Grunnstollen slik at den totale belastningen av Langvatnet er betydelig lavere.

Elva Balmi har små konsentrasjoner av metaller, men høy vannføring, som likevel gjør den til en stor bidragsyter av tilførsel av metaller til Langvatnet.

Bakgrunnsprøver har vist at bekker rundt Sulitjelma har naturlig relativt høye konsentrasjoner av kobber og sink (opptil 0,6 µg Cu/l og 1,6 µg Zn/l). Bakgrunnskonsentrasjonene er imidlertid betydelig lavere enn konsentrasjonene målt i vannet fra Grunnstollen eller i Langvatnet. Det er sannsynligvis en naturlig påvirkning av overflatevann som følge av forvitring av berggrunnen men dette er ubetydelig i forhold til de andre kildene. Det kan også bemerkes at sørsiden av Langvatnet påvirker vannkvaliteten i mindre grad (geologisk kart viser store forskjeller i berggrunn).

Tilførselen av kobber til Langvatnet fra de ulike elvene og bekkene er nærmere beskrevet i kap. 6.4.

5.2.3 Langvatnet

I forbindelse med undersøkelsene av vann i Langvatnet i 2014 ble det observert liten endring i konsentrasjonsprofilen for kobber, og det ble foreslått at dette kunne skyldes at hele systemet er i en tilnærmet "likevekt" mellom sorbert/utfelt og vannløst. Resultatene fra mars 2015 viser i hovedsak lavere konsentrasjoner i de øverste vannmassene i Langvatnet i bassengene 1 og 2 sammenlignet med målingene i 2014, med en økende konsentrasjon mot dypet/sedimentene. Dette indikerer at tilførselen av kobber fra sedimentene ikke er høy nok til å "opprettholde" en "likevekt" mellom sediment og hele vannfasen, dersom tilførsel av rent vann fra kraftverkene er høyt om vinteren.

Observasjonene fra 2014 og 2015 viser således at sedimentene i Langvatnet ved en reduksjon i kobberkonsentrasjon i vannet, vil kunne fungere som en kilde til kobberforurensning i vannfasen som følge av desorpsjon fra jern(hydr)oksider og/eller oppløsning av sekundære kobbermineraler. På grunn av langsom kinetikk vil ikke denne kilden være avgjørende for vannkvaliteten i de øverste vannlagene. Ved høy tilførsel av forurensning fra gruvevann vil derimot Langvatnet fungere som en sink. Det samme er observert i Sverige, der sedimentene i innsjøen Tisken nedstrøms Falun fungerer som en kilde når tilførselen av vann fra gruveavfallet oppstrøm er relativt lav, og motsatt når tilførselen er høyere (Lundgren, T og Hartlén, J (1990)).

Resultatene viser at Langvatnet har fungert som et viktig utfellings- og rensebasseng for forurensning fra gruva og tilliggende velter/avgangsmasser. Et stort vannvolum og antatt høy oppholdstid skaper gode forhold for sentrale renseprosesser som oksidering (dannelse av jernoksid/hydroksid), pH økning (lav løselighet for hydroksider/oksider), utfelling av metaller og sedimentering. Denne renseeffekten gir en betydelig reduksjon i vannkonsentrasjonen. I basseng 3 ligger konsentrasjonsnivået av kobber i den øverste

vannfasen høyere sammenlignet med målingene i basseng 1 og 2. Dette indikerer påvirkning fra kilder som drenerer direkte til basseng 3 (eksempelvis Furuhaugbekken). Disse forurensningskildene kan ha stor betydning for vannkvaliteten i utløpsvannet fra Langvatnet. Her ligger også et potensialet for en reduksjon av vannkonsentrasjonen av kobber ved å stimulere renseeffekten i det siste bassenget før utløpet ved Hellarmo.

5.2.4 Grunnvann

Det er ikke utført kartlegging av grunnvann i Sulitjelma og grunnvannets betydning for forurensning av Langvatnet er ikke kjent. Grunnvannsbidraget til Langvatnet antas å være betydelig grunnet den lokale geologien og de store gruvearealene som ble drevet.

Grunnvannet er imidlertid ikke i bruk, og det foreligger ikke krav om å beskytte grunnvannet som har avrenning i Langvatnet.

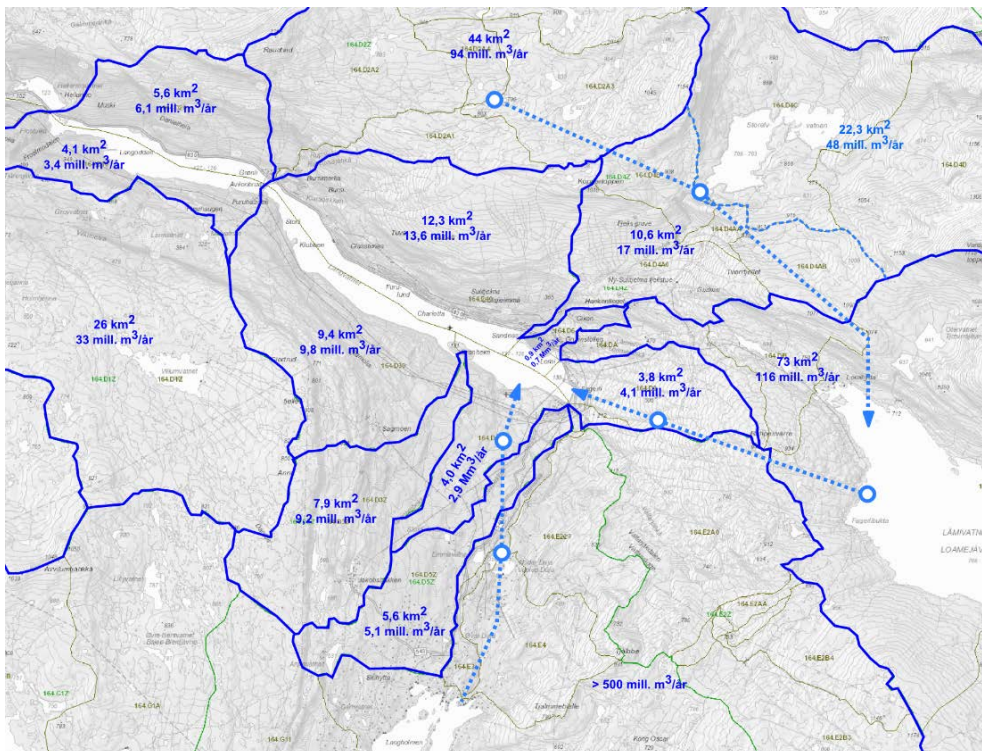
5.3 Kvantifisering av tilførsler

Kilder og bidrag til kobberforurensning av Langvatnet er vurdert. Det er kun overflatevann som er tatt i betraktning. Bidrag fra grunnvannet er ikke kjent, men det kan antas å være betydelig grunnet den lokale geologien og de store gruvearealene som ble drevet. For å vurdere de ulike bidrag ble data for nedbørsfelt (areal og tilsig) hentet fra NVE sin database (NVE Atlas). Det blir antatt at hele nedbørsfeltet dreneres gjennom de omtalte bekkene. Dette er imidlertid beheftet med stor usikkerhet.

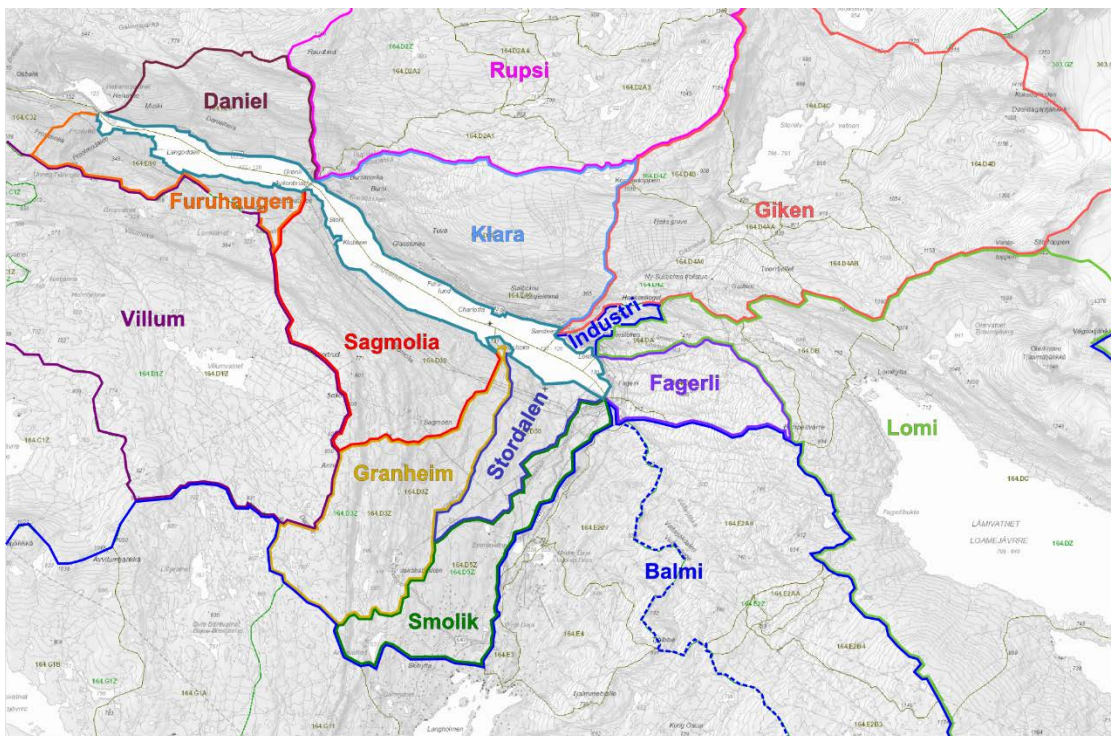
Kobberkonsentrasjoner er vurdert basert på målinger utførte av NIVA (2009, 2012), NGI (2014) og COWI (2015).

Innledningsvis ble alle bidragene (elver, små og store bekker) til Langvatnet identifisert, særlig de hvor det foreligger vannprøver (Figur 12), og koblet med nedbørsfelt (Figur 13 og Figur 14). Nedbørsfelt og tilsig er samlet i Tabell 3.

Det kan observeres et lite avvik mellom summen av alle tilsig og utløp målt ved Hellarmo, som kan forklares både av grunnvannstrømning og årsgjennomsnitt (avviket er mindre enn 6% av totalt utløp). Det bemerkes at bidraget fra grunnvannsstrømningen ikke har vært mulig å kvantifisere.



Figur 13 Nedbørsfelt rundt Langvatnet. Arealer og tilsig er indikert. Data og bakgrunnskart er fra NVE Atlas.



Figur 14 Hovedregionene for identifisering av Cu-bidrag til Langvatnet (kart fra NVE Atlas).

Tabell 3 Nedbørsfelt og tilsig på årsbasis for de ulike vassdragene rundt Langvatnet. Tallene i parentes viser arealer og tilsig for Giken og Lomi uten å ta hensyn til avløp fra Storelvatnan til Lomivatnet.

Område	Nedbørsfelt (km ²)	Tilsig (m ³ /år)
Giken	10,6 (33)	17 000 000 (65 000 000)
<i>Grunnstollen</i>	-	800 000
Industri	0,7	700 000
Lomi	73	164 000 000 (116 000 000)
Fagerli	3,8	4 100 000
Balmi	-	530 000 000
Smølik	5,6	5 100 000
Stordalen	4,0	2 900 000
Granheim	7,9	9 200 000
Sagmolia	9,4	9 800 000
<i>Avilon</i>	-	16 000
Furuhaugen	4,1	3 400 000
Villum	26	33 000 000
Daniel	5,6	6 100 000
Rupsi	44	94 000 000
<i>Rupsi stoll</i>	-	160 000
Klara	12,3	13 600 000
<i>Langvatnet (nedbør)</i>	5,6	6 000 000
Sum		895 000 000
Utløp (Hellarmo)		950 000 000
Avvik		55 000 000

Kobber konsentrasjoner og total årsbidrag til Langvatnet fra hver enkelt område vises i figur 14 for nærmere detaljer henvises til Tabell 3 og Tabell 4.

Vurderingen og antagelser beskrives nærmere nedenfor.

Giken oppstrøms: Giken er teoretisk et stort vassdrag men en stor del av vannet som er fanget av dammen ved Storelvatnan er regulert og dirigeres direkte til Lomivatnet. Totalt tilsig til Giken vurderes derfor til rundt 17 millioner m³/år. Det ble imidlertid ved feltbefaring observert noe vann som rennet ut av dammen og som kan øke total vannføring i Giken. Det finnes flere kilder til forurensing av Giken oppstrøms Grunnstollen, inkl. flere gruveinnganger og små bekker med rød farge. Det ligger også store mengder avgangsmasser i området ved Ny Sulitjelma som ble vurdert som syredannende (NGI, 2014). Kobber-konsentrasjoner i Giken før tilløpet fra Grunnstollen som ble funnet av

NIVA og NGI er imidlertid relativt lave, henholdsvis 45 og 59 µg/l. Dette gir et teoretisk årlig bidrag på 1 t/år utover det som kommer fra Grunnstollen. Dette stemmer ikke overens med målingene gjort i Giken nedstrøms. Usikkerhetene ligger i varierende vannføring og kobberkonsentrasjoner avhengig av årstid.

Grunnstollen: Grunnstollen er betraktet som hovedkilden til Cu-forurensing til Langvatnet, både pga. høy vannføring hele året (ca. 1,1 million m³/år) og høye kobber-konsentrasjoner (12 000 µg/l i gjennomsnitt, men kan variere mellom 8700 og 20 400 µg/l avhengig av årstid). Totalt Cu-bidrag til Langvatnet vurderes å være mellom 9,6 og 15,5 t/år.

Giken nedstrøms: Vannprøver tatt nedstrøms Grunnstollen, dvs. etter at vannet er blandet, viser at målte konsentrasjoner ikke stemmer med konsentrasjoner og vannvolumer fra Giken oppstrøms og Grunnstollen. Det er usikkert om det er pga. varierende vannføring ut av Grunnstollen og Giken, eller om det er andre kilder som bidrar mellom de to observasjonspunktene. Kobber-konsentrasjoner ble målt mellom 1020 og 2770 µg/l. Det betyr at maksimum bidrag fra Giken (inkl. Grunnstollen) til Langvatnet kan være så høyt som 18,5 til 50,1 t/år, hvorav mellom 30 og 50% sannsynligvis kommer fra Grunnstollen.

Industriområdet: Området karakteriseres ved et lite vassdrag som renner gjennom avgangsmassene ved Langvatnet som ble karakterisert som syredannende (NGI, 2014). Det kan antas at vannet er like forurenset som f.eks. ved Furuhaugbekken. Om det antas en kobber-konsentrasjon på 4000 µg/l kan industriområdet bidra med opp til 2,8 t/år kobber til Langvatnet. Bidraget er antageligvis mindre pga. begrenset mengde avgangsmasser i området.

Lomi: Tilsig for Lomi er teoretisk estimert og representerer hele nedbørsfeltet, pluss vannet som føres fra Storelvatnan. Lomivatnet er regulert og vannføringen i Lomi er sannsynligvis mindre enn vurdert. Vannprøver tatt av NIVA i oktober 2008 ved innløpet i Langvatnet viser at konsentrasjon av kobber er 1,9 µg/l, dvs. mellom 3 og 5 ganger bakgrunnskonsentrasjoner. Kilden til kobber er ikke kjent. Om det antas at kobber-konsentrasjoner ikke overskrider 2 µg/l, vil det si at bidraget fra Lomi-området til Langvatnet kan vurderes til maksimum 0,3 t/år.

Fagerli: Fagerli-området er relativt lite og tilsiget er begrenset. Vannet renner hovedsakelig i små og korte bekker, men en del kan også infiltreres i det gamle brenneriområdet, muligens i reaktivt gruveavfall. Kvaliteten til overflatevannet er antatt relativt god, særlig fordi det ikke finnes synlige indikasjoner til forurensing i bekker og fordi en del forurenset vann føres i rør til Balmi. Kobber-konsentrasjonene antas å være lik de som er målt i Balmi, oppstrøms smelteverksområdet (NIVA, november 2008), dvs. 5,9 µg/l. Totalt bidrag til Langvatnet er derfor vurdert til å være mindre enn 0,02 t/år.

Balmi: Elva samler vannet fra et veldig stort område og teoretisk tilsig overskrider 500 millioner m³/år. Vannet er regulert (både Kjelvatnet og Nedre Daja) og det rapporteres at en stor del av vannet ledes direkte til Langvatnet (NIVA, 2009). Omtrent 70 millioner m³ er ikke regulert og renner årlig til Balmi elva. Vannkvaliteten nedstrøms smelteverksområdet varierer betydelig. Mens NGI har målt kobber-konsentrasjoner rundt 3,5 µg/l (juli 2014), rapporterer NIVA verdier mellom 51,6 og 170 µg/l (oktober og november 2008). Avhengig av vannføring i Balmi og gjennomsnittskonsentrasjon utover året, kan bidraget til Langvatnet variere fra 0,3 til 12 t/år. Det vurderes som sannsynlig at bidraget overskrider 3 t/år. Kilde til forurensing ser ut til å være sigevann fra smelteverksområdet, men mindre bekker og gruveområdet langs elva kan også påvirke vannkvaliteten.

Smolik: Smolik vassdraget består av flere mindre bekker som har avløp til Langvatnet like nedenfor utløpet av Balmi. Nederste delen av elva er lagt i rør. Totalt tilsig per år er omtrent 5,1 millioner m³. Det ble tatt bare en vannprøve av NIVA i september 2008, langt oppstrøms. Den indikerer et kobber-bidrag på 0,1 t/år. Bekken renner imidlertid gjennom et gruveområdet og kan være mer forurenset nederst ved Langvatnet. Totalt teoretisk bidrag kan da overskride 10 t/år om det antas kobber-konsentrasjonen er lik den i Jakobsbakken (dvs. 2 mg/l).

Stordalen: Et mindre vassdrag med et vannvolum på mindre enn 3 millioner m³/år. Bekken ble ikke prøvetatt men det er ingen spesiell grunn til å tro at vannet er spesielt forurenset. Stordalen-området vurderes som ubetydelig i forhold til forurensing av Langvatnet.

Granheim: Bekkene i området samles fra ulike gruvestoller og avgangsmassehauger, og ikke minst Jakobsbakken. Hovedutløpet ligger ved Granheim halvøy. Totalt tilsig vurderes til omtrent 9,2 millioner m³/år. Grunnet gruvevirksomhet i området er vannet sterkt forurenset. Vannprøver tatt av NIVA mellom 2005 og 2008 viser kobberkonsentrasjoner på mellom 413 og 2080 µg/l. NGI tok ingen prøver i området i 2014, men lave pH-verdier indikerer at bekken er fortsatt forurenset. Totalt bidrag fra området til Langvatnet estimeres til rundt 10,1 t Cu/år, men det kan variere mellom 3,8 og 19,2 t/år.

Sagmolia: Middels stort vassdrag med mindre enn omtrent 9,8 millioner m³/år tilsig. Området ble ikke prøvetatt men det finnes flere gruver i området. Derfor kan det antas at vannkvaliteten er relativt dårlig, med like høye kobber-konsentrasjoner som i Jakobsbakken. Grunnet mangel på data er det ikke mulig å kvantifisere nøyaktig kobber-bidrag til Langvatnet, men det vurderes til mellom 4 og 20 t/år.

Avilon: Vannføring fra Avilon-stollen er grovt vurdert av NIVA til ca. 0,5 l/s. Uten andre målinger kan det bare estimeres at årlig vannvolum er ca. 16 000 m³. Avilon har vært overvåket siden 1978 og kobber-konsentrasjonene har variert mellom 80 og 1290 µg/L. Prøvetaking utført av NGI i 2014 har vist konsentrasjoner rundt 1040 µg/L. Til tross for dette kan bidrag til Langvatnet ses som ubetydelig grunnet lav vannføring.

Furuhaugen: Et lite vassdrag som viser høye kobber-konsentrasjoner. Vannprøver tatt av NIVA i perioden 1977 til 2008 viser imidlertid en betydelig og kontinuerlig reduksjon over tid fra 5500 µg/l til 2340 µg/l. Målingen utført av NGI i 2014 viser omtrent de samme konsentrasjonene med ca. 2360 µg/l. Store mengder avgangsmasser observeres i området som kan forklare disse høye verdiene. Totalt kobber bidrag til Langvatnet vurderes til å være mellom 8,0 og 18,7 t/år.

Villum: Vassdraget er relativt stort (33 millioner m³/år) men lite påvirket av gruveaktiviteter. Kobberkonsentrasjoner målt av NIVA i september 2008 var 0,30 µg/L, dvs. under bakgrunnskonsentrasjoner målt av NGI i 2014. Bidrag til Langvatnet vurderes derfor å være mindre enn 0,01 t/år.

Daniel: Det var ingen gruvevirksomhet i dette området og vannkvaliteten er derfor god. NIVA har målt kobberkonsentrasjoner som var omtrent 0,6 µg/L i september 2008. Totalt bidrag til Langvatnet er derfor vurdert til å være ubetydelig.

Rupsi: Området ligger ganske høyt over gruen. Overflatevann er derfor bare lite påvirket av gruvevirksomhet. NIVA har målt kobberkonsentrasjoner rundt 0,6 µg/l i 2008. Total kobber bidrag til Langvatnet vurderes derfor til omtrent 0,06 t/år.

Rupsi stoll: Vannet prøvetatt i perioden 1972 til 2008 av NIVA viste kobberkonsentrasjon på mellom ca. 30 og 1380 µg/L. Konsentrasjonene varierer veldig mye men viser ingen trend over tid. Det kan også observeres at pH er relativt høy som kan tyde på at en stor del av kobber felles på vei ut av gruen. Vannføring er imidlertid relativt begrenset, dvs. ca. 5 l/s ifølge NIVA (2009). En grov beregning indikerer derfor at bidrag til Langvatnet kan vært så høyt som 0,2 t/år. Grunnet lav vannstrømning er bidraget relativt lite, men en økning av vannføring kan føre til betydelig økt forurensningsbidrag til Langvatnet.

Klara: Prøvetaking utført av NIVA i 2008 har vist at kobber-konsentrasjoner i området kan variere fra 13,2 µg/l til 78,6 µg/l. Spredte gruveavganger forklarer sannsynligvis de høye konsentrasjonene. Bidrag til Langvatnet fra området vurderes til mellom 0,2 og 1,1 t/år.

Hellarmo: Vannmengder ved utløpet av Langvatnet ved Hellarmo overvåkes av Salten Kraftsamband mens konsentrasjoner i utløpet har vært overvåket av NIVA fra 1993 frem til 2014 og overvåkes nå av Cowi. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av kobber har variert mellom 10 µg/l (2000-2001) og 29 µg/l (2004-2005), se Figur 3. Konsentrasjonen for 2014 lå på 24 µg/l. Det er ingen tydelig trend i konsentrasjonsnivåene.

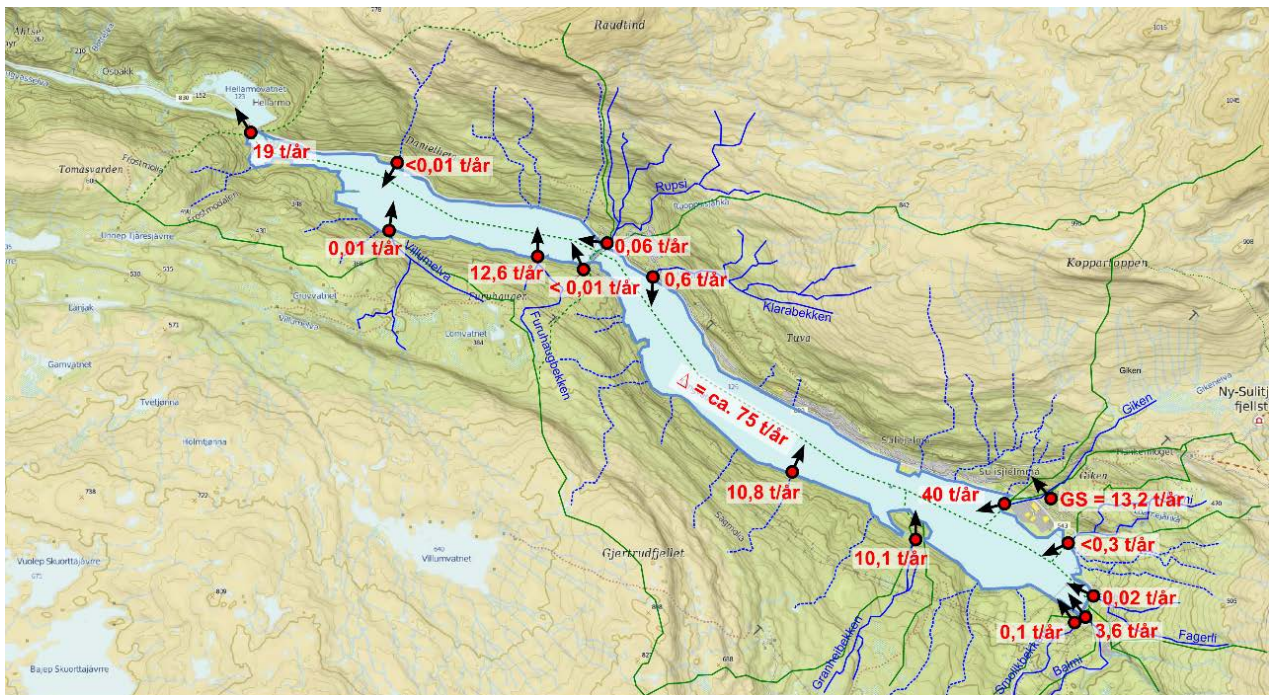
Total mengde kobber som strømmer ut av Langvatnet kan variere mellom 9,2 og 27,6 t/år. Avvik i forhold til summen av de estimerte enkeltbidragene fra nedbørsfeltene er derfor betydelig. Tallgrunnlaget tyder på at mellom 20 og 200 t kobber blir innlagret i Langvatnet (enten løst, utfelt eller sedimentert) per år. Av dette er bidraget mellom 22 og 40 % fra Giken, og mellom 7 og 21 % fra Grunnstolen. Som fremgår av Tabell 4, kan

Industriområdet, Balmi, Granheim, Sagmolia og Furuhaugen også være betydelige kilder til forurensning av Langvatnet. De ulike bidragene er også illustrert i Figur 15.

Tabell 4 Kobber konsentrasjoner målt av NIVA, NGI og COWI i perioden 2008-2015.

Område	NIVA ⁽¹⁾			NGI ⁽²⁾	COWI ⁽³⁾
	Min	Gjnsnitt	Maks		
Giken oppstrøms	-	45	-	59	-
Grunnstollen	8700	11920	14090	20400	12000
Giken nedstrøms	2140	-	2770	1020	-
Industri	-	-	-	-	-
Lomi	-	1,9	-	-	-
Fagerli	-	5,9	-	-	-
Balmi	51,6	-	170	3,5	-
Smolik	-	13,0	-	-	-
Stordalen	-	-	-	-	-
Granheim	413	1100	2080	-	-
Sagmolia	-	13	-	-	-
Avilon	80	311	1290	1040	
Furuhaugen	2340	3704	5500	2360	-
Villum	-	0,3	-	-	-
Daniel	-	-	-	-	-
Rupsi	-	0,6	-	-	-
Rupsi stoll	30	139	1380		
Klara	13,2	-	78,6	-	-
Utløp (Hellarmo)	9,7	18,7	29	23,9	-

⁽¹⁾Niva, 2009, 2013; ⁽²⁾NGI, 2014; ⁽³⁾COWI, 2015



Figur 15 Kobberbidrag fra de ulike kildene til Langvatnet

Tabell 5 Estimert Cu-bidrag til Langvatnet fra de ulike kildene. Mest sannsynlige verdier er gitt sammen med maksimum og minimum resultater.

Område	Kobber-konsentrasjoner (µg/L)			Bidrag til Langvatnet (t/år)		
	Min	Mest Sannsyn.	Maks	Min	Mest Sannsyn.	Maks
Giken (inkl. GS)*	1020	2200	2770	18,5	39,8	50,1
Industri		4000		0,0	2,8	0,0
Lomi		2		0,0	0,3	0,0
Fagerli		6		0,0	0,0	0,0
Balmi	3,5	50,0	170	0,3	3,6	12,6
Smolik		13	2000	0,0	0,1	10,2
Stordalen				0,0	0,0	0,0
Granheim	413	1100	2090	3,8	10,1	19,2
Sagmolia	413	1100	2090	4,0	10,8	20,5
Avilon	80	300	1290	0,0	<0,01	0,0
Furuhaugen	2340	3700	5500	8,0	12,6	18,7
Villum		0,3		0,0	0,01	0,0
Daniel		0,3		0,0	0,00	0,0
Rupsi		0,6		0,0	0,06	0,0
Rupsi stoll	30	140	1380	0,0	0,02	0,2
Klara	13,2		78,6	0,2	-	1,1
Sum				40	102	201
Utløp (Hellarmo)	9,7	20	29	9,2	19,0	27,6

*Det totale bidraget fra Giken er usikkert. Av dette utgjør bidraget fra Grunnstollen mellom 9,6 og 15,5 t/år.

5.4 Konklusjon forurensningssituasjon

Tabell 6 oppsummerer spredningsveiene som er identifisert som hovedbidragsytere for sur avrenning og forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller i Langvatnet:

Tabell 6 Hovedbidragsytere til forurensning av Langvatnet

Kilde	Sannsynlig bidrag (t/år)	Resipient (basseng i Langvatnet)
Giken (inkl. GS)*	39,8	Basseng 1
Furuhaugen	12,6	Basseng 3
Sagmolia	10,8	Basseng 2
Granheim	10,1	Basseng 1
Balmi	3,6	Basseng 1
Industriområdet	2,8	Basseng 1

*Av dette utgjør bidraget fra Grunnstollen mellom 9,6 og 15,5 t/år.

Utløp fra Grunnstollen vurderes å være den største bidragsyteren til forurensning av Langvatnet. Konsentrasjonene av metaller er veldig høye og vannmengdene lave, i forhold til de andre bidragsyterne. I tillegg vil sedimentene i Langvatnet ved en reduksjon i kobberkonsentrasjon i vannet, kunne fungere som en kilde til kobberforurensning i vannfasen.

6 Vurdering av mulige tiltak

6.1 Tiltak i gruen og Grunnstollen

6.1.1 Forutsetninger

Kartleggingen av tilførselen av kobber til Langvatnet viser tydelig at avrenningen fra gruen (Grunnstollen) utgjør hoveddelen av belastningen. Det er derfor naturlig å prioritere denne utslippskilden. I all hovedsak består utslipp fra gruen av gruvevann som samles og ledes ut ved Grunnstollen.

Historisk har det blitt iverksatt betydelige tiltak for å samle alt vannet fra gruen til et samlet utslipp. Kartlegging av strømning og forurensningsnivå i gruvevannet viser at det er en kompleks situasjon, og store deler av gruvesystemet er vannfylt og ikke tilgjengelig. En nøyaktig beskrivelse av hvordan vannet strømmer er således ikke mulig. Vannprøver fra ulike deler av gruvesystemet viser ulike pH- og konsentrasjonsnivå som følge av ulik påvirkning i gruva (se kapittel 5.2.1). Generelt er det fire grunnleggende kilder til kobber i gruvevannet:

- Surt metallholdig vann fra infiltrasjon av oksiderte avgangsmasser på overflaten
- Oksidasjon av vegger/tak i gruen og medfølgende oppløsning av kobber
- Steinmasser som har rast inn i gruva og som har vært eller blir utsatt for oksidasjon
- Metallslam som over tid har blitt felt ut fra gruvevannet og ligger igjen i gruvegangene.

Viktige momenter med hensyn til spredningsprosesser i gruvesystemet er vannstand og vannbalanse. Vannet i gruen kontrolleres i dag på et nivå (nivå 60, Kjell Lunds sjakt) som medfører at store deler av gruen er fylt med vann, mens høyereliggende deler er drenert. En heving av vannivået i gruen vil sannsynligvis være et positivt tiltak med hensyn til utlekkingen av kobber på lang sikt. Det er imidlertid knyttet usikkerhet til effekten av et slikt tiltak, og særlig når det gjelder risiko knyttet til redusert stabilitet i gruen og faren for ras. I 1996 ble vannstanden økt fra nivå 220 (Giken/ Sulitjelma stoll) til nivå 425 i Ny-Sulitjelma med overløp i 1999. I Mons Petter ble det også etablert overløp i 1999 (gjennom Mons Petter 1). Vannutslag/flom ved Mons Petter i 2001 og frykt for ustabilitet gjorde at de oppfylte gruverommene i Mons Petter og Ny-Sulitjelma ble tappet ned og betongproppene i Mons Petter og Giken Sulitjelma stoll ble sprengt i 2004, og vannet ledet ut ved Kjell Lunds sjakt. Omleggingen av "vannveiene" var fullført i 2005. Som følge av begrenset oversikt over effekten av denne type tiltak og tilhørende risiko, har NGI derfor ikke vurdert tiltak for å heve vannivå i gruvesystemet ytterligere.

6.1.2 Tiltak som prioriteres: Reduksjon i innlekkasje

Når det gjelder vannbalansen i gruen indikerer kartleggingen av vannkvalitet at det er kjemiske likevekter som styrer kobberinnholdet i gruvevannet, dvs. vannet er mettet. Dette betyr at en reduksjon i innlekkingen av vann som går ut av gruen, vil gi en proporsjonal reduksjon i avrenning av kobber til Langvatnet. Tilsvarende vil en økning i vanngjennomstrømming i gruen gi en økning av avrenning av kobber til Langvatnet. Dette betyr at en reduksjon av vannmengde som strømmer i gruvesystemet vil være et viktig forurensningsreducerende tiltak.

Tiltak for å redusere vannstrømming i gruva kan være:

1. Redusere innlekkingen av overvann
2. Lede vannet i gruva slik at man unngår områder hvor kobberkonsentrasjonen er høy
3. Lede vannet i gruva til områder hvor kobber felles ut som følge av lokale geokjemiske forhold.

Reduksjon i innlekkasje av overvann bør gjennomføres i områder hvor gruverommene kan komme i kontakt med kryssende elver/bekker. Deler av gruvesystemet ligger i umiddelbar nærhet til Gikenelva, og det er registrert ustabile partier i gruen, særlig i områder hvor det er en risiko for økt innsig av overflatevann i gruen, se Figur 15. Det er knyttet spesielt stor risiko til innlekking i forbindelse med snøsmelting / flomsituasjoner hvor vann fra elva kan komme i kontakt med sprekker i berggrunnen som står i direkte kontakt med gruva.



Figur 16 Oppsprukket fjell i tilknytning til Gikenelva (september 2015)

Selv om det er knyttet store utfordringer og risiko til å lokalisere eventuelle sprekker, ansees dette som et effektivt tiltak for å begrense forurensning. Tiltak for å redusere innlekkasje i forbindelse med flom kan være konstruksjon av barrierer som oppdemming med betongkonstruksjoner for å lede elvevannet utenfor problemområder. I tilgjengelige og kritiske deler av kontaktsonen kan det være mulig å benytte betonginjeksjon for å tette sprekker.

Effekten av denne type tiltak vil være helt avhengig av omfanget av volumreduksjonen. Ved en reduksjon i vanninntrengingen på 30%, vil dette forventes å gi en 30% reduksjon i utslippet til Langvatn. Det er usikkert hva en slik reduksjon vil bety for utslippet ved Hellarmo. Som følge av bufferegenskapene, pH-justering og utfelling i Langvatnet vil sannsynligvis tiltaket ha mindre effekt på konsentrasjonen ved Hellarmo.

Forutsetningen for denne type tiltak er at innlekkasjepunktene er lokalisert. Det er stor sannsynlighet for at de største innlekkasjene i dag skjer i tilknytning til Gikenelva. Det anbefales derfor at det gjøres en detaljert kartlegging av antatte områder med mulig innlekkasje. Dette kan innbefatte:

- Befaring av relevante gruveområder for å inspisere mulig innlekkasjepunkter
- Tracer-test ved identifiserte områder langs Gikenelva for å bekrefte kommunikasjon med gruva

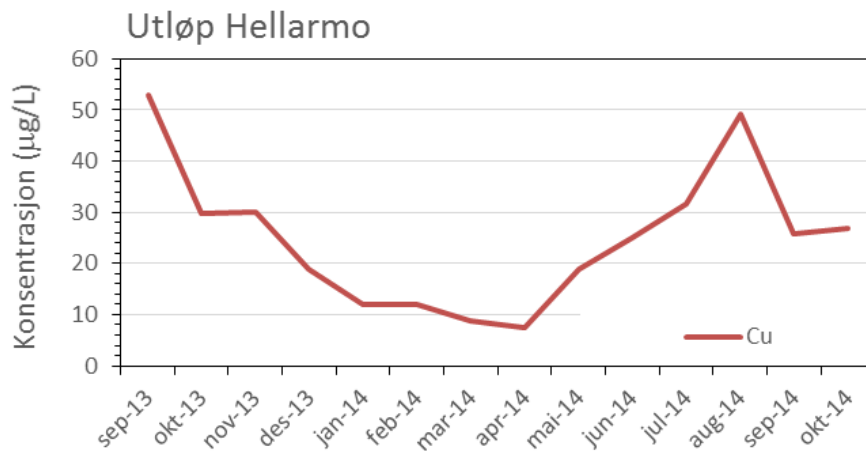
Når det gjelder å lede gruvevannet til områder av gruva som reduserer kobberinnholdet og øker utfellingen (jf. punktene 2 og 3 ovenfor), er dette tiltak som allerede har blitt gjennomført i Sulitjelma. Kartlegging av gruvevannet indikerer at omladning av vann fra Ny Sulitjelma og Hankabakken ned i Giken/Charlotta har en gunstig effekt på vannkvaliteten, sannsynligvis som følge av kontakt med kalkholdig berggrunn.

Reduksjon i innlekking av vann i gruva og redusert vannstrømning gjennom gruva vil være positivt for en eventuell ny gruve drift.

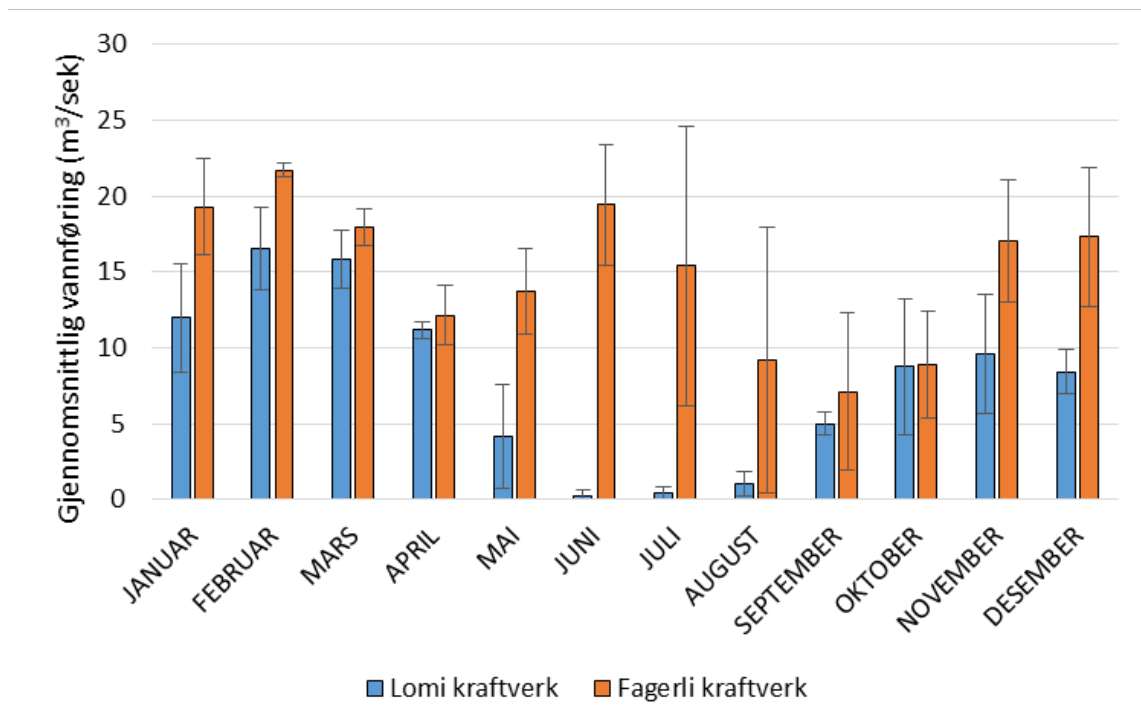
6.1.3 Tiltak som prioriteres: Kontrollert avtapping av gruvevann

Overvåkingen av vannkvaliteten ved Hellarmo viser at de høyeste konsentrasjonene registreres i sommerperioden hvor det er lite utslipp fra kraftverkene og liten vannføring (Figur 16, Figur 17).

Den største vannmengden slippes ut i vinterhalvåret når behovet for kraft er størst. Lomi kraftverk har nesten ikke utslipp i månedene mai-september. Dette betyr at den største fortynningseffekten for forurensningsutslipp fra Grunnstollen vil foreligge vinterstid. Et effektivt tiltak kan derfor være å styre utslippet av gruvevann avhengig av utslipp fra kraftverkene.



Figur 17 Variasjoner i kobberkonsentrasjonen ved Hellarmo for perioden september 2013 – oktober 2014 (Cowi 2015a)

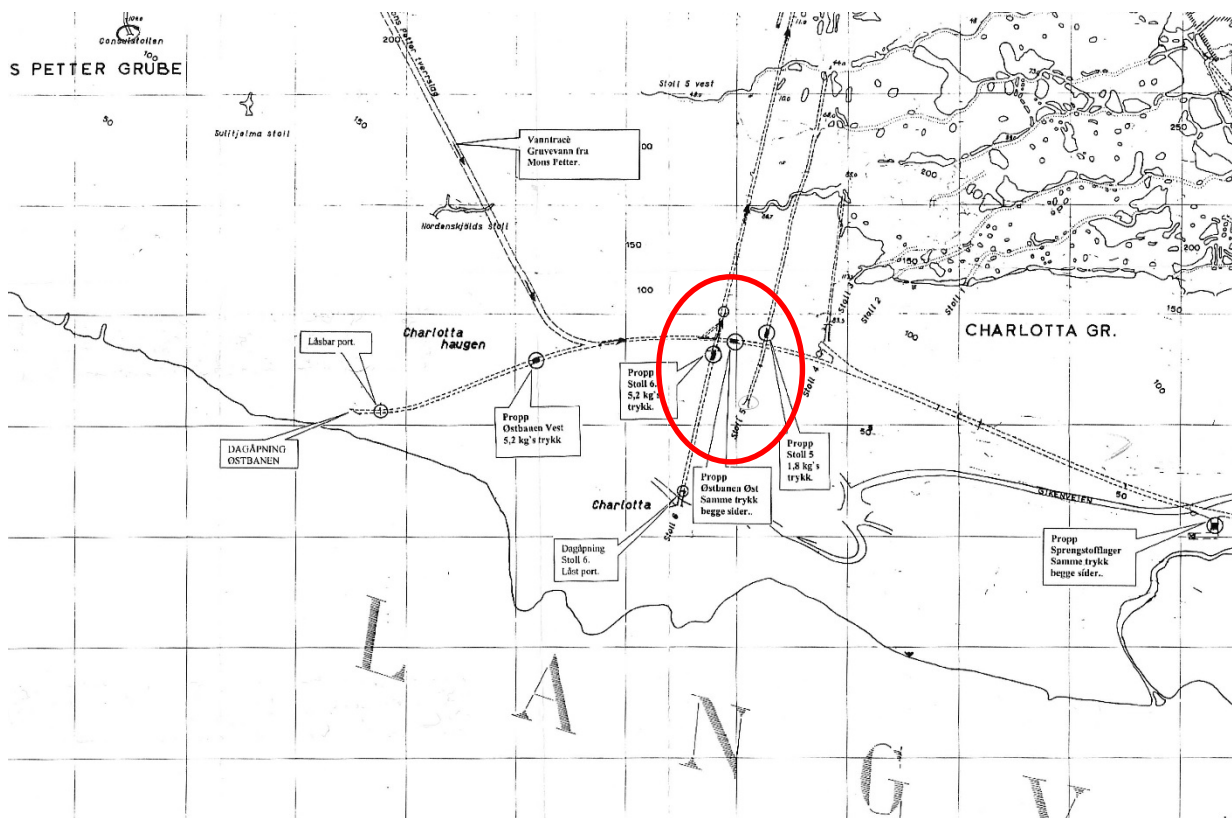


Figur 18 Gjennomsnittlig månedlig vannføring for Lomi og Fagerli kraftverk for årene 2013 – 2015 (data fra Salten Kraftsamband, SKS)

Et slikt tiltak krever at man etablerer et fordrøyningsmagasin med tilstrekkelig volum. Dette kan gjøres ved å utnytte eksisterende magasinivolum i gruva, og tappe gruvevann fra et punkt lavere enn Kjell Lunds sjakt hvor vannet går ut i dag. Tidligere har det vært foreslått å etablere en mulighet for avtapping i forbindelse med betongpropp i stoll 6

(Figur 18). I denne forbindelse har det blitt vurdert å etablere en ventil i selve betongproppen med avløpsledning til Langvatn. Dette kan være utfordrende som følge av høyt vanntrykk bak proppen. For å unngå risiko forbundet med høyt vanntrykk kan det alternativt sprenges en tunnel rundt stoll 6 hvor det etableres en ny betongpropp med ventil og avløpsledning som kan etableres uten vanntrykk. Utslipp av gruvevann kan ledes til basseng 1 i Langvatn. Utslipet fra Grunnstollen vil sannsynligvis bli redusert ned mot null.

Avtapping av gruvevann fra stoll 6 vil da kunne reguleres avhengig av vannføring i Lomi og Fagerli kraftverk. Største utslippet fra gruva blir da i vintermånedene (november-mars). På denne måten kan konsentrasjonen av kobber ved Hellarmo reduseres i perioder med liten vannføring i vassdraget.



Figur 19 Oversikt over gruveområdet ved stoll 6, Charlotta. Aktuell betongpropp i stoll 6 er vist med rød ring (kart fra Multiconsult 2005)

Det foreligger imidlertid ingen oversikt over kvaliteten av gruvevannet i denne delen av gruva i stoll 6 (Mons Petter, Charlotta) hvor avtappingen vil skje. Vannkvaliteten og eventuelle endringer i vannstrømningen i gruva vil måtte kartlegges mer i detalj før tiltaket utredes videre.

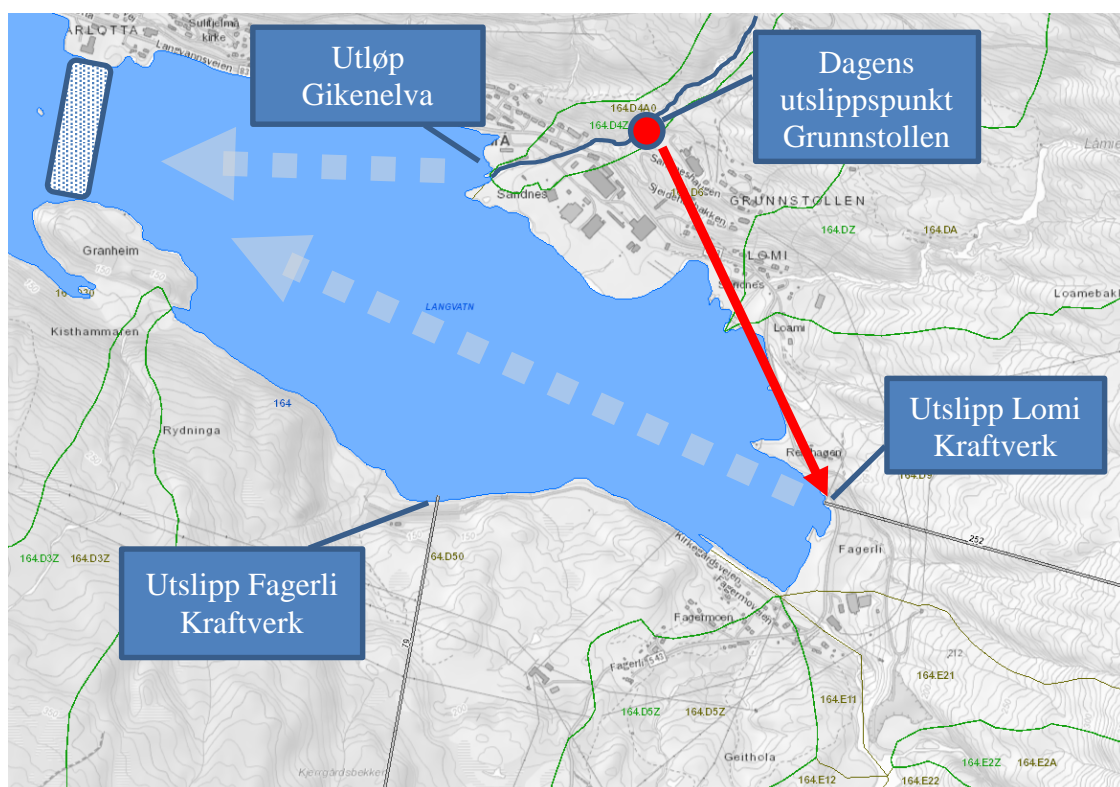
Dersom det forutsettes en lik vannkvalitet i stoll 6 som i dagens Grunnstollen, vil tiltaket sannsynligvis ikke ha stor effekt på totalutslippet av kobber til Langvatn, men forventes å ha effekt på kobberkonsentrasjonen ved Hellarmo. Toppkonsentrasjonene som måles vil her bli redusert, men tiltaket alene vil ikke medføre at konsentrasjonen vil bli lavere enn 10 µg/l, se også Figur 17.

Tiltaket krever at store deler av gruverommet i Giken/Charlotta benyttes som vannmagasin, noe som ikke vil være forenelig med planer for ny gruvedrift i Sulitjelma.

6.1.4 Tiltak som prioriteres: Blanding av Grunnstollen og Lomi

Grunnstollen slippes i dag ut i Gikenelva ca. 450 m før vannet går ut i Langvatnet. Årlig vannføring i Gikenelva er beregnet til ca. 17 mill. m³/år (0,54 m³/sek), se Tabell 2. Vannføringen varierer betydelig avhengig av nedbør og snøsmelting. Gjennomsnittlig årlig vannmengde for Grunnstollen ligger på ca. 1,1 mill. m³/år (Figur 10). Dette gir en fortykning av gruvevannet med en faktor på ca. 15 på årsbasis.

En omlegging av dagens utslipp i Gikenelva til utslippet fra Lomi kraftverk (se Figur 20) vil gi betydelig større umiddelbar fortykning og pH økning i Grunnstollenvannet. Vannføringen i Lomi kraftverk ligger i gjennomsnitt på mellom 20 og 25 m³/sek (630-750 mill. m³/år), dvs. betydelig høyere sammenlignet med Gikenelva. Dette vil legge til rette for en bedre renseeffekt i Langvatnet som følge av raskere innblanding. I tillegg vil sannsynligvis oppholdstiden og muligheten for sedimentering i basseng 1 øke (angitt med piler i Figur 20). Selv om vannføringen fra Lomi kraftverk er redusert til et minimum i månedene juli-august, forventes en lengre sedimenteringsveg i basseng 1 som vil øke fastleggingen av kobber her.



Figur 20 Omlegging av utslippspunkt for Grunnstollen, oversikt over dagens utslipp og utslippene fra Lomi og Fagerli kraftverk

Tiltaket vil ikke redusere totalutslippet av kobber til Langvatn. En forbedret innblanding og nøytralisering i vannmassene før utslipp til Langvatn med økt mulighet for sedimentering, vil imidlertid øke fastleggingen av kobber i basseng 1 før vannmassene når Hellarmo. Omfanget av effekten på konsentrasjonen målt ved Hellarmo er imidlertid svært usikker.

Omlegging av utslippspunktet for Grunnstollen vil ikke medføre negative effekter for eventuell ny gruvedrift.

6.1.5 Tiltak som ikke prioriteres: Kjemisk rensing av vann fra Grunnstollen

Som beskrevet i kapittel 5.3 er Gikenelva med Grunnstollen den enkelttilførselen som bidrar mest med kobber til Langvatnet, med ca. 40 % av total tilførsel, som utgjør ca. 40 t/år. Av dette utgjør bidraget fra Grunnstollen ca. 9,6-15,5 t/år. Vannmengdene fra Grunnstollen er gjennomsnittlig ca. 20 l/s, men kan i perioder med mye snøsmelting øke til ca. 40 l/s. I perioden mai-juli 2015 var vannføringen i perioder over 100 l/s. Konsentrasjonen av kobber varierer over året mellom 5 og 20 mg/l. Konsentrasjon og vannføring er størst på sommeren, som medfører at mengden kobber som tilføres Langvatnet er størst da.

Dersom rensing av vann skal prioriteres som tiltaksløsning, bør dette gjøres på vann fra Grunnstollen. Effekten av rensing vil være størst her på grunn av de desidert høyeste konsentrasjonene av kobber og relativt minst vannmengde. Bidraget i tonn/år fra Gikenelva, Granheim, Sagmolia og Furuhaugen er i samme størrelsesorden, men vannmengdene er betydelig større. Om vannrensingen vil føre til en nedgang av kobber konsentrasjonen i utløpet ved Hellarmo er uvisst grunnet effekten av innlagring i Langvatnet.

Det ble for gruveanlegget ved Løkken utført en grundig gjennomgang av ulike renseløsninger for surt og metallholdig vann (Cowi, 2013). Mulige renseløsninger beskrives under. Prinsippene og kostnader er hentet fra Cowis rapport *Utredning av renseteknologiske løsninger for Løkken gruveområde, Meldal kommune* (Cowi, 2013).

Det foreligger ikke renskrav på andre metaller eller forbindelser enn for kobber. Ved vurdering av rensemetode må det besluttes om det er aktuelt å opparbeide noen metaller, som egen industriprosess.

NGI anbefaler i utgangspunktet ikke rensing av vann fra Grunnstollen, da dette vil være en «evig» tiltaksløsning med høye driftsutgifter, som ikke reduserer kilden til forurensning. På grunn av usikker stabilitet på gruveganger, er det vanskelig å forutsi vannmengdene ut fra Grunnstollen på sikt. Det er også uvisst om vannrensingen vil føre til en nedgang av kobber- konsentrasjonen i utløpet ved Hellarmo grunnet effekten av innlagring i Langvatnet. I tillegg er det andre kilder til forurensning av Langvatnet enn Grunnstollen.

Naturbaserte rensemetoder – rensing i reaktive damanlegg

Rensing i reaktive damanlegg innebærer å anlegge flere dammer med forskjellige funksjoner til et komplett rensanlegg. De vanligste elementene i et slikt anlegg er:

- Oksidasjon og pH-justering
- Kammer for felling av slam
- Reaksjonskammer
- Poleringskammer

Det første punktet skjer naturlig i dag når vannet fra Grunnstollen møter vannet i Giken.

For å få et best mulig driftsresultat bør vannmengden som tilføres anlegget være så jevn som mulig. I Sulitjelma vil det derfor være behov for å etablere et utjevningsbasseng.

Kostnader: Ved Løkken er det utført beregninger for tilsvarende anlegg dimensjonert for å motta 20 m³/time (ca. 5 l/s). Kostnadene ved Sulitjelma er forventet å være høyere, da det skal behandles en vannmengde på 20-40 l/s, som medfører behov for større anlegg.

Ved Løkken ble etableringskostnadene stipulert til ca. 4 mill. og driftskostnader pr år ca. 4 mill.

Vurdering: En forutsetning for etablering av et slikt anlegg er stabile vannmengder. Vannmengdene ut fra Grunnstollen ser ut til å være økende, som kan vanskeliggjøre for dimensjoneringen både for selve anlegget og utjevningssjøer. I tillegg vil et slikt renseanlegg kun ta 10-15 % av de total kobber-mengdene som tilføres Langvatnet pr år.

Kjemiske rensemetoder

Nøytralisering og felling

Ved nøytralisering og felling heves pH i det sure gruvevannet, slik at metallene felles ut som hydroksider. Hvis kalk anvendes som base fjernes også sulfat som felles ut som gips. Ved bruk av kalk dannes imidlertid store mengder slam som skal deponeres, og samtidig er vedlikeholdelseskostnadene høye pga. massive avleiringer i renseanlegget.

Nøytralisering med natronlut (50% NaOH, væske) er dyrere i kjemikalieforbruk, men genererer langt mindre slam fordi sulfat ikke fjernes. Samtidig unngås de høye vedlikeholdsutgiftene fordi rør, tanker og utstyr ikke tettes av kalk. Magnesiumoksid (MgO, pulver) er et meget billig alternativ som heller ikke feller ut sulfat og hvor man dermed unngår gipsutfellinger og dannelsen av store mengder slam. Sammenlignet med bruk av kalk blir slammengden ca. halvparten så stor. Bruk av MgO som base krever ekstra tanker til oppslemming og til at renseanleggets reaksjonstanker blir noe større. De økte anleggsutgifter for dette kan likevel raskt inntjenes i reduserte utgifter til innkjøp av base. Bruk av MgO som nøytraliseringsmiddel er imidlertid mindre utprøvd for rensing av gruvevann, og krever noe mer utredning.

NIVA (1991) har vurdert nøytralisering og felling av vann fra Grunnstollen hvor de konkluderer med at den største fordelen er rask respons i vassdraget og den største ulempen slammengdene som produseres.

Kostnader: Cowi har i sin rapport beregnet kostnader for en vannmengde på 25 l/s. Dette er på nivå med vannmengdene fra Grunnstollen. Beregnede kostnader er ca. 12 mill. i investeringskostnader og mellom 10 og 20 mill. i driftsutgifter pr år, avhengig av nøytraliseringsmiddel.

Vurdering: Kjent teknologi som benyttes over hele verden på industrianlegg og ved gruveavrenning. Kjemisk renseanlegg krever imidlertid daglig drift og hyppig vedlikehold over lang tid. Det er høye driftskostnader forbundet med anlegget. Vannmengdene ut fra Grunnstollen ser ut til å være økende, som kan vanskeliggjøre for dimensjoneringen både for selve anlegget. I tillegg vil et slikt renseanlegg kun ta 10-15 % av de total kobber-mengdene som tilføres Langvatnet pr år.

Ionebytting

Ionebytting er en teknologi hvor jern(III) og kobber selektivt fjernes i kolonner med ionebytterharpiks, og de resterende metaller felles med nøytralisering. Ionebytterne består typisk av flere parallelle kolonner som hver typisk har 2 kolonner i serie. Når harpiksen i den første er i ferd med å være mettet, begynner utløpskonsentrasjonen herfra å stige. Kolonnen regenereres med svovelsyre (H_2SO_4) og innsettes som 2. kolonne, før rensingen gjenopptas. Kobber og jern vil i eluatet være oppkonsentrert med en faktor 20 og kan heretter opparbeides så kobber og jern kan selges. Opparbeidelsen av kobber kan skje ved at den reduseres ut (Cu^0), felling som sulfider (CuS) eller ved elektrolyse. Jern opparbeides til jernsulfat, som forventes å kunne selges som fellingskjemikalie til alminnelige renseanlegg for spillvann/avløpsvann. Slammet fra nøytraliseringen etter ionebytting består hovedsakelig av $Al(OH)_3$ og $Zn(OH)_2$ og utgjør bare ca. 23% av slammengden som dannes ved nøytralisering uten foregående ionebytting.

Kostnader: Cowi har i sin rapport vurdert kostnadene med nøytralisering og ionebytting sammen til å være ca 27 mill i investeringskostnader og mellom 14 og 27 mill. i driftskostnader pr år, avhengig av type nøytraliseringsmiddel. En kan imidlertid skape en inntjening avhengig av omsetning på utvunnet metall.

Vurdering: Teknikken har vært testet og utprøvd gjennom flere år i fullskala i Falun Sverige. Ulempen er store kapitalkostnader og store brutto driftskostnader. Ionebytting gir mindre slammengder. Det knytter seg usikkerheter til avsetningsmulighetene for opparbeidete produkter. I tillegg vil et slikt renseanlegg kun ta 10-15 % av de total kobbermengdene som tilføres Langvatnet pr år.

Væske-væske ekstraksjon

Væske-væske ekstraksjonen er en forholdsvis komplisert prosess, hvor en flytende organisk ionebytter anvendes til "ekstraksjon" av forskjellige ioner fra vannløsninger. LIX-produkter er gjennom mange årtier blitt utviklet og anvendt til å utvinne kobber fra kobberminerale. Det var derfor nærliggende at man på 70-tallet forsøkte å anvende forskjellige LIX-produkter til også å ekstrahere kobber fra gruvevann. Metoden er likevel aldri blitt noen suksess, hvilket nok også skyldtes at konsentrasjonen av metallene i gruvevannet er forholdsvis lav. I 2008 utviklet Battelle Instituttet i USA en ny væske-ekstraksjonsmetode (VEP-prosessen), hvor både metaller og sulfat holdes tilbake. Metoden ligner de faste ionebytterne, idet metallene også her opptas i en organisk fase som frigir hydrogen eller natriumioner. Når ekstraktet er mettet, regenereres dette med svovelsyre, hvor metallene igjen frigis. Det nye er at man også kan fjerne sulfat. Det fremstår uklart hvordan metallene selektivt utskilles og opparbeides, og uten disse prosesser synes teknologien ikke å være mer hensiktsmessig enn den alminnelige nøytraliseringen.

Det amerikanske firmaet Energy and Environmental Services, LLC, utførte i 2010 forsøk med VEP-metoden på gruvevann fra Folldal (Cowi, 2013). Resultatene var gode i forhold til fjerning av metaller, men ikke like gode i forhold til sulfat.

Kostnader: DMF fikk kostnadsoverslag på VEP-prosessen i forbindelse med sigevannrensing i Folldal. Et anlegg som behandler ca. 60 l/s har en investeringskostnad på ca. 27 mill. (\$ 3 mill. +/- 25 %) og en total driftskostnad på 1 kr/l (\$ 7,17 pr. 60 l). Ved 20 l/s vil dette tilsvare 600 mill./år. Kostnadene er retningsgivende og ikke et tilbud fra utviklerne av VEP, både fordi det er uklart hvor mye kjemikalier som trengs til forsøkene og hvilket renhetsnivå man ønsker på sluttproduktet.

Vurdering: Teknikken er rask og det er mulig å behandle store vannmengder. Usikkerhetene ligger imidlertid i at metoden er ny, utviklet i USA og patentert. Det er knyttet usikkerheter til avsetningsmulighetene for opparbeidete produkter. I tillegg vil et slikt renseanlegg kun ta 10-15 % av de total kobber-mengdene som tilføres Langvatnet pr år.

Membranteknologi

Membraner fungerer som siler med veldig små poreåpninger som tillater at vann passerer, mens ioner og partikler holdes tilbake. Dermed oppkonsentreres all forurensning og andre ioner i konsentratet, som typisk utgjør 10-30 % av den opprinnelige vannstrømmen. Vannet som passerer membranen er derimot meget rent. Teknologien anses ikke som en egnet renseteknologi for drens- og gruvevann, men kan brukes til forbehandling av relativt rene delstrømmer, som fører til at etterfølgende prosesstrinn kan reduseres.

6.2 Tiltak i forurensede masser

6.2.1 Forutsetninger

Kartlegging av syredannelsespotensialet i avgangsmasser i og rundt Sulitjelma viser at potensialet er høyt, og utslippet av syre og metaller vil foregå i svært lang tid framover. Det foreligger en rekke hauger og fyllinger med sulfid- og metallholdig gruveavfall hvor utslipp av kobber (og andre metaller) vil kunne reduseres i betydelig grad ved å dekke til med en oksygen- og vannbarriere. En slik barriere vil hindre oksidering av sulfidholdige masser og således utlekking av surt, metallholdig vann. Begrenset oksidasjonen kan bety en eller flere 10-potensers reduksjon av metallinnholdet i utslippsvannet fra denne type masser.

Utslippene fra avgangsmasser i og rundt Sulitjelma er små sammenlignet med utslippet fra Grunnstollen. Massene ligger relativt spredt og delvis vanskelig tilgjengelige. Videre er det få egnede områder for å opprette et deponi for syredannende avgangsmasser. En fjerning av masser vil kreve rehabilitering av disse områdene med eventuell tilbakefylling av rene masser.

6.2.2 Tiltak som prioriteres

Tiltak i forbindelse med deponerte kobberholdige masser forventes å gi en forholdsvis liten reduksjon i utslippet av kobber i Langvatnet. Det er ikke identifisert en forekomst

av forurenset materiale som vil bidra til å oppnå reduksjon i kobber som igjen kan medføre at tiltaks målet oppnås. Tildekking av forurensete masser i Sulitjelma ansees derfor som tiltak som med lavere prioritet.

6.2.3 Tiltak med lavere prioritet: Tildekking

Industriområdet på Sandnes består hovedsakelig av avgangsmasser som forventes å gi et bidrag til kobber avrenning tilsvarende 2,8 tonn per år, eller ca. 2,7% av total bidraget til Langvatnet (se Tabell 5). Vannstanden i området står relativt høyt, og de finkornede avgangsmassene har gode kapillære egenskaper og vil derfor i stor grad være mettet med vann. Den delen av avgangsmassene som ligger over grunnvannsnivået er delvis oksidert, men generelt er gjenværende syredannelsespotensiale høyt i disse massene.

Et mulig kostnadseffektivt tiltak for massene på Sandnes er å kunstig heve grunnvannsnivået, slik at all masse ligger under vannspeilet. Helst skal det syredannende avfallet ligge en meter under grunnvannsnivået, men å øke nivået til å ligge på nivå med avfallets øvre overflate antas å gi en god effekt. Hvilket nivå som er praktisk mulig må avgjøres i forbindelse med eventuell prosjektering. Tiltaket innebærer en kombinasjon av økning av vannnivå og etablering av en relativ tett konstruksjon langs kanten i Langvatnet (for eksempel en spuntvegg). Det understrekes at de geotekniske forholdene i dette området kan være begrensende med hensyn til denne type teknologiske tiltaksløsninger.

Området rundt kisbrenneriet på Fagerli er dekket med svovelkis og relativt tynne lag av syreproduserende avgangsmasser og gråberg. Vanngjennomstrømningen i dette gruveavfallet er ansett å være forholdsvis liten, på grunn av et begrenset nedslagsfelt og god drenering gjennom flere små bekker (se kapittel 5.3). Utlekkingen fra disse massene kan imidlertid reduseres ved å samle avgangsmassene og gråberg i et eget deponi som dekkes til med en oksygenbarriere og beskyttelsessjikt. Lokaliseringen av et slikt deponi, lokalt eller sentralt (også mottak av andre masser), må avklares i forbindelse med planlegging av tiltakene.

Spredte forekomster av avgangsmasser. Tildekking av spredte forekomster av syredannende avgangsmasser forventes å gi en mindre reduksjon i bidraget av kobber til Langvatnet. Dette omfatter særlig avgangsmasser i tilknytning til Jakobsbakken. Disse er imidlertid ikke undersøkt nærmere, men som vist i prøver fra bekken som drenerer området, så gir disse åpenbart et bidrag til forhøyede konsentrasjoner av kobber.

Effekten av tildekkings tiltak forventes å være begrenset. Kostnader i forbindelse med flytting/transport og etablering av deponi vil være høye. Det er lite sannsynlig at det alene kan føre til at den tilsiktede reduksjon i konsentrasjonen av kobber i Langvatn oppnås. Dette betyr at det kan være hensiktsmessig å prioritere eller supplere med andre, mer kostnadseffektive tiltak.

Tildekking av avgangsmasser og gråberg antas ikke å komme i konflikt med planer om ny gruvedrift i Sulitjelma.

6.2.4 Tiltak med lavere prioritet: Deponering under vann

Med utgangspunkt i at Langvatnet i dag fungerer som et svært viktig rensebasseng for avrenning fra gruvene med store mengder forurensede sedimenter, er det naturlig å se på mulighet for deponering av avgangsmasser her.

En stor mengde sedimenter, grovt stipulert til ca. 1 mill. m³, er avsatt i Langvatn. En betydelig andel av sedimentene består av utfellinger av metallhydroksider fra sur, metallrik avrenning fra gruvene og avgangsmasser.

Deponeringen bør fortrinnsvis skje i basseng 1, og den sørøstlige, dype delen av bassenget er vurdert til å være mest egnet (øst for Granhei). Dette er også anbefalt som mulig deponeringssted for flotasjonsavgang i forbindelse med ny gruvedrift (Norconsult, 2015), se også Figur 23.

Hva taler mot en økt deponering i sjøen er den fysiske effekten som blant annet kan bety en midlertidig, nedsatt reproduksjon hos fisk. En annen, og trolig viktigere innvending er at utlekking av metaller fra det deponerte avfallet kan øke, blant annet som følge av større utvasking av allerede oksiderte men lagrede metaller i nytt deponert avfall. Den diffusive transport av metaller fra avfall til vann vil øke når vannkvaliteten blir bedre.

På grunn av at avfallet inneholder allerede mobiliserte metaller og tre-verdig jern som følge av oksidering, vil det i starten av en slik "våt deponering" kunne komme til en økt mobilisering av metaller som avtar over tid, men kan foregå i flere år.

Deponering av forvitret gruveavfall i Langvatnet er et billig men usikkert tiltak. Det bør ikke vurderes uten omfattende studier for å bekrefte at metoden ikke fører til uønsket spredning og oppfyller tiltaksbehovet godt nok.

6.2.5 Tiltak som ikke prioriteres

Følgende tiltaksmetoder prioriteres ikke:

- Behandling av fast avfall gjennom utvinning av sulfider og metaller
- Behandling av forurenset masse ved tilsetning av alkalisk materiale
- Vasking eller annen behandling av forurenset masse, behandling av vaskevann og fjerning av fast avfall fra vaskeprosessen.

Grunnen til at disse tiltaksmulighetene ikke er prioritert er i hovedsak knyttet til høye forventede kostnader og begrenset effekt på forurensningstransporten av kobber, dvs. svært begrenset kost/nytte effekt.

6.3 Andre tilførsler til Langvatnet (bekker og stoller)

6.3.1 Tiltak som prioriteres

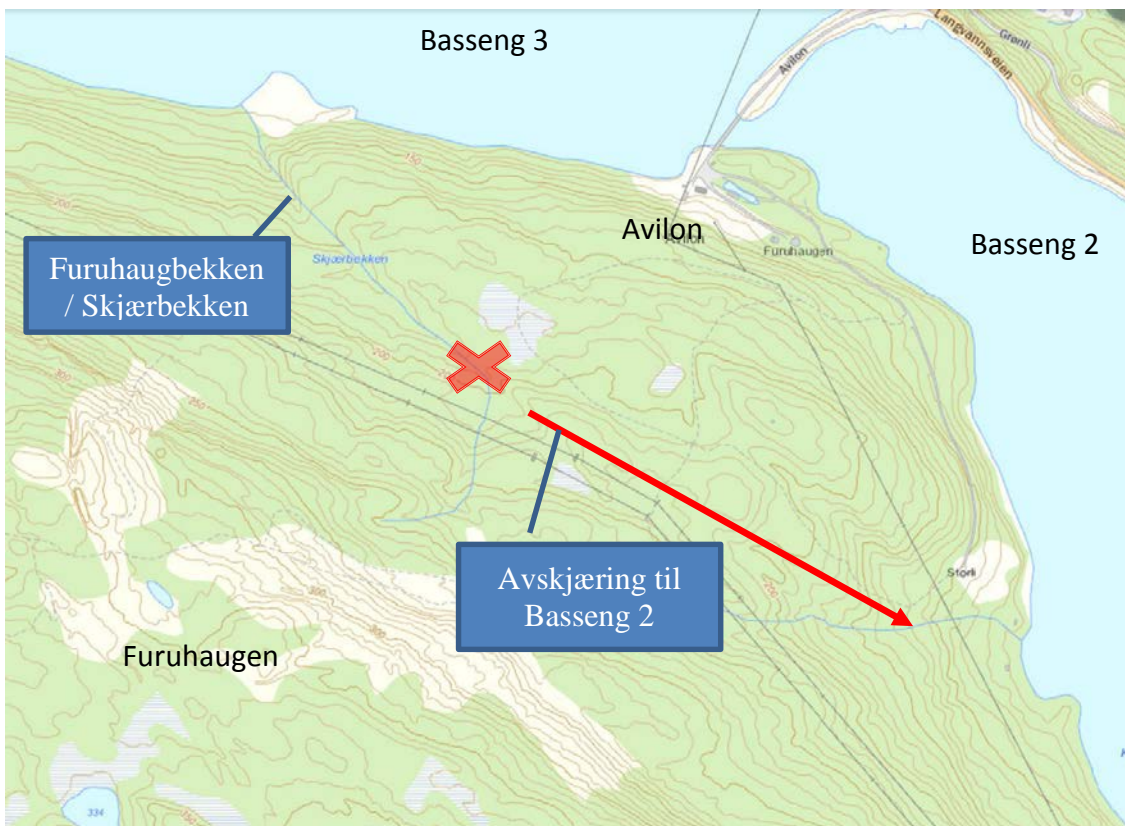
Som beskrevet under kapittel 5.3 er det en rekke bekker som har utslipp av kobber til Langvatn. Med unntak av Grunnstollen og til en viss grad Furuhaugbekken, er forurensningsbidraget til Langvatn begrenset. Tiltak i disse mindre bekkene prioriteres derfor ikke. Avrenning fra andre stoller utover Grunnstollen (Avilon, Jakobsbakken, Anna og Bursi) vurderes også som lavt i forhold til ønsket mål for Langvatnet.

Utslipp via Grunnstollen og Furuhaugbekken vurderes separat i henholdsvis kapittel 6.1 og 6.3.2.

6.3.2 Mindre tiltak som kan gi effekt: Endring i utslippspunkt for Furuhaugbekken

Estimerte tilførselsberegninger av kobber til Langvatnet viser at Furuhaugbekken bidrar kraftig til Basseng 3. Dette skyldes høye konsentrasjoner i avrenningsvannet fra bergveltene i området, mens teoretisk kan avrenningsmengden karakteriseres som moderat (3,4 mill. m³/år, se kapittel 5.3). Avrenning av forurensning direkte til Basseng 3 gir begrenset oppholdstid og redusert mulighet til innblanding og utfelling før utløpet ved Hellarmo.

Ved å lede det forurensede vannet til Basseng 2 kan oppholdstiden økes og muligheten for nøytralisering og utfelling forbedres. En kanalisering av bekken, eller deler av den til Basseng 2 antas å kunne gjennomføres uten større inngrep, se prinsippskisse i Figur 21.



Figur 21 Forslag til avskjæring av Furuhaugbekken/Skjærbekken

Som beskrevet over er teoretisk vannmengde i Furuhaugbekken stipulert til ca. 3,4 mill. m³/år. Observasjoner i felt indikerer imidlertid at vannmengden er betydelig lavere. Det anbefales derfor at det gjennomføres en mer detaljert kartlegging av bidraget fra Furuhaugbekken som grunnlag for å prosjektere eventuelle tiltak. Virkningen av gruvene i området på vanntransporten i nedbørsfeltet bør vurderes nærmere.

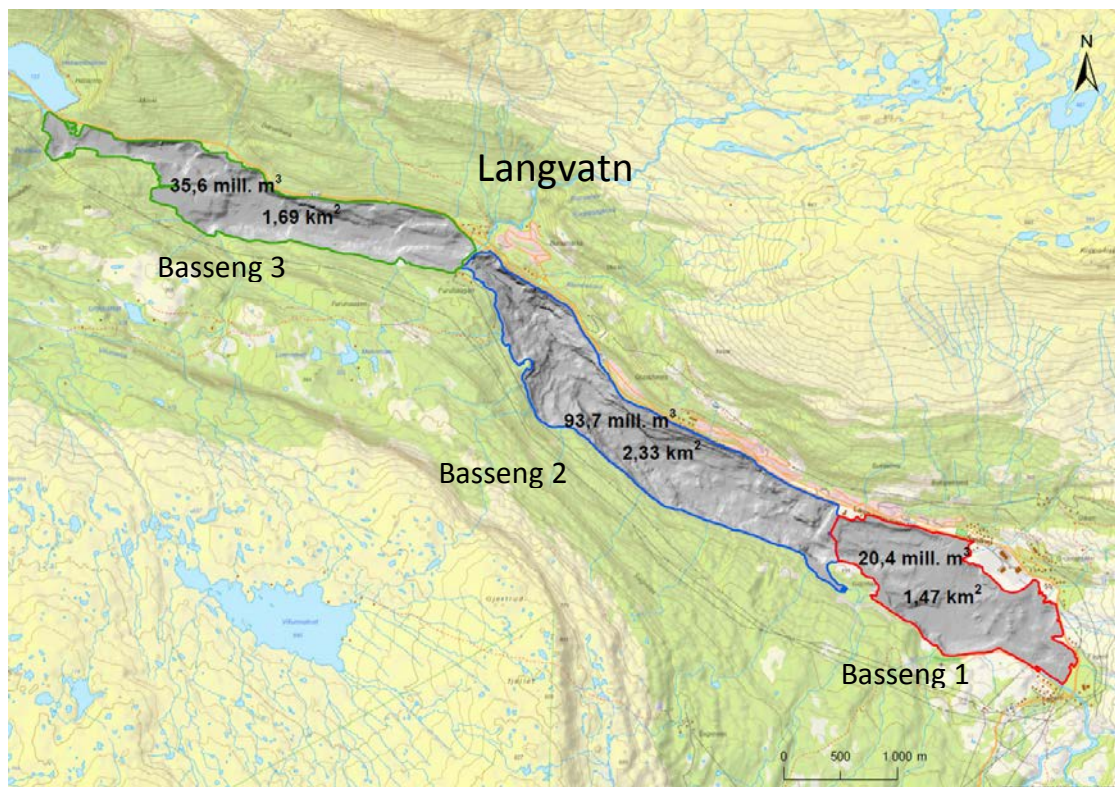
Tiltaket vil ikke redusere tilførselen av kobber til Langvatn, men ved å lede utslippet til Basseng 2 forventes tilbakeholdelsen av kobber i Langvatn å øke, dvs. tiltaket kan medføre en begrenset effekt på konsentrasjonen av kobber ved Hellarmo. En rensing av denne avrenningen ansees ikke som et prioritert tiltak.

6.4 Tiltak i Langvatnet

6.4.1 Forutsetninger

Kartleggingen av Langvatnet har vist at det har en viktig effekt med hensyn til pH justering av utslippet av gruvevann og som sedimenteringsbasseng. Dette skyldes en god vannkvalitet (nøytral pH) med god bufferkapasitet, i tillegg til et stort volum og naturlig ideell/god utforming av vannforekomsten. Langvatn består av tre naturlige bassenger, med et totalt areal på ca. 5,5 km² og totalt volum på ca. 150 mill. m³, se Figur 22 og

Tabell 7. Mellom Basseng 1 og 2 er det en terskel som strekker seg ca. 100 m, hvor vanntransporten i hovedsak går i en renne på ca. 100 m. Mellom Basseng 2 og 3 er det etablert en ca. 260 m lang molo. Her går vannet i en renne på ca. 40 m.



Figur 22 Beregnet areal og volum for Basseng 1-3 i Langvatn.

Tabell 7 Oversikt over areal og volum for Basseng 1-3 i Langvatn, samt stipulert oppholdstid i de ulike bassengene

	Areal (km ²)	Volum (mill. m ³)	Gjennomsnittlig oppholdstid (døgn)
Basseng 1	1,47	20,4	8-12
Basseng 2	2,33	93,7	40-56
Basseng 3	1,69	35,6	15-20
Total	5,49	149,7	

Den totale tilførselen av kobber til Langvatnet er beregnet til ca. 100 tonn/år. Basert på målte konsentrasjoner og vannføring i utløpet ved Hellarmo utgjør den totale kobbermengden som årlig slippes ut fra Langvatnet ca. 19 tonn per år. Dette betyr at renses-effekten i Langvatnet i dagens situasjon ligger på ca. 80 %. Dette kan karakteriseres som en høy rensesgrad.

Uten denne naturlige rensingen av metaller fra gruverelatert avrenning i Langvatn vil konsentrasjonen i Langvatn være mye høyere enn den er i dag. Det er derfor naturlig å vurdere muligheter for å effektivisere renseprosessene i Langvatn.

Effektiviseringsmuligheter er først og fremst knyttet til:

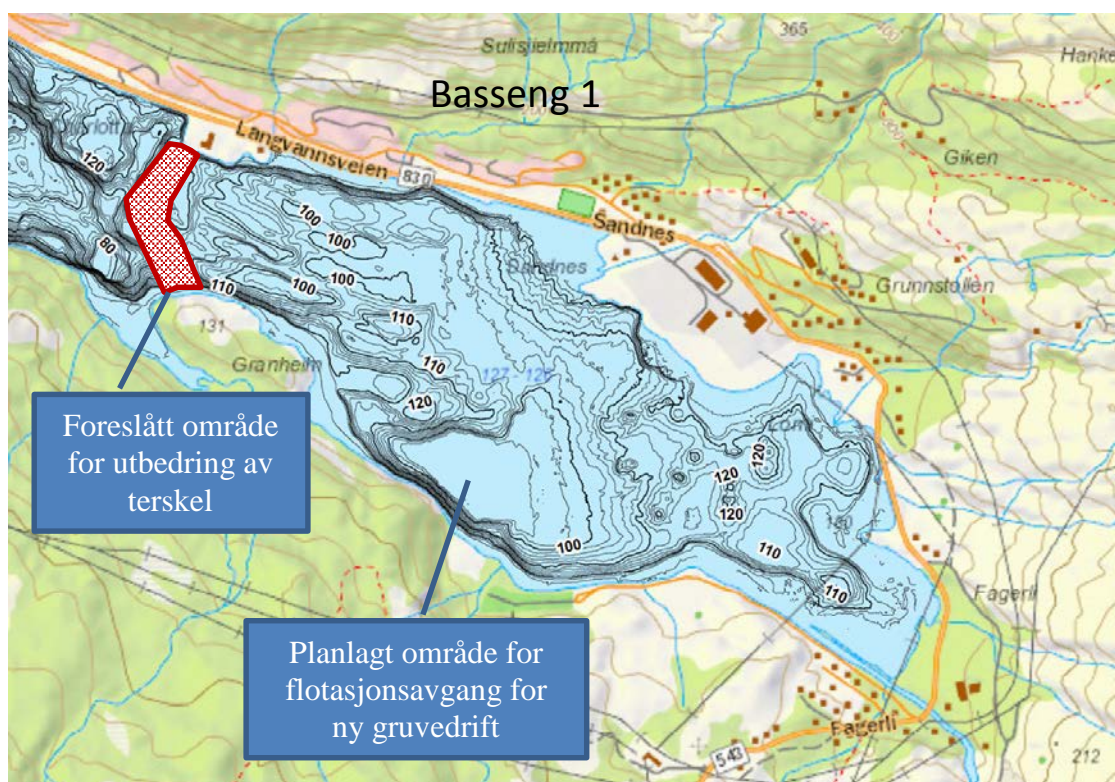
- Forbedre skillet mellom forurensede og rene sideelver til Langvatnet
- Bedre bortledning av rent og forurenset vann til mer egnede deler av innsjøen
- Bedre seksjonering av Langvatnet for å øke sedimentering av utfelt metallholdig slam/sedimenter
- Bedre regulering av utslipp/utslippssted fra kraftverk for å redusere remobilisering av kobber fra sedimenter og optimalisere sedimentering av partikler.
- Øke mulighetene for sedimentering av "naturlige" materialer i sjøen som kan bidra til økt absorpsjon og gi økt erosjonsbeskyttelse til de metallholdige sedimentene som ligger på bunnen.

Den naturlige delingen av Langvatnet inn i tre bassenger spiller en nøkkelrolle i optimalisering av disse mulighetene. Ved å konsentrere metallutslippene til den øverste delen av vannet (Basseng 1) øker sedimenteringsmulighetene, og ved å konsentrere "rent" vann til de to nedstrøms bassengene reduseres remobilisering av metaller.

Effekten av redusert primærutslipp av kobber til Langvatnet kan imidlertid motvirkes av utlekking fra sedimentene hvis kobberkonsentrasjonen i vannmassene reduseres. Dette forholdet øker usikkerheten i vurderingene.

6.4.2 Tiltak som prioriteres: Utbedring av terskel Basseng 1

Ved rensing av vann basert på utfelling er det viktig å ha et effektiv sedimentasjonsvolum med lave vannstrømmer og høy sedimenteringsoverflate. Basseng 1 øverst i Langvatn utgjør et naturlig sedimenteringsbasseng som kan forbedres med hensyn til vanngjennomstrømning (jevn hastighet og strømningsforhold). Dette kan gjøres ved å utbedre terskelen mellom Basseng 1 og 2, hvor terskelen etableres med samme høyde og vannet strømmer jevnt langs hele tverrsnittet, se Figur 23.



Figur 23 Oversikt over Basseng 1 og område for utbedring av terskel (rød skravur).

Tiltaket vil ikke redusere kobberutslippet til Langvatn, men bedre forholdene for fastlegging innenfor Basseng 1, og således bidra til å redusere konsentrasjonen av kobber ved Hellarmo. Hvor stor effekten av et slikt tiltak har på konsentrasjonen er imidlertid usikker.

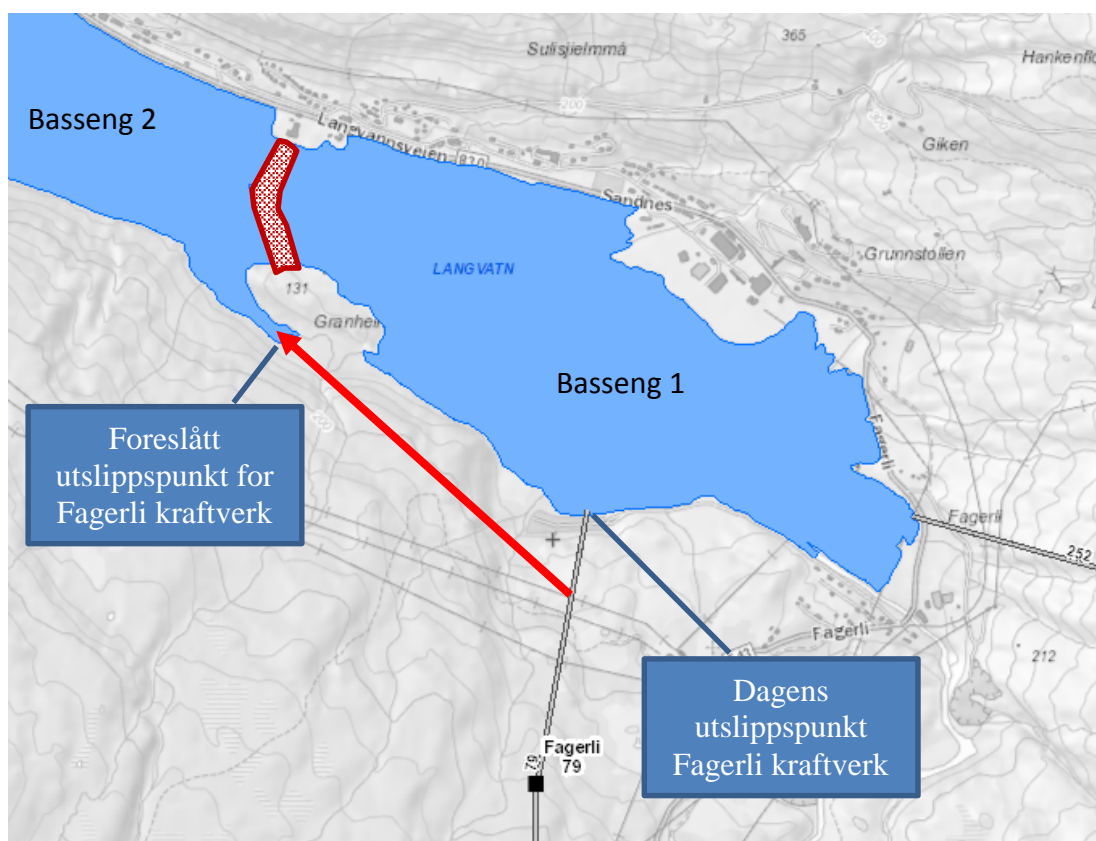
Som grunnlag for videre utredning av tiltaket bør det gjennomføres en detaljert kartlegging av dagens strømnings- og innblandingsforhold innenfor Basseng 1.

I forbindelse med utredning for ny gruvedrift i Sulitjelma er det anbefalt å deponere flotasjonsavgang i utfylling utenfor Sandnes (med eller uten sjete) eller deponering på dypt vann utenfor Granhei (se Figur 23). Et tiltak med utbedring av terskel og etablering av sjete mellom basseng 1 og 2 vil være en fordel med hensyn til en eventuell fremtidig disponeringen av flotasjonsavgang fra ny gruvedrift.

6.4.3 Tiltak som prioriteres: Flytting av utslipp fra Fagerli kraftverk til Basseng 2

Utslipet fra Fagerli kraftverk ledes i dag ut i Basseng 1. Ved å lede dette utløpet til basseng 2 vil oppholdstiden av vannet i Basseng 1 øke med økt sedimenteringsmulighet (Figur 24).

Naturlige leirpartikler i utslippsvannet vil da tilføres basseng 2, noe som kan gi en naturlig overlagering av rene masser over forurensede sedimenter i basseng 2. Dette vil redusere faren for remobilisering av metaller fra sedimentene og erosjon av metallholdige sedimenter.



Figur 24 Oversikt over dagens utslippspunkt for Fagerli kraftverk og foreslått omledning av utslipp til basseng 2. Kart fra NVE atlas.

6.4.4 Tiltak som ikke prioriteres

Sedimentene i Langvatn er svært forurenset, tilsvarende tilstandsklasse V (se kapittel 5.1.3). Kartlegging av forurensningsforholdene i Langvatnet indikerer at sedimentene kan fungere som en kilde til kobberforurensning i vannfasen når konsentrasjonen i vannmassene reduseres. For å redusere eventuelt utslipp fra sedimentene kan tildekking (capping) være et aktuelt tiltak. Et slikt tiltak forutsetter imidlertid at kilder fra land reduseres til et minimum. Når det gjelder forurensningssituasjonen ved Sulitjelma gruver er det svært lite sannsynlig at kobberkildene til Langvatn opphører, og capping av sedimentene prioriteres ikke som tiltak.

7 Oppsummering og konklusjon

En oversikt over vurderte tiltak som prioriteres, tiltak med lavere prioritet og tiltak som ikke prioriteres med en tilhørende kvalitativ vurdering av effekt, risiko/usikkerhet og kostnadsnivå er gitt i hhv. Tabell 8, Tabell 9 og Tabell 10.

Tabell 8 Oversikt over prioriterte tiltak for å redusere kobbertransporten til og i Langvatn, Sulitjelma gruver. Kvalitativ vurdering av effekt, risiko og kostnadsnivå.

Tiltak	Forventet positiv effekt	Risiko og usikkerheter	Kostnadsnivå*
Flytting av Furuhaugbekken	Redusert kobberkonsentrasjon ved Hellarmo	Vannføring og nedbørsfelt ukjent	Lav til middels
Utbedring av terskel mellom Basseng 1 og 2	Økt fastlegging av kobber i basseng 1	Tilgang på masser. Ønsket bruk av Basseng 1.	Lav til middels
Kontrollert avtapping av gruvevann	Hindre konsentrasjonstopper ved Hellarmo	Vannkvaliteten i Mons Petter er ikke kjent	Middels
Blanding av Grunnstollen og Lomi	Økt fastlegging av kobber i basseng 1	Lav vannføring i Lomi på sommeren. Oppholdstid i basseng 1 ikke kjent.	Middels
Reduksjon av innlekkasje	Redusert tilførsel av kobber til Langvatn	Ukjente lekkasjepunkt	Høy
Lede utløpet fra Fagerli kraftverk til Basseng 2	Redusert kobberkonsentrasjon ved Hellarmo.	Risikerer å redusere tildekning med rene sedimentpartikler i Basseng 1	Høy

*Lav: < 10 MNOK
 Middels: 10-50 MNOK
 Høy: >50 MNOK

Tabell 9 Oversikt over mulige tiltak med lavere prioritet for å redusere kobbertransporten til og i Langvatn, Sulitjelma gruver. Kvalitativ vurdering av effekt, risiko og kostnadsnivå.

Tiltak	Forventet positiv effekt	Risiko og usikkerheter	Kostnadsnivå*
Deponering under vann	Redusert oksidasjon av sulfidminerale	Utvasking av oksidert materiale	Lav
Økning av vannivå ved industriområdet på Sandnes	Redusert tilførsel til Langvatn	Ukjent vanngjennomstrømning. Geoteknisk stabilitet usikker.	Middels
Oppsamling og deponering av forurensede masser lokalt på land	Redusert avrenning ved samdeponering og tildekning	Alt av avgangsmasser er ikke kartlagt, spredte og dels utilgjengelige masser	Høy
Tildekning av lokalt deponerte forurensede masser	Redusert avrenning ved tildekning	Begrensede områder for deponi	Høy

*Lav: < 10 MNOK
 Middels: 10-50 MNOK
 Høy: >50 MNOK

Tabell 10 Oversikt over ikke prioriterte tiltak for å redusere kobbertransporten til og i Langvatn, Sulitjelma gruver. Kvalitativ vurdering av effekt, risiko og kostnadsnivå.

Tiltak	Forventet positiv effekt	Risiko og usikkerheter	Kostnadsnivå*
Kanaliserings av resterende bekker og stoller til mer egnede deler av Langvatn	Økt fastlegging av kobber	Vannmengdebetraktninger usikre	Lav til middels
Kanaliserings av vannet i gruven for å øke fastleggingen	Redusert tilførsel til Langvatn	Manglende kunnskap om geokjemisk miljø og strømningsveger. Usikkerhet rundt fysisk stabilitet av gruve.	Middels
Behandling av avfall ved tilsetning av alkalisk material	Redusert tilførsel til Langvatn	Spredt beliggenhet av materiale. Usikker virkningsgrad og varighet.	Middels
Behandling av avfall ved utvinning av sulfider/metaller	Redusert tilførsel til Langvatn	Spredt beliggenhet av materiale. Utvinningsgrad usikker.	Høy
Kjemisk rensing av vann fra Grunnstollen	Redusert tilførsel til Langvatn	Varighet. Endringer i vannmengde. Usikker effekt grunnet innlagring av kobber i Langvatnet.	Høy
Vasking av forurensede masser, rensing av vaskevannet, deponering av rest	Redusert tilførsel til Langvatn	Spredt beliggenhet av materiale. Usikker virkningsgrad og varighet.	Høy
Capping av sedimentene i Langvatn	Redusert tilførsel til Langvatn	Sedimentene som kilde er usikker, forutsetter stopp av kilder på land	Høy

*Lav: < 10 MNOK,
 Middels: 10-50 MNOK
 Høy: >50 MNOK

Målet om å begrense konsentrasjonen av kobber ved Hellarmo til 10 µg/l kan synes å være et relativt nøkternt mål. Forurensningssituasjonen ved Sulitjelma gruver og Langvatn er imidlertid svært kompleks, og selv om primærutslippene av kobber til Langvatn reduseres, kan effekten av disse tiltakene delvis bli motvirket av økte utslipp fra de forurensede sedimentene i Langvatn.

Selv om det er knyttet store usikkerheter til effekten, er det to overordnede tiltaksområder som er identifisert som kostnadseffektive for å redusere kobberbidraget til Langvatn og konsentrasjonen ved Hellarmo:

- 3) Redusere/hindre innlekking av vann i gruva, da dette vil gi en proporsjonal reduksjon i utslippet.
- 4) Bedre kontroll over utslipp av både rent og forurenset vann knyttet til Langvatn. Utslipp av forurenset vann samles lengst oppe i vassdraget for å øke oppholdstiden, mens rent vann (utslipp fra kraftverk) benyttes til å regulere innblanding

og fortynning av utslipp fra gruva. Langvatnet optimaliseres som sedimentasjonsbasseng. Det er viktig å se disse tiltakene i sammenheng.

Det understrekes at det i dag skjer en betydelig naturlig rensing av utslippet til Langvatn gjennom nøytralisering og sedimentering, grovt stipulert til 80%.

8 Referanser

AquateamCowi (2015)

Vurdering av grenseverdi for metaller i vannforekomster i Sulitjelma. Rapport nr 15-001.

Cowi (2013a)

Utredning av renseteknologiske løsninger for Løkken gruveområde, Meldal kommune. Rapport 139157, datert 30.04.13.

Cowi (2015a)

Undersøkelser i gruvepåvirkede vassdrag ved Røros, Løkken, Sulitjelma og Folldal, 2014. Rapport nr. 03, 2015.

Cowi (2015b)

Biologiske undersøkelser i Folla og Sulitjelmavassdraget 2015, foreløpig rapport

Lundgren, T og Hartlén, J (1990)

Gruvavfall i Dalälvens avrinningsområde - Metallutsläpp och åtgärdsalternativ, Statens geotekniska institut, Rapport No 39.

Multiconsult (2005)

Sulitjelma gruver. Tiltak mot forurensning på 1900-tallet og i 2002-2005. Sluttrapport for 2002-2005. Rapport 102219-1.

NGI (2015)

Sulitjelma gruver. Vurdering av Langvatnet som kilde til forurensning. Rapport nr 20140315-02-R.

NGI (2014)

Sulitjelma gruver. Kartlegging av avgangsmasser, vann og sedimenter. Rapport nr 20140315-01-R.

NIVA (2013)

Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2012-2013. Rapport L.nr. 6600-2013.

NIVA (2012)

Utredning i forhold knyttet til gruveavrenning fra Sulitjelma-feltene: Tålegrenser for ferskvannsfisk, effekter på marint miljø, samt bruksmønster og holdninger til området hos lokalbefolkningen. Rapport L.nr 6330-2012.

NIVA (2009)

Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2008. Rapport L.nr 5750-2009

NIVA (1991)

Sulitjelma Bergverk as – tiltak for å begrense tungmetallforurensning. Rapport nr. O-91092, datert 30. september 1991

NIVA (1990)

Sulitjelma Bergverk A.S. Kontrollundersøkelser 1988-89. Rapport nr. 2411.

Noteby (1991)

Miljøtiltak Sulitjelma Bergverk. Grunnforhold avgangsdeponi. Vurdering av masseforflytning. Rapport 43188-1.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Vurdering av mulige tiltaksalternativ		Dokumentnr./Document no. 20140315-03-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited	Dato/Date 2015-12-17
		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 0
Oppdragsgiver/Client Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard		
Emneord/Keywords Gruve, tiltak		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Nordland	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Fauske	Felt navn/Field name
Sted/Location Sulitjelma	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 33V Øst: 547161 Nord: 7446562	

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/Self review by:	Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2015-12-16 Gudny Okkenhaug	2015-12-11 Gijs Breedveld		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 17. desember 2015	Prosjektleder/Project Manager Marianne Kvennås
---	---------------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

