



## **2. Beskrivelse av tiltaket ved mudring og/eller utfylling:**

a) Angi dybde på mudringsstedet/utfyllingsstedet: fra strandlinja til maks 7 m.

b) Formål med tiltaket

Vedlikeholdsmudring (oppgi når det sist ble mudret)

1. gangsmudring

Egen brygge/båtplass

Brygge/småbåthavn for flere

Infrastruktur/kaier/havner

Legging av kabel X

Annet (forklar)

*Graving av grøft for to kabler lagt i rør.*

c) Hvor dypt skal det mudres:

*0-4 meter*

e) Angi mudrings-/utfyllingsmetode, kort beskrivelse og begrunnelse:

*Det skal graves en grøft i bunnsedimentene over en strekning på 170 meter. Grøfta skal ha en bredde på 1 meter i bunn. Ved graveskråninger på 45 grader betyr det at grøfta vil berøre en bredde på ca. 10 meter på det meste.*

*Det vil bli gravd opp ca. 975 m<sup>3</sup> masser fra grøfta. Etter at rørene er lagt ned, vil massene fylles tilbake. Eventuelt overskudd vil bli lagt på toppen av grøfta.*

*Et areal på 1100 m<sup>2</sup> innsjøbunn vil bli berørt av tiltaket.*

f) Planlagte avbøtende tiltak for å hindre/reducere partikkelspredning<sup>1</sup>:

*Det vil bli benyttet siltgardin på begge sidene av grøfta i anleggsperioden for å hindre partikkelspredning til Suldalsvatnet.*

g) Angi et tidsintervall for når tiltaket planlegges gjennomført

*Tentativt: sommeren 2017*

h) Hvilke eiendommer kan bli berørt av mudringen/utfyllingen/dumpingen:

Eier:	Gnr.:	Bnr.:
Felleseie		

*Tilgrensende grunneier ved landfeste - Gunnar Steinbru, Gnr/bnr 43/2*

<sup>1</sup> Avbøtende tiltak kan være bruk av siltgardin og/eller fiberduk med overdekking på sjøbunnen. Det må videre orienteres om hvordan overvåkingen skal foregå.

### **3. Lokale forhold:**

Beskriv ( gjerne på et eget ark) forholdene på lokaliteten og områdene i nærheten mht. Faglig dokumentasjon på naturtyper på land og i sjø for området kan kreves.

*Det vises til følgende rapporter (vedlagt):*

- *1980 fra Rådgivende biologer; "Utfylling ved Bjerkenes i Suldal, konsekvensvurdering for biologisk mangfold".*
- *Rapport fra Norconsult datert 27.2.2014: "Tiltak i sediment Suldalsvatnet"*

*Rapporten fra Rådgivende biologer omhandler først og fremst utfyllingen ved Helganes, men har også med en del betraktninger og vurderinger av Suldalsvassdraget som helhet. Rapporten fra Norconsult omhandler Strandanes og Kvilldalsvika.*

- a) Naturforhold: bunnforhold, dybdeforhold, strøm og tidevann, biologi etc.

#### Vannarealet

*Det er fra 0 til 3,5 meter dypt på det arealet som skal fylles ut. Dvs. 2,5 meters dyp ved laveste regulerte vannstand (LRV) og 3,5 meters dyp ved høyeste regulerte vannstand (HRV). Vannstanden i Suldalsvatnet er regulert, og varierer med 1,5 meter mellom 67 og 68,5 moh.*

*Formålet med mudringa er å få kabelen ned på frostsikkert dyp, dvs. 2,5 meter under laveste regulerte vannstand.*

*Bunnssubstratet i utfyllingsområdet i vann består av løsmasser/slam.*

*Biologiske verdier i innsjøen er beskrevet under punkt d).*

- b) Viktige områder for biologisk mangfold (kommunen har tilgjengelig informasjon), tilknytning til verneområde etc.

*Ingen verdifulle naturtyper eller vernede områder blir berørt av mudringen, men Suldalsvatnet er del av et nasjonalt laksevassdrag.*

- c) Områdets og tiltakets betydning for rekreasjon/friluftsjakter, kommersielt fiske, sportsfiske etc.

*Berørt område ligger nært Kvilldal, og det antas at det benyttes noe til fritidsfiske og bruk av båt i rekreasjonssammenheng.*

*I Suldalslågen drives det fiske etter laks og sjøørret. Dette fisket foregår lenger*

- d) Gyte- og oppvekstområder for fisk

*Kvilldalsvika har et bunnssubstrat som gjør det egnet som beiteområde for ørret og annen innlandsfisk. Området egner seg ikke som leveområde for laks. Laks, sjøørret og innlandsørret går opp i Kvilldalsåa for å gyte, og yngel vokser opp i elva. Fisk går gjennom Kvilldalsvika på vei opp for å gyte, og på vei ut av vassdraget når fisken er smoltifisert.*

*Det er planlagt å gjennomføre arbeidet i perioder når sannsynligheten er minst for at fisk skal gå forbi.*

- e) Eventuelle kjente kulturminner i området

*Det er ikke kjent at det er kulturminner på bunnen av innsjøen der kabelen skal graves ned.*

- f) Er du kjent med om det ligger kjente rør, kabler eller andre konstruksjoner på bunnen i området?

*Nei, det ligger ikke rør, kabler eller andre konstruksjoner på bunnen av innsjøen eller på berørt landareal. Det ligger et vanninntak for ei hytte ca. 50 meter nord/øst for traseen. Inntakskonstruksjonen vil bli løftet opp fra bunnen i den perioden mudringen foregår.*

#### **4. Opplysninger om mulig fare for forurensning:**

- a) Beskriv lokaliteten/forholdene ved lokaliteten mht. forurensningstilstand samt aktive og/eller historiske forurensningskilder (f.eks. slipp, kommunalt avløp, småbåthavn, industrivirksomhet etc.).

*Kvilldalsvika ligger rett utenfor tettstedet Kvilldal, der det har vært bosetting siden jernalderen. Dette betyr at det er tilført utslipp fra menneskelig aktivitet over svært lang tid, og at det er sannsynlig at det er spor av dette i bunnsedimentene i innsjøen.*

*Vi kjenner ikke til at det har vært industrivirksomhet i bygda, men det er svært sannsynlig at det har vært sagbruk og annen virksomhet med lokal tjenesteyting som utgangspunkt.*

*Kloakkutslipp fra befolkning og utslipp fra landbruk har det også vært, og utslippene har etter all sannsynlighet vært betydelig større i tidligere tider enn i dag.*

- b) Beskrivelse av sedimentene:

*I sedimentprøver som er samlet inn og analysert er det registrert forhøyede verdier av enkelte PAH-forbindelser (Ideno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene) i sediment dypere enn 10 cm. Høyeste verdi er registrert lengst ute i innsjøen, der konsentrasjonen tilsvarende tilstandsklasse III (ihht. klassifiseringssystemet i TA-2229/2007).*

*Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra det dypere sedimentlaget. Norconsult har beregnet potensiell risiko for spredning av forurensning fra oppvirvlet materiale, samt hvor mye forurensning som kan forekomme fra porevannet. Beregningene viser at spredning av forurensning under gravearbeidene i Kvilldalsvika vil være svært beskjedne, og ikke utgjøre en miljørisiko (Norconsults rapport).*

Norconsult har også beregnet at ca. 975 m<sup>3</sup> masser må flyttes. Korrigeret for vanninnholdet vil 48 000 kg partikler kunne spres hver dag under tiltaket (forutsatt at alt spres til vannsøylen). Dette kan føre til overskridelser av grenseverdien som er angitt for fisk i et volum på 210 000 m<sup>3</sup> dag. På bakgrunn av denne vurderingen er det foreslått å gjennomføre tiltak for å redusere spredning av sedimenter.

Anleggsperioden vil legges til perioder av året da det ikke er fare for skade på fisk (dvs. i perioder det antas at laks ikke vandrer forbi). Periodene 15. august - 1. oktober og 20. april - 10. juni skal unngås.

Det vil bli benyttet siltgardin på begge sider av traseen i anleggsperioden. Vannkvaliteten utenfor siltgardina skal overvåkes i anleggsperioden.

Det ligger et vanninntak til ei hytte rett øst for kabeltraseen. For å unngå at det trekkes inn forurenset vann i vannanlegget foreslås det å heve inntaksrøret fra bunnen av innsjøen i den perioden anlegget pågår.

- c) Foreligger analyser av miljøgifter i bunnsedimentene i nærområdet? (Legg ved eventuelle analyseresultater).

Analyseresultater av bunnsedimentene finnes i vedlagte rapport fra Norconsult.

## **5. Disponering av sedimentene/oppgravde masser:**

Hvordan skal sedimentene/massene (inkl. stein) disponeres:

Deponering i strandkantdeponi

Rensing/behandling

Godkjent avfallsdeponi på land

Annet (forklar) X

Massene som tas opp fra grøfta skal legges tilbake etter at rørene er lagt ned. Eventuelle overskuddsmasser skal legges oppå eller rett ved siden av grøfta. Det antas at disse vil bli spredt utover innsjøbunnen av seg selv etter kort tid.

Kort beskrivelse av planlagt disponeringsløsning (evt. på eget ark):

Oslo 7. april 2015

Sted og dato

Bente Rudberg  
Delprosjektleder  
konsesjon og tillatelser

Vedlegg

1. Kart over Kvilldalsvika i A3 (1:1 000 og 1:50 000)
2. Bilder fra området
3. Rapport fra Norconsult datert 27.2.2014: "Tiltak i sediment Suldalsvatnet"
4. Rapport fra Rådgivende biologer datert 17.12.2014: Utfylling ved Bjerkenes i Suldal, konsekvensvurdering for biologisk mangfold.

Kopi

Suldal kommune, 4231 Sand  
Kystverket, Postboks 1502, 6025 Ålesund

## **Vedlegg 1**

Kart over Kvilldalsvika i A3 (1:1 000 og 1:50 000)

Plan og profiltegninger





27400 000000

27200 000000



**Tittelfelt**

**Kabeltrasé**

-  Kabel
-  Buffer 5 m
-  Skjøtegrøp og trommeplass
-  Vannkilder

6628000 0000000



Utløpet av Kvilldalsåa

27400 000000

27200 000000

0 5 10 20 Meter



MI:	1:1 000
Digitalprosjekt:	Lansko
Prosjekt:	10108 NSN
Felt:	Kvilldalsvika kabelgrotf
Topografløser:	IM
Kontrollert:	IM
Statnett	Statnett
Dato:	07.04.2015
Emne:	Emne i tegningssett
Erstatning:	Erstatning
Ansvarlig:	UTMA
Utseende:	UTMA
Fase:	3
Objekt:	AS
Form:	AS
Dokument:	AS
Rev.:	







00,20,5 1 Kilometer



MI:	1:50 000
Digitalizācija:	Lamsco
Projekts:	10108 NSN Krievuvalsts kabeļgāte Oversikt
Kontrollants:	IM
Tehniskā dienests:	Statnett
Datums:	07.04.2015
Emuāra nosaukums:	Emuāra nosaukums
Arhivācija:	Uferevids: Fāze: Opcija: Bal. Formāt: Dok. Rev.:
UTMA	UTMA 3 AS

**Statnett**



**BESTEMMELSER / REGULATIONS:**

1. PE RØR: PE100 DN355 SDR 26.
2. RØR SKAL HA INDRE DIAMETER PÅ MINIMUM 328 mm.

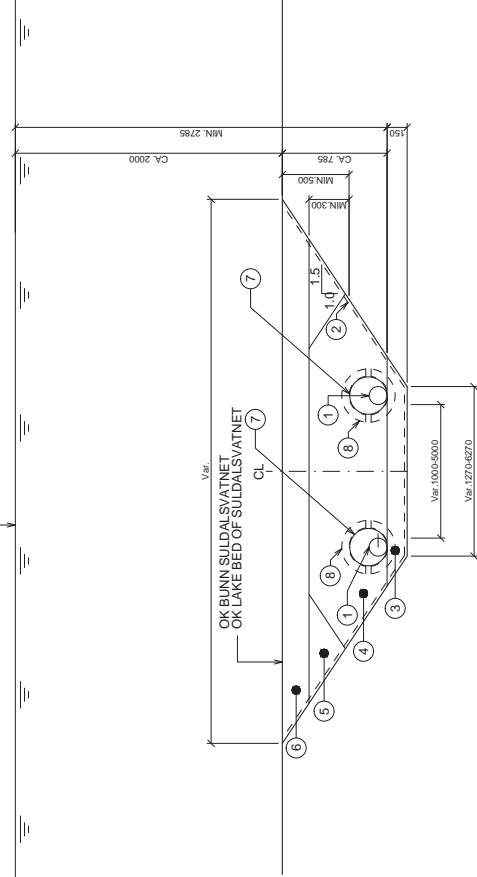
Figurnummer  
**D-420**

Bladnr  
**F01**

**REFERANSER / REFERENCES:**

1. OVERSIKT, SE TEGNING D-220.
- OVERVIEW, SEE DRAWING D-220.

SULDALSVATNET LRV 67,0 / LOWEST REGULATED WATERLEVEL IN LAKE SULDALSVATNET



**SNITT 1-1 / CROSS SECTION 1-1**

TYPSK SNITT AV KABELGRØFT SULDALSVATNET  
TYPICAL SECTION, CABLE TRENCH IN LAKE SULDAL SVATNET

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | HVDC KABEL 135mm / HVDC CABLE 135mm                         | 5 | STEDLIGE BUNN MASSER < 300 mm / NATIVE SOIL FROM LAKE BED < 300 mm                                   |
| 2 | FIBERDUK / FIBER MESH                                       | 6 | TOPPLAG AV STEDLIGE BUNN MASSER / TOPPLAYER OF NATIVE SOIL FROM LAKEBED                              |
| 3 | PUKK 22-63 mm FUNDAMENT / CRUSHED STONE 22-63 mm FOUNDATION | 7 | ø355mm PE VÆRERØR / 355 mm PE SLEEVE PIPE  |
| 4 | PUKK 22-63 mm OMFYLNING / CRUSHED STONE 22-63 mm BACKFILL   | 8 | NØDVENDIG BALLAST/BETONGLODD c/c ca.3500mm / SUFFICIENT BALLAST/CONCRETE WEIGHTS BLOCK c/c ca.3500mm |

F01   2014-10-22   Konkurransegrunnlag		TEKNIKENLØSLAG	
Revisjon	Dato	Utskrift	Bladnummer
0	14.10.2014	1	1
Dette dokumentet er utarbeidet av Noregsnett AS. Det er opplyst og det fremgår av denne, at oppdragsgjiveren har godkjent dette dokumentet som et utkast til et tilbud. Det er ikke tillatt å kopiere eller offentliggjøre innholdet i dette dokumentet uten tillatelse fra Noregsnett AS.			
Prosjekt 10188		Målestokk 1:20	
IFS nr.			



NSN TUNNEL- OG GRUNNARBEIDER  
KABELGRØFT  
KVILLDALSVIKA, SULDALSVATNET

TYPIK SNITT

Figurnummer  
**5122157**

Bladnr  
**D-420**

Bladnr  
**F01**



## **Vedlegg 2**

Bilder fra området



Kvilldalsvika sett fra ilandføringsstedet for kabelen.



Oversikt Kvilldalsvika sett i retning nord mot Strandanes.

## **Vedlegg 3**

Rapport fra Norconsult datert 27.2.2014: "Tiltak i sediment Suldalsvatnet"

Statnett

## Tiltak i sediment Suldalsvatnet

2014-02-27 Oppdragsnr.: 5134320





E	27-02-2014	Endelig (tillegg kap. om strømninger i vannet)	Grs,	Glhau	Grs
D03	17-02-2014	Til kommentar	Glhau,	Grs	Grs
D02	13-02-2014	Revidert på bakgrunn av kommentarer fra oppdragsgiver	Glhau,		
D	10-01-2014	Til godkjenning hos oppdragsgiver	Glhau	Grs	Grs
A	10-01-2014	Utarbeidet og fagkontroll	Glhau, Laben	Grs	Grs
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier. annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier. Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på

## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>6</b>
1.1	Området	6
1.2	Forurensing	7
1.3	Ferskvannsbiologiske verdier	7
1.4	Generelt om skadevirkninger av partikler på fisk og ferskvannsorganismer	8
1.5	Generelt om skadevirkninger på fisk av sprengningsarbeider under vann	10
<b>2</b>	<b>Undersøkelse av sedimentet</b>	<b>12</b>
2.1	Kartlegging av sedimentet	13
2.1.1	Feltarbeid	13
2.1.2	Resultater	14
2.1.3	Behov for miljørettet risikovurdering	19
<b>3</b>	<b>Miljøriskovurdering</b>	<b>20</b>
3.1	Utfylling ved Strandanes	20
3.1.1	Spredning av forurensning under tiltaket	20
3.1.2	Spredning av nitrogenforbindelser og partikler under tiltaket	22
3.1.2.1	Nitrogenforbindelser	22
3.1.2.2	Partikkelspredning fra sprengsteinsmassene	23
3.1.3	Effekter av sprengningsarbeider	25
3.1.3.1	Spredning av sediment ved sprengningsarbeider	25
3.1.3.2	Direkte påvirkning av sprengingen på fisk	25
3.2	Nedgraving ved Kvilldalsvika	25
3.2.1	Spredning av forurensning under tiltaket	25
3.2.2	Spredning av partikler under tiltaket	26
3.2.3	Konklusjoner	27
3.2.3.1	Strandanes	27
3.2.3.2	Kvilldalsvika	28
<b>4</b>	<b>Tiltaksvurdering og anbefaling for utfyllingsarbeider ved Strandanes</b>	<b>29</b>
4.1	Tiltaksvurdering	29
4.1.1	Innledning	29
4.1.2	Tiltaksalternativer	29
4.1.2.1	Null-alternativ	29
4.1.2.2	Fjerning av forurenset sediment – mudring	30
	Vanlig bakgraver/grabb	30
	Miljøgrabb	30
	Sugemudring	30
4.1.2.3	Utfyllingsmetode	31
4.1.2.4	Begrense forurensningsspredning	31

Arbeid innenfor sjete	31
Siltgardin	31
Boblegardin	32
4.1.2.5 Redusere risikoen knyttet til spredning	32
Tidspunkt for gjennomføring	32
Overvåkning	32
4.2 Tiltaksanbefaling	33
<b>5 Tiltaksanbefaling og vurdering for gravearbeider i Kvilldalsvika</b>	<b>34</b>
5.1 Tiltaksvurdering	34
5.1.1.1 Null-alternativ	34
5.1.1.2 Begrense spredning av partikler	34
Siltgardin	34
5.1.1.3 Grave metode	35
5.2 Tiltaksanbefaling	35
<b>6 Referanser</b>	<b>38</b>

## Sammendrag

Rapporten gir vurderinger av risiko for spredning av eksisterende forurensning ved dumping og graving i Suldalsvatnet. Det er behov for vurderinger om anleggsarbeid vil kunne føre til økt tilgjengelighet av evt. forurensning for organismsamfunn i Suldalsvatnet.

Videre er det gjort vurdering av risiko for at partikler fra mudring / utfylling vil skade fisk, og særlig med fokus på laks. Konsekvenser for biologiske verdier, ut fra offentlig tilgjengelig informasjon, er synliggjort. I tillegg er det vurdert risiko knyttet til sprengstoffrester i fyllmasse.

# 1 Bakgrunn

Statnett planlegger, i samarbeid med britisk systemoperatør, en likestrømsforbindelse mellom Storbritannia og Kvilldal, Suldal kommune, Rogaland. Kabelen vil legges over Suldalsvatnet og i den forbindelse vil det bli behov for mudring og utfylling. Tiltak vil kreve tillatelse etter Forurensningsloven.

I forbindelse med søknad til Fylkesmannen i Rogaland om tiltak som berører sedimentet i Suldalsvatnet, Rogaland, er det behov for innhenting av informasjon vedrørende sediments tilstand (forurensning, type, spredningsrisiko). Det planlagte tiltaket omfatter dumping/utfylling av steinmasser fra tunell driving samt nedgraving av kabel i sedimentet i vannet.

## 1.1 OMRÅDET



Statnett planlegger deponering av ca. 100.000 m<sup>3</sup> steinmasse ved Strandanes. Massene kommer fra utsprengning av kabeltunnel ca. 2 km nordøst ved Djupevika. Utfylling planlegges i Suldalsvatnet for å etablere en ny kaifront og oppfylling / planering på land for å etablere et riggområde. Endelig utforming av kaianlegg er ikke prosjektert men er estimert til 100.000 m<sup>3</sup> som vil dekke et areal av innsjøbunnen på 5000 m<sup>2</sup>.

I forbindelse med ilandføring i Kvilldalsvika, vil det graves (mudres) en grøft ut fra strandlinjen. Grøften vil være ca. 200 m lang, ca. 1 – 2 m dyp og være ca. 1 m bred ved bunn. Det skal enten installeres en støpt kabelkulvert eller skal grøften tilbakefylles med grus/pukk, evt. oppgravde masser om det tilfredsstillende tekniske krav.

## 1.2 TIDLIGERE VURDERINGER

NIVA har gjennomført en konsekvensanalyse for utfylling i Suldalsvatnet i forbindelse med prosjektert tunnel fra Iversflaten til Djupevik (Bjerknes, 2001). Denne analysen beskriver mulig påvirkning for vannkvaliteten i nærområdene til utfyllingen og mulige konsekvenser for biologiske verdier i vannet. Rapporten går ikke inne på forurensningstilstand.

## 1.3 FORURENSING

Det er ikke kjent at det har vært noen undersøkelser av forurensingskonsentrasjonene i sedimentet i Suldalsvatnet.

I Miljøstatus.no er det ikke registrert noen forurensede virksomheter eller lokaliteter ved Suldalsvatnet. Det er registrert en lokalitet med fyllmasser som potensielt drenerer ned til Suldalsvannet, Engjaland Fyllplass, ca. 19 km i luftlinje fra tiltaksområdene.

Vannforekomsten Suldalsvatnet er antatt å ha moderat biologisk tilstand men er ikke undersøkt. Kjemisk tilstand er oppgitt å være god. Den er klassifisert som stor, kalkfattig og klar i Vann-Nett.

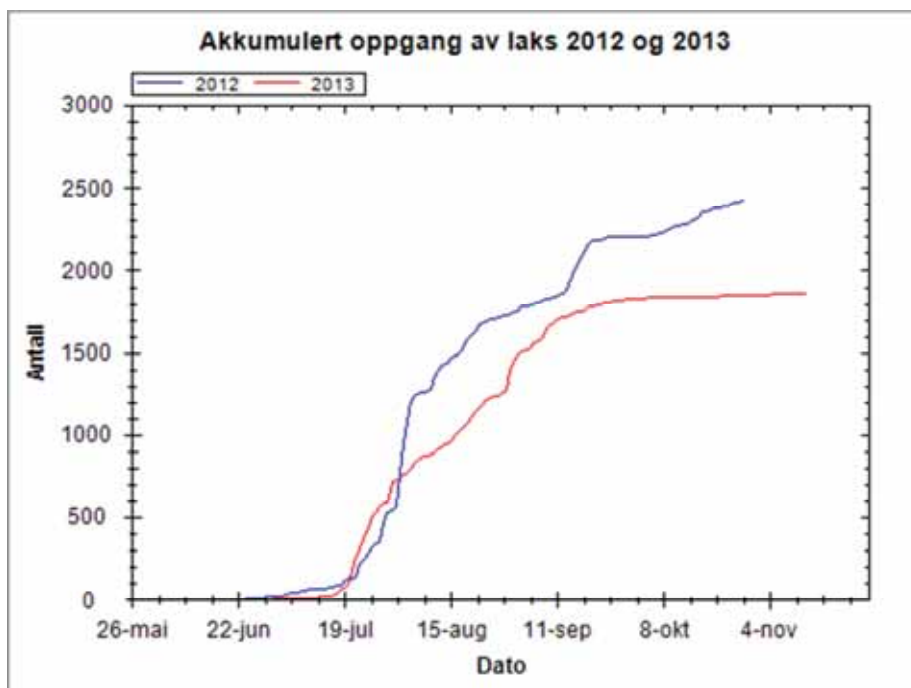
Ved Strandanes har det tidligere vært fergekai og dette kan ha vært en kilde til forurensning i utfyllingsområdet. Det er også drevet vedlikehold av Suldalsdampen /D/S Suldal ved Strandanes. Denne gikk tidligere i fast rute mellom Suldalsvatnet og Nesflaten i følge Suldal Turistkontor sine hjemmesider. Videre er det deponert masser ved Suldal i forbindelse med etablering av veien. Det er ikke kjent hvor disse massene kommer fra.

## 1.4 BIOLOGISKE VERDIER

Suldalsvatnet har et overflateareal på ca. 30 km<sup>2</sup>, vannvolum på 45 mill. m<sup>3</sup> og største dyp er 376 meter. Utløpet fra innsjøen er ved Suldalsosen, der elva Suldalslågen starter. I dag er det en dam på Osvad, så overgangen fra vann til elv er markert. Vannet er påvirket av to store kraftutbygginger, og er regulert 1,5 meter mellom kote 67 og 68,5 moh (Suldalsvatnet Grunneigarlag, 2004).

Suldalslågen er Nasjonalt laksevassdrag og lakseførende strekning omfatter Suldalsvatnet. Bestandsstatus i Lakseregisteret, for sjørret i vassdraget er *hensynskrevende* og for laks tilsvarende *dårlig* (Miljødirektoratet, 2013). Vassdragsreguleringer og rømt oppdrettslaks er avgjørende påvirkningsfaktorer for fastsettelsen av bestandstilstanden. Det er et vandringshinder ved dammen ved Suldalsosen, men her er det etablert en fisketrapp og en del laks vandrer også videre inn i Suldalsvatnet. I tillegg finnes det stasjonær ørret, ål, trepigga stingsild og røye i vassdraget. Det forgår et betydelig fiske etter anadrom fisk i vassdraget og etter ørret og røye i Suldalsvatnet. Suldalsvatnet har en egen stor ørretbestand, definert som sikker (Garnås, 1997). Ørreten gyter i flere av innløpselvene til vannet.

Selv om oppvandringen av laks og aure starter i juni, så er Suldalslågen ei sein elv, og det meste av fisken vandrer opp i august og september. Noe fisk vandrer opp seinere, helt ut i november (Figur 1). Kurven for 2012 viser en noe forsinket oppvandring grunnet at trappa var stengt i en periode, mens kurven for 2013 nok viser et mer reelt bilde av oppvandringsforløpet.



Figur 1. Akkumulert oppgang av laks i Sandfossen 2012 og 2013 (suldalslagen.com)

Gyteperioden for laks strekker seg over en lang periode. Det er registrert gyting fra sent i oktober til februar, men mest sannsynlig skjer det meste av gytinga i andre halvdel av desember (Sægrov, et al., 2011). Deretter ligger eggene i grusen frem til yngelen svømmer opp i mai til begynnelsen av juni.

Registreringer av utvandringstidspunkt for smolt i perioden 1996 – 2010 viser at starten på hovedutvandringen for laksesmolt har variert fra 15. april til 2. mai og gjennomsnittsdatoen for perioden var 25. april. I 2010 ble siste utvandrende smolt fanget 21. juni. I 2010 hadde 25 % av laks- og ørretsmolten vandret ut 3. mai, 50 % 14.-16. mai, og 75 % 18. mai (Gravem, et al., 2011).

I undersøkelser høsten 2013 ble det funnet laks- og ørretunger i to av innløpselvene til Suldalsvatnet; Brattlandsdalåa og Kvilldalsåa. I Roaldkvamsåa ble det påvist ørretunger (pers. medd. Sandring, 2013). Det er gjennomført prøvegarnfiske i Suldalsvatnet i flere år uten at det er fanget laksunger i strandsonen (Sægrov. pers. medd., 2014). Det er derfor sannsynlig at strandsonen i vannet har liten betydning som oppvekstområde for laks. En må anta at de fleste innløpselvene av en viss størrelse har betydning som gyteområde for ørret.

## 1.5 GENERELT OM SKADEVIRKNINGER AV PARTIKLER PÅ FISK OG FERSKVANNSORGANISMER

### *Mekaniske skadeeffekter på fisk*

Skadepotensialet fra partikler fra sprengning antas å være høyere enn fra naturlige partikler fordi de er skarpere. Mengden partikler dannet vil avhenge av sprengningsmetoden og berggrunnen. Direkte fra boring av ladehull antas dannelse av en partikkelmengde tilsvarende ca. 1 % av total tunnelmasse.

Partikler fra sprengstein kan forårsake direkte dødelige skader på fisk, men vanligere er slimsondring og irritasjon på gjellene. Dette kan i verste fall også være dødelig, da gjellene er svært følsomme overfor endringer i det fysiske miljøet samt at gjellene i tillegg til respirasjon har en viktig rolle for fiskens ioneregulering. Ved skade på fiskens slimlag vil faren for forstyrrelse av ionereguleringen øke ytterligere (Sørensen, 1998). Partikler fra bløte bergarter og mineraler synes å være mer skadelige enn hardere bergarter, da disse i hovedsak har nåleformet og fiberliknende struktur. Effekter av suspenderte partikler på fisk vil være avhengig av bergart, konsentrasjon, eksponeringstid og størrelse/form.

#### **Effekter på dyreplankton og bunndyr**

Tilslamming av bunnssubstratet kan medføre endret artssammensetting og gi redusert biomasse av bunndyrfaunaen. Dette vil igjen føre til endret næringstilgang for fisk som livnærer seg av bunndyr (Sørensen, 1998).

Økt partikkelinnhold i vannet kan gi dramatiske konsekvenser for biologisk produksjon, og spesielt enkelte grupper dyreplankton rammes betydelig (Brabrand, 2007). Dyreplankton som lever av å filtrere ut næringspartikler, og som er lite selektive på kvaliteten av næringspartiklene, slik som *Daphnia* og *Holopedium*, er svært ømfintlige for tilslamming. Dette er registrert ved reguleringsmagasiner som har fått senket vannstanden utover det normale reguleringsmønsteret (Borgstrøm, 1972; Borgstrøm, et al., 1986)

#### **Erferingstall og grenseverdier**

Den europeiske innlandsfiskekommisjonen (EIFAC) har angitt grenseverdier for ulike partikkelkonsentrasjoners effekt på avkastning av kommersielt fiske (Tabell under). Konsentrasjoner under 25 mg/L har i følge denne kommisjonen ingen negativ effekt på avkastningen, mens et godt eller middels fiske kan opprettholdes ved konsentrasjoner inntil 80 mg/L suspendert materiale (Alabaster, et al., 1982). Disse grenseverdiene er derimot ikke direkte overførbare til partikkelforurensning fra sprengstein, da grenseverdiene til EIFAC baseres på naturlig eroderte partikler og avkastning i fisket snarere enn hva fisken tåler av påvirkning fra partiklene (Sørensen, 1998). Konsentrasjonen av sprengsteinpartikler bør være lavere enn dette da de ofte er spisse, flisete og skarpe og kan medføre skader på fiskegjeller med et langt større skadepotensiale enn naturlig eroderte partikler.

*Tabell 1: Effekter av partikler fra naturlig erodert materiale på fisk fra retningslinjer fra den europeiske innlandsfiskekommisjonen EIFAC, NFF(2009)*

Suspendert stoff (mg/L)	Effekter
< 25	Ingen skadelig effekt.
25-80	Godt til middels godt fiske. Noe redusert avkastning.
80-400	Betydelig redusert fiske.
> 400	Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

Det finnes ikke grenseverdier for suspendert stoff i gjeldene veiledningsmaterialet fra Miljødirektoratet (Direktoratsgruppa vanndirektivet, 2009). I SFT' s tidligere klassifiseringssystem (Andersen, et al., 1997) er imidlertid grenseverdien mellom «god» og «mindre god» satt ved 3 mg/l for suspendert stoff.



En litteraturgjennomgang utarbeidet for Statens Vegvesen ifm FoU-prosjektet NORWAT viser til at kravet til akseptabel konsentrasjon av partikler i utslipp fra tunellanlegg til resipient ikke får overstige 400 mg SS/l (Åstebøl, et al., 2011).

For å sette i perspektiv effekter på akvatisk økologi og utvasking av partikkel og nitrogen, vises det til anleggsarbeider ved veiutbygging av bl.a. E18 i nærheten av Larvik og Rv 7 Sokna-Ørgenvika og undersøkelser av fisk utført av Bioforsk i 2009 og 2010. Disse er kort beskrevet under (pers. medd. Roseth, 2013).

I forbindelse med bygging av E18 Sky – Langangen ble det i Eikedalsbekken ned mot Hallevannet (i nærheten av Larvik) observert god produksjon av ørret. Her var det høye konsentrasjoner av partikler jevnt over lang tid, med sterkt turbid vann. Dette var en blanding av naturlig leire og partikler fra anlegget (sprengning, knusing ved kjøring). Vanlige konsentrasjoner var på 20 – 30 mg SS/l. Fiskeundersøkelser etter langvarig belastning i dette området viste god produksjon av ungfisk (bedre enn ved tidligere undersøkelser og alle årsklasser tilstede). Dette viste at mengden partikler ikke var kritisk for hverken klekking og oppvekst hos ungfisk, eller for større fisk. Mange landsbrukspåvirkede bekker i Østfold og Vestfold har god produksjon av sjørørret selv om konsentrasjonene av partikler regelmessig overstiger 500 mg SS/l.

## 1.6 **GENERELT OM SKADEVIRKNINGER PÅ FISK AV SPRENGNINGSARBEIDER UNDER VANN**

At sprengningsarbeider under vann kan føre til omfattende ødeleggelser på fisk og dyreliv er godt kjent (Trettenes, 2007). Dynamitt har blant annet vært benyttet som fiskemetode i Middelhavet. Ved sprengninger der ladningene er plassert i vannmassene, vil stigetiden ved sprengningen være i størrelsesorden mikrosekund (milliondels sekund) og det er svært lite som skjermer for sjokkbølgen. Sjokkbølgen vil derfor kunne medføre akutt død, eller vevskader, indre og ytre blødninger uten at fisken nødvendigvis dør umiddelbart. Skadeomfang er avhengig av størrelsen på ladningene, avstanden fra sprengningsstedet og om sprengningen skjedde i vannmassene eller i grunnen eller på annen måte var dekket til.

Havforskningsinstituttet har samlet informasjon om effekter på fisk fra sprengningsarbeider i et notat (Dalen, 2012). De lister opp følgende typiske reaksjon i fisk som blir utsatt for trykk- og vibrasjonspåvirkninger:

- Fluktreaksjoner
- Fluktsvømming mot overflata og hopping i lufta, for fisk som er nær overflaten (brisling, sild, laks, sjørørret)
- Skremt fisk svømmer mot bunnen
- Spontan magetømming
- Økt O<sub>2</sub>- opptak
- Økt stressnivå

Fiskeegg og ulike stadier av yngel er mer sårbar enn større fisk. Laksefisk kan være noe mer motstandsdyktig mot trykkpåvirkninger på grunn av ulik utforming av svømmeblæren (torsk har lukket svømmeblære og laks har åpen svømmeblære). Ved et lydtryknivå på 140 dB ref. 1 µPa

forventes yngel og påvirkes av sprenging ( $10 \text{ Pa} \cdot 1 \cdot 10^8 \mu\text{Pa}$ , 0,1 mB). Ved et lydtrykknivå på 260 dB ref.  $1 \mu\text{Pa}$  er det en stor risiko for spontan død kun ved en enkelt sprenging.

Tabell 2 nedenfor viser oversikt over lydnivåer som kan forventes av menneskelig aktivitet under vann.

Tabell 2: Lydkilder for menneskeskapt lyd, under vann ( $s$  = spissverdi, eff= RMS eller gjennomsnittsverdi) (fra rapport av Havforskningsinstituttet, 2010)

Tabell 2. Lydkilder for menneskeskapt lyd. TNT: Sprengstofftype.

IDENTIFISERTE LYDKILDER	KILDENIVÅ [dB rel. $1 \mu\text{Pa}$ re. 1 m]	KILDENIVÅ [dB rel. $1 \mu\text{Pa}$ re. 1 m] (eff. verdi)	FREKVENSBÅND AV DOMINANT ENERGIOMRÅDE	NORMAL VARIGHET	DIREKTIVITET
4,5 kg TNT	279 s	267 <sup>2</sup>	breibåndet	millisekunder	rundstrålende
Luftkanonfelt 129,6 l (7900 k.t.)	259 s	247 <sup>2</sup> / 23 <sup>1</sup>	5-500 Hz	< 30 ms	vertikalt fokusert
Multistråle ekkolodd	237 eff.	237	15,5 kHz	< 50 ms	vertikalt fokusert
Sonar AN/SQS-53C	235 eff.	237	2,6 & 3,3 kHz senterfrekvens	variabel 0,5-2 s	horisontalt fokusert
Ekkolodd (vanlige)	235 s	223 <sup>2</sup>	1,5-36 kHz	noen millisekunder	vertikalt fokusert
Sonar SURTASS	235 s	232 <sup>2</sup>	100-500 Hz	6-100 ms	horisontalt fokusert
Enkel luftkanon	221 s	209 <sup>2</sup>	10-600	< 60 ms	rundstrålende
ATOC-kilde	195 s	192 <sup>1</sup>	55-95 Hz	20 min	rundstrålende
Supertanker	190 s @ 6,8 kHz	187 <sup>1</sup>	breibåndet	uker	rundstrålende i vertikalen
Pæledriving	165 s	183 <sup>1,4</sup>	30-40 & 100 Hz	dager	rundstrålende

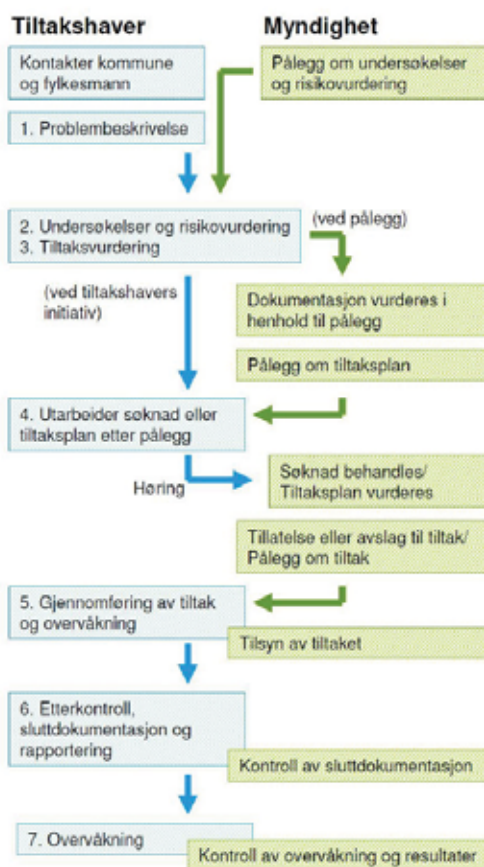
I forbindelse med sprengningsarbeider under vann i Kjøsnæs fjorden i Jølster på 90-tallet ble det satt garn 80 meter, og 1000 meter fra sprengningene for å observere skadeeffektene. Nærmest sprengningsstedet ble det kun registrert et begrenset antall ørret med synlige skader (ca. 4 %), mens blant fisken som ble fanget en kilometer unna, var det ca. 7 % som hadde tydelige skader. Det ble imidlertid observert noe død fisk i vannoverflaten og det var sannsynligvis en del fisk som sank til bunns (Sægrov, pers. medd, 2014). Studiet indikerer at fisken kan ta skade, i hvert fall en kilometer unna sprengningsstedet, men at det negative omfanget antakelig var begrenset for ørretbestanden i innsjøen.

## 1.7 HYDROGRAFI I SULDALSVANNET

Det er utført hydrologiske undersøkelser i Suldalsvassdraget (Statskraft 2004). Undersøkelsene beskriver detaljert forholdene i Suldalslågen, men gir ikke informasjon om strømningshastigheter eller retninger i Suldalsvannet. Suldalsvannet har 2 utløp, Suldalslågen og gjennom Hylen kraftverk. Minstevannføringen i Suldalslågen er regulert til mellom 14 og 62 m<sup>3</sup>/s. Endringer av strømmene i vannet vil være avhengig av hvor mye som slippes ut igjennom Hylen kraftverk og tilsiget til Suldalsvannet. Hvor eventuell spredning fra tiltaket transporteres til vil i stor grad være avhengig av produksjonen i Hylen kraftverk og tilførsel til Suldalsvannet. Hvis det er ønskelig med kontroll på hvor spredningen vil fordele seg er det nødvendig med en hydrografisk undersøkelse av Suldalsvannet eller en modellering av strømførholdene ved forskjellig drift ved Hylen kraftstasjon og tilsig til Suldalsvannet.

## 2 Undersøkelse av sedimentet

Tiltak i sedimenter er styrt av veiledningen TA-2960/2012: Veileder for håndtering av sedimenter. og «Veileder - søknader om mudring og utfylling», Fylkesmannen i Rogaland 2013. Denne undersøkelsen skal vurdere om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av utfylling. Rapporten omhandler punkt 2 (TA-2960/2012) i tabellen nedenfor og skal resultere i en tiltaksvurdering (punkt 3) og tiltaksplan og søknad punkt 4. Dette gjelder følgende forhold:



- Er sedimentet forurenset over grenseverdier?
- Vil forurensningen kunne bli transportert og spredd som følge av tiltaket?

- Er potensial for transport og spredning av forurenset porevann og forurenset og rene partikler uakseptabelt stort?
- Er det behov for å utarbeide en tiltaksplan for utfyllingsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?
- Er risikoen knyttet til spredning fra utfyllingsmassene akseptabel lav?

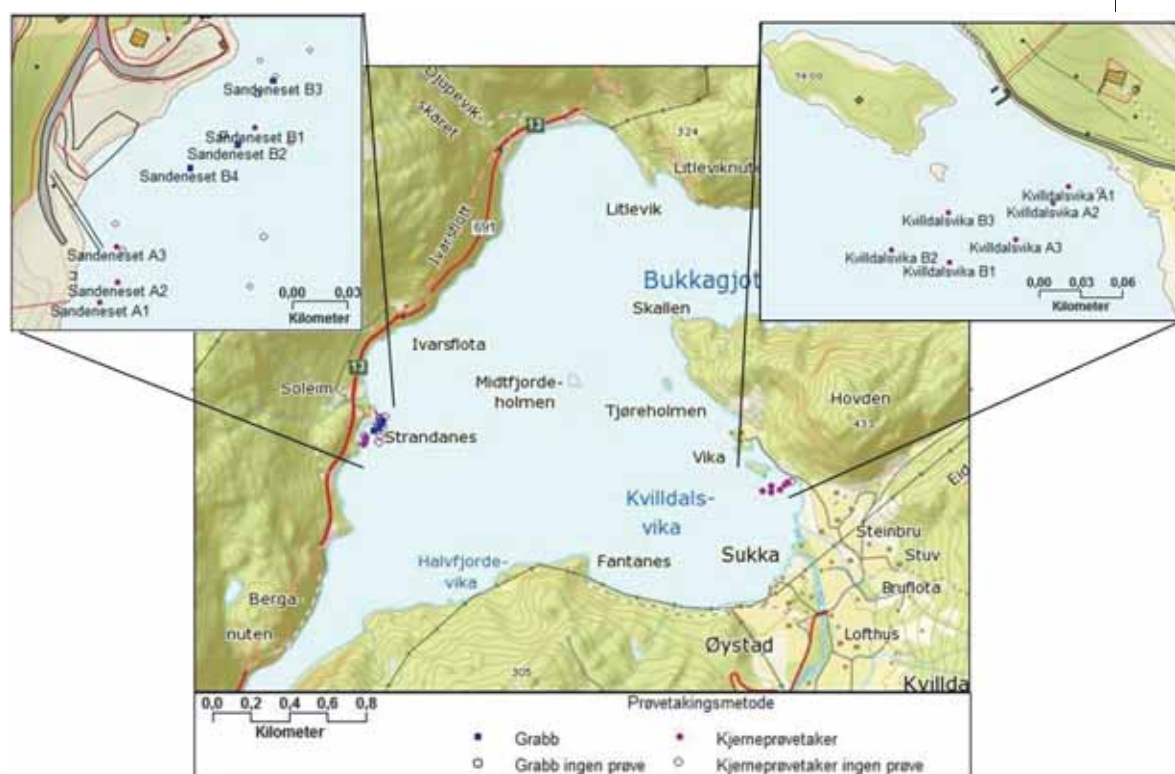
## 2.1 KARTLEGGING AV SEDIMENTET

### 2.1.1 Feltarbeid

Sedimentundersøkelsen i tiltaksområdet ble gjennomført 10. september 2013 fra båt leid fra Vikane hyttetun. Det ble benyttet en Abdulla kjerneprøvetaker. I tillegg ble det benyttet en liten Van Veen grabb der prøvetaking av kjerner ikke var mulig.

Områdene som ble undersøkt er vist på kart i Figur 2-1. To stasjoner ved Strandenes og 2 stasjoner i Kvilldalsvika. Det ble forsøkt å ta prøver med kjerneprøvetaker ved alle stasjonene. Ved stasjon Strandenes B var det ikke mulig å få kjerner fra mer enn en stasjon, så prøven besto av materiale fra 1 kjerneprøve, samt 3 grabbhugg av overflaten.

Feltbeskrivelse av prøvene samt koordinater for prøvepunkter er vist i vedlegg 1.



*Figur 2-1: Kart med posisjon for prøvetatte stasjoner. Kartet synliggjør posisjoner for blandprøver, hvor hvert av punktene viser delprøvene. Punkter der det ikke var mulig å få opp materiale er vist med hvite symboler.*

Det ble tatt ut prøve av de øverste 5 cm av kjerneprøvene (blandprøve) tatt ved Strandanes til analyse. I tillegg ble det laget en blandprøve av materialet dypere enn 5 cm.

Fra Kvilldalsvika består blandprøvene av overflaten av de øverste 10 cm av kjernene. En blandprøve av materialet dypere enn dette ble også analysert.

Analyseparametere for sedimentundersøkelsen er valgt ut fra hva som fremkom i kapitlet 1.1. Analysene er foretatt av Eurofins.

- Metaller
- PAH (16)
- PCB (7)
- TBT
- TOC
- Kornfordeling

### 2.1.2 Resultater

Konsentrasjoner i sedimentet sammenlignes med grenseverdier for tilstandsklassene utarbeidet av Miljødirektoratet (TA-2229/2007, «Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann, Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment»). Tilstandsklassene representerer ulik forurensningsgrad basert på fare for effekter på organismer. Tilstandsklassene er basert på grenseverdier for organismer i sjøvann. Disse er likevel benyttet for å vise forurensningssituasjonen for ferskvannssedimentet. I beregninger av påvirkning fra forurensningsspredning er det brukt grenseverdier for ferskvann. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i Tabell 3. Ved konsentrasjoner i tilstandsklasse III eller dårligere må det gjennomføres en risikovurdering før eventuell gjennomføring av tiltak.

*Tabell 3: Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter (TA-2229/2007).*

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Betingelser	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Resultatene av den gjennomførte undersøkelsen er vist i tabellen nedenfor, og fargene tilsvarer tilstandsklassene i Tabell 1. Fullstendig analyserapport fra Eurofins er gitt i vedlegg 2.

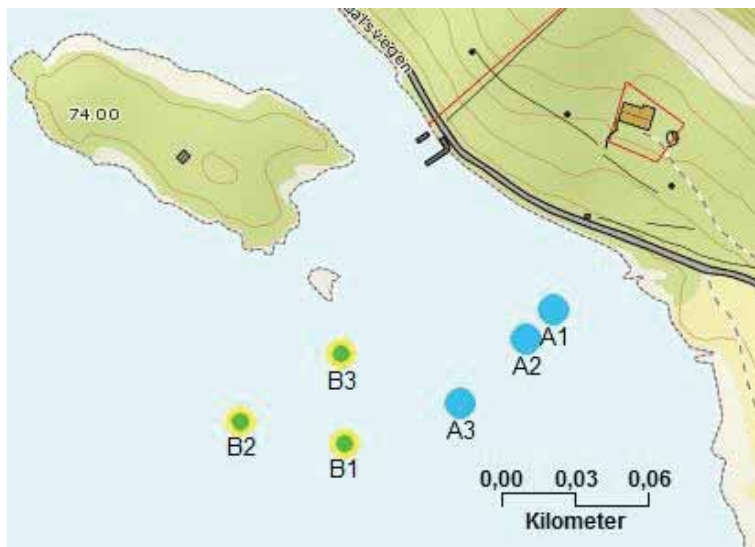
Tabell 4: Analyseresultater av sedimentprøver fra Suldalsvatnet klassifisert etter tilstandsklasser i TA-2229/2007.

	Prøvereferanse	Strandanes A 0 til 10 cm	Strandanes A Under 10 cm	Strandanes B 0 til 5 cm	Kvilldalsvika A 0 til 10 cm	Kvilldalsvika A 10 +	Kvilldalsvika B 0 til 10 cm	Kvilldalsvika B under 10 cm	
Arsen (As)	Arsen (As)	mg/kg TS	3,5	3,1	6,6	2,7	1,9	4,2	2,8
Bly (Pb)	Bly (Pb)	mg/kg TS	32	15	57	20	14	33	23
Kadmium (Cd)	Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,24	0,089	0,36	0,13	0,093	0,31	0,22
Kobber (Cu)	Kobber (Cu)	mg/kg TS	11	9,2	18	9,5	8,8	21	9,8
Krom (Cr)	Krom (Cr)	mg/kg TS	9,9	10	19	15	16	20	14
Kvikksølv (Hg)	Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,021	0,012	0,034	0,018	0,008	0,033	0,015
Nikkel (Ni)	Nikkel (Ni)	mg/kg TS	8,3	8,1	18	11	11	15	9,5
Sink (Zn)	Sink (Zn)	mg/kg TS	53	38	100	58	49	72	54
PAH	Naftalen	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
	Acenaftilen	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
	Acenaften	mg/kg TS	0,016	0,013	0,022	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
	Fluoren	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
	Fenantren	mg/kg TS	0,10	0,020	0,15	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
	Antracen	mg/kg TS	0,024	<0,01	0,030	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
	Fluoranten	mg/kg TS	0,17	0,018	0,24	<0,01	<0,01	<0,02	0,034
	Pyren	mg/kg TS	0,12	0,012	0,17	<0,01	<0,01	<0,02	0,023
	Benzo[a]antracen	mg/kg TS	0,061	<0,01	0,056	<0,01	<0,01	<0,02	0,012
	Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,098	<0,01	0,084	<0,01	<0,01	0,025	0,060
	Benzo[b]fluoranten	mg/kg TS	0,075	<0,01	0,091	0,015	0,015	0,039	0,10
	Benzo[k]fluoranten	mg/kg TS	0,049	<0,01	0,050	<0,01	<0,01	<0,02	0,039
	Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,031	<0,01	0,037	<0,01	<0,01	<0,02	0,014
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,025	<0,01	0,032	<0,01	<0,01	<0,02	0,048
	Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,021	<0,01	0,029	<0,01	<0,01	<0,02	0,043	
Sum PAH(16) EPA	mg/kg TS	0,80	0,064	0,98	0,015	0,015	0,064	0,38	
PCB 7	PCB 28	mg/kg TS	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005
	PCB 52	mg/kg TS	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005
	PCB 101	mg/kg TS	0,00076	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005
	PCB 118	mg/kg TS	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005
	PCB 138	mg/kg TS	0,00058	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005
	PCB 180	mg/kg TS	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005
	PCB 153	mg/kg TS	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,0005
	Sum 7 PCB	mg/kg TS	0,0013	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Tributyltinn (TBT)	µg/kg TS	320	<1	<1	<1	<1	<1	
Total tørrstoff	Total tørrstoff	%	31	34	22	40	67	28	48
Totalt organisk karbon (TOC)	Totalt organisk karbon (TOC)	g/kg TS	42,0	17,0	27,0	42,0	7,10	44,0	46,0
Kornstørrelse < 63 µm	Kornstørrelse < 63 µm	% TS	20,2	20,9	29,3	31,7	24,8	36,3	35,2
Kornstørrelse < 2 µm	Kornstørrelse < 2 µm	% TS	8,7	12,2	20,1	4,5	3,6	6,5	4,6

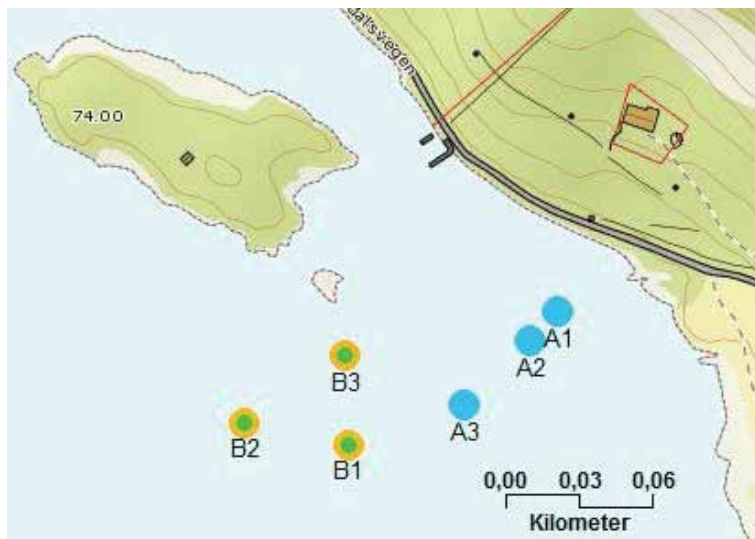
Det organiske innholdet i prøvene er generelt høyere i overflateprøvene.

Analyseresultatene er presentert på kart, hvor prøvestasjonene fargelagt etter grenseverdiene i klassifiseringssystemet i TA-2229/2007. Der det er tatt kjerneprøver er tilstandsklassen i den øverste blandprøven vist i innerste sirkel. Tilstandsklassifiseringen av den dypere prøven er vist ytterst i hvert prøvepunkt. Kartene presenterer resultater der det ble målt forurensningsforbindelser i konsentrasjon i tilstandsklasse III eller høyere.

I prøvene tatt i Kvilldalsvika ble det målt konsentrasjoner over grenseverdi for tilstandsklasse III av PAH-forbindelsene Indeno(1,2,3-cf)pyren og benzo(ghi)perylen dypere enn 10 cm.



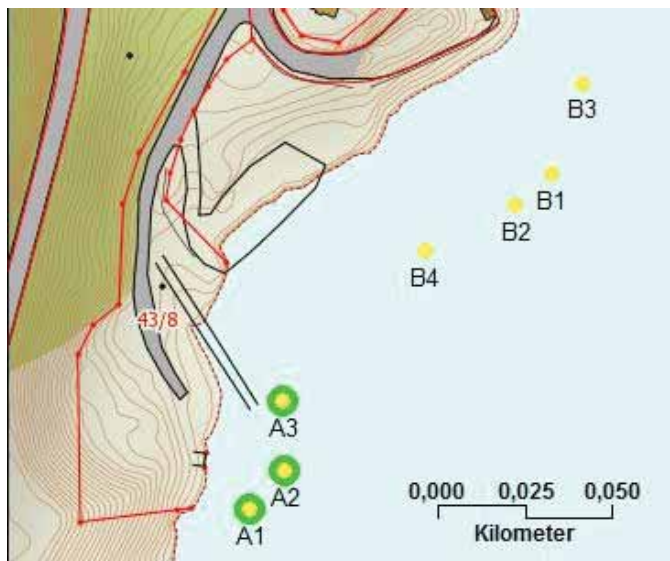
Figur 2-2: Målte konsentrasjonar av ideno(1,2,3-cd)pyren i sedimentprøver fra Kvilldalsvika



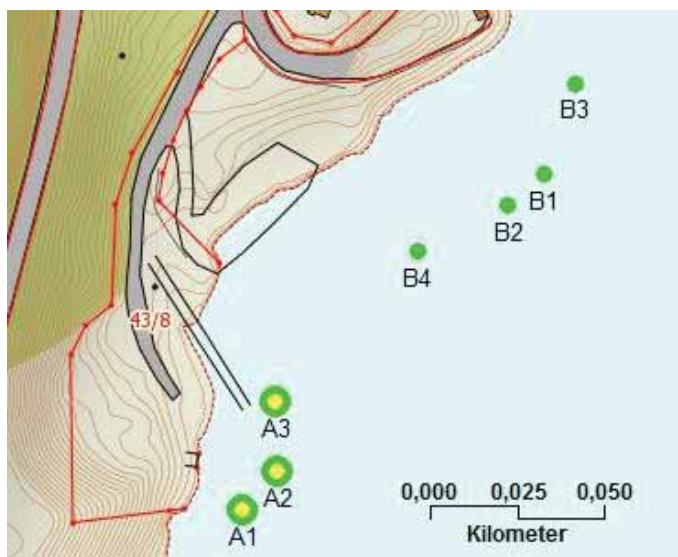
Figur 2-3: Målte konsentrasjoner av benzo(ghi)perylene i sedimentprøver fra Kvilldalsvika

Figurene viser at den ytterste blandprøven fra sedimentet under 10 cm i Kvilldalsvika er forurenset over grenseverdi i klasse IV for PAH- forbindelsene benzo(ghi)perylene og ideno(1,2,3-cd)pyren. Resten av prøvene har konsentrasjon av benzo(ghi)perylene i tilstandsklasser I-II.

Den ytterste blandprøven av sedimentet under 10 cm i Kvilldalsvika er også forurenset over grenseverdi for klasse III av ideno(1,2,3-cd)pyren. I resten av prøvene fra Kildalsvika er konsentrasjonen av ideno(1,2,3-cd)perylene målt i klasse I- II.

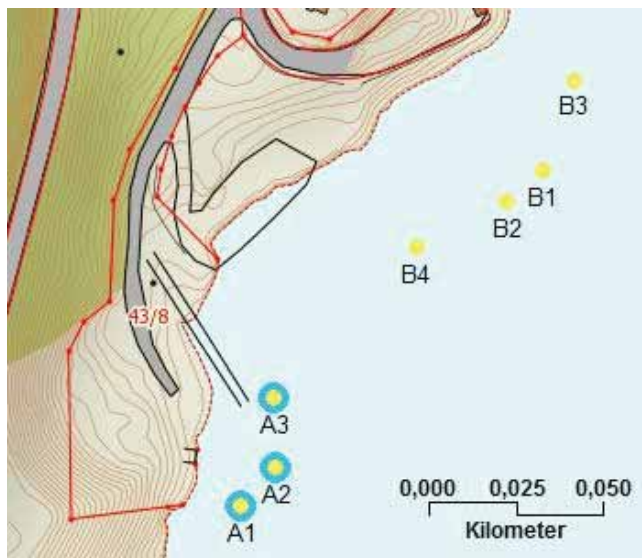


Figur 2-4: Målte konsentrasjoner av fluoranten i sedimentprøver fra Strandanes

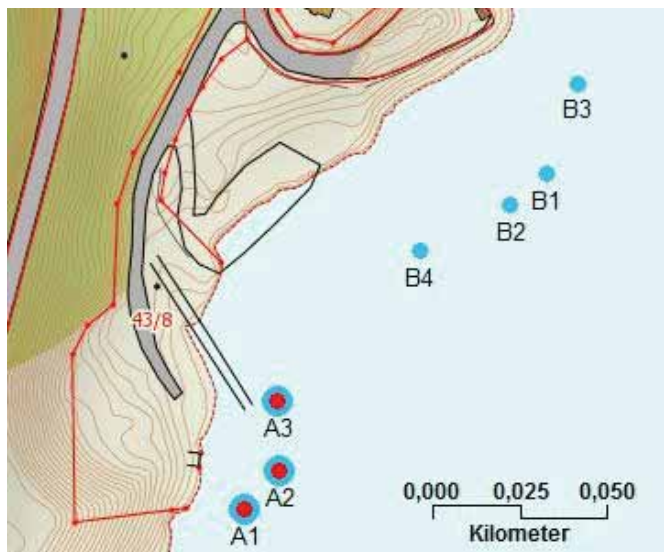


Figur 2-5: Målte konsentrasjoner av benzo(a)antracen i sedimentprøver fra Strandanes





Figur 2-6: Målte konsentrasjoner av benzo(ghi)perylen i sedimentprøver fra Strandanes



Figur 2-7: Målte konsentrasjoner av TBT i sedimentprøver fra Strandanes.

Overflateprøven fra stasjon Strandanes-A er forurenset av TBT i tilstandsklasse V. Prøven er også forurenset av PAH- forbindelser i tilstandsklasse III (fluoranten, benzo(a)antracen og benzo(ghi)perylen). Det er ikke funnet konsentrasjoner over grenseverdi dypere enn 5 cm ved denne stasjonen.

Videre er prøven fra Strandanes- B også forurenset av PAH- forbindelsene fluoranten og benzo(ghi)perylen i klasse III.

Vedlikehold av båt vil kunne være en naturlig forklaring på de høye TBT- verdiene i sedimentprøver fra Strandanes. PAH-forbindelsene som viser overskridelser kan være forårsaket av fergeaktiviteten ved fergekaien, eller kan stamme fra veien, som ligger tett til vannet.

### **2.1.3 Behov for miljørettet risikovurdering**

Det er behov for en miljørettet risikovurdering av spredning av forurensning under tiltaket av området som er representert av den ytterste sedimentstasjonen i Kvilldalsvika, samt utfyllingsområdet i Strandanes. Dette skyldes målte konsentrasjoner av enkelte PAH- forbindelser samt TBT i klasse III og høyere. Det innerste området i Kvilldalsvika representerer ikke en risiko for spredning av forurensning under tiltaket og kan friskmeldes.

# 3 Miljørisikovurdering

## 3.1 UTFYLLING VED STRANDANES

Utfyllingen som er planlagt ved Strandanes og er estimert til 100 000m<sup>3</sup> som vil dekke et areal av innsjøbunnen på 5000 m<sup>2</sup>.

Teknisk løsning for gjennomføringen av utfyllingsarbeidet er ikke klart enda. Det er noen utfordringer knyttet til stabilitet i området ved Strandanes. Dette medfører at det sannsynligvis blir behov for fortrengeing av massene, og underveis kan det bli behov for noe sprenging i fyllingsfoten eller i sedimentene for å justere helningen på utfyllingen. Dette kan medføre større spredning av sedimentene.

### 3.1.1 Spredning av forurensning under tiltaket

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra overflatesedimentet ved utfylling på grunn av konsentrasjoner av PAH-forbindelser og TBT. For å beregne potensiell risiko for spredning av forurensning er det gjort beregninger av oppvirvlet materiale samt hvor mye forurensning som kan forekomme fra porevannet. Forutsetninger som er benyttet for beregningene er vist nedenfor. Risikovurderingen er tredelt, spredning av forurensning fra sedimentet, spredning av rene partikler fra utfyllingsmassen og spredning av sprengstoffrester.

- Anleggsperioden for tunneldrivingen er estimert til 12- 15 måneder. Massene er planlagt dumpet fra land. Massene tas fra driving av tunnel, hvor antall dager med utfylling ved lokaliteten er beregnet til 180 dager.
- Det er lagt til grunn en utfyllingsperiode på 180 dager. Fordi det fylles fra land vil det ta nesten hele tiltaksperioden å dekke sedimentene på sjøbunn.
- Det er benyttet en sedimenttetthet på 1,5 kg/L i beregningene.
- Anleggsperioden er beregnet til å være ca. 180 dager. For utfyllingen er det regnet med «worst case spredning» av det forurensede laget på toppen. Dette er forurenset i klasse V av TBT i ca. halvparten av utfyllingsområdet. Det er gjort beregninger av spredning av hele laget, på 5 cm. Det er da brukt en tiltaksperiode på 90 dager, som er ca. halve anleggsperioden. I tillegg er det gjort beregning av potensiale for spredning ved sprenging (dvs. at alt i dette området spres).
- Konsentrasjonen av forurensning i porevannet er beregnet ut fra konsentrasjon i sediment og stedsspesifikke fordelingskoeffisienter, K<sub>d</sub>, (fra TA-2802/2011, justert for TOC). Utrengningene er vist i tabellen nedenfor. Spredning av forurenset porevann er sammenlignet med PNEC (kronisk) («predicted no effect concentration»), for akvatiske organismer (Aquateam 2007). PNEC for akvatiske organismer vil representere grensen

mellom klasse II og III i tilstandsklassifiseringen for forurenset sediment. Det vil si at den representerer konsentrasjonen som, dersom den overskrides over lang tid, vil kunne gi negative effekter på enkelte arter i organismsamfunnene. Det er beregnet hvor stort volum av resipienten som daglig vil påvirkes i konsentrasjoner over denne grenseverdien for økologisk effekt hver dag under tiltaket.

Tabell 5: Beregnet spredning fra hele området i løpet av hele anleggsperioden.

Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon snitt vest og øst (mg/kg tørrstoff)	Mengde oppvirket materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved TOC 3 %	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC (mg/l), kronisk toksisitet, akvatiske organismer	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m3)
Fluoranten	0,21	0,04	4142	7	0,04	0,00005	1
Benzo[a]antracen	0,06	0,01	14368	1	0,003	0,00005	0,1
Benzo[ghi]perylene	0,03	0,00	29335	0,1	0,001	0,00005	0,0
Tributyltinn (TBT)	0,16	0,03	32	678	3,8	0,000001	3764

Tabell 6: Beregnet spredning av TBT og PAH fra området representert av Strandanes A

Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon snitt vest og øst (mg/kg tørrstoff)	Mengde oppvirket materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved TOC 3 %	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC (mg/l), kronisk toksisitet, akvatiske organismer	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m3)
Fluoranten	0,21	0,04	4142	7	0,1	0,00005	1
Benzo[a]antracen	0,06	0,01	14368	1	0,01	0,00005	0,1
Benzo[ghi]perylene	0,03	0,005	29335	0,1	0,001	0,00005	0,0
Tributyltinn (TBT)	0,16	0,03	32	678	8	0,000001	7529

Dersom det blir behov for sprengning i dette området kan det i verste fall bety at mye materiale spres på en gang. Det er derfor gjort beregninger av spredning av forurenset porevann med en anleggsperiode på 1 dag i tabellen nedenfor. Det er tatt utgangspunkt i at det benyttes ladninger som påvirker sedimentet i et ca. 1 meter bredt belte langs 50 meter av fyllingsfoten. For forurensingsspredningen betyr dette at 5 cm dypt sediment i gitte areal er benyttet.

Tabell 7: Beregnet spredning av TBT og PAH fra området representert av Strandanes A ved sprenging (1 dag som tiltaksperiode)

Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon snitt vest og øst (mg/kg tørrstoff)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved TOC 3 %	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC (mg/l), kronisk toksisitet, akvatiske organismer	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m <sup>3</sup> )
Fluoranten	0,17	0,001	4142	0	0,106	0,00005	2
Benzo[a]antracen	0,06	0,000	14368	0	0,011	0,00005	0,2
Benzo[ghi]perylen	0,02	0,000	29335	0,0	0,002	0,00005	0,04
<b>Tributyltinn (TBT)</b>	0,32	0,0	32	26	26,258	0,000001	26258

Beregnet volum av resipienten påvirket av sprengingen er ca. 26 000 m<sup>3</sup>. Beregningene viser at et større volum av resipienten påvirkes av spredning av forurenset porevann ved sprenging enn ved utfylling. Det er likevel et lite volum av resipienten som påvirkes, og overskridelsene vil være begrenset til lokalt i utfyllingsområdet.

### 3.1.1.1 Konklusjon

Beregningene viser at spredning av forurensning med partikler vil være begrenset. Det er derimot vist overskridelser av grenseverdi for TBT i vannsøylen som følge av spredning av porevann. Dersom tiltaket gjennomføres gradvis vil overskridelsene kun omfatte et lokalt område av resipienten. Dersom det blir behov for sprenging, som vil føre til større spredning i et kort tidsrom, vil et større volum av resipienten påvirkes over grenseverdi.

### 3.1.2 Spredning av nitrogenforbindelser og partikler under tiltaket

#### 3.1.2.1 Nitrogenforbindelser

Det skal deponeres ca. 100 000 m<sup>3</sup> med masser. Beregninger er gjort med utgangspunkt i at disse massene er sprengsteinsmasser og at like store mengder dumpes hver dag over en periode på 180 dager.

pH Vann-nett: 6,2800 (i 2007)

Det kan forventes en tilførsel av 13-40 kg nitrogen per 1000 m<sup>3</sup> utsprengt masse (Hindar og Roseth, 2003). Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % ammoniumforbindelser og 50 % nitratforbindelser. Toksisiteten av NH<sub>x</sub> (NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. I Vann-nett oppgis det at pH i Suldalsvatnet er lav (6,280, målt i 2007). Ved en slik pH vil det meste av NH<sub>x</sub> foreligge som ammonium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Ved anvendelse av sprøytebetong i tunneldrift kan avrenningen bli svært basisk og føre til dannelse av ammoniakk (Hindar og Roseth, 2003). Ammoniakk er akutt toksisk i lave konsentrasjoner for fisk. Alabaster og Loyd (1982) anbefaler å unngå ammoniakk-konsentrasjoner over 25 µg/L.

Nitratforbindelser har ikke direkte toksisk effekt, men kan føre til overgjødning av vannmassene. Dette kan gi økt algevekst og forstyrre likevekten mellom ulike organismer i vannet. Tilstandsklassene med hensyn Total nitrogen er gitt i veiledning 01:2009.

Ved pH 6,28 og temperatur 20 °C vil ca. 0,08 % av ammoniumnitrogen være tilstede som ammoniakk. En oversikt over mengder nitrogenforbindelser knyttet til de ulike mengdene sprengstein er gitt i Tabell 8.

Nitrogen er ikke en begrensende faktor for biologisk produksjon i ferskvann. Ammoniakk kan forårsake effekter hos organismer, men disse skjer først ved høyere pH og varme temperaturer. Dette er vist i beregningene nedenfor.

Tabell 8: Mengder nitrogenforbindelser fra sprengstein i løpet av anleggsperioden.

Sprengsteinsmengde (m <sup>3</sup> )	Total nitrogen (kg)	Nitratforbindelser (kg)	Ammoniumforbindelser (kg)	Ammoniakk (kg)
100 000	1300 – 4000	650 – 2000	650- 2000	0,0003- 0,001

Det er ingen informasjon om næringstilstanden i vann i utfyllingsområdet. I Tabell 9 er det gjort beregninger for mengden rent vann som kreves daglig for å oppnå nitrogenkonsentrasjon i tilstandsklasse II, basert på utslippsmengden knyttet til sprengstein. For ammoniakk er det beregnet mengden rent vann som kreves daglig for å nå konsentrasjon på 25 µg/L.

Tabell 9: Mengde nitrogen og ammoniakk per dag og vannbehov for å nå akseptable konsentrasjoner.

Sprengsteinsmengde (m <sup>3</sup> )	Total nitrogen		Ammoniakk	
	Mengde tilført per dag (m <sup>3</sup> )	Mengde tilført per dag (kg)	Vannbehov for fortynning (m <sup>3</sup> )	Mengde tilført per dag (g)
556		7,2 – 22,2	24 074- 74 074	0,002- 0,006
				0,1 – 0,2

Eutrofieringsproblematikk er knyttet til overflatelaget der fotosyntetisk produksjon foregår. Noe av nitrogenet vil frigjøres fra sprengsteinsmassene med en gang de kommer i kontakt med vannet. Resten vil vaskes av på vei ned mot bunnen. Det er ikke forventet noen påvirkning av ammoniakk. I Suldalsvatnet vil det være god vannutskiftning på grunn av tilførsel og utløpet av Suldalsosen. Utfyllingen vil føre til akseptable lave nitrogen- verdier i området som helhet. Lokalt kan vil det likevel kunne være forhøyete konsentrasjoner: Nitrogen er ikke begrensende for biologisk produksjon i ferskvann. Tilførselen av nitrogenforbindelser forventes derfor ikke å medføre problemer knyttet til eutrofiering.

### 3.1.2.2 Partikkelspredning fra sprengsteinsmassene

#### **Spredning fra utfyllingsmassene:**

Det er antatt at massene består av vil ha en fordeling som er vist nedenfor, og at fraksjonen som har potensial for lengre transport er satt konservativt høyt til 0,1 %. Ved utfylling av 100 000 m<sup>3</sup> sprengsteinsmasser gir dette en mengde på 100 m<sup>3</sup> totalt eller 0,55 m<sup>3</sup> per dag.

Sprengsteinfraksjon	Maks. str. mm	% andel
<4mm	4	15 %
4-40mm	40	25 %
40-400mm	400	30 %
400-1000mm	1000	30 %
Sum		100 %

Etter en utfylling i Vangsvatnet ble det målt konsentrasjoner mellom 0,3 og 6 mg SS/L i utløpet av vannet (Bjerknes og Aasnes 1990). Disse konsentrasjonene er langt under anbefalte verdier for beskyttelse av fisk (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk 2009). Nært utfyllingen ville konsentrasjonen derimot kunne være høyere.

Fisk vil normalt kunne tåle høye konsentrasjoner av naturlig eroderte partikler. Geologien innenfor prosjektområdet der tunnelen skal drives består av massiv granitt, porfyrgranitt (middels-grovkornet) som er typisk harde bergarter. Potensiale for at det vil dannes spisse nåleformede partikler som utgjør risiko for mekaniske skadevirkninger hos fisk og ferskvannsorganismer er derfor begrenset av partikkeltypen. Partikler fra sprengstein er spissere enn naturlige partikler. Dette gjør at partikler fra sprengstein vil kunne medføre skade i seg selv, uavhengig av bergarten.

Det er viktig å notere at de undersøkelsene hvor man har observert fiskedød ved lave konsentrasjoner (Hessen, 1988), så er dette i hovedsak knyttet til skifre og grønnstein som gir nåleformede partikler, noe som ikke er representativt i dette tilfelle hvor berggrunnen består av granittiske bergarter.

Fisk har en naturlig fluktnespons ved fare og vil sannsynligvis svømme unna området dersom konsentrasjonen av partikler blir forhøyede. Ørretunger som benytter strandsonen i Suldalsvatnet flykter tregere og vil være mer utsatt. Fortynning i vannmassene etter hvert som en beveger seg bort fra deponiområdet vil antakelig raskt komme ned på konsentrasjoner som ikke er skadelig for fisk, og omfanget med høye konsentrasjoner forventes å bli relativt lokalt. Det bør imidlertid gjøres spredningsreducerende tiltak.

En mulig konsekvens ved forhøyede partikkelkonsentrasjoner er at dyreplankton som filtrerer vannmassene vil ta skade av partiklene. Dette vil igjen gi noe svekket næringstilgang til fisk. Fordi det er små vannvolumer som eventuelt påvirkes, sammenliknet med Suldalsvatnets totale volum, vurderes virkningen for fisken i å bli lokal og begrenset i rom.

Utfylling av masser vil dekke til bunndyr og halvpelagiske krepsdyr som legger sine egg i strandsonen. Omfanget av dette vil avhenge av tiden på året og hvor stort areal som tildekkes. Ungfisk som benytter strandsonen som oppvekstområde vil miste dette arealet. Området som tildekkes (5000m<sup>2</sup>) vil utgjøre kun en liten del av den totale strandsonen og omfanget vurderes som begrensa.

Tiltaksområdet ligger i overkant av 6 km fra Suldalsosen øverst i Lågen. Partikler som holdes i suspensjon i vannet vil både fortynnes betydelig før de når dette området og antakelig vil også mye av de fineste partiklene sedimentere før de når dette området. Risikoen for spredning av vann med høye partikkelkonsentrasjoner nedover i vassdraget er derfor vurdert som svært liten.

### **3.1.3 Effekter av sprengningsarbeider under vann**

#### **3.1.3.1 Spredning av sediment ved sprengningsarbeider**

Dersom det må sprenges for å stabilisere massene, vil dette kunne føre til en betydelig økning av suspendert stoff i vannet.

Det er beregnet at totalt vil ca. 187 500 kg sediment vil kunne virvles opp under tiltaket. Uten sandpartiklene vil dette tilsvare 43 000 kg partikler (finstoff), som vil kunne spres i større avstander fra området.

Selv om sprengningsarbeider vil spre partikler i vannsøylen og medføre at de fineste holdes i suspensjon i et større område, vurderes det som lite sannsynlig at vann med høye partikkelkonsentrasjoner vil nå Suldalsosen som ligger omtrent 6 km nedstrøms. Risikoen for spredning av vann med høye partikkelkonsentrasjoner nedover i vassdraget er derfor vurdert som liten, selv ved sprenging. Det bør likevel, av føre-var hensyn tas nødvendige avbøtende hensyn for å begrense spredninga.

#### **3.1.3.2 Direkte påvirkning av sprengingen på fisk**

Det er ikke kjent hvor store lydtrykknivåene kan forventes å være i innsjøen under sprenging. Det er heller ikke kjent om hvor mange ganger dette vil skje i løpet av anleggsperioden. Eksempel gitt i Tabell 1 viser at sprenging av 4,5 kg TNT kan gi lydtrykknivå som overstiger 260 dB ref. 1  $\mu$ Pa. Dette er en konservativt høy verdi, men viser at det er sannsynlig at fisk i området, som stasjonær ørret og røye kan påvirkes av sprengingen. Fisk som befinner seg i nærhet til de deponerte massene som skal sprenges vil sannsynligvis dø, få betydelige skader eller bli utsatt for stress.

En studie fra effekter på fisk ifm sprengningsarbeider i Kjøsnestjøen i Jølster på 90-tallet, viste at fisk hadde tatt skade av arbeidet, i hvert fall en kilometer fra sprengningene, dog i et begrenset omfang (Sægrov, pers. medd, 2014). En må anta at tilsvarende skader vil inntreffe i Suldalsvatnet. Det bør legges begrensninger i viktige perioder for laksefisk (smoltutvandring og oppvandring)). Se forslag til avbøtende tiltak.

### **3.2 NEDGRAVING VED KVILLDALSVIKA**

Nedgravingen som er planlagt ved Kvilldalsvika og vil være 200 meter lang og 1 til 2 meter dyp. 2 meter dyp i bunnen av grøften. Hvis vi antar at grøften i snitt er 1,5 m dyp og en rasvinkel på 1:1,5 vil det være 975m<sup>3</sup> masse som må forflyttes, som vil berøre 1100 m<sup>2</sup> av bunnen av innsjøen.

#### **3.2.1 Spredning av forurensning under tiltaket**

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra det dypere sedimentlaget som er prøvetatt ved nedgraving på grunn av konsentrasjoner av enkelte PAH-forbindelser. For å beregne potensiell risiko for spredning av forurensning er det gjort beregninger av oppvirvlet materiale samt hvor mye forurensning som kan forekomme fra porevannet. Forutsetninger som er benyttet for beregningene er vist nedenfor.



- Anleggsperioden er usikker, men er estimert til 2-4 uker. Det er brukt en anleggsperiode på 14 dager i beregningene.
- Det er benyttet en sedimenttetthet på 1,5 kg/L i beregningene.
- Det er beregnet at alt materiale i grøften spres i løpet av arbeidene (dvs. 975 m<sup>3</sup>)
- Konsentrasjonen av forurensning i porevannet er beregnet ut fra konsentrasjon i sediment og stedsspesifikke fordelingskoeffisienter, K<sub>d</sub>, (fra TA-2802/2011, justert for TOC). Utrekningene er vist i tabellen nedenfor. Spredning av forurenset porevann er sammenlignet med PNEC (kronisk) («predicted no effect concentration»), for akvatiske organismer (Aquateam 2007). PNEC for akvatiske organismer vil representere grensen mellom klasse II og III i tilstandsklassifiseringen for forurenset sediment. Det vil si at den representerer konsentrasjonen som, dersom den overskrides over lang tid, vil kunne gi negative effekter på enkelte arter i organismsamfunnene. Det er beregnet hvor stort volum av resipienten som daglig vil påvirkes i konsentrasjoner over denne grenseverdien for økologisk effekt under tiltaket.

Tabell 10: Beregnet spredning av PAH-forbindelser ved gravearbeider i Kvilldalsvika

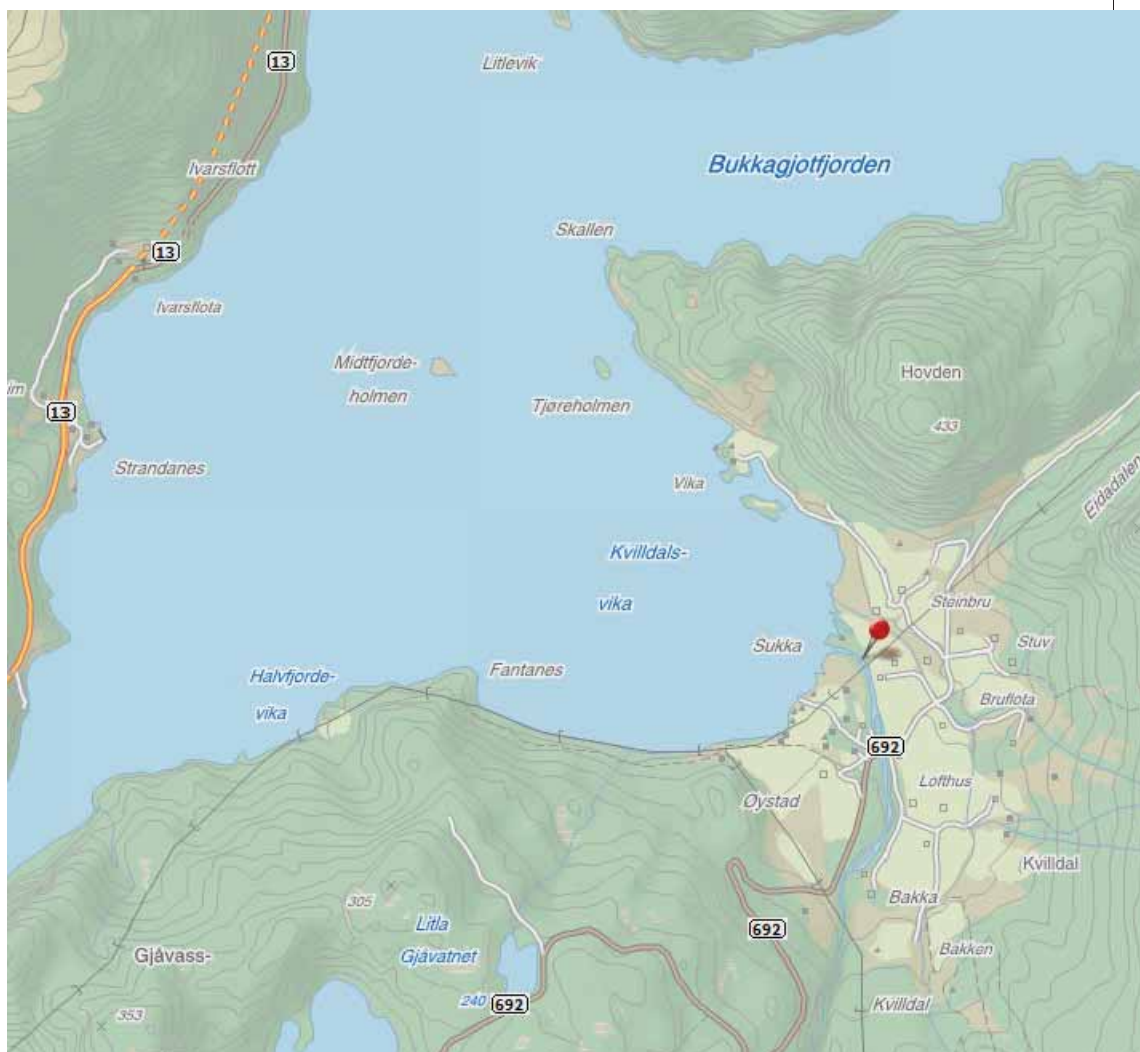
Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon snitt vest og øst (mg/kg tørrstoff)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	K <sub>d</sub> sed (l/kg) ved TOC 3 %	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC kronisk (mg/l)	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m <sup>3</sup> )
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,05	0,035	23 442	0,812	0,058	0,00005	1,1
Benzo[ghi]perylen	0,04	0,031	10 233	1,667	0,119	0,00005	2,4

Spredning av forurensning under gravearbeidene i Kvilldalsvika er beregnet til å være svært beskjeden, og vil ikke utgjøre en miljørisiko.

### 3.2.2 Spredning av partikler under tiltaket

Det er beregnet at ca. 975 m<sup>3</sup> masser må flyttes. Korrigert for vanninnholdet vil 48 000 kg partikler kunne spres hver dag under tiltaket (forutsatt at alt spres til vannsøylen). Dette kan føre til overskridelser av grenseverdien som er angitt for fisk i et volum på 210 000 m<sup>3</sup> dag.

Kvilldalsåne (markert med rødt punkt i figuren under) har bestander av laks og ørret, og renner inn i Suldalsvatnet nær det planlagte tiltaksområdet. Partikkelspredningen vil kunne påvirke opp- og nedvandrende fisk fra elva. Særlig i smoltutvandringsperioden da fisken er sårbar for osmotiske endringer og stress vil høye partikkelkonsentrasjoner være negativt. Det er også tenkelig at gytefisk kan få en forsinket oppvandring til gyteplassene i Kvilldalsåne dersom vannet i Kvilldalsvika har høy konsentrasjon av partikler.



Figur 3-1. Kvilldalsåne som ligger nært det planlagte tiltaksområdet har bestander av laks og ørret.

### 3.2.3 Konklusjoner

#### 3.2.3.1 Strandanes

Det er knyttet akseptabel risiko til spredning av partikkelbundet forurensning ved utfyllingsarbeidet ved Strandanes.

Det er derimot vist overskridelser av grenseverdier ved spredning av forurenset porevann i beregningene, på grunn av TBT konsentrasjonen i overflatesedimentet. Ved en gjennomføring av utfyllingen uten sprengning vil denne spredningen være akseptabel for vannlevende organismer, og kun føre til lokale effekter. Dersom det blir nødvendig med sprengningsarbeider under vann, vil dette føre til stor spredning av partikler og øke risikoen for at vann med høyt partikkelinnhold når Suldalsosen og renner videre ned i Lågen. Det bør derfor gjøres risikoreducerende tiltak. Det er laget en tiltaksplan basert på at det vil være behov for sprengning.

Lydtrykknivåene forbundet med sprenging vil sannsynligvis også føre til effekter hos fisk i nærheten av tiltaksområdet.

### 3.2.3.2 Kvilldalsvika

Det er knyttet akseptabelt lav risiko til utlekking av forurensede partikler og porevann som følge av graving i de forurensede sedimentene i Kvilldalsvika.

Det bør derimot gjøres tiltak for å redusere risikoen knyttet til partikkelspredning for fisk og akvatiske organismer.

## 4 Tiltaksvurdering og anbefaling for utfyllingsarbeider ved Strandanes

Tiltaksvurderingen følger krav til tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter (TA-2683/2010). Alternative tiltak er derfor beskrevet i kapittel 4.1.2. Tiltaksalternativer. De tiltakene som anbefales er beskrevet i kapittel 4.2.

### 4.1 TILTAKSVURDERING

#### 4.1.1 Innledning

Tiltaksvurderingen er gjort for gjennomføring med sprenging/ fortrengeing av masser som fører til rask/kortvarig spredning. I tillegg er det gjort vurdering av tiltakene med tanke på tiltaksgjennomføring som ikke krever fortrengeing a masser, og som vil føre til spredning av forurensning i et begrenset volum av resipienten.

Det finnes flere alternative tiltak og løsninger som kan iverksettes for å begrense risikoen for spredning av forurensning som dumping av masser i Suldalsvatnet bidrar til. Det kan være tiltak som:

- begrenser sannsynlighet for oppvirvling og utlekking ved utfylling, eller sannsynligheten for uønsket konsekvens
- begrenser omfanget av spredningen

For dette tiltaket er det hovedsakelig risikoen for kraftig spredning av partikler, som vil påvirke et stort volum av resipienten som ønskes redusert..

#### 4.1.2 Tiltaksalternativer

##### 4.1.2.1 Null-alternativ

Null-alternativet er beskrevet i dette dokumentet. Det er ikke iverksatt aktive tiltak for å stanse spredningen av forurensning til vann og utenforliggende sedimenter. Denne løsningen er bare aktuell dersom nye data kan vise at spredningen er lavere enn beregnet over. Det er ikke planlagt innhenting av nye data.

##### *Fordel*

- Rimelig

##### *Ulemper*

- Et stort volum av resipienten blir påvirket av partikkelspredning, samt noe spredning av TBT.

#### 4.1.2.2 Fjerning av forurenset sediment – mudring

Det forurensete sedimentlaget kan fjernes før utfyllingsarbeidet starter. All mudring i forurenset sediment fører til stor forurensningsspredning. I tillegg krever mudringstiltak løsninger for deponering, og medfører ofte store kostnader. Det er ulike gravemetoder tilgjengelig. Noen er spesialutformet for å redusere spredning av forurensning. Generelt for mudring før utfylling er betydelig økte kostnader samt behov for deponering av massene. Aktuelle metoder er:

- Vanlig bakgraver/grabb
- Miljøgrabb
- Sugemudring

##### Vanlig bakgraver/grabb

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på sjøbunnen.

###### *Fordeler*

- Rimelig (sammenlignet med andre mudringsmetoder)
- Effektiv

###### *Ulemper*

- Forurensete masser vil spres under mudring.
- Behov for egne tiltak for å begrense spredning
- Behov for deponering og transport- økte kostnader

##### Miljøgrabb

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på bunnen med mindre spredning av partikler og porevann, men som ikke virker etter hensikten i masser som inneholder stein.

###### *Fordeler*

- Rimelig (sammenlignet med andre mudringsmetoder)
- Effektiv
- Mindre forurensning vil spres sammenlignet med vanlig bakgraver

###### *Ulemper*

- Virker ikke etter hensikten i masser som inneholder stein
- Behov for egne tiltak for å begrense spredning.
- Behov for deponering og transport - økte kostnader

##### Sugemudring

Vanlig metode som effektivt fjerner fine homogene masser fra sjøbunnen, med liten spredning av partikler og porevann. Metoden genererer store mengder vann (opptil 90 %). Dette vannet vil, når sedimentene har porevannskonsentrasjoner over 10 ganger PNEC for sjøvann, være betydelig forurenset. I dette tilfelle av TBT.

###### *Fordel*

- Mindre spredning

###### *Ulemper*

- Problemer med stein

- Porevann må renses eller håndteres på annen måte
- Kostbart
- Behov for deponering og transport, som fører til økte kostnader

#### 4.1.2.3 Utfyllingsmetode

Valgt metode for utfylling kan redusere forurensningsspredning fra sediment ved at sedimentet på sjøbunnen holdes på plass. Aktuelle metoder er:

- Massene legges skånsomt ned på bunnen
- Beskyttende lag av sand
- Geotekstil med overdekning

Ved behov for sprenging/ fortrenging vil det ikke være mulig å gjennomføre disse tiltakene i hele området.

#### 4.1.2.4 Begrense forurensningsspredning

Begrense spredning kan innebære flere tiltak som hindrer spredning fra sedimentet og/eller utfyllingsmassene. I dette tilfelle har vi vurdert:

- Sjete
- Siltgardin
- Boblegardin

#### Arbeid innenfor sjete

Arbeid innenfor sjeté vil gi effektiv beskyttelse mot spredning av forurensede partikler.

##### *Fordeler*

- Effektivt
- Kan brukes i strømutsatte områder

##### *Ulemper*

- Det vil bli spredning av forurensning ved utlegging av sjetéen
- Tillaging av sjete vil ikke være mulig på grunn av geotekniske utfordringer i utfyllingsområdet.

#### Siltgardin

Arbeid innenfor siltgardin som lukker inn tiltaksområdet eller beskytter viktige verdier gir effektiv begrenning av partikkelspredning, men kan slippe igjennom finfraksjonen av partikler.

##### *Fordeler*

- Effektiv begrenning av partikkelspredning
- Lett å håndtere

##### *Ulemper*

- Slipper gjennom finfraksjonen
- Slipper gjennom forurensning løst i vannfasen
- Kostbart
- Virker ikke i strømutsatte områder.
- Vanskelig å håndtere med is på vannet

### **Boblegardin**

Arbeid innenfor boblegardin som lukker inn tiltaksområdet eller beskytter viktige verdier gir effektiv begrensning av partikkelspredning, men kan slippe igjennom noe materiale.

#### *Fordeler*

- Effektiv begrensning av partikkelspredning
- Er antatt å virke selv ved is på vannet

#### *Ulemper*

- Slipper gjennom noe materiale
- Slipper gjennom forurensning løst i vannfasen
- Kostbart
- Krever vedlikehold.

#### **4.1.2.5 Redusere risikoen knyttet til spredning**

Risikoen ved forurensningsspredning kan også reduseres på flere måter enn ved de direkte tiltaksrelaterte som er beskrevet ovenfor:

- Tidspunkt for gjennomføring
- Overvåkning

#### **Tidspunkt for gjennomføring av sprengingsarbeider under vann**

Det bør av føre-var hensyn ikke gjennomføres sprengningsarbeid eller arbeid som kan virvle opp betydelige mengder sedimenter i forbindelse med oppvandringsperioden til gytefisk og smoltutvandringsperioden for laks og sjøørret. Mesteparten av laksen gyter i hovedvassdraget i siste halvdel av desember, sjøørreten noe tidligere. Basert på oppvandringsdata i Sandsfossen må en anta at mesteparten av laksen også har vandret opp til gytepassene i innløpselvene til Suldalsvatnet innen begynnelsen av oktober, selv om noen nok ankommer gyteplassene seinere.

I 2010 hadde 25 % av laks- og ørretsmolten vandret ut 3. mai, 50 % 14.-16. mai, og 75 % 18. mai.

Det foreslås på bakgrunn av dette at det innføres restriksjoner på sprengningsarbeid fra 15. august-1. oktober i forbindelse med gytevandring, og fra 20. april- 10. juni i forbindelse med smoltutvandring. Forutsatt at partikkelspredningen holdes kontrollert ved for eksempel et siltskjørt kan deponering som ikke innebærer sprenging gjennomføres også i disse periodene.

#### *Fordeler*

- Reduserer risikoen
- Rimelig

#### *Ulemper*

- Begrenser gjennomføringsevnen.

### **Overvåkning**

Ved en god overvåking vil risikoen reduseres ved at årsakene til utilsiktet spredning kan identifiseres og tiltak iverksettes. Det bør legges ut loggere ved utfyllingsområdet og ved vatnets utløp ved Suldalsosen gjennom hele anleggsperioden og i en periode etterpå, som måler

konsentrasjoner (turbiditet) kontinuerlig opp mot en referanselogger. Dersom fastsatt grenseverdi overskrides bør det iverksettes tiltak for å begrense partikkelspredning.

#### *Fordeler*

- Reduserer risikoen
- Tiltak kan raskt iverksettes
  
- Danner erfaringsgrunnlag

#### *Ulemper*

- Vil ikke være mulig å iverksette tiltak under sprengningsarbeidene.

## **4.2 TILTAKSANBEFALING**

For å redusere risikoen til et akseptabelt lavt nivå anbefales følgende tiltak:

#### Alternativ med sprenging

- Anbefaler at alt arbeid foregår innen for en siltgardin eller boblegardin
- Anbefaler å fjerne det forurensede laget i område A før gjennomføring.
- Det bør av føre-var hensyn ikke gjennomføres sprengningsarbeid eller arbeid som kan virvle opp betydelige mengder med sedimenter i forbindelse med gyteperioden og smoltutvandringsperioden for laks og sjørret. Det foreslås at det innføres restriksjoner på sprengningsarbeid fra 15. august-1. oktober i forbindelse med gytevandring, og fra 20. april- 10. juni i forbindelse med smoltutvandring.

Dersom partikkelspredningen holdes kontrollert, for eksempel med et siltskjørt, kan deponering som ikke innebærer sprenging gjennomføres i restriksjonsperioden.

- Overvåking mht vannkvalitet.

Det bør legges ut loggere ved utfyllingsområdet og ved vatnets utløp ved Suldalsosen gjennom hele anleggsperioden og i en periode etterpå, som måler konsentrasjoner (turbiditet) kontinuerlig opp mot en referanselogger. Dersom fastsatt grenseverdi overskrides bør det iverksettes tiltak for å begrense partikkelspredning.

#### Alternativ som ikke krever sprenging/ fortrenging av masser men som gir stor spredning

- Redusere risiko knyttet til spredning ved overvåking
- Anbefaler at alt arbeid foregår innen for en siltgardin.
- Overvåking mht vannkvalitet.



# 5

## Tiltaksvurdering og anbefaling for gravearbeider i Kvilldalsvika

Tiltaksvurderingen følger krav til tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter (TA-2683/2010). Alternative tiltak er derfor beskrevet i kapittel 5.1. Tiltaksvurdering. De tiltakene som anbefales er beskrevet i kapittel 5.2.

### 5.1 TILTAKSVURDERING

Tiltaksvurderingen i Kvilldalsvika baserer seg på at det er risikoen knyttet til rene partikler som må reduseres. Derfor er mudring og deponering ikke nevnt.

#### 5.1.1.1 Null-alternativ

Null-alternativet er beskrevet i dette dokumentet. Det er ikke iverksatt aktive tiltak for å stanse spredningen av partikler. Denne løsningen er bare aktuell dersom nye data kan vise at spredningen er lavere enn beregnet over. Det er ikke planlagt innhenting av nye data.

##### *Fordel*

- Rimelig

##### *Ulemper*

- Et stort volum av resipienten blir påvirket av partikkelspredning fra gravearbeidene.

#### 5.1.1.2 Begrense spredning av partikler

Begrense spredning kan innebære flere tiltak som hindrer spredning fra sedimentet og/eller utfyllingsmassene. I dette tilfelle har vi vurdert:

- Siltgardin

##### **Siltgardin**

Arbeid innenfor siltgardin som lukker inn tiltaksområdet eller beskytter viktige verdier gir effektiv begrensning av partikkelspredning, men kan slippe igjennom finfraksjonen av partikler.

##### *Fordeler*

- Effektiv begrensning av partikkelspredning
- Lett å håndtere

##### *Ulemper*

- Slipper gjennom finfraksjonen

- Slipper gjennom forurensning løst i vannfasen
- Kostbart
- Virker ikke i strømutsatte områder.

#### 5.1.1.3 Gravemetode

Bakgraver

Sugemudring

Nedspyling

## 5.2 TILTAKSANBEFALING

- Det bør etableres en siltgardin for å begrense tilførselen av finstoff til vannmassene
- Gravemetode
- Det bør overvåkes vannkvalitet mhp partikkelforurensning ved utfyllingsområdet gjennom hele anleggsperioden.

Det bør av føre-var hensyn ikke utføres arbeid som kan virvle opp betydelige mengder med sedimenter i forbindelse med oppvandring før gyteperioden og smoltutvandringsperioden for laks og sjøørret i Kvilldalsåna. Det foreslås at det innføres

- restriksjoner for arbeid som kan spre partikler i vannet, dersom grenseverdiene overskrides fra 15. august-1. oktober i forbindelse med gytevandring, og fra 20. april- 10. juni i forbindelse med smoltutvandring til og fra innløpselvene til Suldalsvatnet.

## 6 Overvåkingsplan

Ved en god overvåking vil risikoen reduseres ved at årsakene til utilsiktet spredning kan identifiseres og tiltak iverksettes. Det bør overvåkes vannkvalitet med hensyn til partikkelforurensning ved utfyllingsområdet og ved vannets utløp ved Suldalsosen gjennom hele anleggsperioden og i en periode etterpå. I tillegg bør det overvåkes med hensyn til partikkelspredning under gravearbeider i Kvilldalsvika. Dette kan gjennomføres med overvåking av turbiditet i vannsøylen.

Stasjonene for overvåking av turbiditet ved gravearbeider i Kvilldalsvika kan plasseres i en avstand på ca. 100 meter fra tiltaket. Stasjonen ved Strandaneset foreslås plasser i en avstand på 300 meter fra tiltaksområdet.

I tillegg etableres det målestasjoner ved vannets utløp til Suldalsosen, samt en referansestasjon som vil være upåvirket av tiltaket.

### Grenseverdi

For å unngå skadelige effekter på fisk som følge av spredning av partikler bør partikkelkonsentrasjonen i vannsøylen være lavere enn 25 mg/L, (NFF, 2009) ved stasjonen i Kvilldalsvika i restriksjonsperiodene og tilsvarende i utløpet av vannet, for å beskytte Suldalsosen.

Når man måler turbiditet vil instrumentet oppgi lysgjennomtrenging i vannsøylen, i enten FTU eller NTU. Formel for omregning av g/L til FTU er hentet fra Johnsen og Dale (2009):

$$\text{Turbiditet (FTU)} = 113 (\text{SS g/l})^{0,916}$$

Ved å bruke denne formelen får man grenseverdien i FTU/NTU:

$$\text{Turbiditet (FTU eller NTU)} = 113 * (0,025 \text{ g/l})^{0,916} = 3,85 \approx 4$$

Ved Strandanes vil det forventes mer partikkelspredning under arbeidene. For stasjonen ved utfyllingsområdet settes derfor grenseverdien til 80 mg/L, som kan gi noe påvirkning på fisk i vannet, men er vist å gi middels godt fiske, med noe redusert avkastning.

$$\text{Turbiditet (FTU eller NTU)} = 113 * (0,08 \text{ g/l})^{0,916} = 11,2 \approx 11$$

Turbiditet måles minst to ganger daglig under arbeidene, og resultatene skrives inn i egne skjemaer. Kontinuerlige målere kan også brukes dersom det er hensiktsmessig. Det er lagt ved forslag til rapporteringsskjema for bruk under overvåking i vedlegg 3 og 4.

Ved overskridelser av grenseverdien foretas en ny måling umiddelbart. Hvis det fortsatt er overskridelser av grenseverdien må arbeidet stoppes til verdiene er akseptable.

Turbiditeten kan måles i den øvre delen av vannsøylen ved utløpet av Suldalsvatnet, da det er mest sannsynlig at vandrende fisk vil befinne seg i dette sjiktet.

Utenfor utfyllingsarbeidene ved Strandanes og i Kvilldalsvika kan turbiditet måles ca. 3 meter over bunnen, der det er vanddyp nok. Det er i de dypere vannlagene man kan forvente størst spredning og dermed høyest turbiditet.

## 7 Referanser

Alabaster, J.S. og Lloyd, R. 1982. *Water quality criteria for freshwater fish*. Butterworths, London : s.n., 1982.

Andersen, Jon Roar, et al. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann*. s.l. : SFT, 1997.

Bjerknes, V og Aasnes, K-J, 1990 Anleggsarbeid på RV 13 ved Bulken i Voss kommune. Effekter på vannkvalitet og bunndyr. NIVA-rapport 2428

Bjerknes, V. 2001. Tunnel på RV 13 mellom Ivarsflaten og Djupevik. Konsekvenser av utfylling av sprengstein langs Suldalsvatnet. NIVA rapport 4420.

Borgstrøm, Reidar. 1972. *Korttidseffekten av en øket senkning av Mårvann på ørretbestanden*. . s.l. : Laboratorium for ferskvannsokologi og innlandsfiske ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo., 1972. Rapport nr. 9.

Borgstrøm, Reidar, Brabrand, Åge og Solheim, Johan Trygve . 1986. *Tilslamming og redusert siktedyp i Ringedalsmagasinet: Virkning på habitatbruk, næringsopptak og kondisjon hos pelagisk aure*. s.l. : LFI, 1986. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske Oslo 90, 36 s..

Brabrand, Åge. 2007. *Virkning av lav sommervannstand på fisk i reguleringsmagasiner*. s.l. : LFI - UiO, 2007. Rapport nr. 249 – 2007.

Bækken, Torleif, 1998. Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse, NIVA-rapport 3902-98

Bækken, T., Dale, T. og Iversen, E. 2011. *Miljøriskovurdering ved dumping av sprengstein fra vegtunnel i Vangsvatnet ved Voss*. s.l. : NIVA rapport 6238. 21 s., 2011.

Dalen, John. 2012. *Menneskeskapt lyd i havet og levende organismer - Hav - Havforskningsrapporten*. s.l. : Havforskningsinstituttet, 2012.

Direktoratsgruppa vanddirektivet. 2009. *Veileder 01:2009- Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. s.l. : Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanddirektivet, 2009.

Garnås, E., Hegge, O., Kristensen, B., Næsje, T., Qvenild, T., Skurdal, J., Veie-Rosvoll, B., Dervo, B., Fjeldseth, O. & Taugbøl, T. 1997. *Forslag til forvaltningsplan for storørret*. s.l. : Direktoratet for naturforvaltning, 1997. Nr 2-1997.

Gravem, Finn R. og Gregersen, Håkon. 2011. *Smoltutvandring hos laks og aure i Suldalslågen 2010*. s.l. : Sweco, 2011.

Hindar, Atle og Roseth, Roger, 2003. E-18 gjennom sulfidberggrunn i Agder; anbefaling om avbøtende tiltak for å hindre sur avrenning og annen belastning av resipienter, NIVA-rapport 4642-2003

Hessen, Dag O. 1988. *Biologiske effekter av partikler i vann*. . 1988. Limnos, nr.3-88.

Johnsen, T.M., Dale, T., 2009. Partikkelforurensning I Vatsfjorden.

Karttjenesten Miljøstatus <http://www.miljostatus.no/kart/>

Karttjenesten Naturbase <http://geocortex.dirnat.no/silverlightViewer/?Viewer=Naturbase>

Klif 2008. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. TA-2229/2007

Klif 2011. Bakgrunnsdokument til veiledere for risikovurdering (TA-2803/2011).

Klif 2011. Risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011).

Klif 2012. Veileder for håndtering av sediment (TA-2960/2012).

Miljødirektoratet. 2013. Lakseregisteret. [Internett] oktober 2013.  
<http://lakseregister.fylkesmannen.no/lakseregister/public/default.aspx>.

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. Teknisk rapport 09, august 2009.

pers. medd. Roseth, Roger. 2013. s.l. : Bioforsk, 2013.

pers. medd. Sandring, Stig. 2013. *Fylkesmannen i Rogaland*. Desember 2013.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-1467/1997).

Statskrasf SF 2004. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget, Suluttrapport Prøvereglement. ISBN 82-554-0622-0, ISSN 1502-1890

Suldalsvatnet Grunneigarlag. 2004. *Driftsplan for Suldalsvatnet*. 2004.


Sægrov, Harald og Urdal, Kurt. 2011. *Fiskeundersøkingari Suldalslågen 2010/2011*. s.l. : Rådgivende biologer Rapport 1425, 2011.



Sørensen, Jørgen. 1998. *Masseponering av sprengstein i vann - forurensningsvirkninger*. s.l. : Norges vassdrags- og energidirektorat, 1998.

Trettenes, Vidar. 2007. *Effekter av undervannsprengninger på torsk Gadus morhua. Observasjoner fra sprengninger ved Nedre Stedje i Sogndal kommune 2005. Litteraturstudium over tidligere arbeid*. s.l. : Høgskulen i Sogn og Fjordane, 2007.



Åstebøl, Svein Ole, Hvitved-Jacobsen, Thorkild og Kjølholt, Jesper. 2011. *Veg og vannforurensning - En litteraturgjennomgang og identifisering av kunnskapshull - NORWAT - Nordic Road Water*. s.l. : Statens Vegvesen , 2011.



## Vedlegg 1: Feltbeskrivelse

Lat (Y)	Lon (X)	WP	Blandprøven avn	Delprøvena vn	Grabb (g)/kjerne (k)	Beskrivelse av prøve	Bilde
59,52 374	6,592 534	66	Sandeneset A	Sandeneset A1	k	Mudder med hvite partikler. Plante på overflaten (gress). 12 cm prøve. Tatt ut 5 cm av toppen til overflateprøve. Ca 5 cm under. Tapt under utpressing	

Lat (Y)	Lon (X)	WP	Blandprøven avn	Delprøvena vn	Grabb (g)/kjerne (k)	Beskrivelse av prøve	Bilde
59,52 401	6,592 678	69	Sandeneset A	Sandeneset A3	k	Brun organisk mud med organiske partikler. Kjerne 18 cm. Mørk brun øverste 5 cm. Under: gråbrun farge. Tatt ut øverste 5 cm til overflateprøve. Under 5 cm til blandprøve.	
59,52 384	6,592 704	70	Sandeneset A	Sandeneset A2	k	Kjerne 48 cm. Mørk brun de øverste 20 cm. 9 cm lysere brun. Under dette: grått. Tatt ut 5 cm av toppen til overflateprøve. Under 5 cm til blandprøve.	



Lat (Y)	Lon (X)	WP	Blandprøven avn	Delprøvena vn	Grabb (g)/kjerne (k)	Beskrivelse av prøve	Bilde
59,52 454	6,593 815	84	Sandeneset B	Sandeneset B2	g	Gråbrun leire 0-4 cm.	
59,52 486	6,594 135	85	Sandeneset B	Sandeneset B3	g	Olivengrønn leire 0-3 cm	
59,52 442	6,593 359	86	Sandeneset B	Sandeneset B4	g	Gråbrun til svart, 0-4 cm	
59,52 268	6,631 794	89	Kvilldalsvika A	Kvilldalsvika a A1	k	Kjerne 16 cm. Mud, veldig filuffy overflate. Sand/ finsand under 12 cm. Tatt ut øverste 10 cm til overflateprøve. Det under til blandprøve	

Lat (Y)	Lon (X)	WP	Blandprøven avn	Delprøvena vn	Grabb (g)/kjerne (k)	Beskrivelse av prøve	Bilde
59,52 257	6,631 605	91	Kvilldalsvika A	Kvilldalsvik a A2	k	Kjerne 15,5-16 cm. Fluffy og brunt. >14 cm fast leire. Planter på toppen av prøven. Tatt ut det øverste fluffy laget til prøve.	
59,52 233	6,631 144	92	Kvilldalsvika A	Kvilldalsvik a A3	k	Fluffy, brun 10 cm. Gråere sand under.	

Lat (Y)	Lon (X)	WP	Blandprøven avn	Delprøvena vn	Grabb (g)/ kjerne (k)	Beskrivelse av prøve	Bilde
59,52 217	6,630 313	93	Kvilldalsvika B	Kvilldalsvik a B1	k	17 cm kjerne + 10 cm gress. 15 cm brun løst med plantemateriale.	
59,52 224	6,629 568	94	Kvilldalsvika B	Kvilldalsvik a B2	k	18 cm kjerne. 6 cm organisk brunt løst materiale. Under 6 cm fastere	

Lat (Y)	Lon (X)	WP	Blandprøven avn	Delprøvena vn	Grabb (g)/kjerne (k)	Beskrivelse av prøve	Bilde
59,52 249	6,630 283	95	Kvilldalsvika B	Kvilldalsvik a B2	k	9 cm kjerne. Grå organisk topp: 6 cm. Under fastere sand. Plante på toppen (med begrodd). Øverste 6 cm til overflateprøve. Under dette til blandprøve.	Bilde mangler

## Vedlegg 2: Analyseresultater



**Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)**

F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 23 40

**AR-13-MM-016531-01**



**EUNOMO-00082222**

Prøvemottak: 13.09.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 13.09.2013-01.10.2013  
Referanse: Suldalsvannet 5134320

Norconsult AS  
Apotekergaten 14  
3191 Horten  
Attn: **Gaute Salomonsen**

## ANALYSERAPPORT

---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>439-2013-09130199</b>	Prøvetakingsdato:	10.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen			
Prøvemerkning:	Strandanes A 0 til 10 cm	Analysestartdato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	3.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	32	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.24	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	11	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	9.9	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.021	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0,001	
Nikkel (Ni)	8.3	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	53	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	0.016	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.10	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	0.024	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.12	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	0.061	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.098	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.075	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.049	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.031	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.025	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	0.021	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.80	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.00076	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 138	0.00058	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.0013	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	320	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	31	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	20.2	% TS	0%	Sedimentering	0.1	
a) Kornstørrelse <2 µm	8.7	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	42.0	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>439-2013-09130200</b>	Prøvetaksdato:	10.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen			
Prøvemerkning:	Strandanes A Under 10 cm	Analysestartdato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	3.1	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Kadmium (Cd)	0.089	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	9.2	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	10	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.012	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0,001	
Nikkel (Ni)	8.1	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	38	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	0.013	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fenantren	0.020	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.018	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.012	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.064	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	34	%	12%	NS 4764	0,02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	20.9	% TS	0%	Sedimentering	0,1	
a) Kornstørrelse <2 µm	12.2	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	17.0	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>439-2013-09130201</b>	Prøvetakingsdato:	10.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen			
Prøvemerkning:	Strandanes B 0 til 5 cm	Analysestartdato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	6.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Bly (Pb)	57	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Kadmium (Cd)	0.36	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0,01	
Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0,8	
Krom (Cr)	19	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,3	
Kvikksølv (Hg)	0,034	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0,001	
Nikkel (Ni)	18	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	100	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaftylen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaften	0.022	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoren	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fenantren	0.15	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Antracen	0,030	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoranten	0.24	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Pyren	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]antracen	0,056	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Krysen/Trifenylen	0.084	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[b]fluoranten	0.091	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[k]fluoranten	0.050	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]pyren	0.037	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.032	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[ghi]perylen	0,029	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Sum PAH(16) EPA	0.98	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	22	%	12%	NS 4764	0,02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	29.3	% TS	0%	Sedimentering	0,1	
a) Kornstørrelse <2 µm	20.1	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	27.0	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



---

**Tegnforklaring:**

\* :Ikke omfattet av akkrediteringen

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>439-2013-09130202</b>	Prøvetakingsdato:	10.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen			
Prøvemerkning:	Kvilldalsvika A 0 til 10 cm	Analysestartdato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	2.7	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Bly (Pb)	20	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Kadmium (Cd)	0.13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0,01	
Kobber (Cu)	9.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0,8	
Krom (Cr)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,3	
Kvikksølv (Hg)	0,018	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0,001	
Nikkel (Ni)	11	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	58	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fenantren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoranten	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Pyren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Krysen/Trifenylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[b]fluoranten	0,015	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[k]fluoranten	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]pyren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[ghi]perylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Sum PAH(16) EPA	0,015	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	40	%	12%	NS 4764	0,02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	31,7	% TS	0%	Sedimentering	0,1	
a) Kornstørrelse < 2 µm	4,5	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	42,0	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>439-2013-09130203</b>	Prøvetakingsdato:	10.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen			
Prøvemerkning:	Kvilldalsvika A 10 +	Analysestartdato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	1,9	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Bly (Pb)	14	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Kadmium (Cd)	0,093	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0,01	
Kobber (Cu)	8,8	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,8	
Krom (Cr)	16	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,3	
Kvikksølv (Hg)	0,008	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0,001	
Nikkel (Ni)	11	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	49	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaftylen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaften	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoren	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fenantren	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Antracen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoranten	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Pyren	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]antracen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Krysen/Trifenylen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[b]fluoranten	0,015	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[k]fluoranten	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]pyren	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[ghi]perylen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Sum PAH(16) EPA	0,015	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 52	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 101	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 118	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 138	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 153	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 180	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	67	%	12%	NS 4764	0,02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	24,8	% TS	0%	Sedimentering	0,1	
a) Kornstørrelse <2 µm	3,6	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	7,10	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>439-2013-09130204</b>	Prøvetaksdato:	10.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen			
Prøvemerking:	Kvilldalsvika B 0 til 10 cm	Analysestartdato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	4.2	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Bly (Pb)	33	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Kadmium (Cd)	0.31	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	21	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	20	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.033	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0,001	
Nikkel (Ni)	15	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	72	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftylen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fenantren	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Antracen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylene	0.025	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.039	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]pyren	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylene	<0.02	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.064	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	<0.001	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	28	%	12%	NS 4764	0,02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	36.3	% TS	0%	Sedimentering	0.1	
a) Kornstørrelse <2 µm	6.5	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	44.0	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>439-2013-09130205</b>	Prøvetakingsdato:	10.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen			
Prøvemerkning:	Kvilldalsvika B under 10 cm	Analysestartdato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	2.8	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Bly (Pb)	23	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,5	
Kadmium (Cd)	0.22	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0,01	
Kobber (Cu)	9.8	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,8	
Krom (Cr)	14	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0,3	
Kvikksølv (Hg)	0,015	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0,001	
Nikkel (Ni)	9,5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	54	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaftylene	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Acenaften	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoren	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fenantren	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Antracene	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Fluoranten	0,034	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Pyren	0,023	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]antracene	0,012	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Krysen/Trifenylene	0,060	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[b]fluoranten	0,10	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[k]fluoranten	0,039	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[a]pyren	0,014	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,048	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Dibenzo[a,h]antracene	<0,01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Benzo[ghi]perylene	0,043	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0,01	
Sum PAH(16) EPA	0,38	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 52	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 101	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 118	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 138	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 153	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
PCB 180	<0,0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0,0005	
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	48	%	12%	NS 4764	0,02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	35,2	% TS	0%	Sedimentering	0,1	
a) Kornstørrelse <2 µm	4,6	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	46,0	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a)\* Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770 AL, Barneveld

a) Eurofins|Analytico Barneveld RvA L010, Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770 AL, Barneveld

**Moss 01.10.2013**-----  
Inger Marie Johansen

ASM/Laboratorie Ingeniør

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



**Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Moss)**

F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 23 40

Norconsult AS  
Apotekergaten 14  
3191 Horten  
Attn: **Gaute Salomonsen**

**AR-13-MM-016532-01**



**EUNOMO-00082178**

Prøvemottak: 13.09.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 13.09.2013-01.10.2013  
Referanse: Follafoss 5134459

## ANALYSERAPPORT

---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3



Prøvenr.:	<b>439-2013-09130095</b>	Prøvetakingsdato:	04.09.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute R. Salomonsen			
Prøvemerkning:	Follafoss 1	Analysedato:	13.09.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	2.0	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	4.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.14	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	9.5	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	8.9	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.039	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	9.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	46	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10	
<b>PAH 16 EPA</b>						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.011	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.027	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.021	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.012	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.070	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
<b>PCB 7</b>						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
Total tørrstoff	49	%	12%	NS 4764	0.02	
a) Kornstørrelse < 63 µm	2.9	% TS	0%	Sedimentering	0.1	
a) Kornstørrelse <2 µm	<1.0	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	13.0	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kvantifiseringsgrense

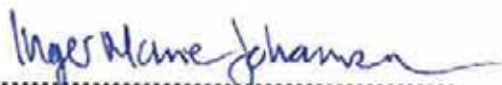
Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a)\* Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770 AL, Barneveld

a) Eurofins|Analytico Barneveld RvA L010, Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770 AL, Barneveld

**Moss 01.10.2013**

Inger Marie Johansen

ASM/Laboratorie Ingeniør

**Tegnforklaring:**

- (Ikke omfattet av akkrediteringen)

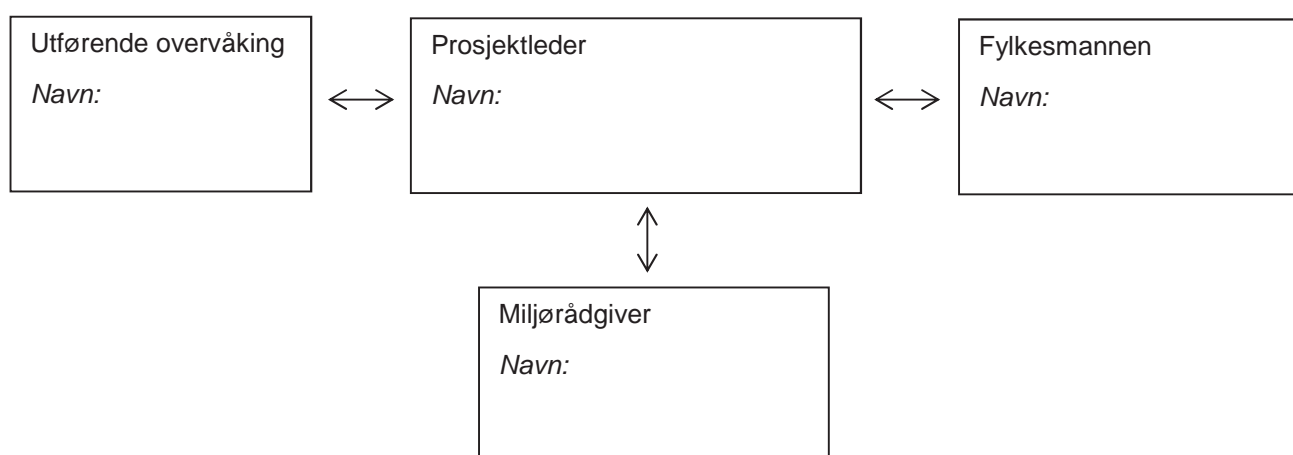
&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

## Vedlegg 3: Kommunikasjonslinjer og telefonnummer

### KOMMUNIKASJONSLINJER



### TELEFONNUMMER

Funksjon	Firma	Kontaktperson	Telefon	e-post
Tiltakshaver				
Entreprenør				
Rådgiver miljø				
Miljøvernmyndighet				



## Vedlegg 4: Skjema for overvåking av turbiditet, Strandanes og Kvilldalsvika

Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Ved utløp</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1:	Turbiditet (NTU): 1:	Turbiditet (NTU): 1:	

	2: 3: Snitt:	1: 2: 3: Snitt:	1: 2: 3: Snitt:	
--	--------------------	--------------------------	--------------------------	--

Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved graving</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	
Dato og klokkeslett:	<b>Referansestasjon</b>	<b>Ved utfylling</b>	<b>Kommentarer</b>
	Posisjon:	Posisjon:	
Gjennomført av:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	Turbiditet (NTU): 1: 2: 3: Snitt:	

## **Vedlegg 4**

Rapport fra Rådgivende biologer datert 17.12.2014: Utfylling ved Bjerkenes i Suldal, konsekvensvurdering for biologisk mangfold

# Utfylling ved Bjerkenes i Suldal



Konsekvensvurdering for  
biologisk mangfold

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

Rådgivende Biologer AS 1980





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Utfylling ved Bjerkenes i Suldal. Konsekvensvurdering for biologisk mangfold

**FORFATTERE:**

Bjart Are Hellen og Torbjørg Bjelland

**OPPDRAKSGIVER:**

Statnett SF via Multiconsult AS v/ Leif Birger Lillehammer.

**OPPDRAGET GITT:**

28. oktober 2014

**ARBEIDET UTFØRT:**

November - desember 2014

**RAPPORT DATO:**

17. desember 2014

**RAPPORT NR:**

1980

**ANTALL SIDER:**

26

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-8308-120-6

**EMNEORD:**

- Konsekvensutredning
- Biologisk mangfold
- Naturtyper

- Laks
- Aure
- Røddlistearter

**RÅDGIVENDE BIOLOGER AS**

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

Internett: [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no) E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)

Telefon: 55 31 02 78    Telefax: 55 31 62 75

**Forside:** Strandsonen øst for Bjerkenes, som er planlagt utfylt og omgjort til rasteplass. Foto: Bjart Are Hellen.

## FORORD

Statnett SF har inngått en avtale med Vegvesenet om å fylle ut ca. 42 000 m<sup>3</sup> masser i forbindelse med opparbeidelse av rasteplass ved Helganes. Rådgivende Biologer AS laget en konsekvensvurdering for biologisk mangfold.

Deponiet ved Helganes er fremkommet etter ønske fra kommunen om en rasteplass rett ved Suldalsporten, og er ikke en del av konsesjonen gitt i forbindelse med bygging av likestrømskabel mellom Norge (Kvilldal) og England. Det er utarbeidet en egen reguleringsplan der Statens vegvesen er tiltakshaver og Suldal kommune ansvarlig myndighet. Reguleringsplanen var på høring i sommer.

Fylkesmannen i Rogaland og NVE har fremmet innsigelse til reguleringsplanen. NVE krever bedre dokumentasjon av hvordan utfyllingen, som i hovedsak skal ligge på land, men delvis i vann, vil påvirke allmenne interesser. Dokumentasjon av tiltakets mulige virkning for biologisk mangfold/fisk og kantvegetasjon er en del av dette kravet. Fylkesmannen har fremmet innsigelse på grunn av manglende utredning av virkninger for landskap og vassdrag.

Biologisk mangfold omfatter i foreliggende rapport deltemaene rødlistearter, terrestrisk og akvatisk miljø, avgrenset til området i strandsonen og det akvatiske miljøet som blir påvirket. Rapporten har til hensikt å oppfylle de krav som forvaltningsmyndighetene stiller til dokumentasjon av biologisk mangfold og vurdering av konsekvenser ved naturinngrep.

Bjart Are Hellen er cand. scient. i zoologisk økologi med fiskebiologi som spesialfelt. Torbjørg Bjelland er dr.scient. i botanikk med spesialisering på kryptogamer (lav og moser). Rådgivende Biologer AS har de siste årene utarbeidet nærmere 400 konsekvensutredninger for ulike prosjekter som omfatter arealbeslag på land, vann og i sjø. Rapporten bygger på befaring i tiltaksområdet utført av Bjart Are Hellen og Steinar Kålås den 6. november 2014, samt skriftlige og muntlige kilder.

Rådgivende Biologer AS takker Lars Størset, Statnett og Leif Birger Lillehammer, Multiconsult for oppdraget.

Bergen, 17. desember 2014

## INNHOOLD

Forord .....	4
Innhold .....	4
Sammendrag.....	5
Utfylling ved Bjerkenes.....	8
Metode og datagrunnlag .....	8
Avgrensing av tiltaks- og influensområdet.....	11
Områdebeskrivelse .....	12
Verdivurdering .....	14
Virkninger og konsekvenser av tiltaket .....	19
Avbøtende tiltak .....	23
Usikkerhet .....	24
Oppfølgende undersøkelser .....	24
Referanser .....	25



# SAMMENDRAG

**Hellen, B. A. & T. Bjelland 2014.**

*Utfylling ved Bjerkenes i Suldal. Konsekvensvurdering for biologisk mangfold.*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 1980, 26 sider. ISBN 978-82-8308-120-6*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Muticonsult/Statnett SF utarbeidet en konsekvensutredning for biologisk mangfold for planlagt utfylling ved Bjerkenes i Suldalsvatnet, i Suldal kommune, Rogaland. Deponiet skal motta 42 000 m<sup>3</sup> tunneltmasser. Området skal etter utfylling brukes til rasteplass i forbindelse med Suldalsporten.

## NATURMANGFOLDLOVEN

Denne utredningen tar utgangspunkt i forvaltningsmålet nedfestet i naturmangfoldloven (§§ 4-5). Kunnskapsgrunnlaget er vurdert som «middels til godt» (§ 8). Beskrivelsen av naturmiljøet og naturens mangfold tar også hensyn til de samlede belastningene på økosystemene og naturmiljøet i tiltaks- og influensområdet (§ 10). Det er beskrevet avbøtende tiltak, slik at skader på naturmangfoldet så langt mulig blir avgrenset (§ 12).

## VERDIVURDERING

### RØDLISTEARTER

Det er, ifølge Artsdatabankens Artskart, observert en rødlistet fugleart ved Kolbeinstveit; fiskemåke (NT). Det er registrert ål (CR) i Suldalsvatnet. Rødlistearter er vurdert å ha stor verdi.

### TERRESTRISK MILJØ

#### Verdifulle naturtyper

Ingen naturtyper var fra før registrert i tiltaksområdet. Det ble heller ikke registrert naturtyper etter DN-håndbok 13 på befaringen den 6. november 2014. Verdifulle naturtyper vurderes å ha liten verdi.

#### Karplanter, moser og lav

Vegetasjonen i områdene for planlagte deponiområder består lengst i vest av blåbærskog og noe rike kyst-hasselkratt. Øst for Bjerkenes er vegetasjonen dominert av blåbærskog, noe røsslyng-blokkebærfuruskog og granplantefelt. Det er utført hogst i området og det er en begynnende gjengroing på hogstflaten. Det ble kun registrert vanlige arter for vegetasjonstypene, og epifyttfloraen er fattig i hele tiltaksområdet. Karplanter, moser og lav har liten verdi.

### AKVATISK MILJØ

Den planlagte utfyllingen er i Suldalsvatnet. Suldalsvatnet er oppvekstområde for en av to registrerte storaurebestander i Rogaland. Laks og sjøaure på gytevandring passerer tiltaksområdet. Suldalslågen, ca. 4 km nedstrøms tiltaksområdet er gyte- og oppvekstområde for laks og sjøaure. Suldalsvatnet er en kalkfattig innsjø, som er vurdert som en sårbar (VU) naturtype. Samlet sett gjør dette at akvatisk miljø har stor verdi.

## VIRKNING OG KONSEKVENNS

### 0-ALTERNATIVET

0-alternativet omfatter i dette tilfellet dagens situasjon i influensområdet, med tilhørende arealinngrep, trafikk, ferdsel, forstyrrelser og forurensing. 0-alternativet vurderes å ha **ubetydelig konsekvens (0)** for det biologiske mangfoldet knyttet til influensområdet.

## RØDLISTEARTER

Det er først og fremst framtidige arealbeslag som vil ha virkning for fiskemåke, da det allerede er en del støy og trafikk i influensområdet. Fiskemåke (NT) er primært knyttet til bebyggelse/kulturlandskap i sitt levesett ved Suldalsvatnet, noe som gjør den litt mindre utsatte for utbygging og ytterligere arealbeslag enn mange andre fuglearter. For ål (CR) vil selve utfyllingen gjøre nærområdet mindre attraktivt, men etter utfyllingen vil oppvekstområdet være like godt egnet som i dag.

- *Stor verdi og liten negativ virkning gir liten negativ konsekvens i anleggsfasen (-), ingen virkning gir ubetydelig konsekvens i driftsfasen (0).*

## TERRESTRISK MILJØ

### Verdifulle naturtyper

Det er ingen verdifulle naturtyper som blir påvirket av tiltaket.

### Karplanter, moser og lav

I områder med naturlig vegetasjon vil arealbeslagene ha stor negativ virkning. Virkningen for karplanter, moser og lav vurderes å være stor til middels negativ.

Tiltaket vurderes å gi middels negativ virkning på terrestrisk miljø i anleggsfasen og stor til middels negativ virkning i driftsfasen.

- *Liten verdi og middels negativ virkning gir liten negativ konsekvens i anleggsfasen (-) for terrestrisk miljø.*
- *Liten verdi og stor til middels negativ virkning gir liten negativ konsekvens i driftsfasen (-) for terrestrisk miljø.*

## AKVATISK MILJØ

Planene omfatter utfylling i Suldalsvatnet. Størstedelen av massene vil bli fylt på land, men vil ha avrenning til Suldalsvatnet.

I tillegg vil det i anleggsperioden, med gradvis fylling av masser, bli vasket ut steinpartikler, støv og sprengstoffrester til vassdraget i forbindelse med nedbør og snøsmelting. Det er ikke ventet at disse partiklene vil skape akutte problemer for ferskvannsorganismene som lever i vassdraget, men de vil gi dårligere sikt og lysgjennomtrengning i vannmassene, noe som kan gi noe nedsatt biologisk produksjon.

Beregninger av konsentrasjoner av partikler og nitrogenholdige stoffer viser at konsentrasjonen kun i umiddelbar nærhet til selve fyllingen vil bli så høy at de kan være skadelig for fisken i området. For Suldalslågen er det ikke ventet noen nevneverdige virkninger av tiltaket.

- *Stor verdi og liten negativ virkning gir liten negativ konsekvens (-) i Suldalsvatnet i driftsfasen.*
- *Stor verdi og ingen virkning i Suldalsvatnet i driftsfasen og i Suldalslågen i drift- og anleggsfasen gir ingen konsekvens (0) for akvatisk miljø.*

## SAMLET VURDERING

En oversikt over verdi, virkning og konsekvens for de ulike fagtemaene er presentert i **tabell 5**. Virkningene for biologisk mangfold vurderes for enkelte deltema som små negative i anleggsfasen. I driftsfasen er det også liten negativ konsekvens for terrestrisk miljø, mens det er ubetydelig konsekvens for de andre temaene.

Tema	Verdi			Virkning					Konsekvens
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	Stor pos.	
Rødlistearter	anlegg			----- ----- ----- -----					Liten negativ (-)
	drift			----- ----- ----- -----			▲		Ubetydelig (0)
Terrestrisk miljø	anlegg			----- ----- ----- -----			▲		Liten negativ (-)
	drift			▲ ----- ----- ----- -----		▲			Liten negativ (-)
Akvatisk miljø	anlegg			----- ----- ----- -----					Liten neg. (-) Suldalsv.
	drift			----- ----- ----- -----			▲		Ubetyd. (0), Suldalslåg..
				----- ----- ----- -----			▲		Ubetydelig (0)

## AVBØTENDE TILTAK

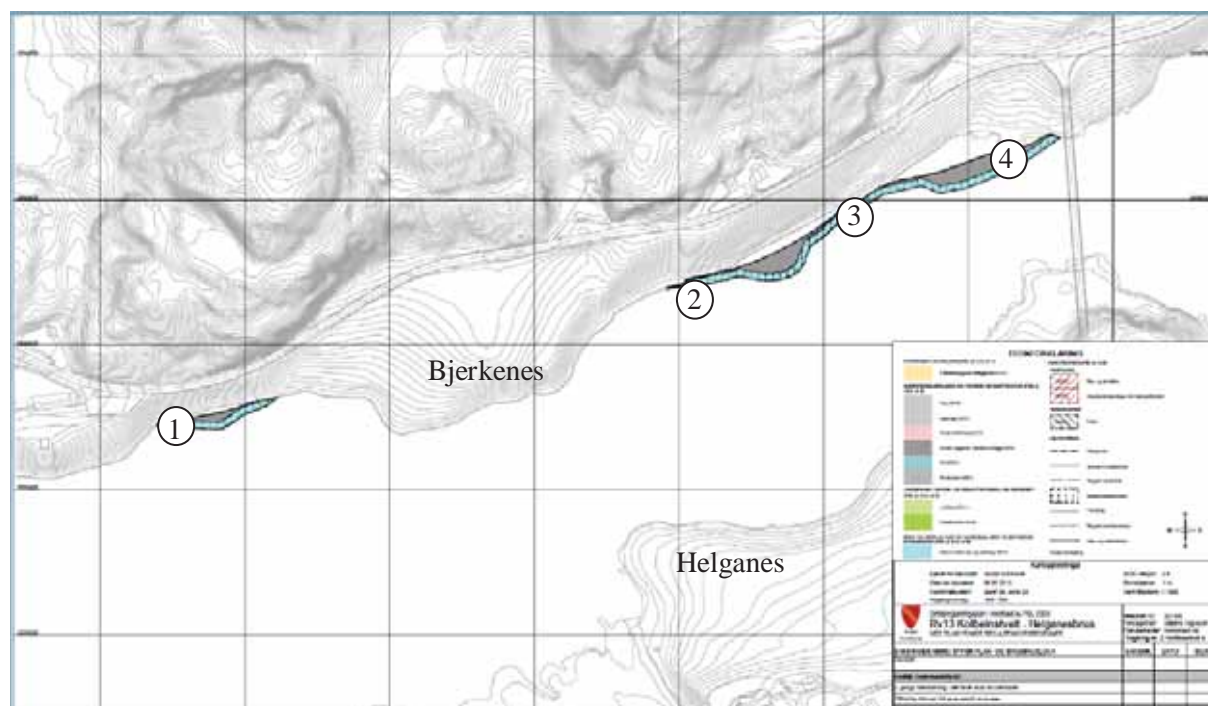
Det anbefales å bygge en molo (sjeté) ytterst i starten av utfyllingsperioden, denne kan dekkes med duk på innsiden slik at avrenning fra seinere masser blir holdt tilbake inne i fyllingen. I forbindelse med etableringen av en ytre molo anbefales det å etablere siltgardin rundt utfyllingsområdet. Det bør også være lense i overflaten som fanger opp eventuell plast som flyter opp fra fyllmassene. Det vil være gunstig å ha siltgarden stående gjennom hele anleggsfasen. Når arbeidet avsluttes vil det være relativt store mengder lette partikler på bunnen innenfor siltgarden. Etter utfyllingen er avsluttet anbefales det derfor å senke siltgarden forsiktig over finmassene mellom siltgarden og fyllingen. Deretter bør siltgarden dekkes helt eller delvis med stein og/eller sandmasser.

Det vil være gunstig å utføre arbeidet i perioden da vannstrømmen i området er lavest mulig, og anbefalt periode vil være fra 15. desember til 15. april. Dette vil også være en periode med liten produksjon i vannmassene.

## UTFYLLING VED BJERKENES

I forbindelse med bygging av likestrømskabel mellom Norge (Kvilldal) og England (NSN Grid) skal Statnett sprengne en tunnel mellom Suldalsvatnet og Hylsfjorden. Massene fra tunnelen skal deponeres på to steder – Strandanes og Helganes (**figur 1**). Begge deponiene vil delvis gå ut i Suldalsvatnet. For deponiet ved Strandanes er det allerede gitt konsesjon.

I de planlagte deponiene ved Bjerkenes vil det bli deponert ca. 42.000 m<sup>3</sup> løse masser. Det meste av massene vil bli fylt ut på land, men en andel vil fylles direkte ut i Suldalsvatnet.



**Figur 1.** Kart over områdene som skal fylles ut i Suldalsvatnet, markert med blått (under vann) og grått (over vann) vest og øst for Bjerkenes. Nedkant av elektrofiskestasjonenes er markert med nummererte sirkler.

## METODE OG DATAGRUNNLAG

### DATAINNSAMLING / DATAGRUNNLAG

Vurderingene i rapporten baserer seg dels på foreliggende informasjon, dels på befaring av tiltaksområdet utført av Bjart Are Hellen og Steinar Kålås den 6. november 2014. På befaringen var hovedformålet å kartlegge forekomstene av fisk i strandsonen, og vurdere om det var viktige gyteområder i nærheten som kunne bli påvirket av tiltaket. I tillegg ble det samlet prøver av lav og mose samt gjort en overordnet kartlegging av vegetasjonen.

#### Habitatforhold for fisk

Hele den berørte strandsonen ble synfart 6. november 2014, totalt ca. 350 m. Det ble synfart fra land, men i området utenfor det som var tilgjengelig fra land ble synfart ved snorkling. I tillegg ble hele sundet under broen mot Helganes synfart ved snorkling. Gyte- og oppvekstforhold for aure og laks ble vurdert.

## Ungfisk

Ungfisktellinger ble utført med elektrisk fiskeapparat 6. november 2014. Langs de berørte strandsonene ble fire områder undersøkt (**tabell 1**). Ved samtlige stasjoner ble strandsonen ut til ca. 0,7 m dyp elektrofisket. I gjennomsnitt var strandsonen ut til dette dypet ca. 2 meter bred.

**Tabell 1.** Vanntemperatur, ledningsevne og geografisk plassering av stasjonene ved ungfiskundersøkelsene Suldalsvatnet 6. november 2014. Se også figur 1

Stasjon nr.	Plassering (UTM; WGS84)	Areal	Behandling
1	32 V 362332 6598854	40 m * 2 m	Artsbestemming, lengdemåling
2	32 V 362649 6598929	40 m * 2 m	Artsbestemming, lengdemåling
3	32 V 362805 6599041	40 m * 2 m	Artsbestemming, lengdemåling
4	32 V 362882 6599057	30 m * 2 m	Artsbestemming, optelling

Stasjon 1-3 hadde relativt likt substrat med rullestein som dominerende type. Stasjon 4 hadde noe finere substrat med relativt høyt innslag av finmateriale.

## Vegetasjon

Vegetasjonen i strandsonen ble også kartlagt, men undersøkelsene ble imidlertid utført så seint på året at mye av vegetasjonen var borte, noe som gjør den botaniske kartleggingen mer usikker. Mose og lav fra vegetasjonen langs strandsonen var imidlertid intakt og er kartlagt. Det var pent vær og vindstille og forholdene for feltarbeid var gode. Det er i tillegg sammenstilt resultater fra foreliggende litteratur og gjort søk i nasjonale databaser. Datagrunnlaget vurderes som **middels til godt: 2-3** (jf. **tabell 2**).

**Tabell 2.** Vurdering av kvalitet på grunnlagsdata (etter Brodtkorb & Selboe 2007).

Klasse	Beskrivelse
0	Ingen data
1	Mangelfullt datagrunnlag
2	Middels datagrunnlag
3	Godt datagrunnlag

## VERDI- OG KONSEKVENSVURDERING

Denne konsekvensutredningen er bygd opp etter en standardisert tre-trinns prosedyre beskrevet i Håndbok 140 om konsekvensutredninger (Statens vegvesen 2006). Fremgangsmåten er utviklet for å gjøre analyser, konklusjoner og anbefalinger mer objektive, lettere å forstå og mer sammenlignbare.

### TRINN 1: REGISTRERING OG VURDERING AV VERDI

Her beskrives og vurderes områdets karaktertrekk og verdier innenfor hvert fagområde så objektivt som mulig. Med verdi menes en vurdering av hvor verdifullt et område eller miljø er med utgangspunkt i nasjonale mål innenfor det enkelte fagtema. Verdien blir fastsatt langs en skala som spenner fra *liten verdi* til *stor verdi*:

Verdi		
<i>Liten</i>	<i>Middels</i>	<i>Stor</i>
-----	-----	
▲ Eksempel		

### TRINN 2: TILTAKETS VIRKNING

Med virkning (også kalt omfang eller påvirkning) menes en vurdering av hvilke endringer tiltaket

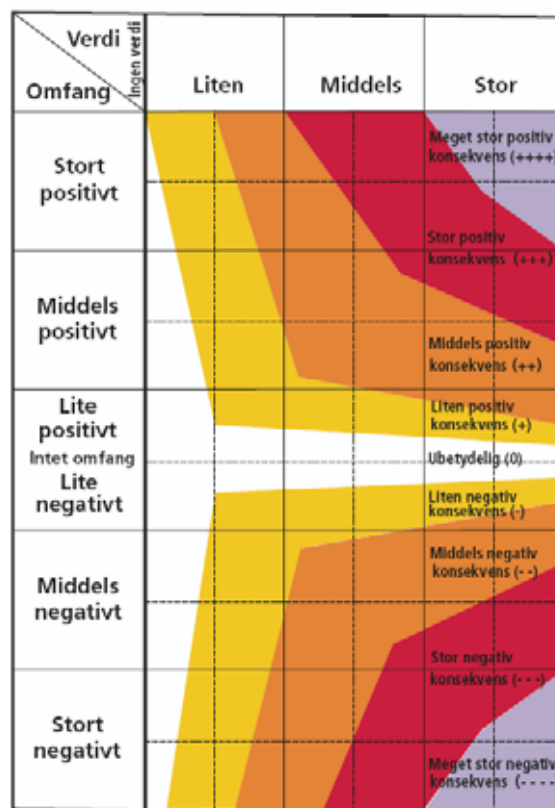
antas å medføre for de ulike tema, og graden av denne endringen. Her beskrives og vurderes type og virkning av mulige endringer dersom tiltaket gjennomføres. Virkningen blir vurdert langs en skala fra *stor negativ* til *stort positiv virkning* (se eksempel under).

Virkning				
Stor neg.	Middels neg.	Liten / ingen	Middels pos.	Stor pos.
▲ Eksempel				

### TRINN 3: SAMLET KONSEKVENSVURDERING

Her kombineres trinn 1 (områdets verdi) og trinn 2 (tiltakets virkning) for å få frem den samlede konsekvensen av tiltaket. Sammenstillingen skal vises på en ni-delt skala fra *meget stor negativ konsekvens* til *meget stor positiv konsekvens* (**figur 2**).

Vurderingen avsluttes med et oppsummeringsskjema der vurdering av verdi, virkninger og konsekvenser er gjengitt i kortversjon. Hovedpoenget med å strukturere konsekvensvurderingene på denne måten er å få fram en mer nyansert og presis presentasjon av konsekvensene av ulike tiltak. Det vil også gi en rangering av konsekvensene, som samtidig kan fungere som en prioriteringsliste for hvor en bør fokusere i forhold til avbøtende tiltak og videre miljøovervåking.



**Figur 2.** «Konsekvensvifta». Konsekvensen for et tema framkommer ved å sammenholde områdets verdi for det aktuelle tema og tiltakets virkning/omfang på temaet. Konsekvensen vises til høyre, på en skala fra meget stor positiv konsekvens (+ + + +) til meget stor negativ konsekvens (- - - -). En linje midt på figuren angir ingen virkning og ubetydelig/ingen konsekvens (etter Statens vegvesen 2006).

### BIOLOGISK MANGFOLD

For temaet biologisk mangfold, som i denne rapporten er behandlet under overskriftene **rødlisterarter**, **terrestrisk miljø** og **akvatisk miljø**, følger vi malen i NVE Veileder nr. 3-2009; «Kartlegging og dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk» (Korbøl mfl. 2009). Truete vegetasjonstyper følger Fremstad & Moen (2001) og skal ifølge malen være med for å gi verdifull tilleggsinformasjon om naturtypene, dersom en naturtype også viser seg å være en truet vegetasjonstype. I tillegg til Fremstad & Moen (2001), er registrerte naturtyper også vurdert i forhold til oversikten over rødlista naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011). Denne oversikten, som følger NiN-systemet, har med den siste oppdaterte kunnskapen om naturtyper i vurderingene av truet

kategoriene.

Ofte berører arealbeslag vanlig vegetasjon som ikke kan klassifiseres som naturtyper (jf. DN-håndbok 13) eller truede vegetasjonstyper. Når det gjelder vanlige vegetasjonstyper, sier NVE-malen (Korbøl mfl. 2009) at det i kapittelet om karplanter, lav og moser skal lages en «kort og enkel beskrivelse av vegetasjonens artssammensetning og dominansforhold» og at kartleggingen av vegetasjonstyper skal følge Fremstad (1997). Virknings- og konsekvensvurderingene av vanlig vegetasjon gjøres derfor i kapittelet om karplanter, moser og lav. Verdisettingen er forsøkt standardisert etter skjemaet i **tabell 3**. Nomenklaturen, samt norske navn, følger Artskart på [www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no).

**Tabell 3.** Kriterier for verdisseting av de ulike fagtemaene.

<b>Tema</b>	<b>Liten verdi</b>	<b>Middels verdi</b>	<b>Stor verdi</b>
<b>RØDLISTEARTER</b> Kilder: NVE-veileder 3-2009, Kålås mfl. 2010	▪ Andre områder	Viktige områder for: ▪ Arter i kategoriene sårbar (VU), nær truet (NT) eller datamangel (DD) i Norsk Rødliste 2010	Viktige områder for: ▪ Arter i kategoriene kritisk truet (CR) eller sterkt truet (EN) i Norsk Rødliste 2010 ▪ Arter på Bern liste II og Bonn liste I
<b>TERRESTRISK MILJØ</b> <i>Verdifulle naturtyper</i> Kilder: DN-håndbok 13, NVE-veileder 3-2009, Lindgaard & Henriksen (2011)	▪ Naturtypelokaliteter med verdi C (lokalt viktig)	▪ Naturtypelokaliteter med verdi B (viktig)	▪ Naturtypelokaliteter med verdi A (svært viktig)
<i>Karplanter, moser og lav</i> Kilde: Statens vegvesen – håndbok 140 (2006)	▪ Områder med arts- og individmangfold som er representativt for distriktet	▪ Områder med stort artsmangfold i lokal eller regional målestokk	▪ Områder med stort artsmangfold i nasjonal målestokk
<b>AKVATISK MILJØ</b> <i>Verdifulle lokaliteter</i> Kilde: DN-håndbok 15	▪ Andre områder	▪ Ferskvannslokaliteter med verdi B (viktig)	▪ Ferskvannslokaliteter med verdi A (svært viktig)
<i>Fisk- og ferskvannsorganismer</i> Kilde: DN-håndbok 15	▪ DN-håndbok 15 ligger til grunn, men i praksis er det nesten utelukkende verdien for fisk som vurderes.		

## AVGRENSING AV TILTAKS- OG INFLUENSOMRÅDET

*Tiltaksområdet* består av alle områder som blir direkte fysisk påvirket ved gjennomføring av det planlagte tiltaket og tilhørende virksomhet (jfr. § 3 i vannressursloven), mens *influensområdet* også omfatter de tilstøtende områder der tiltaket vil kunne ha en effekt.

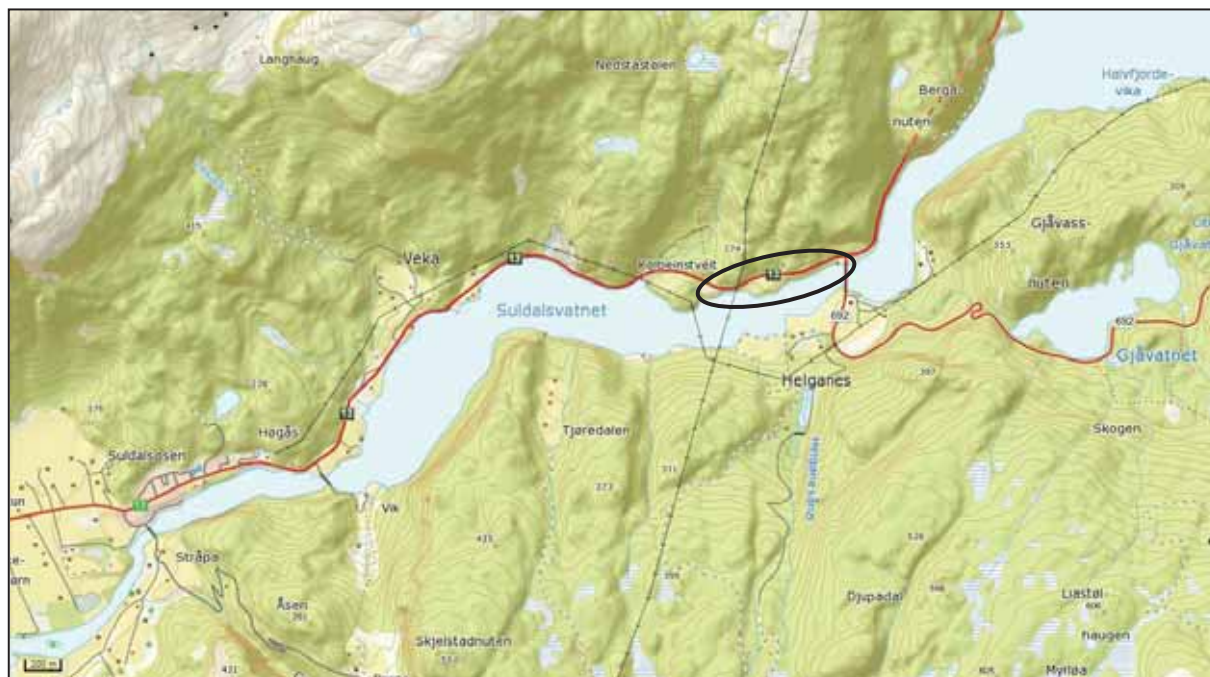
*Tiltaksområdet* for dette prosjektet omfatter de planlagte områdene for utfylling, som er vist i **figur 1** og **3**.

*Influensområdet*. Når det gjelder biologisk mangfold, vil områdene som blir påvirket variere både geografisk og i forhold til topografi og hvilke arter som er aktuelle. For vegetasjon vurderes influensområdet å være 100 meter fra tekniske inngrep. For akvatisk miljø blir influensområdet en del større. For dette tiltaket er influensområdet i vassdrag begrenset av broen til Helganeset oppover, og ned til Suldalslågens utløp i sjø. Virkningen er imidlertid forventet å avta betydelig nedover vassdraget.

## OMRÅDEBESKRIVELSE

### GENERELT

Den planlagte utfyllingen berører et lite område vest for Bjerkenes og et litt større område øst for Bjerkenes. Bjerkenes er lokalisert mellom Kolbeinstveit og bro til Helganes. Området ligger vest for Suldalsporten i den vestre enden av Suldalsvatnet. Det er ca. 4 km fra utfyllingsområdet til Suldalsosen øverst i Suldalslågen (**figur 3**).



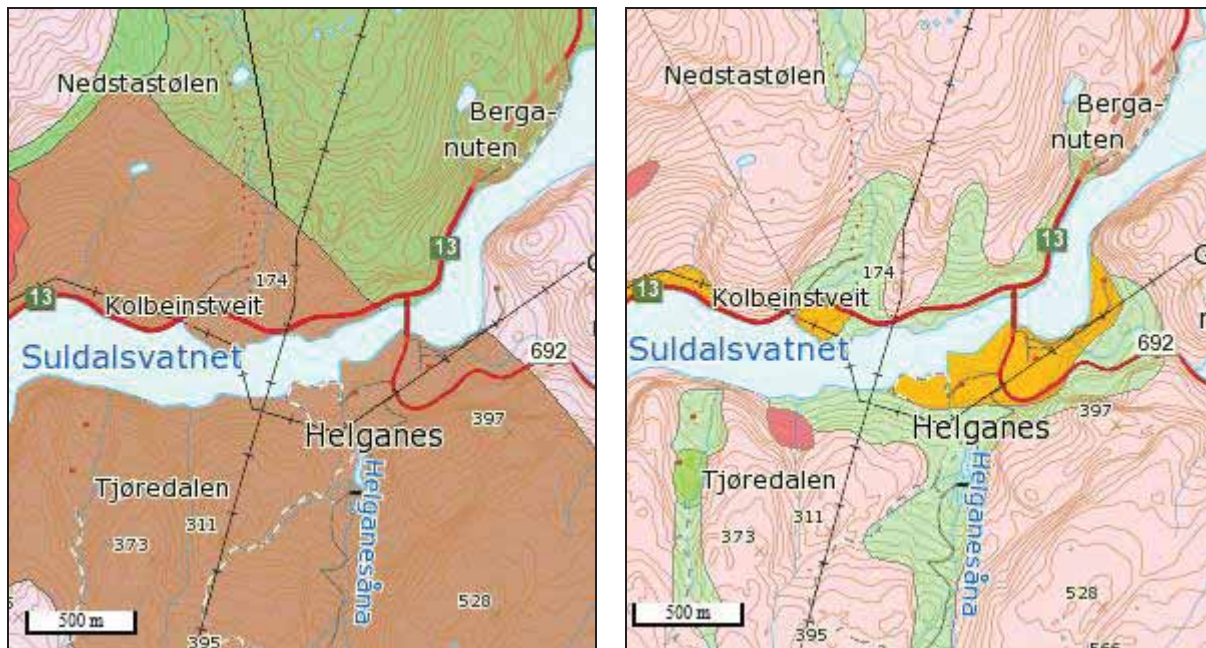
*Figur 3. Utfyllingsområdet (grovt markert med svart ellipse) ligger vest i Suldalsvatnet*

### NATURGRUNNLAGET

Berggrunnen i influensområdet består for det meste av vulkanske bergarter (**figur 4**). I tillegg er det et lite område ved broen som består av amfibolitt og glimmerskifer (**figur 4**). Amfibolitt og glimmerskifer er bergarter som forvitrer lett og avgir plantenæringsstoffer. Oversikten over løsmassene i influensområdet viser et usammenhengende og tynt morenedekke over berggrunnen (**figur 4**). I influensområdet øst for Bjerkenes er det skog av høy bonitet, mens det vest for Bjerkenes er uproduktiv skog (**figur 5**). Deler av skogen med høy bonitet består av plantet gran.

Tiltaksområdet inngår hovedsakelig i mellomboreal vegetasjonssone, en vegetasjonssone der barskog dominerer og der gråor-heggeskoger og en rekke varmekjære arter har sin høydegrens. Vegetasjonssoner gjenspeiler hovedsakelig forskjeller i temperatur, spesielt sommertemperatur, mens vegetasjonsseksjoner henger sammen med oseanitet der fuktighet og vintertemperatur er de viktigste klimafaktorene. Det aller meste av området ligger i den klart oseaniske seksjon, en seksjon der vestlige vegetasjonstyper og arter finnes, men som også har enkelte østlige trekk (Moen 1998).





**Figur 4.** *Venstre:* Arealene innenfor influensområdet består av vulkanske bergarter (brun farge) og noe amfibolitt og glimmerskifer (grønn farge) i området ved broen (kilde: [www.ngu.no/kart/arealisNGU](http://www.ngu.no/kart/arealisNGU)). *Høyre:* Løsmassene i influensområdet består av tynt morenedekke (lys grønn farge) (kilde: [www.ngu.no/kart/arealisNGU](http://www.ngu.no/kart/arealisNGU)).



**Figur 5.** Arealene innenfor influensområdet består av uproduktiv skog, vest for Bjerkenes, og skog av høy bonitet, øst for Bjerkenes (kilde: [www.ngu.no/kart/arealisNGU](http://www.ngu.no/kart/arealisNGU)).

# VERDIVURDERING

## KUNNSKAPSSTATUS

Suldal kommune har flere undersøkelser om biologisk mangfold, men lite er kjent fra det aktuelle tiltaks- og influensområdet. Blant annet har Gaarder & Haugan (1998) kartlagt nøkkelbiotoper i Suldal kommune og Norderhaug mfl. (2007) har kartlagt biologisk mangfold i jordbrukets kulturlandskap. Naturtypekartlegging etter DN-håndbok 13 ble utført av Brandrud (2002) med senere supplement av Jordal & Johnsen (2007, 2009). Det er også gjennomført en nasjonal kartlegging av naturtypen bekkeløft og bergvegg og i Suldal ble det registrert 10 lokaliteter (Ihlen mfl. 2009). Registreringene fra alle de nevnte undersøkelsene er tilgjengelige i DN's Naturbase, men ingen av disse er aktuelle for dette prosjektet. Den nærmeste kartlagte naturtypen er en gammel barskog ved Holmalivatnet på Nedstølsheia ca. 2 km rett nord for Bjerkenes.

## RØDLISTEARTER

I Artsdatabankens Artskart ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)) er det registrert fiskemåke (kategori NT; *nær truet*) ved Kolbeinstveit. I Suldalsvatnet er det registrert ål (kategori CR; *kritisk truet*). Det ble ikke funnet flere rødlistearter på befaringen den 6. november 2014. (Kålås mfl. 2010). Rødlistearter i kategorien *kritisk truet* verdisettes ifølge veilederen til stor verdi (Korbøl mfl. 2009). Det er et godt datagrunnlag bak vurderingen.

- Temaet rødlistearter vurderes til stor verdi.

## TERRESTRISK MILJØ

### Verdifulle naturtyper

Ingen naturtyper var fra før registrert i tiltaksområdet. Det ble heller ikke registrert naturtyper etter DN-håndbok 13 den 6. november 2014. Vegetasjonen i området bestod av variert vegetasjon, men ingen områder var store nok eller lite nok negativt påvirket, til å kunne avgrensnes som egne naturtyper. Verdifulle naturtyper har liten verdi.

### Karplanter, moser og lav

I det følgende gis en oversikt over vegetasjonstypene (Fremstad 1997) nær og ved de to berørte deponiområdene, samt artssammensetningen i disse. Vegetasjonen i området vest for Bjerkenes er, lengst i vest, dominert av bjørk og kan karakteriseres som en blåbærskog (A4), men blir gradvis rikere mot øst hvor det er registrert et lite hasselkratt med utforming rike kyst-hasselkratt (D2c)(**figur 6**). Det er også registrert noen små eiketrær i området.

I området øst for Bjerkenes er vegetasjonen preget av hogst, nyere og trolig eldre granplanting, samt gjengroing (**figur 6**). Skogen er en blanding av blåbærskog (A4), noe røsslyng-blokkebærfuruskog (A3) og granplantefelt. Nær bekkeutløpet ved broen er det registrert noe få gråor. Det er også enkelte rogn, bøk, furu-, eike- og seljetrær, samt noe hassel.

Det er kun registrert vanlige arter for disse vegetasjonstypene. Blant annet sisselrot, ormetelg, røsslyng, geitrams og bringebær.

Av arter som ble registrert på berg og stein kan nevnes matteflette (*Hypnum cupressiforme*), etasjemose (*Hylocomium splendens*), stortujamose (*Thuidium tamariscinum*), furumose (*Pleurozium schreberi*), sigdmose-art (*Dicranum sp.*), knausing-art (*Grimmia sp.*), kystbustehette (*Orthotrichum lyellii*), storblomstermose (*Schistidium apocarpum*) og ryemose (*Antitrichia curtispindula*). I tillegg ble kornbrunbeger (*Caldonia pyxidata*), stubbestav (*Cladonia ochrochlora*), pulverbrunbeger (*Cladonia*

*chlorophaea*), bristlav (*Parmelia sulcata*), blomsterlav (*Cladonia bellediflora*), grynvreng (*Nephroma parile*) og mellav-art (*Lepraria sp.*) registrert på berg og stein. Buttgråmose (*Racomitrium aciculare*) og rødmesigmose (*Blindia acuta*) finnes på fuktige steiner og berg.

Epifyttfloraen består av vanlige arter og det er generelt få epifytter på trærne i området. Av arter på bjørk nevnes matteflette (*Hypnum cupressiforme*), krusgullhette (*Ulotia crispa*), sigdmose-art (*Dicranum sp.*), vanlig kvistlav (*Hypogymnia physodes*), mellav-art (*Lepraria sp.*), bristlav (*Parmelia sulcata*), stubbesyl (*Cladonia coniocraea*), papirlav (*Platismatia glauca*) og brun barklav (*Melanelixia subaurifera*). På eik ble det også registrert bitterlav (*Pertusaria amara*).

I tillegg ble det registrert knivkjuke på bjørk og skorpelærsopp på hassel.

Karplante-, mose- og lavfloraen består for det meste av vanlige arter for de registrerte vegetasjonstypene i områdene til planlagte deponiområder ved Bjerkenes i Suldalsvatnet. Verdien av karplante-, mose- og lavfloraen vurderes til liten, mest fordi artsmangfoldet ikke er spesielt stort i verken lokal eller regional målestokk.



**Figur 6.** Venstre: Rike kyst-hasselkratt vest for Bjerkenes. Høyre: Granplanting og blandingsskog i det planlagte deponiområdet øst for Bjerkenes (t.h. i bildet).

Temaet karplanter, moser og lav får derfor samlet sett liten verdi.

- Temaet terrestrisk miljø vurderes samlet til liten verdi.

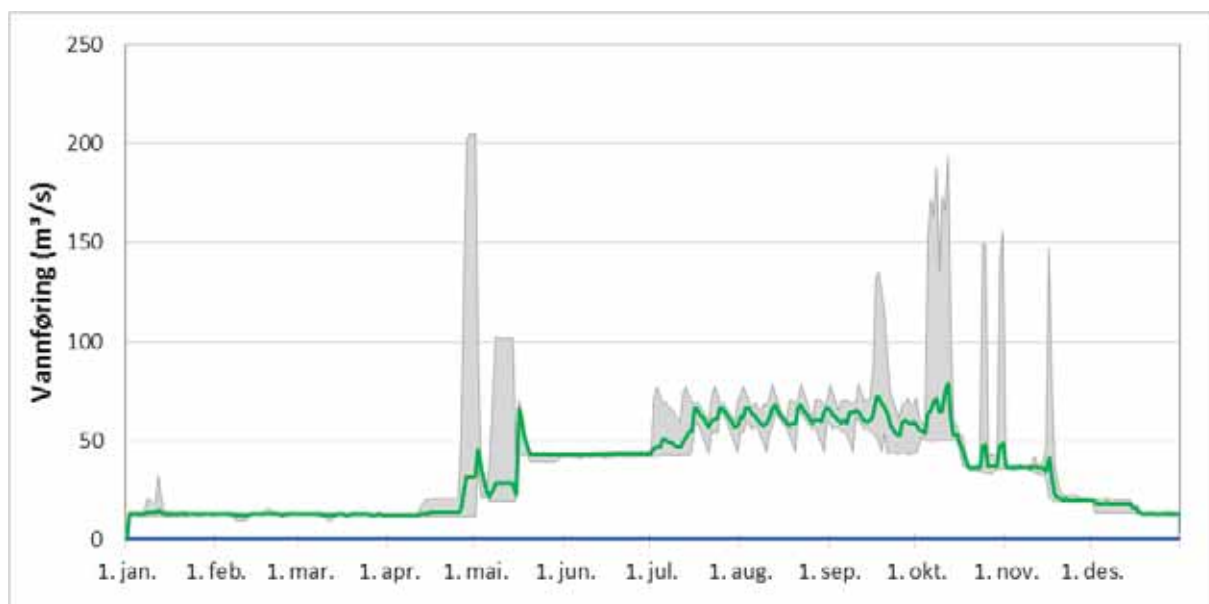
## AKVATISK MILJØ

Suldalsvatnet har en overflate på 27,5 km<sup>2</sup> og en strandlinje på 65 km. Strendene langs innsjøen er preget av bratte fjellsider og velutviklet strandsone finnes i hovedsak ved Nesflaten i nord og ved Kvilldal i sør. Avløpet fra kraftverkene Suldal I og II ved Nesflaten er mer næringsrikt og i perioder varmere enn avløpsvannet fra Kvilldal kraftverk, der vannet blant annet kommer fra Blåsjømagasinet (> 1000 moh.). Suldalsvatnet er påvirket av to store kraftutbygginger, Røldal-Suldal og Ulla-Førre, og har en reguleringshøyde på 1,5 meter mellom kote 67 og 68,5 moh. Hylen kraftstasjon utnytter fallet mellom Suldalsvatnet og sjøen, og inntaket til Hylen ligger i den sørvestlige delen av Suldalsvatnet, ca. 5 km nordøst for Helganes.

Røldal-Suldal-utbygginga omfatter områdene i nordøstlig retning fra Suldal, og fallet mellom Røldalsvatnet (380 moh.) og Suldalsvatnet er utnyttet i Suldal I og II ved Nesflaten nær nordenden av Suldalsvatnet. Vannføringen i Brattlandselva fra Røldalsvatnet til Suldalsvatnet er sterkt redusert, og det samme er tilfelle i Roaldkvamsåna, den andre opprinnelig store elven i nordenden. Om sommeren kommer det vanligvis en vannmengde mellom 40 og 60 m<sup>3</sup>/s gjennom kraftverket ved Nesflaten.

Ulla-Førre-utbyggingen omfatter områdene i sørøstlig retning for Suldalsvatnet, og tilløpselvene på østsiden har fått redusert vannføring. Store vannmengder går gjennom Kvilldal kraftstasjon, som har avløp i den sørlige delen av Suldalsvatnet, ca. 6 km nordøst for Helganes. Gjennom kraftverket kommer relativt kaldt og næringsfattig vann. Om sommeren er vannføringen fra Kvilldal opptil 180 m<sup>3</sup>/s, men varierer mye. Vannmassene i den sørvestlige halvdel av Suldalsvatnet er sterkt prega av vannet fra Kvilldal. Målinger har vist at driftsvatnet i Kvilldal kraftverk om sommeren er mellom 10 og 14 °C, og at det da er omtrent samme temperatur i Suldalslågen ved Suldalsosen. Ved det normale driftsmønsteret i Kvilldal i perioden 1996-2002 la det næringsfattige driftsvatnet seg stort sett i overflatesjiktet (0-10 meter) i Suldalsvatnet (Magnell mfl. 2004).

Vannføringen forbi tiltaksområdet er sterkt påvirket av vannføringsregimet i Suldalslågen (**figur 7**). Gjennom vinteren er det normalt en vannføring rundt 12 m<sup>3</sup>/s. Om våren øker denne og det er to kortere perioder med flommer om våren. Fra midt i mai til juli er vannføringen stabil rundt 40 m<sup>3</sup>/s. Deretter varierer vannføringen mellom 40 og 70 m<sup>3</sup>/s fram til midten av oktober og deretter er det kortere perioder med spyleflommer, før vannføringen trappes gradvis ned mot minstevannføringen på 12 m<sup>3</sup>/s fra 15. desember.



**Figur 7.** Vannføring ved Suldalsosen i perioden 1.1.2004 til 31.12.2013, målt ved målestasjonen Stråpa (36.11.0.1001.1). Grått felt viser største og minste døgnvannføring og grønn linje er gjennomsnittlig døgnvannføring i perioden (NVE).

Suldalsvatnet er i Vann-nett.no typifisert som en stor, svært kalkfattig og klar innsjø. Den økologiske miljøtilstanden er vurdert som «moderat». Vannstandsregulering på 1,5 m og stor endring i vanngjennomstrømmingen er anført som påvirkningsfaktorer.

### Verdifulle lokaliteter

DN håndbok 15 (2000), om kartlegging av akvatisk biologisk mangfold, definerer verdifulle lokaliteter som gyte- og oppvekstområder for viktige fiskearter som blant annet laks, sjøaure og storaure.

Det er ikke oppvekstområder for laks i strandsonen der den aktuelle utfyllingen er planlagt. Området i nær tilknytning til utfyllingsområdet ble undersøkt ved snorkling, og det ble ikke påvist gyteområder for storaure, sjøaure eller laks. Det ble imidlertid observert innsjøaure på gyting under broen mot Helganeset (**figur 8**). Vannstrømmen i dette området er imidlertid så lav at det er lite sannsynlig at stor fisk som graver eggene dypt ned, bruker dette området som gyteområde.



**Figur 8.** *Venstre:* Typisk substratsammensetning i strandsonen i tiltaksområdet. *Høyre:* strandsonen i den nordøstligste delen av tiltaksområdet hadde noe finere bunnsubstrat.

Suldalsvatnet er oppvekstområde for storaure, og laks og sjøaure går gjennom innsjøen på vandring mot gytelokaliteter i innløpselvene.

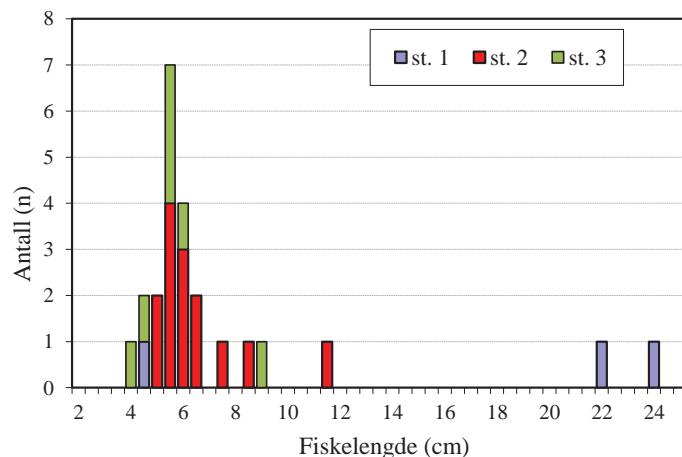
Suldalslågen ca. 4 km nedstrøms tiltaksområdet er viktig gyte og oppvekstområde for laks og sjøaure. Suldalslågen er nasjonalt laksevassdrag. I nasjonale laksevassdrag åpnes det bare for tiltak og aktivitet, dersom disse ikke fører til økt risiko for laksebestanden som skal beskyttes.

I den nasjonale oversikten over rødlistede naturtyper, er *kalkfattige innsjøer* (NiN-terminologi) vurdert som en *sårbar* (VU) naturtype i Norge (Lindgaard & Henriksen 2011). Dette tilsier middels verdi for verdifulle lokaliteter. Når innsjøen i tillegg er oppvekstområde for storaure blir samlet verdi for verdifulle lokaliteter stor. Temaet verdifulle ferskvannslokaliteter vurderes samlet til stor verdi.

### Fisk

Forekommende fiskearter i Suldalsvatnet er røye, stasjonær aure, stingsild, ål og laks. I 2013 ble det også påvist ørekyte (Sægrov 2014). I Suldalsvatnet finnes en av de to storaurebestandene som er oppført for Rogaland i en nasjonal oversikt fra 1996 (Garnås mfl. 1996). Storauren gyter i Roaldkvamsåna, og sannsynligvis i Brattlandsåna og Kvilldalsåna. I de to sistnevnte elvene gyter det også laks, i alle fall enkelte år (Sægrov 2014). Det er ikke fanget lakseunger ved garnfiske i innsjøen, og det er lite som tyder på at Suldalsvatnet blir brukt som oppvekstområde for lakseunger.

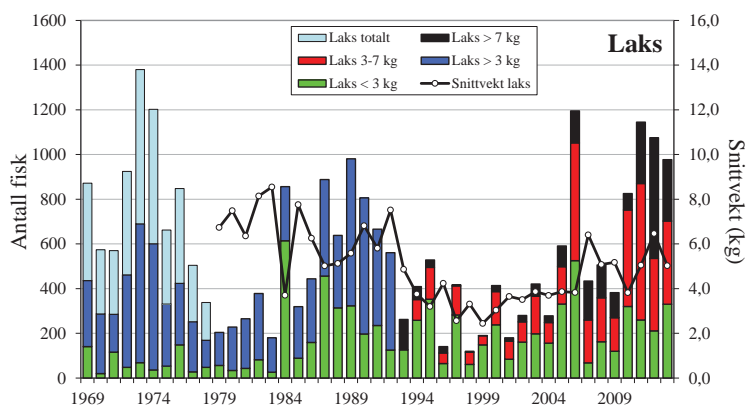
Det ble elektrofisket på fire områder i strandsonen i tiltaksområdet (figur 1). Det ble fanget fra 3 til 15 aure på hver stasjon. Det var årsyngel som var den dominerende aldersgruppen i det innsamlete materialet. Det er sannsynlig at aure som resultat av gytingen under Helganesbroen vokser opp i strandsonen i tiltaksområdet. Både på stasjon 2 og 4 ble det fanget en stingsild. Det ble ikke påvist laks, røye, ål eller ørekyte på noen av de avfiskede stasjonene (**figur 9**).



**Figur 9.** Lengdefordeling for aure fanget på tre stasjoner langs Suldalsvatnet den 6. november 2014.

Suldalslågen, som renner fra Suldalsosen og 21 km til utløpet ved Sand, har laks- og sjøaurebestander. Vassdraget har vært noe påvirket av forsuring og kalkes fra Suldalsosen og ned. Det er bra ungfisktettheter nedover hele vassdraget, men tettheten av aureunger har gått noe ned de siste årene, noe som trolig skyldes redusert gytebestand (Saksgård og Larsen 2013). Fangstene av laks har etter en lang periode med lave verdier tatt seg opp de siste årene (**figur 10**). Andelen oppdrettslaks har enkelte år vært svært høy, og hadde en topp i 2008 med 51 %, men siden har andelen blitt redusert og har vært i overkant av 10 % i perioden 2011-2013. Det drives et ustrakt kultiveringsarbeid i vassdraget og andelen laks som stammer fra fiskeutsetting og som blir fanget i fiskesesongen har vært 37 % i gjennomsnitt de siste 15 årene (Urdal & Sægrov 2013, Urdal 2014). Temaet fisk vurderes til stor verdi.

**Figur 10.** Offisiell fangststatistikk for laks i Suldalslågen i perioden 1969-2013. Fangsten inkluderer både avlivet og gjenutsatt fisk. (<http://www.lakseregisteret.no/>).



- Temaet akvatisk miljø har stor verdi

## OPPSUMMERING AV VERDIER

I **tabell 4** er verdisetningen for de vurderte fagtemaene oppsummert.

**Tabell 4.** Samlet vurdering av verdier i influensområdet til planlagt utfylling ved Bjerkenes langs Suldalsvatnet.

Tema	Grunnlag for vurdering	Verdi		
		Liten	Middels	Stor
Rødlistearter	Ål (CR) og fiskemåke (NT).	-----	-----	▲
Terrestrisk miljø	Ingen naturtyper er registrert i influensområdet. Vegetasjon består av blåbærskog, rikekyst-hasselkratt, blokkebærfuruskog og granplantefelt. Vanlige arter for vegetasjonstypene og fattig epifyttflora.	-----	-----	▲
Akvatisk miljø	I Suldalsvatnet er det storaure. Laks og sjøaure vandrer gjennom på gytevandring. Kalkfattig innsjø er en rødlistet naturtype med status sårbar (VU). Det er laks og sjøaure i Suldalslågen, som er nasjonalt laksevassdrag.	-----	-----	▲

# VIRKNINGER OG KONSEKVENSER AV TILTAKET

## FORHOLDET TIL NATURMANGFOLDLOVEN

Denne utredningen tar utgangspunkt i forvaltningsmålet nedfestet i naturmangfoldloven, som er at artene skal forekomme i livskraftige bestander i sine naturlige utbredelsesområder, at mangfoldet av naturtyper skal ivaretas, og at økosystemene sine funksjoner, struktur og produktivitet blir ivaretatt så langt det er rimelig (§§ 4-5).

Kunnskapsgrunnlaget blir vurdert som «middels til godt» for temaene som er omhandlet i denne konsekvens-utredningen (§ 8). «Kunnskapsgrunnlaget» er både kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger inkludert. Naturmangfoldloven gir imidlertid rom for at kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet. For de aller fleste forhold vil kunnskap om biologisk mangfold og mangfoldets verdi være bedre enn kunnskap om effekten av tiltakets påvirkning. Siden konsekvensen av et tiltak er en funksjon både av verdier og virkninger, vises det til en egen diskusjon av dette i kapittelet om «usikkerhet» senere i rapporten.

Denne utredningen har vurdert det nye tiltaket i forhold til belastningene på økosystemene og naturmiljøet i tiltaks- og influensområdet (§ 10). Det er foreslått konkrete og generelle avbøtende tiltak, som tiltakshaver kan gjennomføre for å hindre eller avgrense skade på naturmangfoldet (§ 11). Ved bygging og drifting av tiltaket skal skader på naturmangfoldet så langt mulig unngås eller avgrenses (§ 12).

## GENERELT OM VIRKNINGER AV UTFYLLING

En utfylling ved Bjerkenes vil medføre permanente arealbeslag. Nedenfor er det listet opp noen generelle effekter av utfyllinger for biologisk mangfold. Virknings- og konsekvensvurderingene for tiltaket er begrunnet ut fra disse generelle vurderingene, og det er skilt mellom anleggs- og driftsfase.

### VIRKNINGER I ANLEGGSFASEN:

- Støy og forstyrrelser
- Tilførsel av steinstøv til omgivelsene

Et hvert tiltak med utbygging og fylling av steinmasser vil føre til økning av trafikk og støy i tiltaks- og nærområdet. Direkte virkninger av anleggstrafikk vil avhenge av hvor og hvordan anleggsmaskiner kjører til og fra i tiltaksområdet, for eksempel om midlertidige veiforbindelser blir etablert. Støy fra maskiner og stein vil kunne påvirke fugl og pattedyr. De fleste arter har imidlertid relativt høy toleranse for midlertidig økning av støynivået, spesielt utenom hekke- og yngleperioden.

Deponering av steinmasser vil medføre avrenning av steinstøv. Dette kan ha fysiske effekter på plante- og dyreliv.

### VIRKNINGER I DRIFTSFASEN:

- Arealbeslag/tap av leveområde
- Forurensing til omgivelser i forbindelse med framtidig virksomhet
- Avrenning fra utfyllingsområdene

Det vil være en gradvis avtakende avrenning av steinpartikler fra utfyllingsområdene. Hvor lang tid en slik avrenning vil pågå, vil avhenge av tykkelsen på deponiet og nedbørmengde.

## VIRKNINGER OG KONSEKVENNS AV 0-ALTERNATIVET

Som «kontroll» for denne konsekvensvurderingen er det presentert en sannsynlig utvikling for influensområdet. Det må imidlertid påpekes at deler av influensområdet allerede er påvirket av tekniske inngrep, og at 0-alternativet her defineres som influensområdets tilstand på tidspunkt for utarbeidelse av konsekvensvurderingen.

Klimaendringer, med en økende «global oppvarming», er gjenstand for diskusjon i mange sammenhenger. En oppsummering av effektene klimaendringene har på økosystemer og biologisk mangfold er gitt av Framstad mfl. (2006). Hvordan klimaendringene vil påvirke for eksempel årsnedbør og temperatur, er gitt på nettsiden [www.senorge.no](http://www.senorge.no), og baserer seg på ulike klimamodeller. Disse viser høyere temperatur og noe mer nedbør i influensområdet. Et «villere og våtere» klima kan resultere i større og hyppigere flommer gjennom sommer og høst. Samtidig kan vekstsasjonen bli noe lenger.

Det er vanskelig å forutsi hvordan eventuelle klimaendringer vil påvirke forholdene for de elvenære organismene. Lenger sommersasjon og høyere temperaturer kan gi økt produksjon av ferskvannsorganismer, og vekstsasjonen for aure er forventet å bli noe lenger. Generasjonstiden for en del ferskvannsorganismer kan bli betydelig redusert. Dette kan i neste omgang få konsekvenser for fugl og pattedyr som er knyttet til vann og vassdrag. Redusert islegging av elver og bekker, og kortere vinter, vil også påvirke hvordan dyr på land kan utnytte vassdragene

Videre har reduserte utslipp av svovel i Europa medført at konsentrasjonene av sulfat i nedbør i Norge har avtatt med 63-87 % fra 1980 til 2008. Nitrogenutslippene går også ned. Følgen av dette er bedret vannkvalitet med mindre surhet (økt pH), bedret syrenøytraliserende kapasitet (ANC), og nedgang i uorganisk (giftig) aluminium. Videre er det observert en bedring i det akvatiske miljøet med gjenhenting av bunndyr- og krepsdyrsamfunn og bedret rekruttering hos fisk. Faunaen i rennende vann viser en klar positiv utvikling, mens endringene i innsjøfaunaen er mindre (Schartau mfl. 2009). Denne utviklingen ventes å fortsette de nærmeste årene, men i avtakende tempo.

0-alternativet vurderes samlet å ha **ubetydelig konsekvens (0)** for det biologiske mangfoldet knyttet til influensområdet.

## VIRKNINGER OG KONSEKVENNS AV TILTAKET

### RØDLISTEARTER

Det er først og fremst framtidige arealbeslag på land og i sjø som vil ha virkning for rødlistearter, da det allerede er en del støy og trafikk i influensområdet. Fiskemåke (NT) er primært knyttet til bebyggelse/kulturlandskap i sitt levesett ved Suldalsvatnet, noe som gjør dem litt mindre utsatte for utbygging og ytterligere arealbeslag enn mange andre fuglearter. Arten er dessuten vanlig og utbredt i regionen, og i Norge.

Det finnes ål i vassdraget, og i forbindelse med utfyllingen vil nærområdet bli mindre attraktivt for ål. Etter utfyllingen er ferdig vil steinfyllingen være like godt egent som oppvekstområde for ål som strandsonen som er der i dag.

- *Stor verdi og liten negativ virkning gir liten negativ konsekvens i anleggsfasen (-), ingen virkning gir ubetydelig konsekvens i driftsfasen (0).*

### TERRESTRISK MILJØ

#### Verdifulle naturtyper

Det er ingen verdifulle naturtyper som blir påvirket av tiltaket.

#### Karplanter, moser og lav

For karplanter, moser og lav vil den største virkningen være permanente arealbeslag. Eventuelle



anleggsområder og lignende vil endre også de naturlige habitatene dramatisk, men på sikt kan enkelte deler av anleggsområdet revegeteres. Hogst vil også være negativt for den naturlige vegetasjonen i tiltaksområdet. Virkningen for karplanter, moser og lav vurderes å være stor til middels negativ i driftsfasen.

Tiltaket vurderes å gi middels negativ virkning på terrestrisk miljø i anleggsfasen og stor til middels negativ virkning i driftsfasen. Selv om virkningen i driftsfasen er vurdert som stor til middels negativ, blir konsekvensen likevel liten negativ, fordi terrestrisk miljø har liten verdi.

- *Liten verdi og middels negativ virkning gir liten negativ konsekvens i anleggsfasen (-) for terrestrisk miljø.*
- *Liten verdi og stor til middels negativ virkning gir liten negativ konsekvens i driftsfasen (-) for terrestrisk miljø.*

## **AKVATISK MILJØ**

Planene omfatter utfylling av ca. 42.000 m<sup>3</sup> sprengstein fra tunnel. Dominerende bergart i fyllmassene vil være granitt.

Det vil i anleggsperioden, med gradvis fylling av masser, bli vasket ut steinpartikler, støv og sprengsteinrester til vassdraget i forbindelse med nedbør og snøsmelting. De mest finpartikulære fragmentene vil kunne bli spredt med strømmen i Suldalsvatnet ned mot Suldalsosen og videre nedover Suldalslågen. Partikler fra sprengstein er nydannede og dermed uslipte, kantete og flisete. Dette kan ha betydelige fysiske effekter på plante- og dyreliv. Skarpe partikler trenger gjennom epitel og slimlag hos fisk, filtrerende bunndyr og plankton. Hos fisk forårsaker dette slimutsondring og kan i ekstreme tilfeller føre til dødelige skader på gjellene.

I avrenningen fra sprengsteindeponier vil det ofte også være oljerester fra boresøl og sprengstoffrester, som kan ha direkte eller langsiktige skadevirkninger på det akvatiske miljøet.

I følge Hessen mfl. (1989) foreslo Den Europeiske innlandsfiskekommisjonen (EIFAC) følgende grenseverdier for effekter på ferskvannsfisk ved eksponering for suspenderte partikler: Mindre enn 25 mg/l gir ingen skadelig effekt, 25-80 mg/l gir noe redusert avkastning, mens det måtte være over 400 mg/l for at det skulle ha stor betydning for avkastningen. Disse verdiene henspiller seg imidlertid på naturlige partikler, og det er sannsynlig at tålegrensene for finpartikler fra sprengstein er lavere. Sprengstein fra tunnelen som skal brukes i fyllingen består av granitt, dette gir runde partikler som feller lett sammenliknet med partikler fra andre bergarter. De bergartene som er mest skadelige for fisk er skifrige bergarter som grønnstein, grønnskifer, leirskifer og kleberstein, som gir nåleformede partikler.

Det er normalt at ca. 1 % av total tunnelmasse består av støv fra boring. En god del av dette vil bli liggende igjen i tunnelene, men i tillegg vil det komme småpartikler fra selve sprengningen. Om en antar at 1 % av massene utgjøres av småpartikler vil dette samlet utgjøre 1000 tonn. Om alle finpartiklene fordeles i vannet som strømmer forbi i en 60 dagers periode om vinteren (12 m<sup>3</sup>/s) vil dette gi en tetthet på 15 mg/l. Størstedelen av partiklene vil sedimentere i nærområdet til deponiet og om ca. 25 % av partiklene blir spredt nedover med vannstrømmen mot Suldalsosen vil det være en partikkeltetthet på 4 mg/l som ikke er ventet å ha skadelig virkning på fisk. Siden mesteparten av massene skal deponeres på land vil utvasking av massene ta betydelig lenger tid og partikkelkonsentrasjonene vil bli lavere. Konsentrasjonen vil være langt høyere helt lokalt, og må antas å kunne være skadelig for fisk som oppholder seg akkurat der. Det er imidlertid forventet at fisk vil unngå de mest forurensede områdene og trekke ut i mindre påvirkete vannmasser.

Større partikler vil sedimentere, og de største partiklene vil sedimentere først og ved høyest vannhastighet, mens mindre partikler vil sedimentere seinere, og dermed bli transportert lenger og sedimentere ved lavere vannhastigheter. For eksempel tar det 80 timer for en liten siltpartikkel på 0,002 mm å synke 1 m i stillestående vann.

I perioder med minstevannføring på 50 m<sup>3</sup>/s i Suldalslågen vil det, dersom vannstrømmen er fordelt på de 5 øverste meterne og en antar en gjennomsnittsbredde på 200 i nedre del av Suldalsvatnet, ta ca. ett døgn før vann som passerer Helgeneset har nådd Suldalsosen. Dette betyr at det vil være en svært høy andel av partiklene som vaskes ut fra deponiet som vil sedimentere. Bare de minste partiklene og de minst farlige vil være igjen i vannmassene. I perioder med minstevannføring på 12 m<sup>3</sup>/s vil det gå 4 døgn før vannet når Suldalsosen og en enda større andel av massene vil være sedimentert.

Små partikler kan sedimentere på gyteområder for fisk ved avtakende og lav vannføring, og resuspendere ved høyere vannføring (Sægrov & Kålås 1994). Dette kan blant annet føre til tilslamming av gyte- og oppvekstområder for fisk. Det er forventet at eventuelle partikler fra utfyllingen ved Bjerkenes i stor grad vil sedimentere i nærområdet og ikke påvirke overlevelsen i gytegroppene i Suldalslågen.

Deponering av ca. 42.000 m<sup>3</sup> inneholder erfaringsmessig mellom 0,3 og 1 tonn nitrogen. Omtrent halvparten av dette foreligger sannsynligvis som ammoniumforbindelser (0,2-0,5 tonn). Om en antar at utfyllingsperioden går over 60 dager om vinteren og alle nitrogenforbindelsene vaskes ut i denne perioden vil det bli en gjennomsnittlig konsentrasjon av ammonium på maksimalt 0,01 mg/l. I oppdrettsnæringen har Mattilsynet satt grensen for på hvor høy ammoniumkonsentrasjon kan være til 2 mg NH<sub>4</sub>/l. Konsentrasjonen av ammonium vil derfor bli betydelig under denne grensen. Lav temperatur og lav pH i vannet vil også føre til at andelen NH<sub>3</sub> (ammoniakk) som er den giftige delen i ammoniumlikevekten blir lav. Både temperatur og pH tilsier at andelen vil være lav ved utfylling i Suldalsvatnet (NFF 2009)

Ett unntak vil være helt lokalt rundt utfyllingsstedet, der konsentrasjonene av ammonium vil være høyere, men det vil da være vannmasser i området rundt som fisk kan oppsøke for å unngå vannkvaliteter som er skadelige.

Leirpartikler er små og holder seg løst i vannmassene. Utfyllingen kan føre til noe redusert sikt i vannet, og dette kan midlertidig gå utover produksjonen i vannmassene.

- *Stor verdi og liten negativ virkning gir liten negativ konsekvens (-) for akvatisk miljø i nedre del av Suldalsvatnet. I Suldalslågen er tiltaket ikke ventet å gi nevneverdig virkning i anleggsfasen. I driftsfasen er konsekvensen forventet å bli ubetydelig.*

## SAMLET VURDERING

En oversikt over verdi, virkning og konsekvens for de ulike fagtemaene er presentert i **tabell 5**. Virkningene for biologisk mangfold vurderes for enkelte deltema som små negative i anleggsfasen. I driftsfasen er det også liten negativ konsekvens for terrestrisk miljø, mens det er ubetydelig konsekvens for de andre temaene.

**Tabell 5.** Oppsummering av verdi, virkning og konsekvens av en utfylling ved Bjerkenes.

Tema	Verdi			Virkning					Konsekvens	
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	Stor pos.		
Rødlistearter	----- -----			----- ----- ----- -----	▲					Liten negativ (-)
	----- ----- ▲			----- ----- ----- -----	▲					Ubetydelig (0)
Terrestrisk miljø	----- -----			----- ----- ----- -----	▲					Liten negativ (-)
	----- ----- ▲			----- ----- ----- -----	▲					Liten negativ (-)
Akvatisk miljø	----- -----			----- ----- ----- -----	▲					Liten neg. (-) Suldalsv.
	----- ----- ▲			----- ----- ----- -----	▲					Ubetyd. (0), Suldalslåg..
				----- ----- ----- -----	▲					Ubetydelig (0)

## AVBØTENDE TILTAK

### RØDLISTEARTER OG TERRESTRISK MILJØ

Det er knyttet en god del støy og trafikk til det aktuelle influensområdet fra før. Dette blir i liten grad endret i anleggsperioden for den planlagte utvidelsen. Det vurderes derfor å ikke være nødvendig med avbøtende tiltak i anleggsperioden.

I driftsperioden er det lite som kan avbøte for direkte arealbeslag. Omfattende sprengningsarbeid bør, så langt det er praktisk mulig, begrenses i yngleperioden for fugl og pattedyr, dvs. i perioden mars/april-juli.

### AKVATISK MILJØ

Anleggsarbeid i og ved vassdrag krever vanligvis at det ikke slippes steinstøv til vassdragene i perioder da naturen er ekstra sårbar for slikt. Siden massene skal fylles delvis direkte i innsjøen er det ikke mulig med noe sedimenteringsanlegg før avrenning til innsjøen. Men et alternativ er å bygge en molo (sjeté) ytterst i starten av utfyllingsperioden, denne kan dekket med duk på innsiden slik at avrenning fra seinere masser blir holdt tilbake inne i fyllingen. I forbindelse med etableringen av en ytre molo anbefales det å etablere siltgardin rundt utfyllingsområdet. Det bør også være lense i overflaten som fanger opp eventuell plast som flyter opp fra fyllmassene. Det vil være gunstig å ha siltgarden stående gjennom hele anleggsfasen. Når arbeidet avsluttes vil det være relativt store mengder lette partikler på bunnen innenfor siltgarden. Etter utfyllingen er avsluttet anbefales det derfor å senke siltgarden forsiktig over finmassene mellom siltgarden og fyllingen. Deretter bør siltgarden dekket helt eller delvis med stein og/eller sandmasser.

Det vil være gunstig å utføre arbeidet i perioden da vannstrømmen i området er lavest mulig, og anbefalt periode vil være fra 15. desember til 15. april. Dette vil også være en periode med liten produksjon i vannmassene.

## USIKKERHET

I følge naturmangfoldloven skal graden av usikkerhet diskuteres. Dette inkluderer også vurdering av kunnskapsgrunnlaget etter lovens §§ 8 og 9, som slår fast at når det treffes en beslutning uten at det foreligger tilstrekkelig kunnskap om hvilke virkninger den kan ha for naturmiljøet, skal det tas sikte på å unngå mulig vesentlig skade på naturmangfoldet. Særlig viktig blir dette dersom det foreligger en risiko for alvorlig eller irreversibel skade på naturmangfoldet (§ 9).

## FELTARBEID OG VERDIVURDERING

Tiltaksområdet var lett tilgjengelig, og det var gode værforhold under befaringen. Det var i stor grad mulig å få oversikt over det biologiske mangfoldet i tiltaksområdet, selv om feltarbeidet ble utført etter vekstsesongen, mange av plantene var avblomstret og råtnet og de fleste trærne hadde felt bladene, noe som gjorde artsfastsettelse noe usikker for enkelte arter. I tillegg er det et potensiale for ytterligere funn av såkalte ”glattbarksarter” på hassel. Forholdene for de akvatiske undersøkelsene var gode. Datagrunnlaget for verdivurderingen vurderes samlet å være middels til godt. Det er derfor relativt liten usikkerhet knyttet til verdivurderingen.

## KONSEKVENSVURDERING

I denne, og i de fleste tilsvarende konsekvensutredninger, vil kunnskap om biologisk mangfold og mangfoldets verdi ofte være bedre enn kunnskap om effekten av tiltakets påvirkning for en rekke forhold. Siden konsekvensen av et tiltak er en funksjon både av verdier og virkninger, vil usikkerhet i enten verdigrunnlag eller i årsakssammenhenger for virkning, slå ulikt ut. Konsekvensviften vist til i metodekapittelet, medfører at det for biologiske forhold med liten verdi kan tolereres mye større usikkerhet i grad av påvirkning, fordi dette i svært liten grad gir seg utslag i variasjon i konsekvens. For biologiske forhold med stor verdi er det en mer direkte sammenheng mellom omfang av påvirkning og grad av konsekvens. Stor usikkerhet i virkning vil da gi tilsvarende usikkerhet i konsekvens. For å redusere usikkerhet i tilfeller med et moderat kunnskapsgrunnlag om virkninger av et tiltak, har vi generelt valgt å vurdere virkning «strengt». Dette vil sikre en forvaltning som skal unngå vesentlig skade på naturmangfoldet etter «føre-var-prinsippet», og er særlig viktig der det er snakk om biologisk mangfold med stor verdi. Det er knyttet noe usikkerhet til konsekvensene av 0-alternativet, spesielt betydningen av klimautviklingen er heftet med usikkerhet. I hvilken grad partiklene sedimenterer, er avhengig av størrelsesfordeling og kvaliteten på berggrunnen der massene blir tatt ut, disse vurderingen er derfor relativt usikre.

## OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Vurderingene i denne rapporten bygger for det meste på befaringen av tiltaksområdet den 6. november 2014. Datagrunnlaget vurderes som middels til godt, og det vil ikke være behov for oppfølgende undersøkelser ved en eventuell utfylling ved Bjerkenes.

Det bør imidlertid utarbeides et overvåkingsprogram for å sikre at det ikke blir spredning av skadelige mengder med finpartikler, spesielt ned mot Suldalslågen.

## REFERANSER

- Brandrud, T.E. 2002. Soppundersøkelser og biomangfoldregistreringer i Suldal 1999-2001. – Suldal kommune, rapp (upublisert).
- Brodtkorb, E. & Selboe, O.K. 2007. Dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW). Veileder nr. 3/2007. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo & Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Direktoratet for naturforvaltning 2000. Kartlegging av ferskvannlokaliteter. DN-håndbok 15. www.dirnat.no
- Direktoratet for naturforvaltning 2007. Kartlegging av naturtyper. Verdisetting av biologisk mangfold. DN-håndbok 13, 2. utg. 2006, rev. 2007.
- Framstad, E., Hanssen-Bauer, I., Hofgaard, A., Kvamme, M., Ottesen, P., Toresen, R. Wright, R. Ådlandsvik, B., Løbersli, E. & Dalen, L. 2006. Effekter av klimaendringer på økosystem og biologisk mangfold. DN-utredning 2006-2, 62 s.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte 12: 1-279.
- Fremstad, E. & Moen, A. (red.) 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. bot. Ser. 2001-4: 1-231.
- Gaarder, G. & Haugan, R. 1998. Nøkkelbiotyper i Suldal kommune. –Siste Sjanse, NOA-rapp. 1998-1:1-66.
- Garnås, E., O. Hegge, B. Kristensen, T. Næsje, T. Qvenild, J. Skurdal, B. Veie-Rosvoll, B. Dervo, Ø. Fjeldseth, & T. Taugbøl. 1996. Forslag til forvaltningsplan for storørret. - Utredning for DN 1997-2.
- Hessen, D., V. Bjercknes, T. Bækken & K.J. Aanes. 1989. Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr. NIVA – rapport 2226, 36 s.
- Ihlen, P. G., Blom, H. H. & G. H. Johnsen 2009. Bekkekløftprosjektet – naturfaglige registreringer i Rogaland 2008: Suldal kommune. Rådgivende Biologer AS, rapport 1237, ISBN 978-82-7658-696-1, 82 sider.
- Jordal, J. B & Johnsen, J. I. 2007. Supplerande kartlegging av naturtyper i Rogaland i 2006. Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernadv., 1-156.
- Jordal, J. B & Johnsen, J. I. 2009. Supplerande kartlegging av naturtyper i Rogaland i 2008. Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernadv., 1-188.
- Korbøl, A., D. Kjellevold & O.-K. Selboe 2009. Kartlegging og dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW) – revidert utgave. Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Oslo & Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. & Skjeldseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Magnell, J.-P., K. Sandsbråten & Å.S. Kvambekk. 2004. Hydrologiske Forhold I Suldalsvassdraget. Sluttrapport prøvereglement. Suldalslågen – Sluttrapport nr. 38, 109 sider.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss.
- NFF 2009. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg, Teknisk rapport nr 9
- Norderhaug, A., Jordal, J.B., Lundberg, A. & Stabbetorp, O. 2007. Supplerende kartlegging av biologisk mangfold i jordbrukets kulturlandskap, inn- og utmark i Rogaland, med vurdering av kunnskapstatus. Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold. Direktoratet for naturforvaltning Utredning 2007-4.
- Saksgård, R & B. M. Larsen 2013. Fisk i Suldalslågen, s 276-278 i Kalking i laksevassdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2012. Miljødirektoratet rapport M18-2012

Schartau, A.K., A.M. Smelhus Sjøeng, A. Fjellheim, B. Walseng, B.L. Skjelkvåle, G.A. Halvorsen, G.Halvorsen, L.B. Skancke, R. Saksgård, S. Solberg, T. Høgåsen, T. Hesthagen & W. Aas 2009. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2008. NIVA-rapport 5846, 163 s.

Statens vegvesen 2006. Konsekvensanalyser – veiledning. Håndbok 140, 3. utg. Nettutgave.

Sægrov, H. & Kålås, S. 1994. Massetransport og silting i Flåmselva i 1992-1993. Effekter på rogn, yngel, ungfisk og botndyr. Zoologisk institutt, Avdeling for Økologi, Universitetet i Bergen, rapport, 23 s.

Sægrov, H. 2014. Fiskeundersøkingar i Suldalsvatnet i 2013. Rådgivende Biologer AS, rapport 1902, 32 sider. ISBN 978-82-8308-082-7

Urdal, K & H. Sægrov 2013. Analysar av skjelprøvar frå elvar på Vestlandet 1999-2012. Rådgivende Biologer AS, rapport 1797, 28 sider, ISBN 978-82-8308-016-2.

Urdal, K. 2014. Analysar av skjelprøvar frå Rogaland i 2013. Rådgivende Biologer AS, rapport 1894, 33 sider, ISBN 978-82-8308-077-3

### **Databaser og nettbaserte karttjenester**

Arealisdata på nett. Geologi, løsmasser, bonitet: [www.ngu.no/kart/arealisNGU/](http://www.ngu.no/kart/arealisNGU/)

Artsdatabanken. Artskart. Artsdatabanken og GBIF-Norge. [www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)

Vann-nett. <http://vann-nett.no/portal/default.aspx>

Miljødirektoratet. Naturbase: <http://geocortex.dirnat.no/silverlightviewer/?Viewer=Naturbase>

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). <http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm>