

Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvik-området.

Resultater fra biologiske og vannkjemiske undersøkelser i 2016.



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvik-området. Resultater fra biologiske og vannkjemiske undersøkelser i 2016.	Løpenummer 7120-2017	Dato 27.02.2017
Forfatter(e) Moe, Therese Fosholt Persson, Jonas Hobæk, Anders Rannekleiv, Sissel B.	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold	Utgitt av NIVA

Oppdragsgiver(e) Golder Associates AS	Oppdragsreferanse Rolf E. Andersen
	Heftenr.:

Sammendrag

I henhold til tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og -deponiene i Larvik er bedriftene pålagt å utvikle og følge fastsatte overvåkingsprogram. Formålet med dette prosjektet har vært å kartlegge effektene av utslipp fra steinindustrien i 2016 på bunndyr og zooplankton i resipientene rundt Lundhs AS' brudd (Klåstad, Krukåsen og Tvedalen vest og deponi (Brattås) samt Saga Pearl AS' brudd (Saga Pearl) i henhold til de respektive overvåkingsprogrammene. Dette er sett i sammenheng med vannkjemiske målinger, og de påvirkede lokalitetene er sammenliknet med utvalgte referanselokaliteter. Resultatene er sammenliknet med tidligere undersøkelser der dette er mulig, og bruken av filtrerende organismer for å se på effekter av partikkelforurensning på biota er diskutert.

Fire emneord	Four keywords
1. Steinbrudd 2. Tiltaksrettet overvåking 3. Bunndyr 4. Zooplankton	1. Quarries 2. Operational monitoring 3. Macroinvertebrates 4. Zooplankton



Therese Fosholt Moe

Prosjektleder



Markus Lindholm

Forskningsleder

Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvik-området

Resultater fra biologiske og vannkjemiske
undersøkelser i 2016

Forord

I henhold til vilkår i tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og -deponiene er bedriftene pålagt å utvikle og følge fastsatte overvåkingsprogram. Hensikten er å kunne følge med på eventuelle effekter av deres utslipp til resipientene i avrenningsområdet. På denne bakgrunn gjennomførte NIVA i 2016 undersøkelser av vannmiljøet i de aktuelle områdene, med hensyn til mulige effekter på bunndyr i bekker og zooplankton i innsjøer/tjern. Denne rapporten gjør rede for undersøkelsene og resultatene.

Bunndyr er samlet inn av Jens Thaulow og analysert av Torleif Bækken og Jonas Persson. Datasammenstilling og rapportering av bunndyr er utført av Persson. Zooplankton er samlet inn av Therese Fosholt Moe og Anders Hobæk. Datasammenstilling og rapportering av zooplankton er utført av Hobæk. Vannprøver er samlet inn av Magne Martinsen fra Lundhs AS og analysert av ALS Laboratory Group, mens datasammenstilling og rapportering er utført av Sissel Britt Ranneklev. Kart er utformet av John-Rune Selvik. Ansvarlig for samlet rapport er Therese Fosholt Moe. Kvalitetssikring av rapport er foretatt av Markus Lindholm. Jens Vedal har sørget for intern lagring i NIVAs databaser samt innsending av data til Vannmiljø.

Oppdragsgiver er Golder Associates AS, og deres representant har vært Rolf E. Andersen. Feltassistenter har vært Magne Martinsen og Frank Vidar Utklev fra Lundhs AS. Alle takkes for godt samarbeid!

Oslo, 27. februar 2017



Therese Fosholt Moe

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Formål	10
2 Materialer og metoder	11
2.1 Lokalitetsbeskrivelse	11
2.2 Prøvetaking og analyser av bunndyr	20
2.3 Prøvetaking og analyse av zooplankton	21
2.4 Prøvetaking og analyse av fysisk-kjemiske parametere i vann	22
3 Resultater	24
3.1 Klåstad og Brattås	24
3.1.1 Bunndyr – Klåstad og Brattås	24
3.1.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Klåstad og Brattås	25
3.2 Krukåsen	26
3.2.1 Bunndyr - Krukåsen	27
3.2.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann - Krukåsen	27
3.3 Tvedalen vest	28
3.3.1 Bunndyr – Tvedalen vest	28
3.3.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Tvedalen vest	29
3.3.3 Zooplankton – Tvedalen vest	30
3.4 Saga Pearl	31
3.4.1 Bunndyr – Saga Pearl	31
3.4.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Saga Pearl	32
4 Diskusjon	34
4.1 Generelt om bruk av filtrerende bunndyr som mål på biologiske effekter av partikkelforurensning	34
4.2 Generelt om bruk av zooplankton som mål på biologiske effekter av partikkelforurensning	34
4.3 Klåstad og Brattås	35
4.3.1 Bunndyr – Klåstad og Brattås	35
4.3.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Klåstad og Brattås	36
4.3.3 Samlet vurdering – Klåstad og Brattås	37
4.4 Krukåsen	38
4.4.1 Bunndyr - Krukåsen	38
4.4.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann - Krukåsen	38
4.4.3 Samlet vurdering - Krukåsen	39
4.5 Tvedalen vest	39
4.5.1 Bunndyr – Tvedalen vest	39
4.5.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Tvedalen vest	39
4.5.3 Zooplankton – Tvedalen vest	40
4.5.4 Samlet vurdering – Tvedalen vest	41
4.6 Saga Pearl	41
4.6.1 Bunndyr – Saga Pearl	41
4.6.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Saga Pearl	42
4.6.3 Samlet vurdering – Saga Pearl	42

5 Konklusjoner	43
5.1 Klåstad og Brattås	43
5.2 Krukåsen	43
5.3 Tvedalen vest	43
5.4 Saga Pearl.....	43
5.5 Samlet konklusjon.....	43
6 Litteratur	45
7 Vedlegg	46

Sammendrag

Formålet med dette prosjektet har vært å kartlegge effektene av utslipp fra steinindustrien i 2016 på bunndyr og zooplankton i resipientene rundt Lundhs AS' brudd (Klåstad, Krukåsen og Tvedalen vest) og deponi (Brattås), samt Saga Pearl AS' brudd (Saga Pearl) i henhold til de respektive overvåkingsprogrammene. Dette er sett i sammenheng med vannkjemiske målinger, og de påvirkede lokalitetene er sammenliknet med utvalgte referanselokaliteter. Resultatene er sammenliknet med tidligere undersøkelser der dette er mulig.

Generelt ser vi en større andel filtrerende organismer av både bunndyr (i bekkene) og zooplankton (i innsjøene) på referanselokalitetene sammenliknet med påvirkede lokaliteter. Vannprøvetaking har i henhold til overvåkingsprogrammet blitt utført fire ganger, og basert på et såpass begrenset datagrunnlag er det vanskelig å dokumentere eventuelle påvirkninger fra bruddene gjennom vannkjemiske prøvetakinger alene. Det anbefales at vannprøvetaking i fremtiden prøvetas ved ulike nedbørsepisoder for bedre å dekke de ulike avrenningsforholdene fra bruddområdene.

Det er også tydelig at flere faktorer utover partikkelforurensning fra bruddene påvirker områdene rundt steinbruddene, for også flere av referansestasjonene har reduserte bunndyrsamfunn. Det er høy næringsbelastning (i form av fosfor og nitrogen) i de fleste områder, og bunndyrsamfunnene viser tegn på organisk belastning (trolig fra spillevann). Kilder til fosfor ser ut til å være jordbruk og avrenning fra bruddene, men biotilgjengeligheten av fosfor fra steinindustrien er i henhold til tidligere undersøkelser lav. Kilder til nitrogen er trolig jordbruk, og eventuelt spillvannsavløp, og det er ingen tydelig kopling til bruddvirksomheten her.

Klåstad steinbrudd og Brattås deponi

Det er naturlig stor variasjon i biologien i såpass små bekker som vi finner i området rundt Klåstad og Brattås, men det var tydelig at menneskeskapte påvirkninger har en negativ effekt på biologien her. Avrenningen fra Klåstad renner ut i Klåstadbekken (sterkt modifisert vannforekomst) i sør og Haslebekken i nord, og begge bekkene grøftes jevnlig. Vannkjemien viste tydelig at bekkene var belastet med næringssalter, og dette kommer hovedsakelig fra landbruksdriften i området. Partikkelforurensning fra bruddene ser ut til å senke andelen filtrerende bunndyr, men ikke nødvendigvis artsdiversiteten. For å få en mer naturlig bunndyrfauna i området må det gjøres tiltak for å begrense både partikkeltilførsler og næringstilførsler fra henholdsvis bruddvirksomhet og landbruk (og eventuelt avløpsnett).

Krukåsen steinbrudd

Bunndyrene ser ut til å være lite påvirket av avrenning fra Krukåsen, og det er hovedsakelig landbruk som påvirker i dette området. Det ser ikke ut til å være behov for tiltak for Krukåsen, men avrenningen av næringssalter fra landbruket må reduseres dersom bunndyrsamfunnet skal bedres.

Tvedalen vest steinindustriområde

Det var tydelige tegn på at partikkelavrenning fra steinindustrien i Tvedalen vest påvirker biologien, både i bekker og innsjøer i området. Sterkest påvirket var Askedalsbekken. I innsjøene anbefales det å vurdere fiskeundersøkelser for å kunne skille påvirkning fra beiting fra påvirkning fra partikkelforurensning. Også med tanke på næringsbelastning skilte Askedalsbekken seg ut, med svært dårlig tilstand for både nitrogen og fosfor. Ellers er det ingen tegn til fosforbelastning i området, men det er forhøyede nitrogenkonsentrasjoner på alle stasjoner, også referansestasjonene.

Saga Pearl steinbrudd

Andelen filtrerende bunndyr var lav på alle stasjoner ved Saga Pearl (det er ingen referansestasjoner her), noe som kan indikere negativ påvirkning av partikler fra bruddvirksomheten. Fra vannkjemien var det også tydelig at Saga Pearl vest hadde forhøyede næringssaltkonsentrasjoner, og det var noe høyere partikkelkonsentrasjoner her (både organiske og uorganiske). Det anbefales å se nærmere på om dette kan skyldes forhold i fangdammen/oljeavskilleren oppstrøms Saga Pearl vest.

Summary

Title: Operational monitoring of waters in connection to the larvikitt quarries in the Larvik area. Results from biological and water chemical samplings in 2016.

Year: 2016

Author: Therese Fosholt Moe, Jonas Persson, Anders Hobæk and Sissel B. Ranneklev

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6855-3

The purpose of this project has been to map the effects of surface runoff from quarrying activities on macroinvertebrates and zooplankton in recipients around the quarries/landfills Klåstad/Brattås, Krukåsen, Saga Pearl and Tvedalen west in 2016. The affected localities are compared with selected reference sites, and the results are compared to previous surveys. The use of filtering organisms to quantify the effects of particulate pollution on biota are discussed.

In general, we see a greater proportion of filtering organisms in reference sites compared to affected sites, and this applies to both macroinvertebrates (streams) and zooplankton (lakes). Following the respective monitoring programs of each quarry, water sampling has been conducted only four times, and with such a sparse data set, it is difficult to document increased particulate loading through water chemistry sampling alone. For the future, it is recommended that the water sampling is conducted at different rainfall events in order to better reflect the different runoff conditions of the quarries.

It is also apparent that several other factors beyond increased particle load affects areas around quarries, and there is a high nutrient load in most areas. Sources of phosphorus seems to be agriculture and runoff from the quarries, but the bioavailability of phosphorus from the stone industry seems to be low. Sources of nitrogen appears to be agriculture, and probably also sewage in some areas, and there is no apparent connection between nitrogen and the quarries. There are also indications that some localities may be influenced by organic pollution, but our study has not looked specifically at this.

Klåstad and Brattås

We expect the biology to be highly variable due to natural causes in streams of such small size as most of those found around Klåstad/Brattås. Still, it was clear that anthropogenic influences have a negative impact on the biology in this area: High particle load from the quarries appear to lower the proportion of filtering macroinvertebrates, although not necessarily diversity. Also, many of the streams were moderate to highly eutrophic, and this is mainly due to agricultural activities in the area. To get a more natural macroinvertebrate fauna in the area, both particle load and nutrient inputs must be reduced.

Krukåsen

Macroinvertebrates seem to be little affected by runoff from Krukåsen, and it is mainly agricultural activities that affect the streams in this area. No measures seem to be needed regarding runoff from Krukåsen, but runoff of nutrients from agriculture must be reduced.

Tvedalen west

There were clear signs that particle runoff from the stone industry in Tvedalen west affected the biology, both in streams and lakes in the area. The strongest impact was in Askedalsbekken, both with regards to the percentage of filtering organisms and nutritional load. In the lakes, fish surveys are recommended, in order to distinguish the influence of predation from the influence of sediment load. Apart from Askedalsbekken, there is no signs of phosphorus loads in the area, but all stations, including reference sites, showed elevated nitrogen concentrations.

Saga Pearl

There is a low proportion of filtering macroinvertebrates at all stations downstream Saga Pearl, indicating a negative impact of particles on the biota. From the nutrient analyses, it was also apparent that the western location in Saga Pearl had elevated nutrient concentrations, and we recorded a slightly higher particle concentration in this water (both organic and inorganic). We suggest to look into whether this can be attributed to their sedimentation pond/oil filter upstream this location.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Den største påvirkningen til vannmiljøet fra steinindustrien i Larvik er utslipp av finpartikulært steinstøv, som gir høy turbiditet i avrenningsvannet (Berge m.fl. 2009). Dette kan skape problemer for vannlevende organismer og fører til nedslamming av bunnen. I henhold til tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og deponiene i Larvik er bedriftene pålagt å utvikle og følge fastsatte overvåkingsprogram. Hensikten er å kunne følge med på eventuelle effekter av utslipp til vannmiljøet. På denne bakgrunn har NIVA i 2016 undersøkt bekker og innsjøer/tjern i områdene rundt Klåstad, Brattås, Krukåsen, Tvedalen vest og Saga Pearl, for å avdekke eventuelle effekter på bunndyr og zooplankton.

Bunndyrfaunaen i rennende vann har i lang tid vært anvendt til å vurdere vannkvalitet og forurensningstilstand i vassdrag (Aanes og Bækken 1989). Bunndyr er et viktig næringsgrunnlag for fisk og fugl. I innsjøer vil samfunnet av små krepsdyr, zooplankton, i vannet også kunne tjene som indikatorer for vannkvalitet og miljøpåvirkninger. Tilførsler av uorganisk finpartikulært slam, organiske forbindelser, næringssalter og miljøgifter vil kunne endre både bunndyr- og zooplanktonsamfunnenes sammensetning. For bunndyr får man ofte lavere diversitet (mindre variasjon/reduert mangfold), med dominans av én eller noen få dyregrupper, som ofte har fått økt tetthet, og lignende endringer er observert for zooplanktonfaunaen. Ved partikkelforurensning vil man i tillegg forvente at andelen filtrerende arter vil reduseres, både for bunndyr og for zooplankton.

Det finnes pr i dag ingen biologiske kvalitetselementer i vannforskriften med indekser for å beregne effektene av partikkelforurensning. I stedet har vi vurdert artssammensetningen av bunndyr og zooplankton i vannmiljøet omkring steinbruddene, basert på ekspertvurderinger og kjennskap til ulike organismegruppers følsomhet for partikkelstress. Zooplanktonfaunaen ble også sammenlignet med tjern nær ved, for å kartlegge mulige systematiske forskjeller i artssammensetning. Tidligere undersøkelser har vist tegn på at andel filtrerende arter av bunndyr var redusert i bekkene som har vært påvirket av utslipp fra steinbruddene (Moe m.fl. 2016), og negative effekter av partikkeltilførsler har også vært observert i andre studier for både bunndyr (se for eksempel Tabell 1 i Donohue & Molinos 2009, Jones m.fl. 2012) og zooplankton (Kirk 1991; Hessen 1992). Det er derfor i 2016 sett på artssammensetning og andelen filtrerende arter av både bunndyr og zooplankton, for å se om avrenning fra steinbruddene har en negativ effekt på disse dyregruppene.

I dialog med fylkesmannen i Vestfold ble overvåkingsprogrammene for Klåstad, Brattås deponi og Krukåsen revidert sommeren 2016. For Krukåsen ble hovedstasjonen for påvirkning fra bruddet flyttet noe lenger nedstrøms, der alle bekkene fra skogsområdet vest for bruddet møtes. Dette ble gjort både for å få med eventuell påvirkning fra bruddet også på andre sidebekker, og for å få nok vann til prøvetaking av bunndyr. Ellers er stasjonsnettets det samme.

Klåstad og Brattås har fått felles overvåkingsprogram, og stasjonsnettets er noe endret, i takt med at Klåstad har gjort endringer i hovedutslippet mot både nord og sør. I nord har utslippet siden vinteren 2015/2016 gått via det nedlagte Blokksten-bruddet, som er fylt opp med vann, og slik fungerer som sedimentasjonsbasseng. Det ble samtidig installert siltgardiner i bassenget. I sør ble det i 2016 bygget et sedimentasjonsbasseng øst for Brattås deponi (**Figur 13**). Hovedutslippet mot sør var i hele 2016 som tidligere år, men fra og med 2017 vil hovedutslippet fra Klåstad mot sør gå gjennom det nye bassenget, med utslipp mot Klåstadbekken via sidebekk gjennom skogsområdet øst for Brattås.

De reviderte overvåkingsprogrammene gjelder fra 1. januar 2017, men den biologiske prøvetakingen har i 2016 likevel fulgt disse. Vannprøvetakingen er utført av de respektive bruddene, og startet før revidering av overvåkingsprogrammene, så denne har fulgt de opprinnelig overvåkingsprogrammene med tanke på både parameterutvalg og stasjonsnett.

Overvåkingsprogrammet for Saga Pearl øst for Tvedalen med Hallevatnet som resipient, er ikke blitt revidert.

Fra og med 2016 ble også Tvedalen vest inkludert i overvåkingen, men prøvetakingen har ikke vært komplett ettersom programmet kom på plass relativt sent på året. Fullt program vil kjøres fra og med 2017.

1.2 Formål

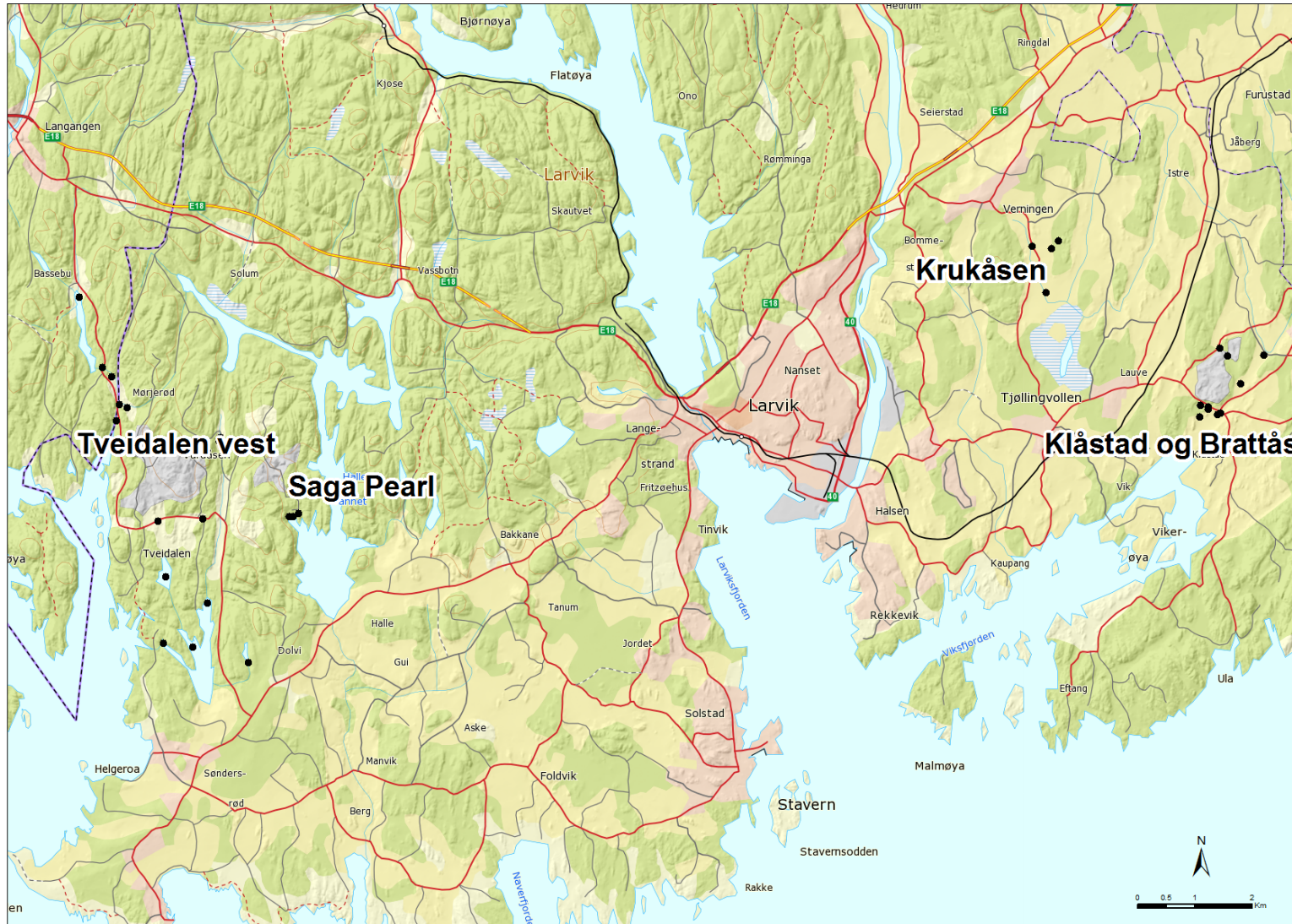
Formålet med dette prosjektet har vært å kartlegge de biologiske effektene av utslipp fra steinindustrien i 2016. Dette er gjort ved å studere artssammensetningen og andelen filtrerende organismer av bunndyr i bekkene rundt Klåstad/Brattås, Krukåsen, Saga Pearl og Tvedalen vest, samt artssammensetning og andelen filtrerende zooplankton i innsjøer og tjern rundt Tvedalen vest. For bekkene sammenstilles resultatene med data på turbiditet og farge, i henhold til de respektive bruddenes/deponienes reviderte overvåkingsprogrammer, som gjelder fra og med 2017. I innsjøene er det kun prøvetatt zooplankton, mens de vannkjemiske prøvetakingene har oppstart i 2017. De påvirkede lokalitetene i både bekker og innsjøer blir sammenliknet med utvalgte referanselokaliteter, som skal vise hvordan vannmiljøet er ved fravær av påvirkninger fra steinindustrien. Resultatene blir sammenlignet med tilsvarende undersøkelser fra 2013-2015, der det finnes data for dette (Persson & Moe 2015, Moe m.fl. 2016).

2 Materialer og metoder

2.1 Lokalitetsbeskrivelse

Det er utført biologiske og vannkjemiske undersøkelser i resipienter med avrenning fra bruddene Klåstad (inkludert Brattås deponi), Krukåsen, Tvedalen vest og Saga Pearl (**Figur 1**), inkludert referanselokaliteter der dette har vært mulig.

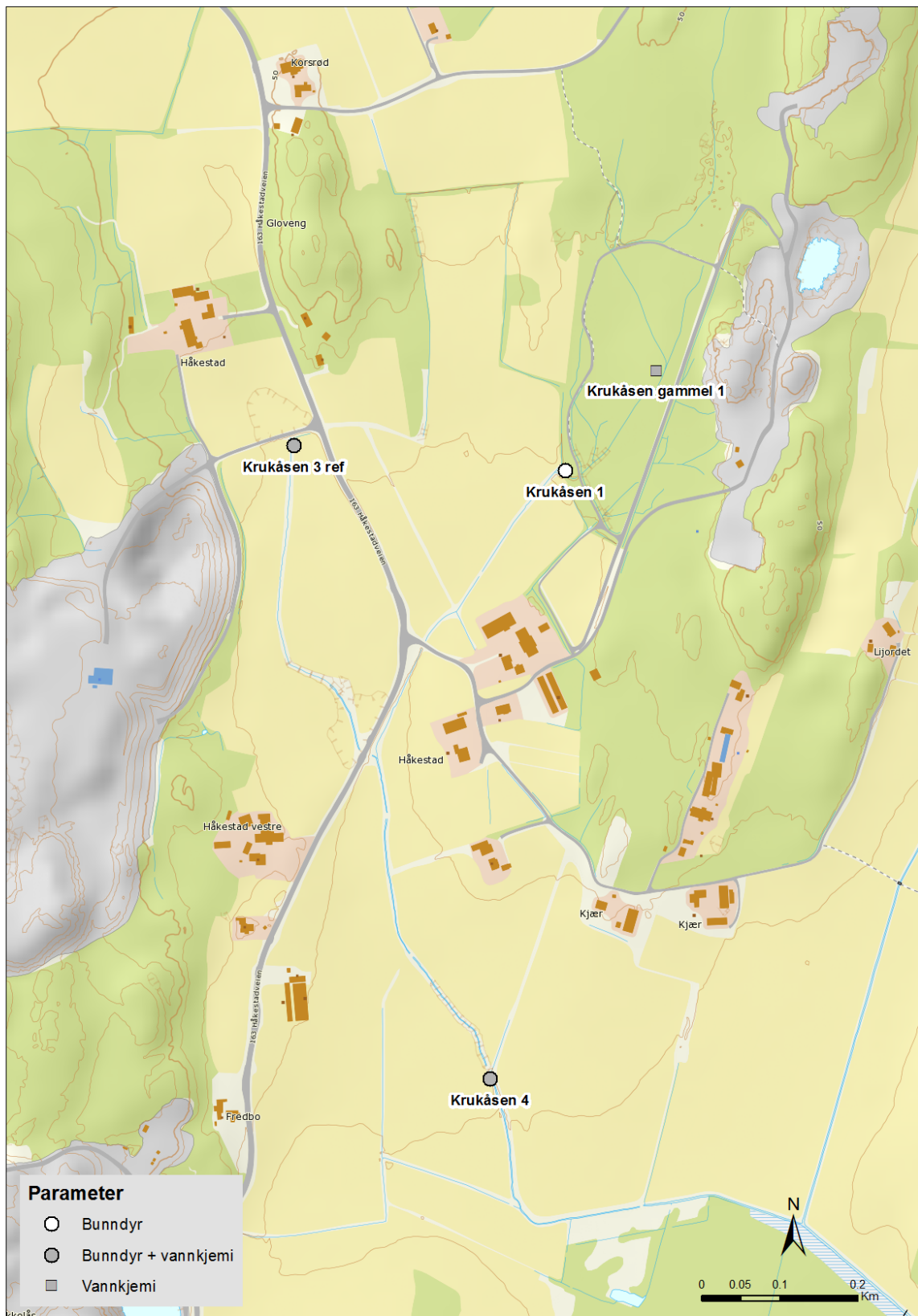
Bunndyr er undersøkt ved totalt 18 bekkelokaliteter og én innsjølokalitet, og zooplankton er undersøkt ved åtte innsjølokaliteter i 2016 (**Figur 1 - Figur 5** og **Tabell 1 - Tabell 4**), alt i henhold til de nyeste overvåkingsprogrammene for hvert brudd/deponi. Vannkjemiprøvetakingen ble satt i gang før revidering av overvåkingsprogrammer for Klåstad, Brattås og Krukåsen, så denne følger opprinnelige overvåkingsprogrammer for disse bruddene. Vannkjemiprøvetatt ved totalt 20 bekkelokaliteter og én innsjølokalitet (**Figur 1 - Figur 5** og **Tabell 1 - Tabell 4**). Fotografier og koordinater for alle lokaliteter er vist i **Vedlegg 1.1** og **1.2**.



Figur 1. Oversiktskart over brudd og deponier som ble undersøkt i 2016, inkludert referanselokaliteter. (Kilde: Kartverket)

Tabell 1. Påvirkninger på de ulike stasjonene ved Klåstad og Brattås i 2016.

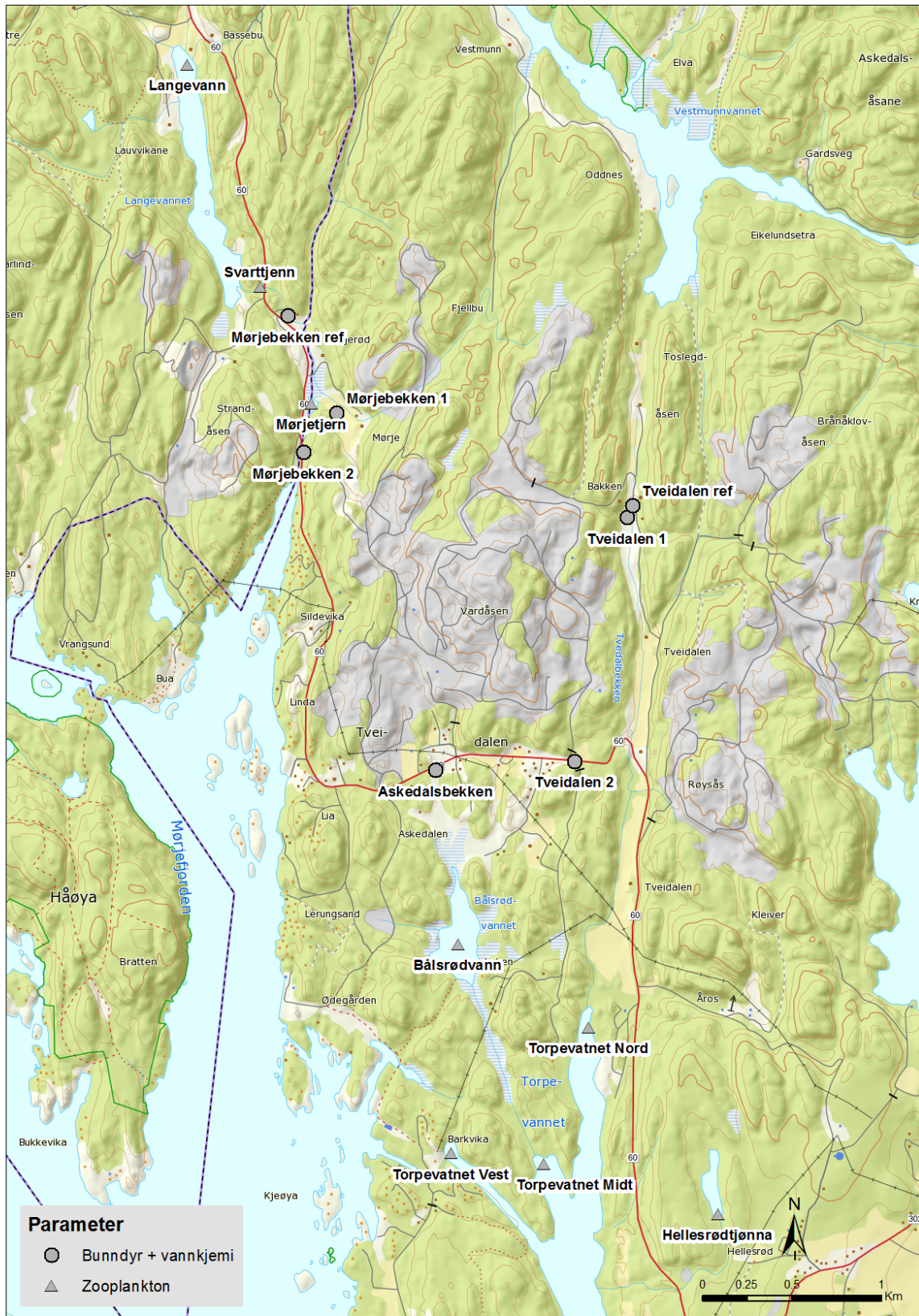
Stasjonsnavn overvåkingsprogram	Stasjonsnavn kart	Parametere prøvetatt 2016	Påvirkning
1 Haslebekken ref	Haslebekken ref	Bunndyr + vannkjemi	Noe påvirket av jordbruk og potensielt noe utslipp fra annet brudd (Skallist) samt liten vei. Ligger i skogsområde. Fungerer som referanse for Klåstad N og Haslebekken nedstrøms.
2 Klåstad N	Klåstad N	Bunndyr + vannkjemi	Rett nedstrøms utslippspunkt fra bruddet mot nord, sterkt påvirket av steinindustri. Skogbruksområde. Kan ha noe avrenning fra åkeren oppstrøms referansestasjonen (1 Haslebekken ref) samt Skallist. Ligger i skogsområde.
3 Haslebekken nedstrøms	Haslebekken nedstrøms	Bunndyr	Ligger midt i åkerlandskap, i dreneringsgrøft som blir grøftet jevnlig (se Figur 14). Stasjonen lå opprinnelig i et lite skogsholt, men dette var hugget ned like før prøvetaking fant sted i 2016 (se Figur 11). Ingen kantvegetasjon.
4 Klåstad S	Klåstad S	Bunndyr + vannkjemi	Denne stasjonen ligger i et skogsområde med potensielt noe påvirkning fra vei og en liten åker, samt avrenning fra Brattås deponi. Vil fra og med 2017 ligge like nedstrøms det nye utslippspunktet fra bruddet mot sør. I 2016 ble det bygget sedimentasjonsdam oppstrøms denne stasjonen, så den var ekstra påvirket av tilslamming pga. bygningsarbeid.
5 Klåstadbekken ref	Klåstadbekken ref	Bunndyr + vannkjemi	Påvirket av jordbruk og noe vei. Stasjonen er en liten dreneringsgrøft med mye takrør (som jevnlig fjernes), på en bussholdeplass, med en del søppel (inkl. støvsugere mm). Fungerer som referanse for Klåstad S, Klåstadbekken nedstrøms, Brattås sør og Brattås nord.
6 Klåstadbekken nedstrøms	Klåstadbekken nedstrøms	Vannkjemi	Dreneringsgrøft med takrørbelte (som jevnlig fjernes) midt i jordbruksområde. Påvirket av brudd, deponi, jordbruk og noe vei. Sterkt modifisert vannforekomst.
7 Brattås sør	Brattås S	Vannkjemi	Grøft langs vei i skogsområde. Påvirket av deponi, tidvis tørrlagt.
8 Brattås nord	Brattås N	Bunndyr + vannkjemi	I skogsområde, påvirket av deponi. I 2016 også påvirket av bygging av sedimentasjonsbasseng, med nytt substrat og avrenning fra bygningsarbeidet.



Figur 3. Kart over prøvetakingslokalitetene ved Krukåsen 2016. Stasjoner med «gammel» i navnet indikerer stasjoner i det opprinnelige overvåkingsprogrammet, de andre stasjonene er i henhold til reviderte overvåkingsprogram. Det grå området i øvre høyre hjørne er Krukåsen. Grå områder til venstre er andre brudd (Håkestad i nord og Stålaker i sør). Kilde: Kartverket.

Tabell 2. Påvirkninger på de ulike stasjonene ved Krukåsen i 2016.

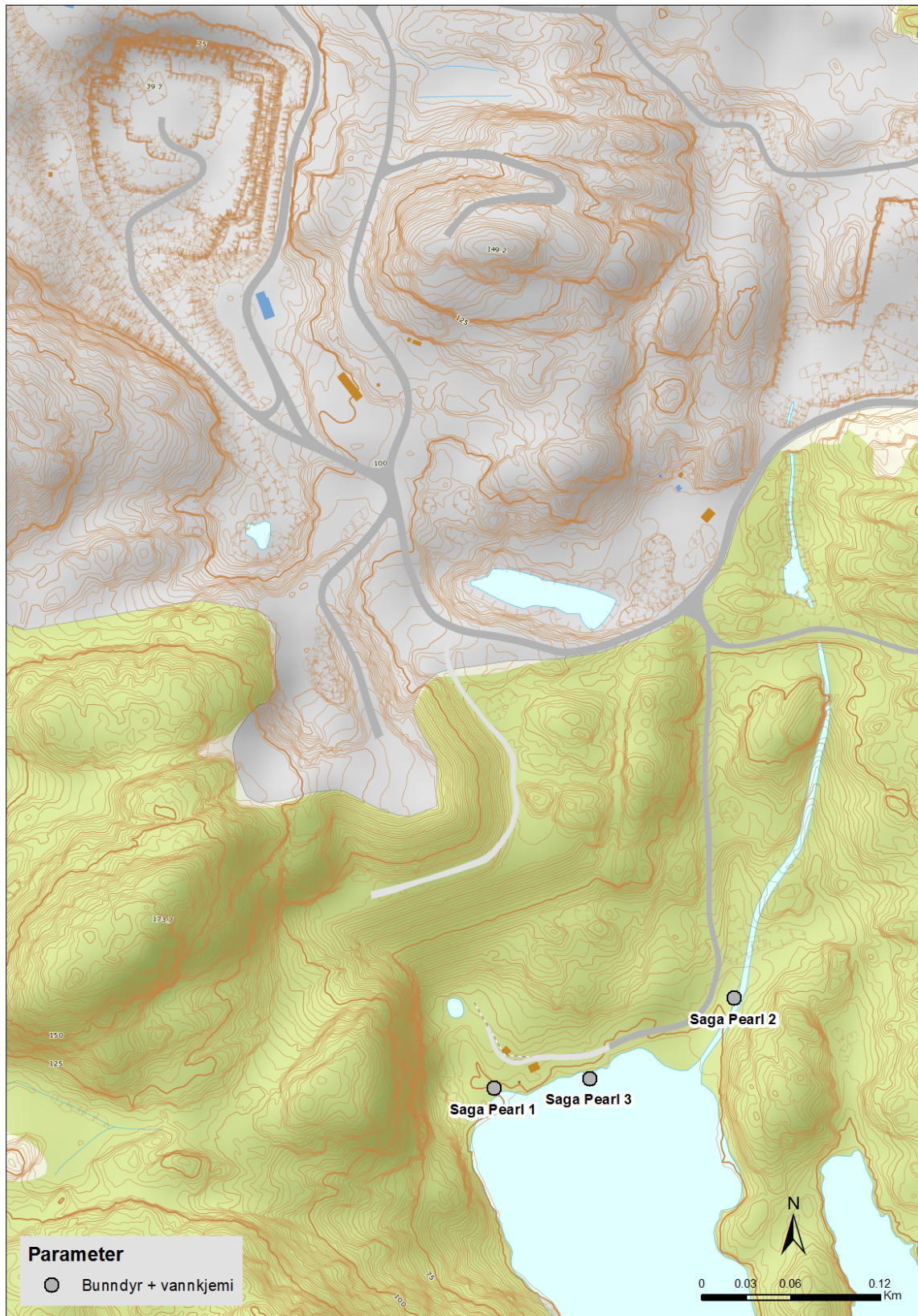
Stasjonsnavn overvåkingsprogram	Stasjonsnavn kart	Parametere prøvetatt 2016	Påvirkning
1 Mot Håkestadbekken	Krukåsen 1	Bunndyr	I skogsområde, ikke landbruk, påvirket av avrenning fra bruddet.
3 Håkestadbekken - oppstrøms	Krukåsen 3 ref	Bunndyr + vannkjemi	Stasjonen er plassert like nedstrøms dreneringsrør for landbruksområde, i en grøft med noe lav kantvegetasjon, så påvirket av landbruk, men ikke av steinindustri. Fungerer som referanse for de to andre stasjonene ved Krukåsen.
4 Håkestadbekken - nedstrøms	Krukåsen 4	Bunndyr + vannkjemi	Stasjon midt i intensivt landbruksområde, uten kantvegetasjon langs bekken, som er en grøft. Er påvirket av både landbruk og utslipp fra Krukåsen samt et annet brudd i vest (Håkestad).



Figur 4. Kart over prøvetakingslokalitetene i Tvedalen vest i 2016. De grå områdene viser brudd og deponier, hvor det store området sentralt i kartet er Tvedalen vest. Vannprøvetaking er kun utført i bekkelokalitetene i 2016. Kilde: Kartverket.

Tabell 3. Påvirkninger på de ulike stasjonene i Tvedalen vest i 2016.

Stasjonsnavn overvåkingsprogram	Parametere prøvetatt 2016	Påvirkning
Tvedalen 1	Bunndyr + vannkjemi	I skogsområde nedstrøms utslipp fra steinindustri. Også nedstrøms en liten åker, ellers skog. Naturlig kantvegetasjon.
Tvedalen 2	Bunndyr + vannkjemi	Nedstrøms utslipp fra steinindustri, stasjonen er i en jordbruksgrøft uten kantvegetasjon ved en liten åker, ellers skog i nedbørfeltet. Påvirket av vei.
Tvedalen ref	Bunndyr + vannkjemi	Skogs-/myr-/landbruksområde med noen små åkerflekker. Innsjø et lite stykke oppstrøms. Ellers skog i nedbørfeltet. Naturlig kantvegetasjon. Fungerer som referansestasjon for Tvedalen 1 og 2.
Askedalsbekken	Bunndyr + vannkjemi	Nedstrøms utslipp fra steinindustri, tidvis stor partikkelforensning. Også nedstrøms et lite boligområde og vei. I skogsområde, med naturlig kantvegetasjon.
Mørjebekken ref	Bunndyr + vannkjemi	Skogsområde, trolig noe avrenning fra vei. Naturlig kantvegetasjon. Fungerer som referansestasjon for Mørjebekken 1 og 2.
Mørjebekken 1	Bunndyr + vannkjemi	Bekk som grøft mellom et lite landbruksområde og omkransende skog. Påvirket av avrenning fra brudd. Naturlig vegetasjon langs én bredd, lav urtevegetasjon langs åkeren.
Mørjebekken 2	Bunndyr + vannkjemi	Ligger i skogsområde nedstrøms de to ovenstående stasjonene, og nedstrøms Mørjetjern. Naturlig kantvegetasjon.
Torpevannet Nord	Zooplankton	Tvedalbekken renner ut her, så påvirket av steinindustri, samt noe avrenning fra vei og noen små åkere oppstrøms. Ligger i skogsområde. Campingplass litt sør langs denne armen.
Torpevannet Midt	Zooplankton	Askedalsbekken renner ut her (via Bålsrødvann), så noe påvirket av steinindustri, men via Bålsrødvann. Mye fugl.
Torpevannet Vest	Zooplankton	Utløp Torpevatnet. Ligger i skogsområde med boliger langs én bredd (på topp av en klippe, så Torpevannet er lite tilgjengelig ved utløpet).
Bålsrødvannet	Zooplankton	Askedalsbekken renner ut her, så påvirket av steinindustri og noe avrenning fra vei samt noen boliger oppstrøms. Ligger i skogsområde med noen få hytter.
Mørjetjern	Zooplankton	Påvirket av steinindustri og noe avrenning fra vei samt en liten åker oppstrøms. Ligger i skogsområde.
Hellesrødtjønn	Zooplankton	Ligger i skogsområde uten særlig mye annen påvirkning. Noe bebyggelse i øst, men skogsbelte imellom. Fungerer som referanseinnsjø for de påvirkede innsjøene (særlig Bålsrødvann).
Svarttjenn	Zooplankton	Lite skogstjern i skogsområde med noe avrenning fra vei og en hytte. Fungerer som referanseinnsjø for de påvirkede innsjøene (særlig Mørjetjern).
Langevannet	Zooplankton	Ligger i skogsområde med potensielt noe avrenning fra vei. Mulig noe avrenning fra nedlagt deponi i sørenden. Fungerer som referanseinnsjø for de påvirkede innsjøene (særlig Torpevannet).



Figur 5. Kart over prøvetakingslokalitetene undersøkt ved Saga Pearl i 2016. Saga Pearl 3 er en innsjøstasjon plassert i Messingvika i Hallevannet, de andre to er bekker. Det grå området er bruddområdet. (Kilde: Kartverket)

Tabell 4. Påvirkninger på de ulike stasjonene i Saga Pearl i 2016.

Stasjonsnavn overvåkingsprogram	Stasjonsnavn kart	Parametere prøvetatt 2016	Påvirkning
1 Saga Pearl Vest	Saga Pearl 1	Bunndyr + vannkjemi	I skogsområde, ikke landbruk, påvirket av avrenning fra bruddet, nedstrøms fangdam/oljeavskiller. Fra bruddet er utslippet hovedsakelig avrenning fra veier og plasser og deponi.
2 Saga Pearl Øst	Saga Pearl 2	Bunndyr + vannkjemi	I skogsområde, ikke landbruk, påvirket av avrenning fra bruddet (rørgate fra brudd).
3 Saga Pearl Messingvika	Saga Pearl 3	Bunndyr + vannkjemi	I skogsområde, ikke landbruk. Innsjølokalitet. Påvirket av avrenning fra bruddet.
Mesteparten av vannet fra Saga Pearl pumpes nå nordover til det nedlagte bruddet Almenningen. Når vannet er klart i Almenningen pumpes noe vann mot Kryssgårdssætra. Overløpet fra Almenningen renner tilbake til Saga Pearl.			

2.2 Prøvetaking og analyser av bunndyr

NIVAs innsamlingsmetode for bunndyr er i henhold til den reviderte veilederen for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppa 2015), der det ved innsamling av bunndyrmateriale anbefales bruk av en såkalt sparkemetode (NS-EN ISO 10870:2012). Det anvendes en håndholdt håv med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes ned mot bunnen med åpningen mot strømmen.

Bunnsbunnet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirvlet materiale føres inn i håven. Det tas 9 delprøver fra stasjonen, hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen og samles inn i løpet av 20 sekunder. Når tre slike prøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid ca. 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling. Samlet blir det da tre prøver á 1 minutt og disse samles så i ett glass og utgjør prøven fra stasjonen. Bunndyrtettheter som er gitt i rapporten refererer altså til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter per stasjon. Prøvene blir tatt i strykpartier der dette var mulig, da klassegrensene i vurderingssystemet ikke er tilpasset sakteflytende elver. Prøvene blir konserveret i felt med etanol. Bunndyrmaterialet blir så talt og bestemt i laboratoriet etter standard prosedyrer ved hjelp av binokulær lupe og mikroskop. Det taksonomiske nivået varierer, men individer i de tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), de såkalte EPT-taksa, blir så langt det er mulig identifisert til art/slekt.

Flere studier på forholdet mellom biologisk mangfold og økosystemfunksjoner har konkludert med at det er de økologiske funksjonene til artene som er til stede som er viktig, og ikke bare antallet arter (Tilman m.fl. 1997; Stutzner m.fl. 2001; Persson 2014). Arter som på ulikt vis filtrerer vannet for små organiske partikler, er eksempel på en funksjonell økologisk gruppe. En av de kjente effektene av steinbruddsdrift er økte tilførsler av steinslam, og dette ventes å påvirke filtrerende arter negativt. Bruk av funksjonelle grupper på denne måten er ikke standardisert etter vannforskriften, men kan likevel benyttes i en ekspertvurdering. I henhold til vannforskriften er det kun utviklet indekser for forsurening og organisk belastning for bunndyr. For å fange opp effekter av partikkelforurensning har vi derfor sett bort fra vannforskriftens indekser, og i stedet sett på andel filtrerende arter, samt sett på artssammensetningen av bunndyrsamfunnet. Dette er i overensstemmelse med de reviderte overvåkingsprogrammer for steinbruddene i Larvik, som gjelder fra og med 1. januar 2017.

Av filtrerende bunndyr regnes knottlarver (Simuliidae) og muslinger (Sphaeriidae). Også en del vårfluelarver (Trichoptera) filtrerer, men selv om disse er relativt mye større enn knottlarvene og muslingene, og dermed kan filtrere flere partikler, så forekommer vårfluelarvene i prøvene fra denne undersøkelsen som regel i betydelig lavere individantall enn de andre gruppene, og forventes dermed å ha en mindre innvirkning på andelen filtrerere i disse prøvene. Noen av Chironomidene antas også å være filtrerere, men da denne gruppen er vanskelig å artsbestemme er gruppen som helhet utelatt fra kategorien filtrerende bunndyr. En mulig vanskelighet ved bruk av filtrerende bunndyr for partikkelpåvirkning er at disse ikke er tilfeldig spredt gjennom strykpartiene man oppsøker ved ordinær prøvetaking i elv. Mens de

kan ha svært høye tettheter nedenfor utløpet av en innsjø, kan de være fåtallige i et gitt strykp parti. Dette gjør at man må forvente større variasjon i dataene enn normalt, og at utsagnskraften er svakere.

I tillegg til filtrerende grupper ser vi på artssammensetningen i bunndyrsamfunnene, inkludert antall taksa fra gruppen EPT, ettersom disse inneholder mange taksa som er følsomme for forurensning. Disse bidrar også med relativt høye verdier i vurderingssystemet ASPT, som brukes som indeks for organisk belastning i vannforskriften (Direktoratsgruppa 2015), og de forventes å observeres i relativt høyt antall i store, naturlige elver (rundt 25 taksa som tommelfingerregel). I mindre elver/bekker forventes antall EPT-taksa å være noe lavere. Ved å se på artssammensetningen og antall EPT-taksa får vi informasjon om hvorvidt samfunnene på referansestasjonene innehar de familier og slekter man ville forvente på en upåvirket lokalitet. Dersom referanselokalitetene er påvirket av andre forstyrrelser, og dermed allerede har redusert antall taksa og/eller en artssammensetning typisk for påvirkede lokaliteter, kan man ikke nødvendigvis forventes å kunne oppdage eventuelle negative effekter av partikkelforurensning på toppen av dette.

Programvaren ASTERICS (versjon 4.0.4) er benyttet for å regne ut % filtrere basert på artstabellene.

2.3 Prøvetaking og analyse av zooplankton

Seks innsjøer i området rundt Tvedalen ble undersøkt for dyreplankton. I denne delen av programmet inngikk Langevannet, Svarttjenn, Mørjetjenna (Mørjetjønna), Bålsrødvannet, Torpevannet og Hellesrødtjønna (**Figur 4**). I henhold til overvåkingsprogrammet skulle det prøvetas tre ganger, første gang i mai, men overvåkingsprogrammet kom på plass for sent for dette. Prøver ble derfor samlet inn i to runder, 26. august og 5. oktober 2016, fra båt med en planktonhåv (diameter 30 cm, maskevidde 95 µm). Flere av vannene var ganske grunne, og håven ble da trukket horisontalt etter båten. I Bålsrødvannet og Hellesrødtjønna var det såpass dypt at håven også kunne trekkes vertikalt, som er det normale ved slik prøvetaking.

Torpevannet har en lang arm mot nord hvor Tvedalbekken munner ut (Torpevannet N), og en lang og smal arm mot utløpet i Barkevika (Torpevannet V). Mellom disse ligger en bukt (Svanevika), hvor bekken fra Bålsrødvannet munner ut (Torpevannet M). Vi tok prøver av dyreplankton på disse tre stedene i Torpevannet. De resterende vannene ble kun prøvetatt på ett punkt (**Figur 4**).

Prøvene ble konservert i felt med tilsetning av Lugols løsning (en blanding av løst jod og kaliumjodid), og senere oppbevart mørkt og kjølig. I laboratoriet ble prøvene gjennomgått under stereolupe (6-50 X forstørrelse) for å registrere alle krepsdyrarter. For identifikasjon ble en rekke arter også undersøkt under mikroskop med opptil 400 X forstørrelse. Utenom krepsdyr registrerte vi identifiserbare hjuldyr og enkelte andre organismer som var med i prøvene. Siden noen tjern var små og grunne forkom det en del arter som primært er knyttet til bunnssubstrat eller vegetasjon i prøvene. Disse er også registrert.

Hver prøve ble fortynnet til et volum på 300 ml, og delprøver på 3 ml ble tatt ut med en automatpipette og overført til en tellesleide i plexiglass. Her ble antall individer av hver art talt opp under lupe (12-50 X forstørrelse). Antall delprøver som ble talt varierte mellom 3 og 8 avhengig av de ulike artenes tetthet. Antall individer av hver art i prøven ble så estimert basert på opptalt volum i forhold til hele prøvens volum. Enkelte prøver viste seg å være dårlig konservert, og dette gjorde det umulig å telle en del arter som hadde gått i oppløsning. Dette gjelder Torpevannet N i august og Hellesrødtjønna i oktober. Trolig har det vært for mye dyreplankton i disse prøvene i forhold til konserveringsmiddel. Opptelling av identifiserbare arter ble likevel gjort basert på kroppsdelene av dyr som lot seg identifisere.

Antall vannlopper som ikke var filtratorer (rovdyrene *Polyphemus* og *Leptodora*) var såpass lavt i våre prøver at vi tallmessig kan betrakte gruppen vannlopper som filtratorer. Det ble i tillegg observert hoppekreps, hjuldyr, larver av svevemygg og en rekke arter knyttet til bunnssubstrat og vegetasjon. Noen av artene blant for eksempel hoppekreps og hjuldyr er også filtrerere, men de spiser selektivt på en helt annen måte enn de filtrerende vannloppene og er dermed ikke regnet med i gruppen filtratorer i våre undersøkelser. I beregning av andel filtratorer er kun planktoniske arter inkludert.

Bare tre av innsjøene er markert påvirket av partikkeltilførsler, og de tre øvrige var ment som referanse-lokaliteter slik:

Påvirket	Referanse
Mørjetjenna	Svarttjenn
Torpevannet	Langevannet
Bålsrødvannet	Hellesrødtjønn

Mørjetjenn er påvirket av partikler som følger med Mørjebekken, representert ved stasjon MØR1. I Bålsrødvannet munner Askedalsbekken (stasjon ASK) ut. I Torpevannet munner Tvedalbekken (stasjonene TVE1 og TVE2) ut i nordenden (Torpevannet N), hvor uklart vann tidvis gjør badeplassen ved Jakobshol camping uegnet, og i Svanevika (Torpevannet M) munner bekk fra Bålsrødvannet ut.

2.4 Prøvetaking og analyse av fysisk-kjemiske parametere i vann

Vannprøver ble tatt av Magne Martinsen fra Lundhs AS. Før prøvetaking hadde Golder AS utformet en prøvetakningsinstruks (se **Vedlegg 4.3**) for gjennomføring av feltarbeidet, og prøvetakeren hadde mottatt rene flasker fra laboratoriet. Vannprøver ble tatt etter prøvetakningsinstruks, og på avtalte stasjoner, i henhold til opprinnelige overvåkingsprogrammer. For Klåstad, Brattås og Krukåsen var de reviderte overvåkingsprogrammene ferdigstilt såpass sent at stasjonsnett fra opprinnelige overvåkingsprogram ble benyttet, og av samme årsak ble kun bekkelokalitetene i Tvedalen prøvetatt for vannkjemi. Umiddelbart etter prøvetaking ble vannprøvene sendt til ALS laboratorium for analyse. Vannprøver ble tatt i april, juni, august og oktober.

I **Tabell 5** vises en oversikt over parametere som ble målt i vannprøvene, og informasjon om de kjemiske analysemetodene. Total P, Total N og NH₄-N forteller om eutrofieringssituasjonen. Målinger av NH₄-N i bekkene ble muligens gjort for å se rester av eventuelt uomsatt sprengstoff som har vært benyttet i bruddene. Ved høy pH vil NH₄-N kunne foreligge som giftig ammoniakk (NH₃)? Ca og TOC er benyttet til å bestemme vanntypen i henhold til vannforskriften (**Vedlegg 4.1**), men TOC kan også si noe om andel organisk materiale blant partiklene. Partikkelkonsentrasjonen er målt som turbiditet. Hydrokarboner er målt for å se eventuell oljeavrenning fra anleggsmaskiner. Rapporteringsgrensene (mg/l) for analysemetodene som er benyttet til å beregne konsentrasjonene av total N, total P og NH₄-N er høye, og dessverre lite egnet i elver og innsjøer, spesielt hvis konsentrasjoner er lave.

Tabell 5. Oversikt over parametere som er målt i vann. Der det er nevnt to ulike metoder og grenser/usikkerhet skyldes det at de første to rundene er analysert i henhold til den først nevnte metode, mens de to siste rundene er analysert med annen metodikk. Mer detaljerte analysebeskrivelser finnes i **Vedlegg 4.4**.

Parameter	Rapporteringsgrense	Måleusikkerhet	Metode
pH	Ikke aktuelt	4 % og ukjent	DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 og ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192
Fargetall	1 mg Pt/l og 2 mg Pt/l	10 % og 30 %	DS/EN ISO 7887 og ISO 7887
Ca	0,05 mg/l	10 %	EPA metoder 200.7, ISO 11885
Turbiditet	0,05 FTU	10 %	DS/EN ISO 7027
Total-P	3 µg/l og 1 µg/l	10 % og 20 %	DS/EN ISO 6878:2004 og ISO 6878, ISO 15681-1
Total-N	10 µg/l	10 % og 30 %	DS/EN ISO 11905- 1:1998 og EN 12260
Hydrokarboner > C10-C40	5-30 µg/l	30 %	EN ISO 9377-2
TOC	0,1 mg/l og 0,5 mg/l	10 % og 20 %	DS/EN 1484:1997 og EN 1484
NH ₄ -N	0,004 mg/l og 0,026 mg/L	10 % og ukjent	SM 17udg. 4500-NH3 og metode basert på ISO 11732 og ISO 13395

Parameterne som ble analysert i 2016 er i henhold til opprinnelige overvåkingsprogrammer. Da tidligere undersøkelser har vist at steinbruddene ikke ser ut til å påvirke N-konsentrasjonen, og fosforet i larvikitten ser ut til å være lite biotilgjengelig (Berge & Källqvist 2006), er fosfor og nitrogen fjernet fra de reviderte overvåkingsprogrammene. Der vanntype er bestemt basert på tidligere undersøkelser er også Ca fjernet. Og ettersom avrenningsvann fra bruddene ikke ser ut til å virke negativt på pH (de gir heller en svak økning i pH), er også denne parameteren fjernet. De reviderte programmene analyserer altså kun fargetall, turbiditet, TOC og hydrokarboner.

Rådata fra vannkjemianalysene er presentert i **Vedlegg 4.4**.

3 Resultater

3.1 Klåstad og Brattås

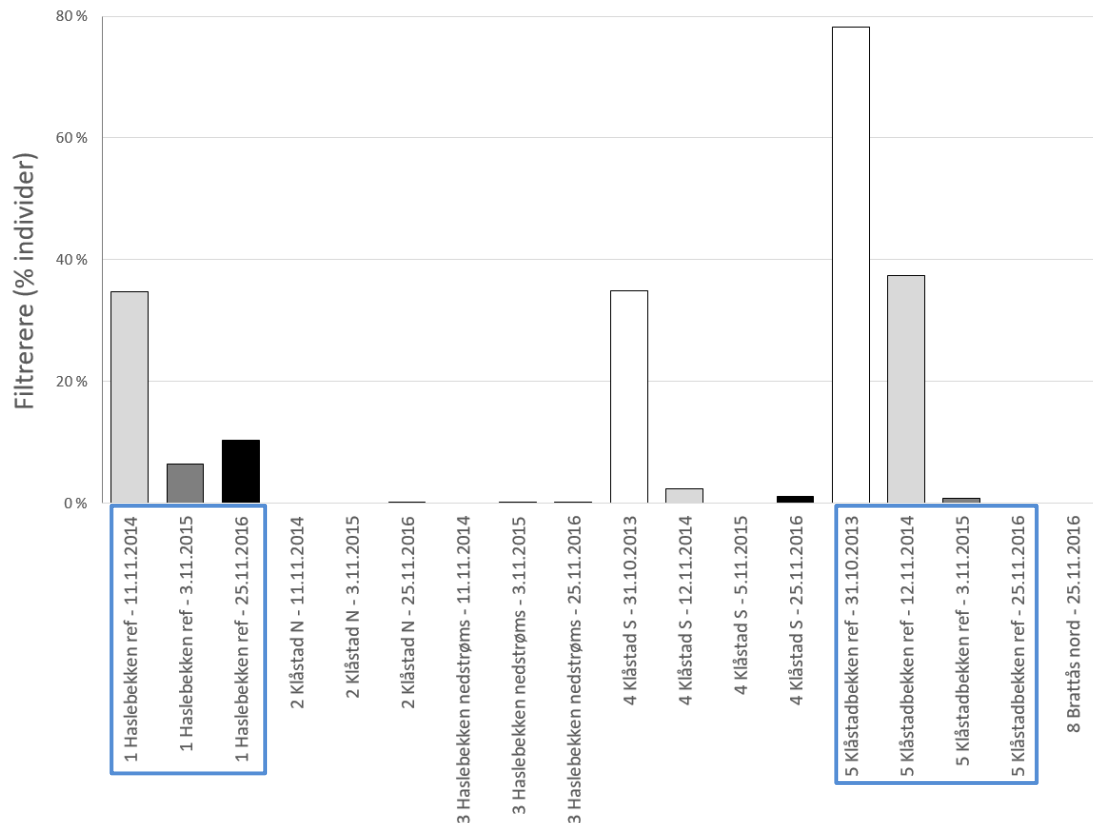
Ved Klåstad og Brattås er 12 bekkelokaliteter prøvetatt for bunndyr i henhold til revidert overvåkingsprogram (**Figur 2** og **Figur 11**), mens vannkjemi er prøvetatt og analysert i henhold til opprinnelig overvåkingsprogram ved åtte bekkelokaliteter (**Figur 2**). Det vil si at stasjonen «Haslebekken nedstrøms» (kalt «Haslebekken gammel nedstrøms» i **Figur 2**) er prøvetatt for vannkjemi ca 700 m nedstrøms tilsvarende stasjon for bunndyr, og stasjonen «Klåstad S» er prøvetatt for vannkjemi der hovedutslippet fra Klåstad går mot sør («Klåstad gammel S» i **Figur 2**; denne stasjonen er ikke mulig å prøveta for bunndyr), mens bunndyr er prøvetatt der hovedutslippet vil komme fra og med 2017. For de resterende stasjonene er det såpass stor overensstemmelse mellom prøvetakingslokalitet for vannkjemi og bunndyr at disse er sammenliknet direkte.

Nord for Klåstad fungerer stasjonen Haslebekken ref som referanse for stasjonene Klåstad N (hovedutslippet) og Haslebekken nedstrøms (Haslebekken noe nedstrøms hovedutslippet). Sør for Klåstad fungerer stasjonen Klåstadbekken ref som referanse for de resterende lokalitetene. For påvirkninger på de ulike stasjonene, se **Tabell 1**.

3.1.1 Bunndyr – Klåstad og Brattås

Referansestasjonen i nord (Haslebekken ref) har i hele perioden 2014-2016 hatt en høyere andel filtrerende bunndyr enn de stasjoner som er påvirket av utslipp fra steinbrudd i samme område (**Figur 6**); på de påvirkede stasjonene i Haslebekken var det tilnærmet ingen filtrerere. Ser vi på antall EPT-taksa ligger alle bekkene lavt, og det er ingen markert forskjell mellom referanselokaliteten og de to påvirkede lokalitetene nord for Klåstad (**Vedlegg 2.1**). I 2016 er det en tendens til at det er flere EPT-taksa lenger ned i Haslebekken, fra to taksa vårfluer på referansestasjonen til totalt fem taksa fordelt på alle tre grupper (vårfluer, døgnfluer, steinfluer) i Haslebekken nedstrøms.

I sør var det ingen filtrerere på referansestasjonen (Klåstadbekken ref) i 2016, og her har det vært en markert nedgang i antall filtrerere fra de første undersøkelsene i 2013 (**Figur 6**), fra nær 80 til 0 %. Den nordlige stasjonen ved Brattås deponi (Brattås nord) har ikke tidligere vært undersøkt, og her ble det heller ikke observert noen filtrerere i 2016. Noe lenger nedstrøms i samme bekk, ved Klåstad S, ble det observert noen få filtrerere, og også denne stasjonen hadde en mye høyere andel filtrerere i 2013 sammenliknet med de siste tre år (**Figur 6**).



Figur 6. Andel individer av bunndyr (i %) som klassifiseres som filtrerere i området Klåstad og Brattås i 2013-2016. Fargen på søylene indikerer prøvetakingsår: Hvit = 2013, lys grå = 2014, mørk grå = 2015, sort = 2016. Referansestasjonene er markert med en blå firkant rundt navnet.

3.1.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Klåstad og Brattås

I **Tabell 6** vises vannkemi for Haslebekken, Klåstadbekken og avrenningsbekkene fra Brattås deponi. Både nord og sør for Klåstad var pH noe lavere på referanselokalitetene enn på de påvirkede lokalitetene. På alle lokaliteter var konsentrasjonen av total nitrogen høy og i tilstandsklasse «Svært dårlig» i henhold til vannforskriften. Konsentrasjoner av $\text{NH}_4\text{-N}$ varierte, men var ofte lave og ofte under rapporteringsgrensen, og utgjorde en marginal andel av total nitrogen. I Haslebekken ref og Klåstad N var konsentrasjonen av total fosfor i «God» tilstandsklasse, men en økning i konsentrasjonen ble observert i Haslebekken nedstrøms, som oppnådde «Moderat» tilstand. I Klåstad S og Brattås sør ble «Svært god» tilstand for total fosfor oppnådd, mens Klåstadbekken ref, Klåstadbekken nedstrøms og Brattås N oppnådde henholdsvis tilstandsklasser «Svært dårlig», «Dårlig» og «Moderat».

Nord for Klåstad er det liten forskjell i de ulike parametere som måler partikkelinnhold (fargetall, turbiditet og TOC) mellom de tre prøvetakingsstasjonene (**Tabell 6**). Sør for Klåstad var det en del høyere turbiditet i Klåstadbekken nedstrøms og Brattås nord, mens fargetall og TOC var markert høyere for Brattås sør. Konsentrasjon av hydrokarboner (C10-C40) var i hovedsak under rapporteringsgrensen.

Tabell 6. Vannkjemi for Klåstad og Brattås i 2016. Konsentrasjoner er angitt som gjennomsnitt, med antall vannprøver som er analysert angitt som N, og beregnet standard avvik som St.av. Målte konsentrasjoner under rapporteringsgrensen er angitt med <. Total nitrogen og fosfor er klassifisert i henhold til vannforskriften, og vanntype og beregnede EQR og nEQR er gitt i **Vedlegg 4.1**. Fargede celler viser tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa 2015): Blå = Svært god; grønn = God; gul = Moderat, oransje = Dårlig og rød = Svært dårlig tilstand. Vannprøvene ble tatt 18.4, 22.6, 22.8 og 7.10.

Parameter	Haslebekken ref (N=3)	St.av.	Klåstad N (N=3)	St.av.	Haslebekken nedstrøms (N=3)	St.av.	Klåstad S (N=3)	St.av.
pH	7,0	0,4	7,4	0,3	7,4	0,3	7,8	0,2
Fargetall (mg Pt/l)	45	16	43	14	55	10	28	12
Ca (mg/l)	30	4	30	3	35	5	47	4
Turbiditet (FNU)	10	2	10	2	8	2	6	6
P-total (mg/l)	0,02	0,01	0,02	0,01	0,06	0,01	0,009	0,005
N-total (mg/l)	4	2	3	1	3	1	3	2
Fraksjon >C10-C12 (µg/l)	<5.0a	-	<5.0	-	<5.0	-	<5.0	-
Fraksjon >C12-C16 (µg/l)	<5.0	-	<5.0c	-	<5.0	-	<5.0	-
Fraksjon >C16-C35 (µg/l)	<30b	-	<30d	-	<30	-	<30	-
Fraksjon >C35-C40 (µg/l)	<10	-	<10	-	<10	-	<10	-
TOC (mg/l)	5	2	6	1	8	2	7	2
NH ₄ -N (mg/l)	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,11	0,05

a, en vannprøve hadde konsentrasjon 6,2 (µg/l); b, en vannprøve hadde konsentrasjon 46,0 (µg/l); c, en vannprøve hadde konsentrasjon 13,7 (µg/l); d, en vannprøve hadde konsentrasjon 370 (µg/l)

Parameter	Klåstadbekken ref (N= 4)	St.av.	Klåstadbekken nedstrøms (N= 3)	St.av.	Brattås sør (N= 3)	St.av.	Brattås nord (n= 4)	St.av.
pH	7,4	0,1	7,8	0,1	7,6	0,1	7,8	0,05
Fargetall (mg Pt/l)	44	6	40	8	112	57	40	8
Ca (mg/l)	46	8	44	2	15	3	39	5
Turbiditet (FNU)	8	4	29	34	3	1	38	49
P-total (mg/l)	0,2	0,2	0,04	0,03	0,02	0,005	0,03	0,02
N-total (mg/l)	5	3	5	3	2	2	4	3
Fraksjon >C10-C12 (µg/l)	< 5a	-	5,8c	0,3	< 5	-	< 5g	-
Fraksjon >C12-C16 (µg/l)	< 5	-	< 5d	-	< 5	-	< 5h	-
Fraksjon >C16-C35 (µg/l)	<30	-	<30	-	<30	-	<30i	-
Fraksjon >C35-C40 (µg/l)	<10	-	<10	-	<10	-	<10	-
TOC (mg/l)	7	1	7,2	0,4	15	7	7	1
NH ₄ -N (mg/l)	1,125b	1	0,086e	0,004	<0,041f	-	0,065j	0,02

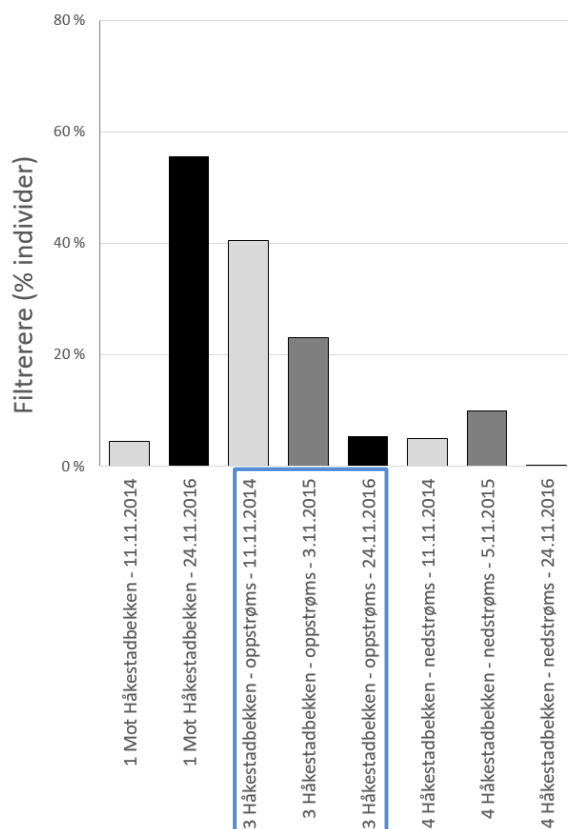
a, en vannprøve hadde konsentrasjon 5,2 (µg/l); b, to vannprøver hadde konsentrasjon < 0,026 (mg/l); c, en vannprøve hadde konsentrasjon < 5 (µg/l); d, to vannprøver hadde konsentrasjon < 5 (µg/l); e, en vannprøve hadde konsentrasjon < 0,026 (µg/l); f, to vannprøver hadde konsentrasjon < 0,026 (mg/l); g, en vannprøve hadde konsentrasjon 6,3 (µg/l); h, en vannprøve hadde konsentrasjon 8,7 (µg/l); i, en vannprøve hadde konsentrasjon 36 (µg/l); j, en vannprøve hadde konsentrasjon < 0,02636 (mg/l)

3.2 Krukåsen

Ved Krukåsen er tre lokaliteter prøvetatt for bunndyr i henhold til revidert overvåkingsprogram. Vannkjemi er prøvetatt i henhold til opprinnelig overvåkingsprogram, som betyr at vannprøver for lokaliteten Mot Håkestadbekken er prøvetatt noe lenger oppstrøms enn bunndyrprøvetakingen («Krukåsen gammel 1» i **Figur 3**). Vannprøvene er også analysert for parameterne som er oppgitt i opprinnelig overvåkingsprogram.

3.2.1 Bunnedyr - Krukåsen

Håkestadbekken oppstrøms er referansestasjonen i Krukåsen-området. På denne stasjonen er prosent filtrerende dyr noe høyere enn på den påvirkede stasjonen Håkestadbekken nedstrøms i 2016 (**Figur 7**). Men på stasjonen Mot Håkestadbekken, som er den påvirkede stasjonen nærmest bruddet, er andelen filtrerende dyr langt høyere (55 %) enn på både referansestasjonen (5 %) og stasjonen lenger nedstrøms i Håkestadbekken (<1 %). Dette var også gjenspeilet i et lavere antall EPT-taksa og totalt antall taksa på de to sistnevnte stasjonene (**Vedlegg 2.1** og **2.3**). I 2014 var bildet noe annerledes, men dette kan ikke direkte sammenliknes ettersom stasjonen Mot Håkestadbekken ble flyttet i 2016. I 2015 kunne ikke stasjonen prøvetas på grunn av lite vann.



Figur 7. Andel individer av bunnedyr (i %) som klassifiseres som filtrerere i området Krukåsen i 2014-2016. Fargen på søylene indikerer prøvetakingsår: Lys grå = 2014, mørk grå = 2015, sort = 2016. Referansestasjonene er markert med en blå firkant rundt navnet. Stasjon 1 Mot Håkestadbekken er flyttet i 2016, så resultatene er ikke direkte sammenliknbare med 2014. Stasjonen kunne ikke prøvetas i 2015 på grunn av lite vann.

3.2.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann - Krukåsen

I **Tabell 7** vises vannkjemi for Håkestadbekken og bekkeløp til Håkestadbekken («Mot Håkestadbekken»). I henhold til vannforskriften var konsentrasjonene av total nitrogen høyt og i tilstandsklasse «Svært dårlig» i Håkestadbekken og «Moderat» tilstand i bekketiløp til Håkestadbekken. Konsentrasjoner av $\text{NH}_4\text{-N}$ var oftest lave og under rapporteringsgrensen, og utgjorde en liten andel av total nitrogen. I Håkestadbekken oppstrøms var tilstanden «Dårlig» for total fosfor, men situasjonen var noe bedre i Håkestadbekken nedstrøms og bekketiløpet inn til Håkestadbekken, der det var «Moderat» tilstand. Det var ingen stor forskjell i turbiditet mellom de ulike stasjonene, men noe høyere FNU i utløpsbekken fra Krukåsen (Mot Håkestadbekken). Her var også fargetallet markert høyere, og noe høyere TOC. Konsentrasjon av hydrokarboner (C10-C40) var i hovedsak under rapporteringsgrensen.

Tabell 7. Vannkjemi for Håkestadbekken og bekkeinnløp til Håkestadbekken («Mot Håkestadbekken») i 2016. Antall vannprøver som er analysert er angitt som N, og beregnet standard avvik som St.av. Målte konsentrasjoner under rapporteringsgrensen er angitt med <. Total nitrogen og fosfor er klassifisert i henhold til vannforskriften, og vanntype og beregnede EQR og nEQR er gitt i **Vedlegg 4.1**. Fargede celler viser tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa 2015): Gul = Moderat; oransje = Dårlig og rød = Svært dårlig tilstand. Vannprøvene ble tatt 18.4, 22.6, 22.8 og 7.10.

Parameter	Mot Håkestadbekken (N=4)	St.av.	Håkestadbekken oppstrøms (N=4)	St.av.	Håkestadbekken nedstrøms (N=4)	St.av.
pH	7,0	0,3	7,3	0,2	7,5	0,1
Fargetall (mg Pt/l)	176	99	80	69	36	3
Ca (mg/l)	8	4	14	3	21	4
Turbiditet (FNU)	15	10	7	4	5	2
P-total (mg/l)	0,05	0,01	0,06	0,02	0,05	0,02
N-total (mg/l)	1	1	6	4	5	3
Fraksjon >C10-C12 (µg/l)	<5,0a	-	<5,0	-	<5,0	-
Fraksjon >C12-C16 (µg/l)	<5,0	-	<5,0	-	<5,0	-
Fraksjon >C16-C35 (µg/l)	<30	-	<30	-	<30	-
Fraksjon >C35-C40 (µg/l)	<10	-	<10	-	<10	-
TOC (mg/l)	13	6	10	9	5,4	0,4
NH ₄ -N (mg/l)	0,04b	0,02	0,4	0,3	<0,026c	-

a, en vannprøve hadde konsentrasjon 10,9 (µg/l); b, to vannprøver hadde konsentrasjoner < 0,026; c, en vannprøve hadde konsentrasjon 0,083 (mg/l)

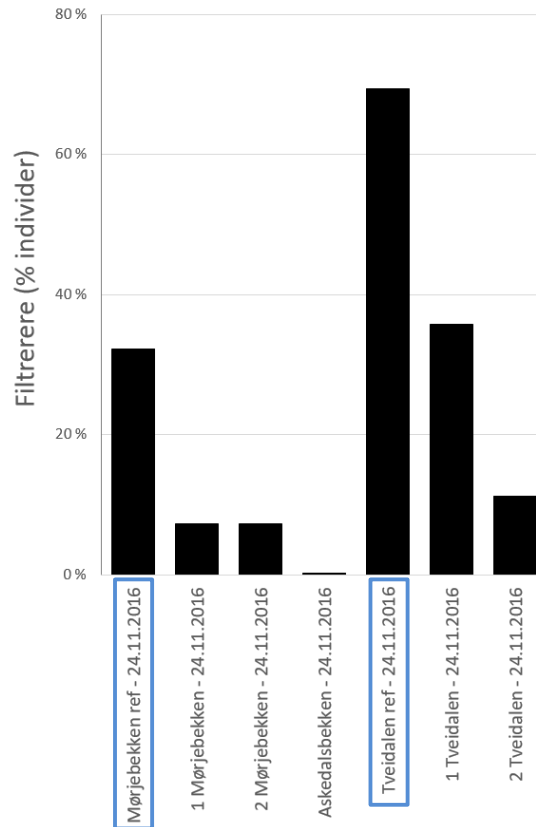
3.3 Tvedalen vest

For Tvedalen vest ble det sommeren 2016 opprettet et nytt overvåkingsprogram, og dette ble fulgt med tanke på prøvetaking av bunndyr i syv bekker og zooplankton i seks innsjøer (zooplankton ble prøvetatt kun to av tre ganger, ettersom overvåkingsprogrammet var på plass for sent på året for første prøvetaking) (**Figur 4**). Vannprøvetaking er utført ved alle bekkelokaliteter, men er analysert for de samme parametere som de andre bruddene. Vannprøvetaking i innsjøene starter i 2017.

Tvedalen vest er et større bruddområde med avrenning i flere retninger. I nord-vest fungerer Mørjebekken ref som referanse for Mørjebekken 1 og Mørjebekken 2. I øst fungerer Tvedalen ref som referanse for Tvedalen 1 og Tvedalen 2. Det finnes ingen referanse for Askedalsbekken. Tvedalbekken renner ut i Torpevannets nordlige arm, mens Askedalsbekken renner ut i Bålsrødvann, og videre derfra til Torpevannets midtre arm. Torpevannet er derfor prøvetatt i begge disse armer, samt i utløpet i vest. I vest renner Mørjebekken ut i Mørjetjern mellom Mørjebekken 1 og Mørjebekken 2, og også dette tjernet er prøvetatt. Som referanser for disse tre innsjøene/tjernene er prøvetaking også foretatt i henholdsvis Langevann, Hellesrødtjønn og Svarttjenn.

3.3.1 Bunndyr – Tvedalen vest

I Tvedalen vest var andelen filtrerere tydelig høyere ved referansestasjonene Mørjebekken ref og Tvedalen ref enn ved de påvirkede stasjonene i henholdsvis Mørjebekken og Tvedalbekken (**Figur 8**). Askedalsbekken hadde den laveste andel filtrerere av alle de undersøkte bekkene. Samme mønster ser vi for antall EPT-taksa (**Vedlegg 2.1**), antall taksa totalt og antall individer (**Vedlegg 2.5**), med unntak av at Tvedalen 1 kommer høyere ut enn referansestasjonen Tvedalen ref. Det er også et betydelig høyere antall taksa, inkludert EPT-taksa, i Mørjebekken nedstrøms Mørjetjern (Mørjebekken 2) sammenliknet med oppstrøms (Mørjebekken 1). Med unntak av Askedalsbekken er antall EPT-taksa ved alle bekkelokaliteter i Tvedalen vest høyere eller like høye som for alle de andre undersøkte brudd, med maksimum på 17 taksa ved referansestasjonen i Mørjebekken (**Vedlegg 2.1**). Sistnevnte stasjon hadde også det høyeste samlede antall taksa (33) blant bruddene (**Vedlegg 2.5**).



Figur 8. Andel individer av bunndyr (i %) som klassifiseres som filtrerere i området Tvedalen vest i 2016. Referansestasjonene er markert med en blå firkant rundt navnet.

3.3.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Tvedalen vest

I **Tabell 8** vises vannkjemi for 7 bekker i Tvedalen vest. Ut fra målte data (kun 4 målinger) er det vanskelig å se om bekkene er påvirket av partikler (målt som fargetall, turbiditet og TOC) fra steinbruddene, med unntak av Askedalsbekken, som har en gjennomsnittlig turbiditet på 115 FNU.

Konsentrasjon av hydrokarboner (C10-C40) var i hovedsak under rapporteringsgrensen.

I henhold til vannforskriften var konsentrasjoner av total nitrogen høy i bekkene og i tilstandsklasser fra «Svært dårlig» til «Moderat». Konsentrasjoner av NH₄-N varierte og var ofte under rapporteringsgrensen, og utgjorde en liten andel av total nitrogen. For total fosfor var alle bekkene i «Svært god» tilstand med unntak av Askedalsbekken, som var i «Svært dårlig» tilstand.

pH var lik eller noe høyere på de påvirkede lokalitetene sammenliknet med referanselokalitetene.

Tabell 8. Vannkjemi for bekker i Tvedalen vest i 2016. Konsentrasjoner er angitt som gjennomsnitt, med antall vannprøver som er analysert angitt som N, og beregnet standard avvik som St.av. Målte konsentrasjoner under rapporteringsgrensen er angitt med <. Total nitrogen og fosfor er klassifisert i henhold til vannforskriften, og vanntype og beregnede EQR og nEQR er gitt i **Vedlegg 4.1**. Fargede celler viser tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa 2015): Blå = Svært god; grønn = God; gul = Moderat; oransje = Dårlig og rød = Svært dårlig tilstand. Vannprøvene ble tatt 18.4, 22.6, 22.8 og 7.10.

Parameter	MØR ref (N= 4)	St. av.	MØR 1 (N= 4)	St. av.	MØR 2 (N= 4)	St. av.
pH	7,3	0,1	7,4	0,3	7,3	0,3
Fargetall (mg Pt/l)	46	13	48	17	44	11
Ca (mg/l)	12	1	14	1	15	6
Turbiditet (FNU)	1	0,2	6	4	2	1
P-total (mg/l)	0,010a	0,010	0,014	0,003	0,012d	0,004
N-total (mg/l)	1,0	0,2	2	1	1,2	0,5
Fraksjon >C10-C12 (µg/l)	< 5,0	-	< 5,0	-	< 5,0	-
Fraksjon >C12-C16 (µg/l)	< 5,0	-	< 5,0	-	< 5,0	-
Fraksjon >C16-C35 (µg/l)	<30	-	<30	-	<30	-
Fraksjon >C35-C40 (µg/l)	<10	-	<10	-	<10	-
TOC (mg/l)	5,7	0,4	6	1	6	1
NH ₄ -N (mg/l)	0,06b	0,04	0,07c	0,05	0,1e	0,1

a, to vannprøver med konsentrasjon < 0,01 (mg/l); b, en vannprøve med konsentrasjon <0,026 (mg/l); c, to vannprøver med konsentrasjon < 0,026 (mg/l); d, en vannprøve med konsentrasjon < 0,01 (mg/l); e, en vannprøve med konsentrasjon < 0,026 (mg/l)

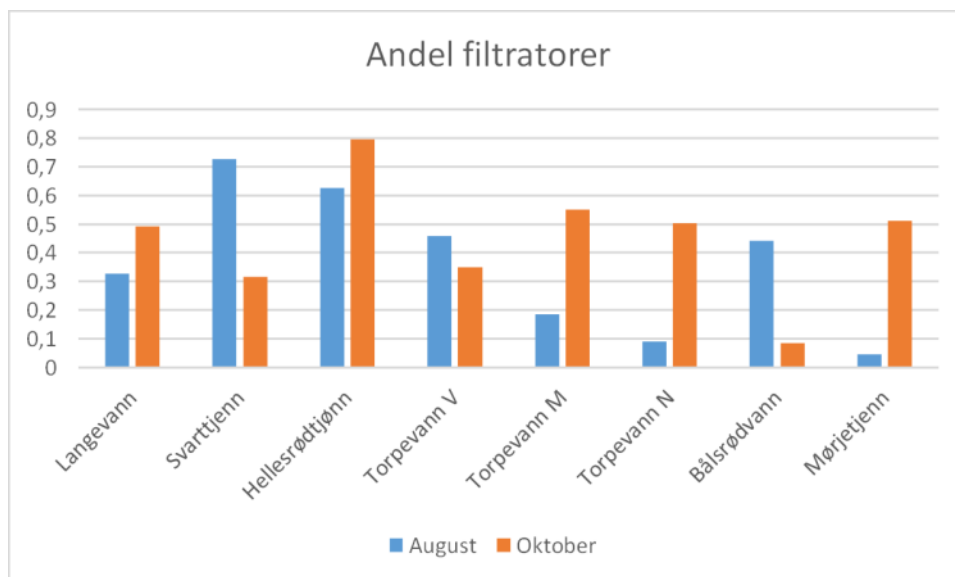
Parameter	TVE ref (n= 4)	St. av.	TVE 1 (n= 4)	St. av.	TVE 2 (n= 4)	St. av.	ASK (n= 4)	St. av.
pH	7,0	0,2	7,4	0,2	7,7	0,2	7,6	0,1
Fargetall (mg Pt/l)	37	19	58	20	52	31	51	14
Ca (mg/l)	11	3	13	3	15	1	27	2
Turbiditet (FNU)	1	1	9	10	5	3	115	77
P-total (mg/l)	0,008a	0,001	0,02c	0,01	0,02e	0,01	0,2	0,16
N-total (mg/l)	1,0	0,4	2	1	1,0	0,2	3	1
Fraksjon >C10-C12 (µg/l)	< 5	-	< 5	-	< 5	-	< 5	-
Fraksjon >C12-C16 (µg/l)	< 5	-	< 5	-	< 5	-	< 5g	-
Fraksjon >C16-C35 (µg/l)	<30	-	<30	-	<30	-	42h	2
Fraksjon >C35-C40 (µg/l)	<10	-	<10	-	<10	-	<10	-
Fraksjon >C10-C40 (µg/l)	<50	-	<50	-	<50	-	<50	-
TOC (mg/l)	4	1	8	1	7	3	8	6
NH ₄ -N (mg/l)	0,040b	0,03	0,026d	0,005	0,05f	0,03	0,028i	0,003

a, to vannprøver med konsentrasjoner < 0,01 (mg/l) 12,2 (µg/l); b, to vannprøver med konsentrasjon <0,026 (mg/l); c, en vannprøve med konsentrasjon < 0,01 (mg/l); d, to vannprøver med konsentrasjon <0,026 (mg/l); e, en vannprøve med konsentrasjon < 0,01 (mg/l); f, en vannprøve med konsentrasjon <0,026 (mg/l); g, en vannprøve med konsentrasjon 12,2 (µg/l); h, to vannprøver med konsentrasjon <30 (µg/l); i, to vannprøver med konsentrasjoner under 0,026 (mg/l)

3.3.3 Zooplankton – Tvedalen vest

Det var store ulikheter i dyreplanktonets artssammensetning mellom innsjøene, og en nærmere beskrivelse av samfunnene, samt artslistene, finnes i **Vedlegg 3**.

Andelen filtratorer (vannlopper) var høyest i referansevannet Hellesrødtjønn (Figur 9). Figuren viser også at andelen var svært lav i de påvirkede vannene Mørjetjenn i august og Bålsrødvannet i oktober. På referanselokalitetene Langevann, Svarttjenn og vestre arm av Torpevannet (utløpet) var det en 'normal' andel vannlopper ved begge tidspunkt. Derimot viste de påvirkede delene av Torpevannet lavere andel vannlopper i august, men syntes 'normale' i oktober. Mer detaljert informasjon finnes i **Vedlegg 3.1**.



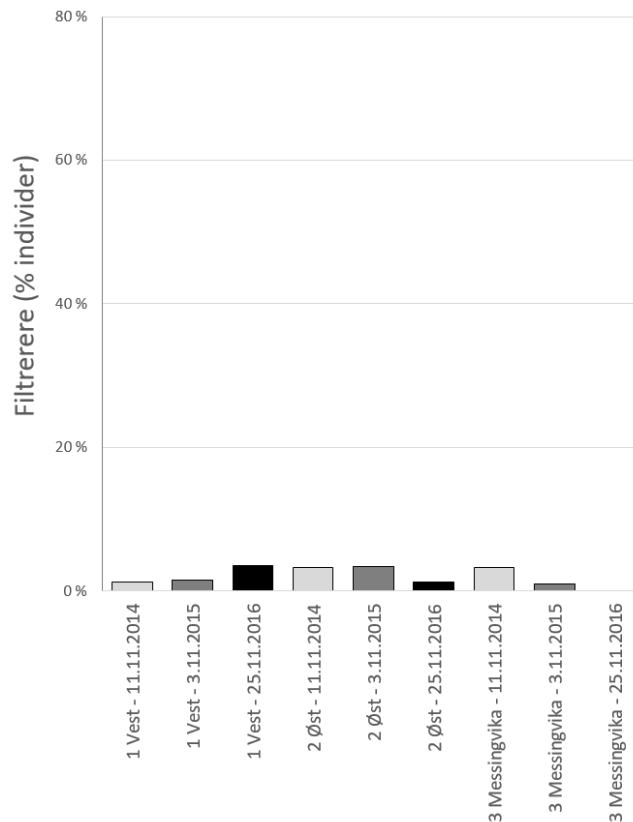
Figur 9. Andelen av filtratorer (vannlopper) i prøver av dyreplankton i august og oktober. Bare planktoniske krepsdyr er medregnet, men nauplius-larver av hoppekreps er utelatt (se forklaring i kapittel 4.2). Mens de upåvirkede innsjøene (Langevann, Svarttjenn, Hellesrødtjønn og Torpevannet V) bare viste moderate forskjeller mellom prøvetakingene, viste de påvirkede lokalitetene større forskjeller.

3.4 Saga Pearl

Saga Pearl har ikke revidert sitt overvåkingsprogram, og deres prøvetaking av bunndyr og vannkjemi er derfor i henhold til opprinnelig overvåkingsprogram. Det er altså prøvetatt to lokaliteter i avrenningsbekker, og én lokalitet i Messingvika i Hallevannet (**Figur 5**). Det er ikke satt opp undersøkelser av referansestasjoner i overvåkingsprogrammet, og dette er dermed heller ikke prøvetatt.

3.4.1 Bunndyr – Saga Pearl

Alle stasjoner som er prøvetatt for Saga Pearl er påvirket av bruddområdet, og det var en meget lav andel (<4 %) filtrerende organismer på alle tre lokaliteter både i 2016 (ingen i Messingvika) og i de to øvrige år (**Figur 10**). Det var også relativt få EPT-taksa på de ulike stasjonene (**Vedlegg 2.1**).



Figur 10. Andelen individer av bunndyr som klassifiseres som filtrerere i området Saga Pearl i 2014-2016. Fargen på søylene indikerer prøvetakingsår: Lys grå = 2014, mørk grå = 2015, sort = 2016. Det er ikke satt opp undersøkelser av referansestasjoner i overvåkingsprogrammet.

3.4.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Saga Pearl

I **Tabell 9** vises vannkjemi for to bekker nedstrøms Saga Pearl, samt Messingbukta i Hallevannet. I henhold til vannforskriften var konsentrasjonen av total nitrogen høyt ved Saga Pearl vest og i tilstandsklasse «Svært dårlig», mens tilstanden ved Saga Pearl øst var «God». For total fosfor var tilstandsklassen «Moderat» i Saga Pearl vest og «God» i Saga Pearl øst. I Hallevannet var tilstanden «Moderat» og «God» for henholdsvis total nitrogen og fosfor. Konsentrasjoner av $\text{NH}_4\text{-N}$ varierte og var ofte under rapporteringsgrensen, og utgjorde en liten andel av total nitrogen. Konsentrasjon av hydrokarboner (C10-C40) var i hovedsak under rapporteringsgrensen. Det var noe forhøyet turbiditet for Saga Pearl vest, med tilsvarende forhøyede verdier for fargetall og TOC.

Tabell 9. Vannkjemi i to bekker og Hallevannet nedstrøms Saga Pearl i 2016. Konsentrasjoner er angitt som gjennomsnitt, med antall vannprøver som er analysert angitt som N, og beregnet standard avvik som St.av. Målte konsentrasjoner under rapporteringsgrensen er angitt med <. Total nitrogen og fosfor er klassifisert i henhold til vannforskriften, og vanntype og beregnede EQR og nEQR er gitt i **Vedlegg 4.1**. Fargede celler viser tilstandsklassifisering i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa 2015): Grønn = God; gul = Moderat og rød = Svært dårlig tilstand. Vannprøvene ble tatt 28.4, 21.6, 22.8 og 7.10.

Parameter	Saga Pearl vest (N= 4)	St. av.	Saga Pearl øst (N= 4)	St. av.	Saga Pearl Hallevannet (N= 4)	St. av.
pH	7,5	0,2	6,8	0,4	7,1	0,2
Fargetall (mg Pt/l)	91	40	52	26	37	6
Ca (mg/l)	23	2	7	2	4,9	0,2
Turbiditet (FNU)	20	11	6	3	1	1
P-total (mg/l)	0,05	0,02	0,03	0,02	0,016c	--
N-total (mg/l)	4	1	0,6	0,3	1,3	0,4
Fraksjon >C10-C12 (µg/l)	< 5,0	-	< 5,0	-	< 5,0	-
Fraksjon >C12-C16 (µg/l)	< 5,0a	-	< 5,0	-	< 5,0	-
Fraksjon >C16-C35 (µg/l)	<30	-	<30	-	<30	-
Fraksjon >C35-C40 (µg/l)	<10	-	<10	-	<10	-
TOC (mg/l)	11	2	6	1	5	1
NH ₄ -N (mg/l)	<0,026b	-	0,2	0,1	0,1	0,1

a, en vannprøve med konsentrasjon 9,3 (mg/l); b, kun en vannprøve med konsentrasjon 0,026 (mg/l); c, kun en vannprøve ble målt i konsentrasjoner over rapporteringsgrensen.

4 Diskusjon

4.1 Generelt om bruk av filtrerende bunndyr som mål på biologiske effekter av partikkelforurensning

Mens bunndyrfaunaen har vist seg å være en god indikator for organisk belastning og forsuring (Direktoratsgruppa 2015), har erfaringene med bruk av filtrerende bunndyr (filtrerere) som indikator på partikkelforurensning vært mer usikre. Også i dette overvåkingsprosjektet viste resultatene til dels stor år-til-år-variasjon i andelen filtrerere for mange av stasjonene, og til dels også mellom stasjonene. Det er flere mulige forklaringer til dette. Dels kan det ha sammenheng med at mange av stasjonene var svært små, noe som i seg selv gir høy variasjon, og dels kan det ha sammenheng med at flere ulike påvirkningsfaktorer (organisk belastning, næringssalter og steinslam) virker sammen. Det er også slik at ulike bunndyrarter trives i ulike typer habitat, og vassdragene som er prøvetatt i denne undersøkelsen har svært ulike habitater. Dette gjør det vanskeligere å vurdere i hvilken grad steinslam fra steinbruddene påvirker andelen filtrerende bunndyr. Det er derfor viktig også å gjøre en ekspertvurdering av de fullstendige artslistene, inkludert EPT-taksa, for slik bedre å kunne skille ut andre årsaker til variasjoner i bunndyrsamfunnets artssammensetning. Det er også slik at en nedgang i absolutt antall av filtrerende bunndyr ofte ikke er et dårlig tegn, da mange av de filtrerende bunndyrene blir tallrike i områder med for eksempel organisk belastning.

Undersøkelsene i denne rapporten antyder likevel at andelen filtrerende bunndyr var noe redusert på enkelte stasjoner som var påvirket av partikler, og andelen filtrerere er som regel høyere på referansestasjonene sammenliknet med de påvirkede stasjonene. Dette har også for eksempel Jones m.fl. (2012) vist, da de så at filtrerende knott og vårfluelarver var underrepresentert ved lokaliteter med høye tilførsler av finsediment fra et militært øvingsområde, sammenliknet med referanselokaliteter. Bruk av andel filtrerende organismer kan slik se ut til å gi en viss informasjon om mulig påvirkning fra steinindustri.

4.2 Generelt om bruk av zooplankton som mål på biologiske effekter av partikkelforurensning

Steinslam og andre finkornete uorganiske partikler kan påvirke dyreplankton direkte ved at arter som filtrerer næringspartikler fra vannet (planteplankton og bakterier) også vil ta inn små uorganiske partikler (ikke-selektiv eller lite selektiv filtrering). De viktigste filtratorene blant dyreplankton i ferskvann er vannlopper, som hovedsakelig baserer sitt næringsopptak på å filtrere partikler i størrelsesområdet 1-30 µm. Artene varierer en del i hvor små partikler som kan holdes igjen i filterapparatet. Det foreligger atskillig informasjon om inntak av ulike typer plastpartikler, som ofte er benyttet til å estimere filtreringsrate for ulike partikkelstørrelser (f. eks. Bern 1990), men svært lite er gjort i forhold til uorganiske partikler som steinstøv. Hessen (1992) påviste ikke-selektivt inntak av små, uorganiske steinpartikler hos *Daphnia magna*, og at dette førte til redusert næringsopptak og dermed dårligere vekst og formering. Det ble samtidig påvist at dyrene rett og slett blir tyngre ved inntak av steinstøv, og derfor må bruke mer energi på å svømme for å oppholde seg i vannmassene (Hessen 1992). Dette kan også gi utslag i redusert vekst og reproduksjon.

Vi har sett på andelen av filtratorer i planktonsamfunnet som en mulig indikator på påvirkning gjennom partikler fra steinbruddene (men har valgt å se bort fra de minste larvene av hoppekreps (nauplius-larver), siden disse opptre i store antall, med store svingninger, og derfor lett kan kamuflere endringer i mengden og sammensetningen av filtratorer).

Forholdet mellom filtrerende zooplankton og mineralske partikler kompliseres imidlertid ved at partikler også kan redusere sikten i vannet. Dette kan gjøre dyreplankton mindre synlige som byttedyr for fisk, som normalt er en viktig styrende faktor for artssammensetning av dyreplankton, siden fisken jakter med synet

og fortrinnsvis beiter på store og synlige arter. Generelt er det en god sammenheng mellom fiskebestander og dyreplanktonets sammensetning. Blant laksefisk vil krøkle, lagesild og sik være de mest effektive beiterne på zooplankton. Karpefisk som mort og sørv danner ofte tette bestander som svært effektivt kan beite ned dyreplankton, og det samme gjelder i noe mindre grad for abbor og trepigget stingsild.

De største og mest effektive filtratorene vil være mest utsatt for å bli beitet ned av fisk, og må samtidig antas å være mest sårbare for effekter av steinstøv. Uten å kjenne bedre til fiskebestandene i de aktuelle innsjøene kan det derfor være vanskelig å avgjøre om svak bestand av disse artene kan tilskrives partikkel-forurensning.

Et annet moment er at samfunnet av dyreplankton er dynamisk og kan endre seg over relativt kort tid. Dette gjelder spesielt vannloppene, som kan formere seg ukjønnnet og har kort generasjonstid, mens hoppekrepsene generelt har lengre generasjonstid og derfor er mer stabile i tetthet (bortsett fra de små nauplius-larvene som kan opptre i mer kortvarige pulser). Hjuldyrene har enda raskere populasjonsvekst enn vannloppene, og populasjonene kan svinge kraftig i løpet av kort tid.

Tilførsler av partikler til innsjøene antas å variere sterkt med nedbør og avrenning fra nedbørfeltene, for eksempel i forbindelse med snøsmelting eller kraftige regnskyll. Selv om slike episoder skulle redusere filtratorenes tetthet kraftig vil de fleste arter ha evne til å restituere populasjoner i løpet av forholdsvis kort tid. Dette skyldes dels at de har høy potensiell reproduksjonsrate, men også at vannloppene produserer hvile-egg for overvintring, og disse utgjør en 'egg-bank' i bunnsedimentene som kan klekke og bidra til rask populasjonsvekst. Store partikkeltilførsler om våren kan for eksempel tenkes å forsinke utviklingen av dyreplanktonsamfunnet, og vedvarende tilførsler vil kunne holde filtratorene nede over lengre tid. Mye avhenger av partiklenes oppholdstid i innsjøene. For å se på effekten av steinstøv vil det derfor være viktig å prøveta innsjøene på tidspunkter med både høy og lav avrenning fra bruddene, inkludert tidlig i nedbørsperioder. Dette gjelder både zooplankton- og vannprøvetakingen.

4.3 Klåstad og Brattås

4.3.1 Bunndyr – Klåstad og Brattås

Artssammensetningen av bunndyrsamfunnet viser at alle stasjoner rundt Klåstad og Brattås er negativt påvirket. Det er lavt antall taksa på alle stasjoner, og de taksa som ble observert er typiske for påvirkede lokaliteter (**Vedlegg 2.2**). Det var også svært få EPT-taksa (**Vedlegg 2.1**), med blant annet færre EPT-taksa på referanselokaliteten i Haslebekken enn på lokalitetene nedstrøms utslippet fra Klåstad. Alle bekkene er også små, og med store år-til-år-variasjoner. Dette gjelder også referansestasjonene. Når referansestasjonene allerede er såpass påvirket blir det vanskelig å se eventuelle endringer i artssammensetningen som resultat av nok en påvirkning - avrenning fra steinbruddene.

Nord for Klåstad var andelen filtrerende organismer på referansestasjonen høyere i 2014-2016 sammenliknet med begge de påvirkede stasjonene. Dette indikerer at partikkelavrenningen fra Klåstad har vært stor nok til å påvirke de filtrerende organismene i Haslebekken negativt. Både referansestasjonen og Klåstad N hadde en meget høy andel silt (**Vedlegg 1.1**); på prøvetakingstidspunktet var det et 30-40 cm tykt lag silt ved denne stasjonen. Dette er ikke et godt egnet substrat for de fleste bunndyr. Ettersom det fra 2015 til 2016 er gjort endringer i plassering og rensing av utslippene mot nord vil det være interessant å se om trendene observert i 2016 fortsetter i 2017.

Den store nedgangen i andel filtrerere på referansestasjonen sør for Klåstad (Klåstadbekken ref) fra 2013 til 2016 (fra 80 til 0 %) kan i all hovedsak tilskrives en stor nedgang i antall småmuslinger (Sphaeriidae), samtidig med en økning i fjærmygg (Chironomidene) (**Vedlegg 2.2**). Det har samtidig vært en nedgang i EPT-taksa, og ingen slike taksa ble observert i 2016. Det er usikkert hvorfor det har vært en såpass markert negativ trend på referansestasjonen, men lokaliteten er en meget liten bekk i en dreneringsgrøft mellom en åker og en bussholdeplass, med svært dårlig økologisk tilstand for både nitrogen og fosfor i 2016. Det har de siste to årene også vært observert mye søppel på lokaliteten (inkludert støvsugere og

annet elektronisk utstyr), og bekken grøftes jevnlig, med fjerning av all kantvegetasjon (takrør). Dette er altså et område med meget stor bakgrunnsbelastning, og det er begrenset hvor mye mer negativt bunndyrsamfunnet kan påvirkes av partikkelforurensning så lenge de andre påvirkningene ikke reduseres. Dette viser også at det er utfordrende å benytte denne lokaliteten som referansestasjon, men det er vanskelig å finne mer egnede lokaliteter i området.

Fraværet av filterere på Brattås nord i 2016 kan skyldes etablering av sedimentasjonsbassenget, som var under konstruksjon på prøvetakingstidspunktet. Stasjonen var dominert av fjærmygglarver og fåbørstemark, som er de taksa som oftest blir igjen når de mer sensitive taksa forsvinner på grunn av en påvirkning. Avrenning fra byggearbeidene vil også ha påvirket Klåstad S, som ligger like nedstrøms, der det ble observert kun en meget lav andel filtrerende bunndyr. Hvorfor andelen filtrerende bunndyr har vært såpass lav på denne stasjonen også i 2014 og 2015, sammenliknet med 2013, er uklart. Men også dette er en relativt liten bekk, så det må forventes noe variasjon fra år til år.

4.3.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Klåstad og Brattås

Det var ikke mulig ut fra kun tre vannprøvetakinger å se at det var økt partikkeltransport fra Klåstad mot nord. Det er også tydelig at prøvetakingene ble gjort på dager med relativt liten partikkeltransport fra bruddet, da gjennomsnittet for de tre prøvetakingene lå under både median (12,6 FNU) og gjennomsnittlig (20,5 FNU) verdi for utslipp mot nord, jamfør de månedlige prøvetakinger utført i henhold til måleprogrammet (**Vedlegg 4.2**). Det var heller ikke mot sør mulig å påvise tydelig partikkeltransport fra Klåstad, men også her var gjennomsnittsverdien på de tre målingene under både median (9,9 FNU) og gjennomsnitt (19,4 FMU) i henhold til måleprogrammets analyser (**Vedlegg 4.2**). Det var derimot en del høyere turbiditet ved stasjonene «Klåstadbekken nedstrøms» og «Brattås nord». Dette skyldes oppstart av utbygging av sedimentasjonsbassenget, som gav veldig høy turbiditetsmåling i slutten av august (**Vedlegg 4.4**). Ved Brattås sør var gjennomsnittlig fargetall og TOC markert høyere enn for de andre lokalitetene, men dette ble registrert i perioder der turbiditeten var lav (**Vedlegg 4.4**), og skyldes trolig at lokaliteten ligger i et skogsområde med mye humus. I anleggsperioden ble det i henhold til måleprogrammet gjort ukentlige målinger av turbiditet ved Brattås sør, og disse viser tidvis meget høye verdier. Årsaken til dette var avrenning av stedlige jordmasser (leire) som var lagt til side i forbindelse med klargjøring for deponering. Massene skal brukes som tildekkingsmasser etter endt deponering. De høye konsentrasjonene skyldtes følgelig ikke avrenning av finstoff fra produksjon/deponering oppe på deponiet (**Vedlegg 4.2**).

Målte konsentrasjoner av hydrokarboner (C10-C40) var konsekvent lav, og stort sett under rapporteringsgrensen. Dersom dette mønsteret fortsetter ved prøvetaking også i nedbørsperioder ser det ikke ut til å være nødvendig å fortsette måling av dette framover.

På alle lokaliteter, inkludert referansestasjonene, var konsentrasjonen av total nitrogen høy og i tilstandsklasse «Svært dårlig» i henhold til vannforskriften. Det er altså andre kilder til nitrogen i dette området enn bruddvirksomhet, ikke minst landbruk (og potensielt også feilkoblinger på ledningsnett). Dette er i overensstemmelse med konklusjonene fra Berge m.fl. (2009), som fant de høyeste nitrogenkonsentrasjonene i landbruks- og boligområder oppstrøms bruddene. At det i 2016 var svært dårlig tilstand også i skogsområdet øst for Brattås deponi kan muligens skyldes anlegning av sedimentasjonsdammen sør for Klåstad, der det ble gjort mye gravearbeider ved Brattås nord i 2016, og stedege masser ble lagret oppstrøms Brattås sør. Her viser turbiditetsmålinger fra måleprogrammet høye verdier, så det har tydelig vært avrenning fra de stedege massene, og de høyeste nitrogenkonsentrasjonene ble observert rundt samme tid som de stedege massene ble deponert. Det ble dog ikke observert tilsvarende forhøyede verdier av fosfor, i hvert fall ikke for Brattås sør, noe som ville vært forventet dersom det kun var avrenning fra løsmasser som var årsaken til de forhøyede verdiene. Det ble ikke tatt vannprøver ved Brattås sør i oktober, og det er derfor vanskelig å forklare de høye nitrogenverdiene i skogsområdene ved Brattås.

Det er også tydelig at landbruket bidrar til at konsentrasjonen av fosfor i bekkene øker. Nord for Klåstad går tilstandsklassen basert på fosfor fra «God» i øvre deler av bekkene, inkludert utslippspunktet mot nord, til Moderat ved Skallistveien. Området ble grøftet (**Figur 14 i Vedlegg 1.2**) og høyere kantvegetasjon ble fjernet (**Figur 11 i Vedlegg 1.2**) i 2016, noe som øker avrenningen fra åkrene til bekkene. Både det fysiske grøftingsinngrepet og den økte avrenningen fra landbruksjorda vil påvirke biologien i bekkene. Det samme gjelder landbruksområdene sør for Klåstad, hvor fosforkonsentrasjonen er høyest i referansebekken, og minsker i Klåstadbekken nedstrøms. Klåstadbekken ref er kun påvirket av landbruk og får dårligere tilstand med tanke på fosforbelastning enn Klåstadbekken nedstrøms, trolig fordi sistnevnte får en fortyningseffekt av avrenningsvannet fra Klåstad mot sør (som var i svært god tilstand med tanke på fosfor). Brattås nord ligger i et skogsområde, uten landbrukspåvirkning, men det er mulig stasjonen oppnår moderat tilstand på grunn av bygging av sedimentasjonsdammen i 2016 (høyeste fosforkonsentrasjon var i oppstartsfasen av byggingen). Det er mye fosfor i jordsmonnet i området, og fosfor er som regel bundet til partikler. Ved prøvetaking i nedbørsperioder antas det derfor høyere konsentrasjoner av fosfor knyttet til avrenningsvann fra brudd og deponier, men dette er tidligere vist å være lite biotilgjengelig (Berge m.fl. 2009).

pH var, som forventet, noe høyere i påvirkede resipienter enn ved referanselokalitetene. Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøkelser av pH i avrenningsvann fra bruddene (Berge m.fl. 2009), og har trolig ingen negativ effekt på biologien i bekkene.

4.3.3 Samlet vurdering – Klåstad og Brattås

Basert på kun tre runder av vannkjemiske målinger var det ikke mulig å se en forhøyet partikkeltransport fra Klåstad, verken mot nord eller sør. Måleprogrammets gjennomsnitts- og medianverdier for FNU (**Vedlegg 4.2**) ligger høyere enn gjennomsnittet målt her, og prøvetaking har foregått på dager med lav avrenning. Basert på målinger utført i henhold til måleprogrammet er det tydelig at det har vært perioder med mye høyere partikkeltransport, og det anbefales at vannprøvetaking heretter utføres under ulike nedbørsepisoder, slik at resultatene gir et mer korrekt bilde av partikkeltransporten, både fra bruddene og fra referansestasjonene.

Stasjonen Klåstad N hadde for eksempel et meget tykt lag silt på tidspunktet for bunndyrprøvetaking (30-40 cm), og det var ikke en egnet lokalitet for bunndyrprøvetaking. Det er mulig det høye siltinnholdet skyldes at stasjonen relativt nylig har begynt å motta hovedutslippet fra Klåstad mot nord, så det vil være viktig å følge opp denne lokaliteten framover. Det er mye mindre silt lenger nedstrøms i Haslebekken, så det er tydelig at det meste sedimenteres i øvre strekninger.

Basert på fosformålingene gjort i denne undersøkelsen er det tydelig at landbruksområdene bidrar med fosfor til bekkene. Hele området er også tydelig påvirket av nitrogen, med svært dårlig tilstand for både referansestasjoner og påvirkede stasjoner. De forhøyede fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene som er målt i denne studien skyldes altså ikke avrenning fra Klåstad, selv om fosforkonsentrasjonene antas å være høyere ut fra bruddene ved nedbørsperioder. Det er også mulig det har vært forhøyede nærings saltkonsentrasjoner i avrenningsvannet fra Brattås i forbindelse med etablering av ny sedimentasjonsdam.

Fra de biologiske undersøkelsene ser det ut til at avrenningen fra bruddet påvirker andelen filtrerende bunndyr, men ikke i samme grad totalt antall taksa eller antall EPT-taksa. Dette viser at selv om andelen filtrerende bunndyr går ned, så har ikke nødvendigvis avrenningen en negativ effekt på bunndyrsamfunnet som helhet.

Nord for Klåstad er referansestasjonen tydelig påvirket av nitrogen, og landbruket gir et tydelig fosforbidrag nedover i bekkene, så det er åpenbart flere ulike belastninger som påvirker bunndyrene i Haslebekken, og altså ikke kun avrenning fra Klåstad. Mot sør er det usikkert hvorfor det har vært en såpass stor nedgang i andel filtrerere på referansestasjonen, men mange ulike påvirkninger virker inn her, inkludert meget høy næringsbelastning, og trolig også organisk belastning, noe som vil ha stor innvirkning

på bunndyrsamfunnet i en såpass liten vannforekomst. Den lave andelen filtrerende bunndyr på stasjonen Brattås nord kan muligens tilskrives byggearbeidene med sedimentasjonsdammen, noe som også trolig har hatt innvirkning på Klåstad S lenger nedstrøms. Det er derimot usikkert hvorfor Klåstad S har hatt såpass lav andel filtrerere i 2014 og 2015. Hovedutslippet fra sør vil fra 2017 gå ut like oppstrøms Klåstad S, så her kan det nok forventes at andelen filtrerende bunndyr forblir lavt.

I sør renner Klåstadbekken ut i Viksfjorden, og på sikt kan det være ønskelig å se på effekter av steinindustrien i fjorden. Men foreløpig er fjorden så påvirket av næringstilførsler fra landbruket, samt indre gjødsling, at den relative effekten av partikkelforurensning fra steinbruddet vil være liten. Den dagen eutrofieringsproblemet er (kraftig) redusert vil det kunne være ønskelig å se i hvilken grad steinbruddsavrenningen påvirker økologien i fjorden.

4.4 Krukåsen

4.4.1 Bunndyr - Krukåsen

Stasjonen nærmest bruddet, Mot Håkestadbekken, hadde i 2016 en veldig høy andel filtrerende bunndyr sammenliknet med 2014 (stasjonen kunne ikke prøvetas i 2015 på grunn av lite vann). Men disse resultatene er ikke direkte sammenliknbare, da stasjonen ble flyttet i 2016 (se **Figur 3**). Det er dermed vanskelig å si noe basert på tidligere års resultater for denne stasjonen. I 2016 hadde både referansestasjonen og stasjonen Håkestadbekken nedstrøms en mye lavere andel filtrerende bunndyr, samt færre EPT-taksa og bunndyrtaksa generelt, enn stasjonen mest påvirket av utslipp fra bruddet. Dette gjenspeiler trolig flere faktorer: For det første viser analyseresultatene fra måleprogrammet at det kun er få episoder med noe forhøyet turbiditet i avrenningsvannet fra Krukåsen, og høyeste måling i 2016 er ikke mer enn 27,2 FNU (**Vedlegg 4.2**). Videre er det en forskjell i arealbruk i nedbørfeltet til de ulike stasjonene: Mot Håkestadbekken ligger i, og drenerer, et skogsområde, mens de to stasjonene langs Håkestadbekken ligger i hver sin dreneringsgrøft, uten særlig kantvegetasjon, i et jordbrukslandskap. Det er også verdt å nevne at bruddet Håkestad drenerer ut i Håkestadbekken mellom stasjonene Håkestadbekken oppstrøms og Håkestadbekken nedstrøms. Vi har ikke data for dette bruddet, men det er mulig at partikkeltransport derfra kan ha vært med på å forårsake den marginalt lavere andelen filtrerende organismer i nedstrøms stasjon. Basert på artslistene for stasjonene ved Krukåsen er det tydelig at dette er påvirkede til sterkt påvirkede samfunn, og det er vanskelig å skille ut påvirkninger fra steinindustrien når samfunnene i utgangspunktet er såpass reduserte.

4.4.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann - Krukåsen

Konsentrasjonene av total nitrogen og fosfor var forhøyet i alle bekkene og tilstandene varierte fra «Svært dårlig» til «Moderat». De høyeste konsentrasjonene av nitrogen ble observert på referansestasjonen (Håkestadbekken oppstrøms) og i Håkestadbekken nedstrøms, mens høyeste konsentrasjon av fosfor ble observert på referansestasjonen. Stasjonen nærmest utslippet fra Krukåsen (Mot Håkestadbekken) ligger relativt nær åkerlandskapet nedstrøms (se **Figur 3** og **Figur 15**), så det er mulig stasjonen påvirkes av næringssalttilførsler derfra. Generelt er antakelig hovedkildene til fosfor og nitrogen i dette området landbruk og eventuelt feilkoblinger på ledningsnettet.

Det ble observert noe høyere turbiditet ved Mot Håkestadbekken sammenliknet med de to andre stasjonene. Dette sammenfalt med høyere både fargetall og TOC, samt lavere pH, noe som kan tyde på humuspåvirkning (vannet er tidligere observert å være klarbrunt i felt). Tilsvarende resultater ble også observert i 2015 (Moe m.fl. 2016). Som tommelfingerregel regner man at fargetallet er lik ca 7-10 ganger TOC-konsentrasjonen (Bomo m.fl. 2007), men på stasjonen Mot Håkestadbekken er fargetallet tidvis det dobbelte av dette. Slike situasjonen kan oppstå ved høye jern- eller mangankonsentrasjoner, noe som også kan gi brunfarget vann, og det anbefales å inkludere jern- og manganmålinger i neste års overvåking dersom man ønsker å avklare dette.

4.4.3 Samlet vurdering - Krukåsen

Sammenliknet med de to stasjonene i Håkestadbekken ser det ikke ut til at partikkelavrenning fra Krukåsen har en negativ påvirkning på andel filtrerende organismer. Området ser i hovedsak ut til å være preget av landbruksavrenning, med forhøyede næringssaltkonsentrasjoner på alle stasjoner. Stasjonen med dårligst tilstand med tanke på eutrofiering var referansestasjonen, og dette stemmer overens med fjorårets undersøkelser (Moe m.fl. 2016). Den gang ble det også observert en del heterotrof begroing, et tegn på at stasjonen også får tilførsler av organisk materiale. Dette vil også påvirke bunndyrsamfunnet negativt.

4.5 Tvedalen vest

4.5.1 Bunndyr – Tvedalen vest

Fra Tvedalen har vi bare prøver fra 2016, og for disse er det tydelig at andelen filtrerere er høyere ved referansestasjonene enn ved de respektive påvirkede stasjonene. Dette er en klar indikasjon på at de filtrerende bunndyrene påvirkes av partikkelpåvirkning fra bruddene, og det ser ut til at Askedalsbekken er mest påvirket. Tvedalen 1 har mye lavere andel filtrerende bunndyr enn referansestasjonen Tvedalen ref, og ser dermed ut til å være tydelig negativt påvirket av partikkelavrenning. Men stasjonen har allikevel en relativt høy andel filtrerende organismer sammenliknet med de andre påvirkede lokalitetene i denne undersøkelsen, og ligger langt høyere enn for eksempel Klåstad N, som det ellers kan være naturlig å sammenlikne med basert på størrelse, arealbruk (skog) og påvirkning (nedstrøms utslipp brudd). Årsaken til dette er trolig at Tvedalen 1 ligger i et brattere terreng, med mindre sedimentering og et mye mer egnet substrat (**Vedlegg 1.1**).

Med unntak av Askedalsbekken har bekkene i dette bruddområdet også det høyeste antallet EPT-taksa, samt totalt antall taksa. Dette er naturlig å forvente ettersom bekkene i dette området generelt er større enn i de andre områdene (**Vedlegg 1.1**), og større bekker har som regel høyere antall EPT-taksa (pers. med. Tor Erik Eriksen). Dette kan også forklare hvorfor Tvedalen 1 har høyere antall enn både Tvedalen ref og Tvedalen 2.

4.5.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Tvedalen vest

Målinger av fargetall, turbiditet og TOC ga ingen informasjon om bekkene var påvirket av aktiviteter fra steinbrudd, med unntak av Askedalsbekken, hvor tre av fire prøvetakinger viste høye turbiditetsmålinger (**Vedlegg 4.4**). Dette ble også gjenspeilet i måleprogrammet, der turbiditetsmålingene lå over grenseverdiene mange uker av året, inkludert gjennomsnitts- og medianverdier (**Vedlegg 4.2**). Konsentrasjoner av disse parametere vil fluktuere og er svært avhengig av vannføring i bekkene, så prøvetaking ved ulike nedbørscenarier er anbefalt for å få et representativt bilde på avrenningen. Det ser dog ut til at målingene fra 2016 er relativt representative for situasjonen i Tvedalen vest, ettersom gjennomsnittsturbiditeten ligger høyere for både Askedalsbekken og Tvedalbekken enn gjennomsnitts- og medianmålingene fra måleprogrammet (**Vedlegg 4.2**). For Mørjebekken er målingene noe lavere enn i måleprogrammet, men ikke mye, og alle bekkene utenom Askedalsbekken har få og lave turbiditetstopper.

I de syv bekkene i Tvedalen vest var konsentrasjonene av total nitrogen i bekkene forhøyet, og varierte fra tilstandsklasse «Svært dårlig» til «Moderat». Det var dårligst tilstand i Askedalsbekken, som ligger nedstrøms et lite boligfelt og en bilvei, og det er uklart hva den høye nitrogenkonsentrasjonen skyldes. Det bør undersøkes hvorvidt det er feilkoplinger/lekkasjer fra avløpsnett i dette området. De forhøyede konsentrasjonene i Tvedalen 1, 2 og ref kan skyldes landbruk og spredte avløp, og det samme kan være tilfellet i Mørjebekken 1 og 2 (det er tidligere påvist *Sphaerotilus natans*, på norsk «lammehaler», i Mørjebekken, noe som tyder på organisk belastning; Berge m.fl. 2009). Men bakgrunnskonsentrasjonen av nitrogen ser ut til å være relativt høy i hele området, da også referansestasjonen i Mørjebekken – som er i et skogbrukslandskap – har forhøyet nitrogenkonsentrasjon. For total fosfor var alle bekkene i «God» tilstand med unntak av Askedalsbekken, som var i «Svært dårlig» tilstand. Dette skyldes den høye partikkelavrenningen fra bruddområdet, men fosforet skal altså være relativt lite biotilgjengelig (Berge & Källqvist 2006).

4.5.3 Zooplankton – Tvedalen vest

Vi mangler vannkjemiske målinger i innsjøene, og må her basere oss på målinger fra innløpsbekkene. Disse viste et langt høyere partikkelinnhold i Askedalsbekken enn de andre bekkene. Dette skulle tilsi sterk påvirkning på Bålsrødvann, men dette blir usikkert siden avstanden fra målepunktet i bekken til innsjøen er stor. Partikkelmengdene målt i Tvedalbekken og Mørjebekken var vesentlig lavere, men klart høyere enn naturlig nivå. Mørjetjenn er mye mindre enn Torpevann, og forventes derfor å være mer påvirket enn Torpevannet selv om partikkelmengdene målt i bekkene var noenlunde sammenlignbare.

Tilførsler av partikler til innsjøene vil også avhenge av nedbør og avrenning. Fra 1. til 26. august er det målt til sammen 70 mm nedbør ved Helgeroa (<http://www.selarvik.no>), mens for tilsvarende periode forut for 5. oktober var nedbørsummen 29,4 mm. Det ble tatt prøver av dyreplankton 26. august og 5. oktober. I Askedalsbekken var turbiditeten svært høy i august, og enda høyere i oktober, men partikkeltransporten til Bålsrødvannet har antagelig vært størst i august. Denne antagelsen gjelder trolig også tilførsler til Torpevannet og Mørjetjenn. Det er grunn til å tro at hovedpåvirkningen av steinslam på vassdragene er knyttet til vårløsningen.

Som omtalt over (kap. 4.2) har fiskebestandene avgjørende betydning for dyreplanktonets sammensetning. I følge Artsdatabankens Artskart (<http://artsdatabanken.no/artskart>) har Bålsrødvannet og Torpevannet ørret, abbor og sørv, mens Hellesrødtjønnå bare har ørret. For Mørjetjenn, Langevannet og Svarttjenn er det ingen registreringer av fisk i Artskart, og vi har ikke funnet ytterligere informasjon. Det går imidlertid sjørret i Mørjetjenn til gyteområder ovenfor (fisk observert 5. oktober), så det er ganske sikkert ørret også i Svarttjenn og Langevann, og flere arter er sannsynlig. Sørv er antagelig introdusert i området i nyere tid.

Bålsrødvannet hadde liten andel filtratorer i oktober, da vannet var grumset, men mer i august, mens vannet var klarere. I referanselokaliteten Hellesrødtjønnå var vannet klart (men humøst) ved begge tidspunkt, men her var det svært lite filtratorer i august og langt flere i oktober. Det virker sannsynlig at uorganiske partikler kan bidra til redusert bestand av filtratorer i Bålsrødvann, men beiting fra både fisk og svevemygg må også antas å spille en viktig rolle i innsjøen. Vannprøver fra Askedalsbekken viste svært høy turbiditet ved flere tidspunkt, men stasjonen ligger et godt stykke ovenfor innsjøen og det er uklart hvor mye av partiklene som faktisk når fram til denne. Sammenligning med referanselokaliteten Hellesrødtjønnå er vanskelig siden artssammensetningen var ganske forskjellig.

Mørjetjenn hadde ganske uklart vann ved prøvetakingen i oktober, mens vannet var klarere i august. Her var det knapt noen filtratorer i prøven fra august. I oktober var forholdene mer 'normale' mht. filtratorer. I referanselokaliteten Svarttjenn var bildet motsatt, med størst andel filtratorer i august. Det er liten tvil om at Mørjetjenn var påvirket av partikkeltilførslene, og fravær av filtratorer i august kan ha sammenheng med dette. Vi vet ikke om fisk kan ha bidratt til å holde filtratorene nede.

Torpevannet skilte seg fra de andre innsjøene i dyreplanktonets artssammensetning. Det var også markerte forskjeller mellom de tre delene av innsjøen. I august var andelen filtratorer ganske høyt i den vestre enden ved utløpet, og avtok så til Svanevika (midtre bukt) og var lavest i nord. Dette mønsteret passer med forventet påvirkning av partikler, som antas å være størst i den nordre enden hvor Tvedalbekken munner ut. I Svanevika munner bekken fra Bålsrødvannet som er påvirket av partikler fra Askedalsbekken. Mye av partiklene antas å sedimentere her, slik at påvirkningen i Svanevika forventes å være mindre.

I oktober var bildet endret mellom stasjonene i Torpevannet, med større andel filtratorer i midtre og nordre del av innsjøen. Andelen filtratorer økte fra august til oktober i de to delene av innsjøen som antas å være partikkelpåvirket, og viste mindre variasjon i den vestre grenen ved utløpet til Barkvika. Dette mønsteret passer med antagelsen om større partikkeltilførsler i august enn i september-oktober.

Sammenliknet med referanselokaliteten Langevannet fant vi lavere andel filtratorer i Torpevannet i august, men omtrent samme andel i oktober. Imidlertid var antall vannlopper (filtratorer) i prøvene vesentlig høyere i Langevannet ved begge tidspunkt. Ulik artssammensetning gjør sammenligning mellom innsjøene vanskelig, men forskjellene kan tyde på mer intens beiting fra fisk i Langevann. Hvis dette er tilfelle, er de sparsomme forekomstene av filtratorer i Torpevannet (særlig i august) mer påfallende, og kanskje forårsaket av partikkelbelastning.

Samlet sett synes innsjøene som er påvirket av partikler å ha variable og til dels unormale samfunn av dyreplankton. En bedre karakteristikk av partikkelpåvirkningen i selve innsjøene vil være nødvendig for å avklare mulige årsakssammenhenger. I tillegg trenger vi bedre kunnskap om fiskebestander i de aktuelle innsjøene.

4.5.4 Samlet vurdering – Tvedalen vest

Basert på andel filtratorer kan det tyde på at både bekkene og innsjøene i Tvedalen-området er påvirket av partikkelavrenning fra Tvedalen vest, og særlig Askedalsbekken er sterkt påvirket av partikkelavrenning, noe turbiditetsmålingene fra både overvåkingsprogrammet og måleprogrammet også viser. Det er noe vanskelig å sammenlikne de påvirkede innsjøene/tjernene med referansevannene, ettersom det ser ut til å være relativt ulike, eller ukjente, fiskesamfunn. Det anbefales derfor å vurdere fiskeundersøkelser for å få et bedre datagrunnlag for å si noe om påvirkningen på zooplanktonsamfunnene fra henholdsvis fisk og partikkelavrenning. Basert på fiskeundersøkelsene kan det også vurderes hvorvidt noen av referansevannene kan utgå fra undersøkelsene.

I overvåkingsprogrammet for Tvedalen vest er det foreslått å vurdere hvorvidt prøvetaking av Mørjebekken 2 skal videreføres, ettersom Berge m.fl. (2009) fant at denne stasjonen ikke virket særlig påvirket av partikkeltransport og dermed antok at Mørjetjern fungerte som en sedimentfelle. Våre undersøkelser støtter bare delvis dette: Mørjebekken 2 hadde et mer naturlig bunndyrsamfunn enn Mørjebekken 1, men førstnevnte er også en mye større bekk med et mer variert substrat. Videre var andel filtrerende bunndyr like lav nedstrøms som oppstrøms Mørjetjern, noe som kan tyde på at Mørjetjern ikke fungerer som sedimentasjonsbasseng i like stor grad som man antok i rapporten fra Berge m.fl. Basert på zooplanktonundersøkelsene så også Mørjetjern ut til å være tidvis sterkt påvirket av partikkeltilførsler, og det anbefales derfor videreføring av prøvetaking ved stasjonen Mørjebekken 2.

Med unntak av Askedalsbekken var det lave konsentrasjoner av fosfor i alle bekkene i Tvedalen-området, men det anbefales å gjøre undersøkelser for å finne ut hvor de forhøyede konsentrasjonene av nitrogen stammer fra.

4.6 Saga Pearl

4.6.1 Bunndyr – Saga Pearl

Området rundt prøvetakingsstasjonene ved Saga Pearl er skogkledt, og eneste lokale påvirkning er steinbruddsindustri. Andelen filtrerere har vært relativt lik mellom stasjonene de tre årene det er tatt prøver her, og det var også relativt få EPT-taksa på alle stasjoner (generelt flere enn i Klåstad-området, men noe færre enn i Krukåsen-området; **Vedlegg 2.1**). Sammenliknet med andre bekker av samme størrelse (**Vedlegg 1.1**) og med skog i nedbørfeltet (for eksempel Mørjebekken 2 og Tvedalen ref i Tvedalen vest) er det markert færre EPT-taksa og en lavere andel filtrerende organismer på bekkestasjonene ved Saga Pearl, noe som antyder at stasjonene påvirkes negativt av steinbruddet.

Stasjon 3 Messingvika ligger i strandsonen til en innsjø, og det er ingen lignende referansestasjoner å sammenlikne med. I 2016 var det ikke noen filtrere her, men det var veldig høy vannstand på prøvetakingstidspunktet, og dette kan ha påvirket resultatet.

4.6.2 Fysisk-kjemiske parametere i vann – Saga Pearl

Målinger av fargetall, turbiditet og TOC viste noe forhøyede verdier for Saga Pearl vest, men normale verdier for Saga Pearl øst og i Messingvika. Da målingene kun er basert på 4 prøvetakinger, og vi ikke har annen informasjon om vannkjemi for Saga Pearl, er det vanskelig å si noe entydig om partikkeltransporten herfra, men det er antydninger til høyere transport av både organiske og uorganiske partikler i Saga Pearl vest enn i øst. Større belastning i vest gjenspeiles også i næringssaltmålingene, og vannkjemien viste tydelig at Saga Pearl vest var sterkest belastet med nitrogen og fosfor, mens Saga Pearl øst var i «God» tilstand men hensyn til både nitrogen og fosfor. Da nedbørfeltet til disse lokalitetene kun er skog og steinindustri er det vanskelig å forklare årsaken til de forhøyede verdiene i Saga Pearl vest, men det er mulig det kan henge sammen med at denne stasjonen ligger nedstrøms en fangdam/oljeavskiller, og det kan være interessant å se på konsentrasjoner av næringsstoffer og organiske partikler der.

Tilstanden i Hallevannet var «Moderat» og «God» med hensyn til total nitrogen og fosfor, men littoralsonen i innsjøer anses ikke som velegnet for prøvetakning av vannkjemi, og vi har ingen referanselokaliteter å sammenlikne med.

4.6.3 Samlet vurdering – Saga Pearl

Det er vanskelig å si noe om påvirkningene ved stasjonen i Messingvika ettersom vi ikke har noen andre innsjøstasjoner å sammenlikne med, men det er klare indikasjoner på at andelen filtrerende bunndyr i bekkene er redusert som følge av avrenning fra steinindustrien. Det er også forhøyet næringsbelastning ved Saga Pearl vest, men det er usikkert hva som er kilden til dette, og især nitrogenet.

5 Konklusjoner

5.1 Klåstad og Brattås

Det vil naturlig være stor variasjon i biologien i såpass små bekker som vi finner i området rundt Klåstad og Brattås, og generelt færre taksa enn i større elver, men det var allikevel tydelig at menneskeskapt påvirkninger har en negativ effekt på biologien her. Vannkjemien viste tydelig at bekkene var belastet med næringsalter som vil virke eutrofierende, og dette kommer hovedsakelig fra landbruksdriften i området. Basert på bunndyrsamfunnene ser det også ut til å være en del organisk belastning i området. Partikkelforurensning fra bruddene ser ut til å senke andelen filtrerende bunndyr, men ikke nødvendigvis diversiteten. For å få en mer naturlig bunndyrfauna i området må det gjøres tiltak for å begrense både partikkeltilførsler og næringstilførsler/organisk utslipp fra henholdsvis bruddvirksomhet og landbruk/avløpsnett.

5.2 Krukåsen

Bunndyrene ser ut til å være relativt lite påvirket av avrenning fra Krukåsen, og det er hovedsakelig landbruk, og muligens utslipp fra spredt avløp, som har størst påvirkning i dette området. Basert på våre resultater ser det ikke ut til å være behov for tiltak for Krukåsen, men det er tydelig behov for tiltak for å minske avrenningen av næringsalter fra landbruket. Det foreslås videre å gjøre mangan- og jernmålinger ved stasjonen Mot Håkestadbekken, for å avgjøre om det er disse metallene som gir forhøyede fargetallmålinger i perioder av året.

5.3 Tvedalen vest

Det ser ut til at partikkelavrenning fra steinindustrien i Tvedalen vest påvirker biologien, både i bekker og innsjøer i området. Sterkest påvirket var Askedalsbekken, som nærmest er for rent utslipp å regne. I innsjøene anbefales det å vurdere fiskeundersøkelser for å kunne skille påvirkning fra beiting fra påvirkning fra partikkelforurensning.

Også med tanke på næringsbelastning skilte Askedalsbekken seg ut, med svært dårlig tilstand for både nitrogen og fosfor. Ellers er det ingen tegn til fosforbelastning i området (men resultatene er kun basert på fire målinger på dager med oppholdsvær), men det bør undersøkes hva som er årsaken til de forhøyede nitrogenkonsentrasjonene.

5.4 Saga Pearl

Med manglende referansestasjoner er det vanskelig å si noe bastant om Saga Pearl, men den lave andelen filtrerende bunndyr indikerer negativ påvirkning av partikler fra bruddvirksomheten. Fra vannkjemien var det også tydelig at Saga Pearl vest hadde forhøyede næringsalkonsentrasjoner, og det var noe høyere partikkelkonsentrasjoner her (både organiske og uorganiske), og det anbefales å se nærmere på om dette kan skyldes forhold i fangdammen/oljeavskilleren oppstrøms Saga Pearl 1. Det bør også vurderes å inkludere en referansestasjon i en av bekkene i området som ikke lenger er påvirket av bruddvirksomhet fra Tvedalen øst, og det bør vurderes å gjenta bunndyrundersøkelsene i bukta øst for Messingvika igjen, for å få et oppdatert sammenlikningsgrunnlag for stasjonen i Messingvika.

5.5 Samlet konklusjon

Undersøkelsene av bunndyr og zooplankton antyder at partikkelavrenning fra steinbruddene har en negativ effekt på andel filtrerende organismer, men det er samtidig åpenbart at også andre påvirkninger spiller inn. For zooplankton er det for eksempel behov for fiskeundersøkelser for å skille fiskebeiting fra

partikkelforurensning. Basert på bunndyrundersøkelsene er det åpenbart at den største påvirkningen på bunndyr i mange av disse områdene skyldes avrenning fra landbruk og spredt avløp (spillvann), og en del av referansebekkene er så sterkt påvirket at den ekstra belastningen fra steinbruddavrenningen nærmest ikke kan registreres i det allerede sterkt reduserte bunndyrsamfunnet. Bunndyrsamfunnene på referansestasjonene i Mørjebekken og Tvedalen er rikere, og gode eksempler på hva man burde forvente å finne i mer naturlige samfunn. Det anbefales derfor å vurdere undersøkelser av biologisk oksygenforbruk (BOF) i alle bekkene, for slik å ha et kvantifiserbart mål på andre påvirkninger på bunndyrene. Det er også meget stor forskjell mellom bekkene med tanke på størrelse og substrat, noe som sterkt påvirker artssammensetningen, og det anbefales å vurdere nærmere en mer grundig kartlegging av habitatene på alle lokaliteter for bedre å kunne skille ut denne påvirkningen.

Det vil kunne være vanskelig å dokumentere eventuelle påvirkninger fra bruddene gjennom vannkjemiske prøvetakinger alene. Dersom dette skal gjøres må vannprøver tas hyppigere og med vekt på å fange opp ulike vannføringer og nedbørsepisoder (i 2016 ble alle vannprøver tatt på dager med oppholdsvær). I tillegg bør det tas inn i programmet nye parametere, som for eksempel suspendert tørrstoff og glødetap, som angir hvor mye av det oppløste materialet som er suspenderbart, og hvordan fordelingen mellom mineralsk («steinstøv») og organisk materiale fordeler seg.

De fleste målingene av hydrokarboner (THC) lå under rapporteringsgrensa. Dersom man i 2017 prøvetar også i perioder med større avrenning fra steinbruddene, og heller ikke da observerer høyere konsentrasjoner av hydrokarboner, anbefales det å fjerne denne parameteren fra overvåkingsprogrammet.

Kilder til fosfor ser ut til å være jordbruk og avrenning fra bruddene, men fosfor fra sistnevnte har tidligere blitt vist å være lite biotilgjengelig, og bidrar ikke til eutrofiering (Berge & Källqvist 2006). Kilder til nitrogen ser ut til å være jordbruk, og trolig også spredte spillvansavløp, og det er ingen tydelig kopling til bruddvirksomheten her. I forhold til eventuelle NH_3 -konsentrasjoner, vil pH være såpass lav ($\text{pH} < 8$) at konsentrasjonene av NH_3 vil være ubetydelige. Eutrofiering er altså ikke knyttet til bruddaktivitet, og næringssalter er derfor ikke inkludert som måleparameter i de reviderte overvåkingsprogrammene.

6 Litteratur

- Aanes, K. J. & Bækken, T. (1989) Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitets-klassifisering. Rapport 1: Generell del. NIVA-rapport 2278.
- Berge, D. & Källqvist, T. (2008) Biotilgjengelighet av fosfor i avrenningen fra Larvikitt-bruddene i Larvik kommune. NIVA-rapport 5621-2008.
- Berge, D., Bækken, T., Romstad, T., Källqvist, T., Corneliessen, C. H., Dahl-Hansen, G. A., Christensen, G. N. & Rygg, B. (2009) Samlet plan for utslipp til vann fra steinindustrien (larvikittprodusentene) i Larvik, Del I: Resipientundersøkelser 2006-2008 (Tekstdel). NIVA-rapport 5834-2009.
- Bern, L. (1990) Size-related discrimination of nutritive and inert particles by freshwater zooplankton. *J. Plankton Res.* 12: 1059-1067.
- Bomo, A.M., Tryland, I. & Liltved, H. (2007) Vil rent vann også være rent i fremtiden? Effekter av ekstremvær på drikkevannskvalitet. *VANN* (2): 143-151.
- Direktoratsgruppa (2015) Veileder 02:2013 – revidert 2015 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no>.
- Donohue I. & Molinos, J. G. (2009) Impacts of increased sediment loads on the ecology of lakes. *Biol. Rev.* doi:10.1111/j.1469-185X.2009.00081.x.
- Hessen, D.O. 1992. Uorganiske partikler i vann; effekter på fisk og dyreplankton. NIVA-rapport Lnr. 2787.
- Jones, J. I., Murphy, J. F., Collins, A. L., Sear, D. A., Naden, P. S. & Armitage, P. D. (2012) The impact of fine sediment on macro-invertebrates. *River research and Applications* 28: 1055-1071
- Kirk, J.T.O (1991) Inorganic particles alter competition in grazing plankton: the role of selective feeding. *Ecology* 72: 915-923.
- Moe, T. F., Persson, J. & Vedal, J. (2016) Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrud i Larvik-området. Resultater begroingsalger og bunndyr 2015. NIVA-rapport 6989-2016.
- NS-EN ISO 10870:2012. Vannundersøkelse. Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater I ferskvann. Standard Norge.
- Persson, J. (2014) Funksjonelle egenskaper ved bunndyrsamfunn i vassdrag – et mulig verktøy i framtidig miljøovervåking? NIVA-rapport 6702-2014
- Persson, J. & Moe, T. F. (2015) Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvik-området. Resultater fra bunndyrundersøkelser i 2014. NIVA-rapport 6815-2015.
- Regmi, B.P. 2012. A fish introduction and its impact on the plankton community. PhD avhandling, Universitetet i Bergen.
- Regmi, B.P., J.S. Wivegh & A. Hobæk. 2013. Population decline and life-cycle adjustment in *Chaoborus flavicans* (Diptera: Chaoboridae) induced by an introduced fish predator. *Freshwater Biology* 58: 1436-1446.
- Statzner, B., Bis, B., Doledec, S. & Usseglio-Polatera, P. (2001) Perspectives for biomonitoring at large spatial scales: a unified measure for the functional composition on invertebrate communities in European running waters. *Basic and Applied Ecology*, 2, 73-85.
- Tilman D., Knops J., Wedin D., Reich P., Ritchie M. & Siemann E. (1997) The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277, 1300-1302.

7 Vedlegg

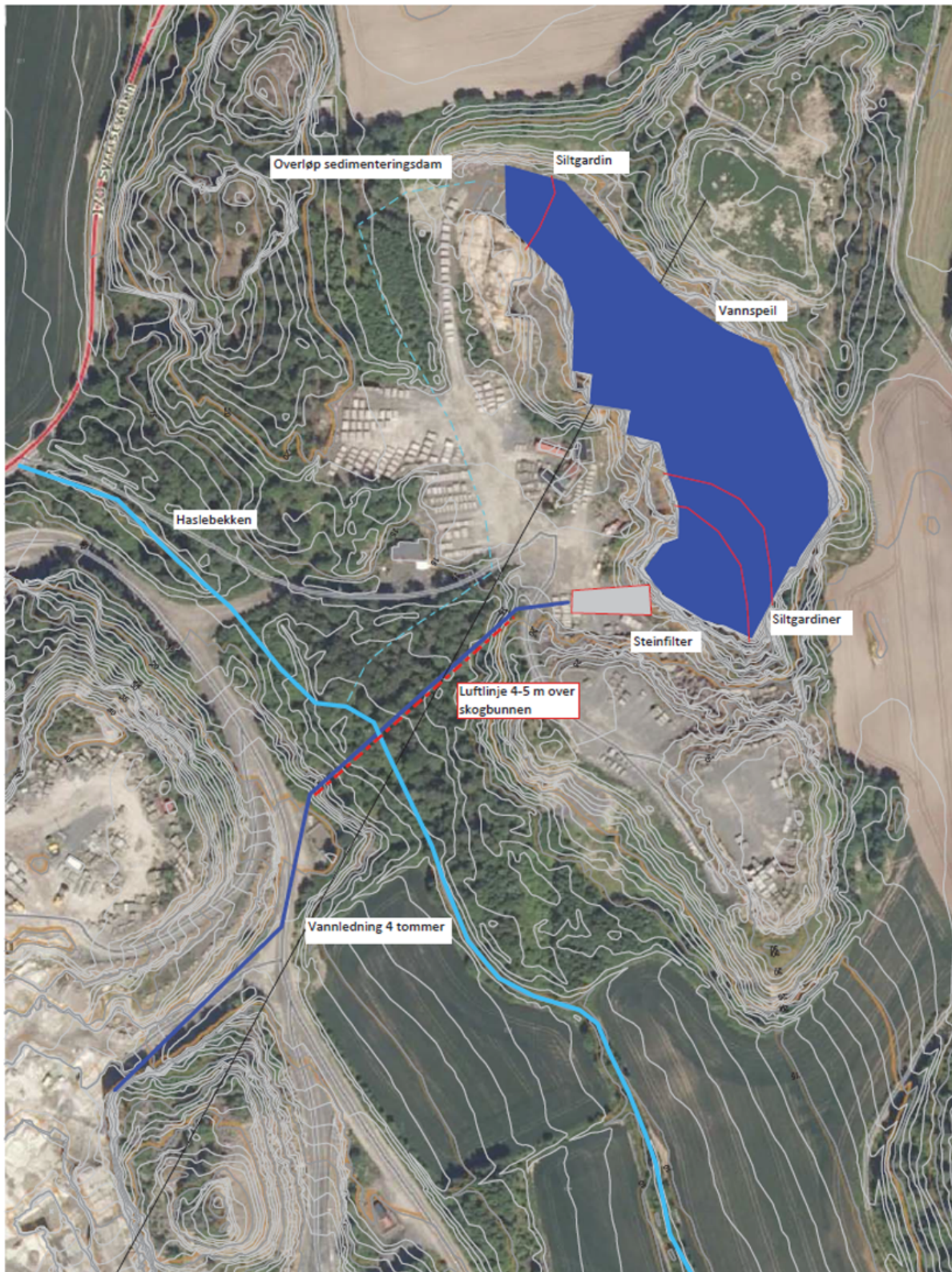
Vedlegg 1.1 – Stasjonsinformasjon med koordinater (i desimalgrader med projeksjon WGS84), elvebredde og substratsammensetning registrert ved bunndyrfeltarbeidet i november 2016.

Område	Stasjonsnavn	Koordinater		Bredde (m)	Substratsammensetning (%)						
		Bredde	Lengde		Blokk	Stor stein	Mellomstor stein	Små stein	Grus	Sand	Silt
Klåstad og Brattås	1 Haslebekken ref	59,06965	10,17356	0.6					10		90
	2 Klåstad N	59,06858	10,17604	1.9							100
	3 Haslebekken nedstrøms	59,06431	10,18065	1			20	20	20	40	
	4 Klåstad S	59,05992	10,17139	0.9			10	10	10		70
	5 Klåstadbekken ref	59,05968	10,17475	0.7							100
	6 Klåstadbekken nedstrøms	59,06735	10,17792		Kun vannkjemisk prøvetaking						
	7 Brattås sør	59,05854	10,16891		Kun vannkjemisk prøvetaking						
	8 Brattås nord	59,06051	10,16892	0.7			5	5	10	10	70
Kruk-åsen	1 Mot Håkestadbekken	59,08340	10,12009	0.5			10	20	35	35	
	3 Håkestadbekken - oppstrøms	59,08346	10,11401	1.1		10	20	30	35	5	
	4 Håkestadbekken - nedstrøms	59,07638	10,11942	1.3			10	20	30	40	
Tvedalen vest	Mørjebekken ref	59,05221	9,83703	3.8		20	45	15	20		
	1 Mørjebekken	59,04710	9,84286	1.3			3	7	20	70	
	2 Mørjebekken	59,04539	9,83950	2.7		60	15	5	5	5	
	Askedalsbekken	59,02991	9,85487	2.1			5		5	90	
	Tvedalen ref	59,04332	9,87162	0.7		5	5	10	40	40	
	1 Tvedalen	59,04339	9,87128	1.5		10	40	20	20	10	
	2 Tvedalen	59,03106	9,86798	0.6			3	7	45	45	
	Torpevatnet nord	59,01785	9,87136	Innsjø	Ikke registrert						
	Torpevatnet midt	59,01087	9,86802	Innsjø							
	Torpevatnet vest	59,01094	9,85992	Innsjø							
	Bålsrødvannet	59,02147	9,85833	Innsjø							
	Mørjetjenna	59,04775	9,83993	Innsjø							
	Hellesrødtjønnå	59,00905	9,88522	Innsjø							
	Svarttjenn	59,05347	9,83412	Innsjø							
Langevatnet	59,06426	9,82539	Innsjø								
Saga Pearl	1 Vest	59,03242	9,89428	1.2	10	30	10	5	5	20	20
	2 Øst	59,03308	9,89699	0.7			5			95	
	3 Messingvika	59,03253	9,89538	Innsjø	Ikke registrert						

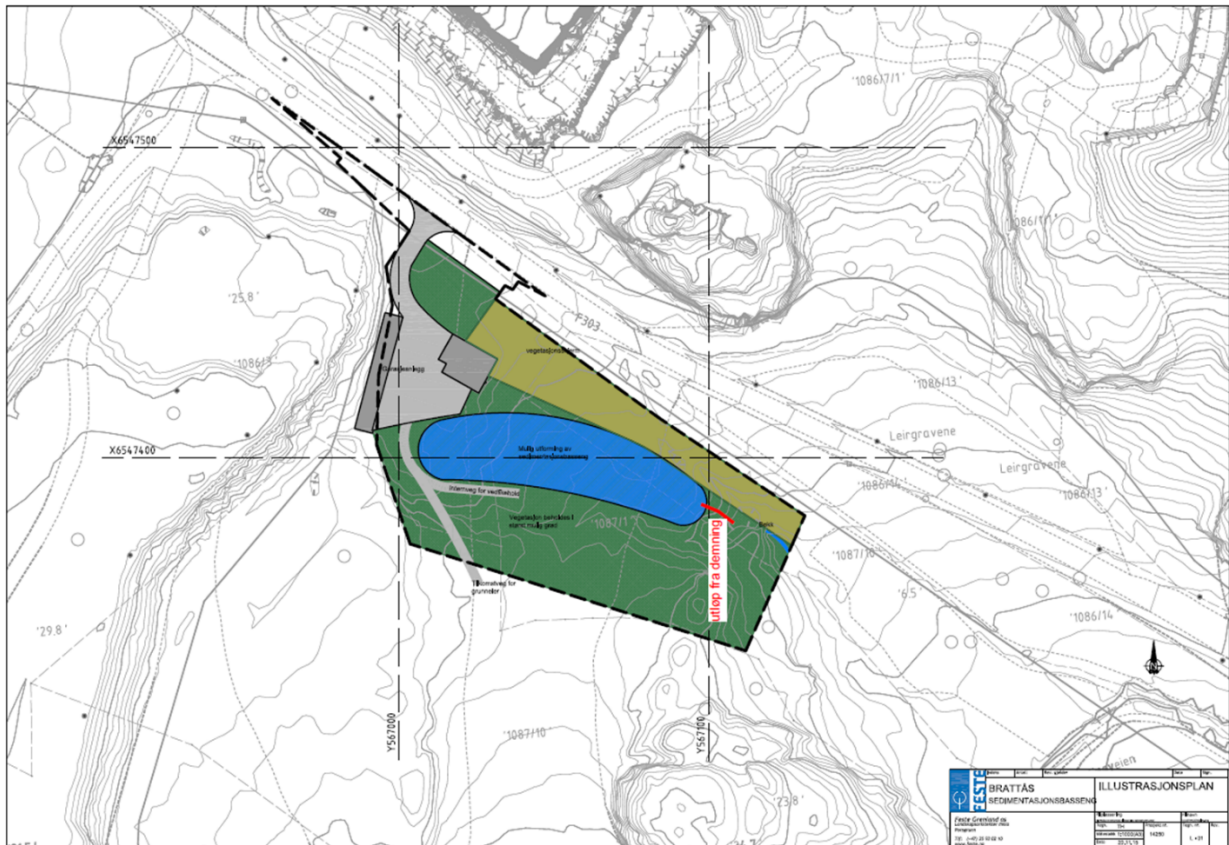
Vedlegg 1.2 – Fotografier av alle stasjoner, inkludert utvalgt detaljinformasjon



Figur 11. Bilder fra prøvetakingsstasjonene ved Klåstad og Brattås i november 2016, i henhold til revidert overvåkingsprogram. Foto fra 6 Klåstad nedstrøms og 7 Brattås sør er fra 2015, og disse lokalitetene ble kun prøvetatt for vannkjemi i 2016. I tillegg er stasjonene 3 Haslebekken gammel nedstrøms og 4 Klåstad gammel sør fra opprinnelig overvåkingsprogram prøvetatt for vannkjemi (se **Figur 2**). Foto: J. Thaulow, J. Persson og T. F. Moe/NIVA.



Figur 12. Utslipp fra Klåstad mot nord, via det nå nedlagte Blokksten-bruddet. Mørk blå linje viser utslippet fra Klåstad mot Blokksten, der vannet går via et steinfilter til sedimentasjonsbassenget. I sedimentasjonsbassenget er det montert siltgardiner (røde linjer), og overløpet går i nord, med stiplet turkis linje mot Haslebekken i vest (hel turkis linje). Illustrasjon fra Lundhs AS.



Figur 13. Illustrasjonsplan for det nye sedimentasjonsbassenget som skal ta imot vann fra Klåstad sør, med utløp ved rød strek i østre del. Vanner renner herfra ut i bekken til prøvepunkt 4 Klåstad sør. Sedimentasjonsbassenget ble bygget i 2016 og var ikke i drift før tidlig 2017. Bassenget har en noe annen form enn illustrasjonsplanen. Se teksten for mer informasjon.



Figur 14. Grøfting av Haslebekken, fotografert april 2016 fra Skallistveien mot SV. Foto: Magne Martinsen.



Figur 15. Bilder fra prøvetakingsstasjonene ved Krukåsen i november 2016, i henhold til revidert overvåkingsprogram. Vannprøver for Krukåsen 1 er tatt ved lokaliteten beskrevet i opprinnelig overvåkingsprogram («Krukåsen gammel 1» i kartet). Foto: J. Thaulow/NIVA.



Figur 16. Prøvetakingsstasjonene ved Saga Pearl i november 2016. Foto: J. Thaulow/NIVA.



Figur 17.a Prøvetakingsstasjonene i bekker/elver ved Tvedalen vest i november 2016. Foto: J. Thaulow/NIVA.

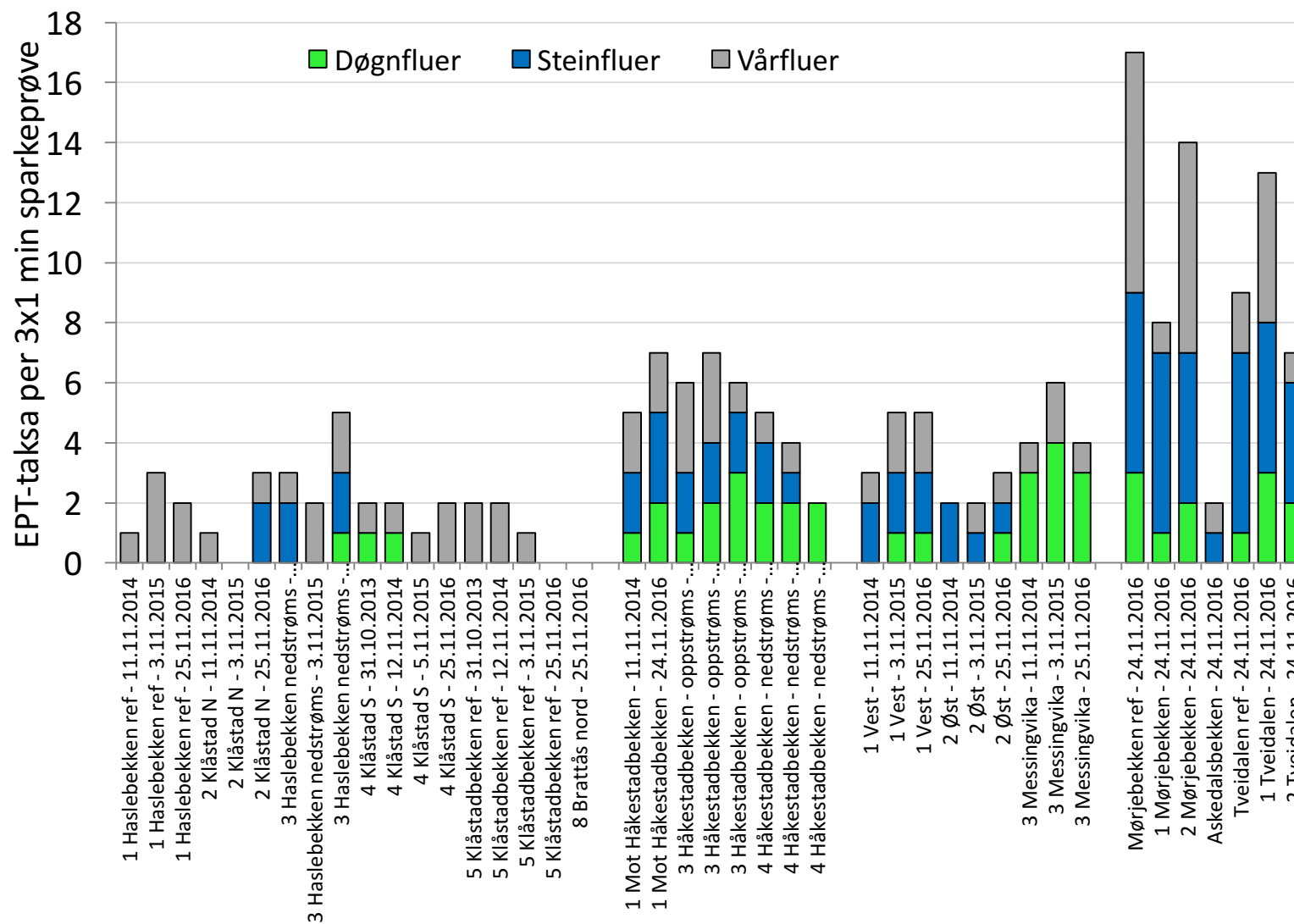


Figur 17.b Prøvetakingsstasjonene i bekker/elver ved Tvedalen vest i november 2016. Foto: J. Thaulow/NIVA.



Figur 18. Prøvetakingslokaliteter i innsjøer i Tvedalen vest 26. august 2016. Torpevannet viser den smale grenen mot utløpet i Barkvika i sør. Foto T. F. Moe/NIVA.

Vedlegg 2.1 Antall EPT-taksa av bunndyr på stasjonene



Vedlegg 2.2 Bunndyrsamfunnets sammensetning ved 6 lokaliteter i Klåstad/Brattås-området høsten 2013-2016.

		1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	8
		11.11.2014	03.11.2015	25.11.2016	11.11.2014	03.11.2015	25.11.2016	11.11.2014	03.11.2015	25.11.2016	31.10.2013	12.11.2014	05.11.2015	25.11.2016	31.10.2013	12.11.2014	03.11.2015	25.11.2016	25.11.2016
Aranea	<i>Argyroneta aquatica</i>										1								
Bivalvia	<i>Sphaeriidae gen. sp.</i>	96	144	147			1				224	10		17	1440	84	8		
Coleoptera	<i>Dytiscidae gen. sp. lv.</i>			2			4			1				7				12	
Coleoptera	<i>Scirtidae gen. sp.</i>							3		1						1	1		
Diptera	<i>Ceratopogonidae gen. sp.</i>	2	18	38			35	24	45	8	8		1	3	8	6		9	
Diptera	<i>Chironomidae gen. sp.</i>	10	1848	1110	6		760	312	117	160	212	248	904	1275	156	58	2688	900	132
Diptera	<i>Diptera gen. sp.</i>	20		5	2		3		9	1		2	2			2		6	15
Diptera	<i>Limoniidae gen. sp.</i>	20	60	20				3	27	38	2		1	33	40	12	19	23	6
Diptera	<i>Psychodidae gen. sp.</i>						1			5					2	2			
Diptera	<i>Simuliidae gen. sp.</i>															1	13		
Diptera	<i>Tipulidae gen. sp.</i>	10	30	9	1	2	6		5	8	1	3		5	4	1	1	2	15
Ephemeroptera	<i>Baetidae gen. sp.</i>											1							
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>									370	14								
Gastropoda	<i>Lymnaeidae gen. sp.</i>		6		1		140	24	63	8	1				6			2	
Gastropoda	<i>Planorbidae gen. sp.</i>		3																
Hirudinea	<i>Erpobdella sp.</i>															1			
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia gen. sp.</i>									23		1	1						
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>											1							
Isopoda	<i>Isopoda gen. sp.</i>									1									
Oligochaeta	<i>Oligochaeta gen. sp.</i>	116	90	83	12	10	18		81	10	164	144	38	87	164	52		27	60
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>									6									
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>																		
Plecoptera	<i>Nemoura sp.</i>																		
Plecoptera	<i>Nemouridae gen. sp.</i>						3	3		1									
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>						15	3											
Trichoptera	<i>Limnephilidae gen. sp.</i>	2	42	2	10		1	12	54	33	16	6	2	17	12	6	1		
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		9	2					5	8					12				
Trichoptera	<i>Sericostomatidae gen. sp.</i>		1													1			
Trichoptera	<i>Trichoptera gen. sp.</i>													3					
	Antall individer	276	2251	1418	32	12	987	384	406	682	643	416	949	1447	1844	227	2731	981	228
	Antall arter/taxa	8	11	10	6	2	12	8	9	17	10	9	7	9	10	13	7	8	5

Vedlegg 2.3 Bunndyrsamfunnets sammensetning ved 3 lokaliteter i Krukåsen-området høsten 2014-2016

		1	1	3	3	3	4	4	4
		11.11.2014	24.11.2016	11.11.2014	03.11.2015	24.11.2016	11.11.2014	05.11.2015	24.11.2016
Aranea	<i>Argyroneta aquatica</i>								1
Bivalvia	<i>Sphaeriidae gen. sp.</i>		15		2	8	2		
Coleoptera	<i>Dytiscidae gen. sp. lv.</i>	8			5	1			
Coleoptera	<i>Hydraena sp. ad.</i>			2	1				1
Coleoptera	<i>Scirtidae gen. sp.</i>		19		3			1	
Diptera	<i>Ceratopogonidae gen. sp.</i>		23	2	3	4			3
Diptera	<i>Chironomidae gen. sp.</i>	592	210	288	832	680	128	444	530
Diptera	<i>Limoniidae gen. sp.</i>	4	11	3	20		2	14	8
Diptera	<i>Psychodidae gen. sp.</i>							1	
Diptera	<i>Simuliidae gen. sp.</i>	40	585	304	512	35	10	64	1
Diptera	<i>Tipulidae gen. sp.</i>		2		6				
Ephemeroptera	<i>Baetidae gen. sp.</i>	4				8			8
Ephemeroptera	<i>Baetis niger</i>		2		2		1		
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>			120	432	23	70	82	140
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>							1	
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae gen. sp.</i>		19			4			
Gastropoda	<i>Lymnaeidae gen. sp.</i>				1	1			1
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia gen. sp.</i>		6			3	6	14	15
Isopoda	<i>Isopoda gen. sp.</i>		4						
Oligochaeta	<i>Oligochaeta gen. sp.</i>	72	8	26	400	23	10	18	10
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>					3			
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>						1	1	
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>	144		1	1				
Plecoptera	<i>Nemoura sp.</i>		23				1		
Plecoptera	<i>Nemouridae gen. sp.</i>	24	124	1	1	4			
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>		11						
Trichoptera	<i>Hydropsyche pellucidula</i>				1				
Trichoptera	<i>Hydropsyche sp.</i>			1					
Trichoptera	<i>Limnephilidae gen. sp.</i>	12	11	2	4	4	6	8	
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	4			5				
Trichoptera	<i>Polycentropodidae gen. sp.</i>		8						
Trichoptera	<i>Psychomyiidae gen. sp.</i>			2					
	Antall individer	904	1081	752	2231	801	237	648	718
	Antall arter/taxa	10	17	12	18	14	11	11	11

Vedlegg 2.4 Bunn dyrsamfunnets sammensetning ved 3 lokaliteter i Saga Pearl-området høsten 2014-2016

		1	1	1	2	2	2	3	3	3
		11.11.2014	03.11.2015	25.11.2016	11.11.2014	03.11.2015	25.11.2016	11.11.2014	03.11.2015	25.11.2016
Bivalvia	<i>Sphaeriidae gen. sp.</i>	2	10	8	12	24	2	24	54	
Coleoptera	<i>Dytiscidae gen. sp.</i>		1							
Coleoptera	<i>Dytiscidae gen. sp. lv.</i>	1	5	8						
Coleoptera	<i>Hydraena sp. ad.</i>			1						
Diptera	<i>Ceratopogonidae gen. sp.</i>				48		38	30		50
Diptera	<i>Chironomidae gen. sp.</i>	34	608	700	84	888	150	480	5040	385
Diptera	<i>Diptera gen. sp.</i>				48					
Diptera	<i>Limoniidae gen. sp.</i>	10	1	13	6		5			1
Diptera	<i>Simuliidae gen. sp.</i>			25						
Diptera	<i>Tabanidae gen. sp.</i>							6		
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>			10						
Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i>								72	
Ephemeroptera	<i>Caenis sp.</i>									1
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>		1					36	27	
Ephemeroptera	<i>Heptagenia fuscogrisea</i>							3		1
Ephemeroptera	<i>Heptagenia sulphurea</i>								5	
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae gen. sp.</i>						2	9	45	25
Gastropoda	<i>Lymnaeidae gen. sp.</i>	1		1				9	5	10
Gastropoda	<i>Planorbidae gen. sp.</i>					3				
Heteroptera	<i>Notonecta sp.</i>						2			
Hirudinea	<i>Erpobdella sp.</i>								5	1
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia gen. sp.</i>		1				2			
Megaloptera	<i>Sialis lutaria</i>								5	
Odonata	<i>Anisoptera gen. sp.</i>								5	
Odonata	<i>Zygoptera gen. sp.</i>								9	
Oligochaeta	<i>Oligochaeta gen. sp.</i>	68	8	8	108	24	2	114	36	45
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>				48					
Plecoptera	<i>Nemoura sp.</i>				18					
Plecoptera	<i>Nemouridae gen. sp.</i>	22	12	100		18	38			
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>	14	22	43						
Trichoptera	<i>Agrypnia sp.</i>								9	
Trichoptera	<i>Limnephilidae gen. sp.</i>	6	12	3				30		1
Trichoptera	<i>Oxyethira sp.</i>								27	
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1	1		126				
Trichoptera	<i>Polycentropodidae gen. sp.</i>						12			
Antall individer		158	682	921	372	1083	253	741	5344	520
Antall arter/taxa		9	12	13	8	6	10	10	14	10

Vedlegg 2.5 Bunndyrsamfunnets sammensetning ved 7 lokaliteter i Tvedalen vest-området høsten 2016

		Mør ref	1 Mør	2 mør	Ask	Tve ref	1 Tve	2 Tve
		24.11.2016	24.11.2016	24.11.2016	24.11.2016	24.11.2016	24.11.2016	24.11.2016
Bivalvia	<i>Sphaeriidas gen. sp.</i>	980		50	3	12	1	4
Coleoptera	<i>Dytiscidas gen. sp. lv.</i>			1	7	2	1	
Coleoptera	<i>Elmidas gen. sp. lv.</i>	20		2				
Coleoptera	<i>Elmis aensa lv.</i>	18						
Coleoptera	<i>Hydrasna sp. ad.</i>	1		1		6		
Coleoptera	<i>Scirtidas gen. sp.</i>	10				2		
Diptera	<i>Ceratopogonidas gen. sp.</i>	60	6	60		12	2	
Diptera	<i>Chironomidas gen. sp.</i>	1740	140	672	764	255	417	330
Diptera	<i>Diptera gen. sp.</i>	13		16		12	11	
Diptera	<i>Limoniidas gen. sp.</i>		72	1	18	30	7	68
Diptera	<i>Pericoma sp.</i>				1			
Diptera	<i>Psychodidas gen. sp.</i>			1				
Diptera	<i>Simuliidas gen. sp.</i>	15	26	6		3240	604	98
Diptera	<i>Tipulidas gen. sp.</i>	8			49	5	22	4
Ephemeroptera	<i>Bastidas gen. sp.</i>	1						90
Ephemeroptera	<i>Bastis niger</i>						1	150
Ephemeroptera	<i>Bastis rhodani</i>	28	46	1		15	80	
Ephemeroptera	<i>Bastis sp.</i>						16	
Ephemeroptera	<i>Caenis sp.</i>	30						
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidas gen. sp.</i>			6				
Gastropoda	<i>Lymnasidas gen. sp.</i>	1	1	1				
Gastropoda	<i>Planorbidas gen. sp.</i>	13		2				
Hirudinea	<i>Erypobdella sp.</i>	8						
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia gen. sp.</i>	1		6		2		
Isopoda	<i>Isopoda gen. sp.</i>	1						11
Megaloptera	<i>Sialis sp.</i>			1				
Oligochaeta	<i>Oligochaeta gen. sp.</i>	40	30	30	53		22	53
Plecoptera	<i>Amphinemura borealis</i>	20		12				
Plecoptera	<i>Amphinemura sp.</i>	48	2	78		5	9	8
Plecoptera	<i>Amphinemura sulcicollis</i>					2		
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>		24	8			58	
Plecoptera	<i>Capnopsis schilleri</i>		1					
Plecoptera	<i>Isoperla difformis</i>	1						
Plecoptera	<i>Isoperla sp.</i>	18		16				
Plecoptera	<i>Leuctra hippopus</i>					35	320	8
Plecoptera	<i>Leuctra sp.</i>					1020		30
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>	1	1					
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>						1	
Plecoptera	<i>Nemoura sp.</i>	8	3	1	356		89	45
Plecoptera	<i>Nemouridas gen. sp.</i>					15		
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>		1			8		
Trichoptera	<i>Cyrnus trimaculatus</i>			2				
Trichoptera	<i>Hydropsyche angustipennis</i>	3						
Trichoptera	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	1						
Trichoptera	<i>Hydropsyche sitalai</i>	23		12				
Trichoptera	<i>Hydropsyche sp.</i>	53		16				
Trichoptera	<i>Limnophilidas gen. sp.</i>		6		4	2	4	11
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1				12	8	
Trichoptera	<i>Polycentropodidas gen. sp.</i>	10		26			6	
Trichoptera	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	48		76				
Trichoptera	<i>Rhyacophila nubila</i>			2			6	
Trichoptera	<i>Rhyacophila sp.</i>	3		3				
Trichoptera	<i>Trichoptera gen. sp.</i>						9	
	Antall individer	3226	359	1109	1255	4692	1694	910
	Antall arter/taxa	33	14	29	9	20	22	14

Vedlegg 3.1 Nærmere beskrivelser av zooplankton

I Langevann, Svartetjenn og Bålsrødvannet dominerte vannlopper av slekten *Ceriodaphnia* (to arter, *C. quadrangula* og *C. pulchella*). Disse var også til stede i Mørjetjenn, men i lavere antall (**Vedlegg 3.3** og **Figur 20**). Ellers manglet disse artene i Hellesrødtjønnna og Torpevann. Slekten *Bosmina* var representert i området med to arter (*B. longispina* og *B. longirostris*). Den første av disse er en av våre vanligste og mest utbredte arter. Begge arter manglet i prøvene fra Hellesrødtjønnna og var meget fåtallige i Bålsrødvann. Vannlopper av slekten *Daphnia* er viktige filtratorer i dyreplanktonet, og forekom i alle innsjøene. Arten *Daphnia longispina* fantes i alle innsjøer i den morfologiske varianten *hyalina*. I Torpevannet forekom også en mindre art, *D. cristata*. *Diaphanosoma brachyurum* forekom i flere av innsjøene, mens *Holopedium gibberum* bare ble funnet i Torpevannet. Begge de sistnevnte artene var fåtallige (**Vedlegg 3.3**). Det finnes også rovdyr blant vannloppene, og artene *Polyphemus pediculus* (påvist i Svarttjenn og Hellesrødtjønnna) og *Leptodora kindti* (bare i Bålsrødvann) hører til blant disse. Også disse artene forekom svært fåtallig.

Blant hoppekrepsene fantes *Eudiaptomus gracilis* i alle innsjøer unntatt Hellesrødtjønnna, hvor den syntes å være erstattet av *Acanthodiaptomus denticornis*. Disse artene lever som filtratorene også av små partikler (alger), men spiser selektivt på en helt annen måte enn de filtrerende vannloppene. *E. gracilis* er vanligvis dominerende art nær kysten, mens *A. denticornis* er en boreal art mer knyttet til skogsområder. Torpevannet skilte seg markert ut fra de andre innsjøene med dominans av hoppekrepsen *Heterocope appendiculata*, som bare forekom her. Dette er en større art, som er et rovdyr i de eldre stadiene av livet. Disse artene hører til en hovedgruppe blant hoppekreps kalt calanoider. En annen gruppe av hoppekreps er de cyclopoide, som var godt representert med artene *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides*. Begge var til stede i de fleste innsjøer, men *M. leuckarti* var svært fåtallig i Torpevannet og *T. oithonoides* ble ikke registret i Bålsrødvann. I tillegg til disse forekom det enkelt-individer av slekten *Cyclops*.

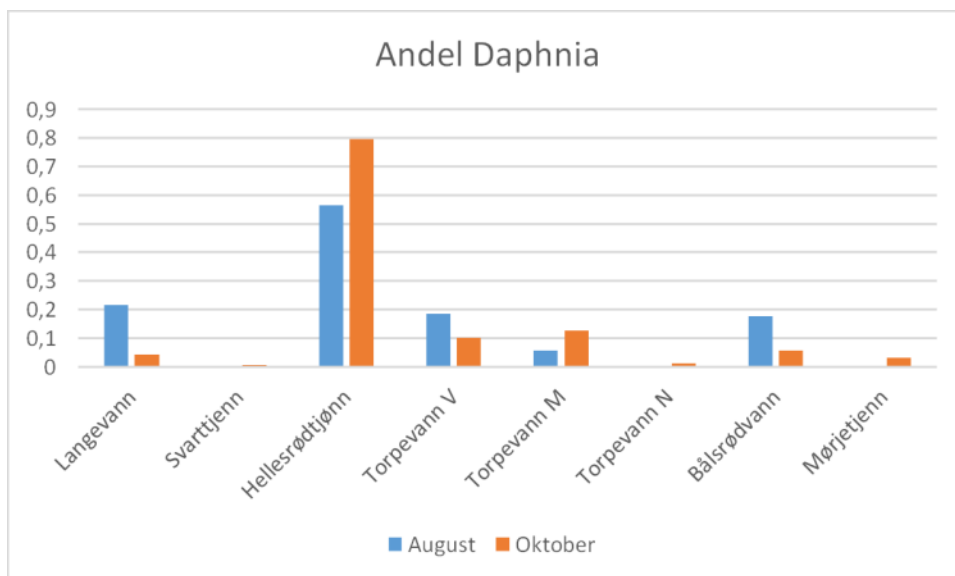
Larver av svevemygg (*Chaoborus flavicans*) forekom i de to innsjøene med største registrerte dyp (Bålsrudvann 7,6 m og Hellesrødtjønnna 10,5 m dyp). Dette er insekter som flyr i lufta som voksne, men tilbringer hele larveutviklingen i vann, hvor de opptrer som rovdyr på mindre arter og individer av planktondyr.

Det ble også registrert en rekke hjuldyr-arter. Disse er stort sett mindre enn krepsdyrene. Mange arter trekker seg sammen i en uformelig klump ved konservering, og registreringene omfatter bare arter som beholder formen godt nok til å kjennes igjen. Flest arter ble påvist i Mørjetjenn, hvor 8 arter forekom i tillegg til en littoral art. *Kellicottia longispina* fantes i alle innsjøer, mens *Keratella cochlearis*, *Polyarthra* spp. og *Asplanchna priodonta* forekom i fire eller fem av innsjøene. *A. priodonta* var svært tallrik i Hellesrødtjønnna i august, og i Mørjetjenn og Bålsrødvannet i oktober. Torpevannet skilte seg ut med svært få hjuldyr.

I tillegg til de planktoniske artene nevnt over forekom det også en rekke arter knyttet til bunnsubstrat og vegetasjon. Disse omtales ikke videre her, men fullstendig innhold i prøvene er vist i **Vedlegg 3.2** og **3.3**.

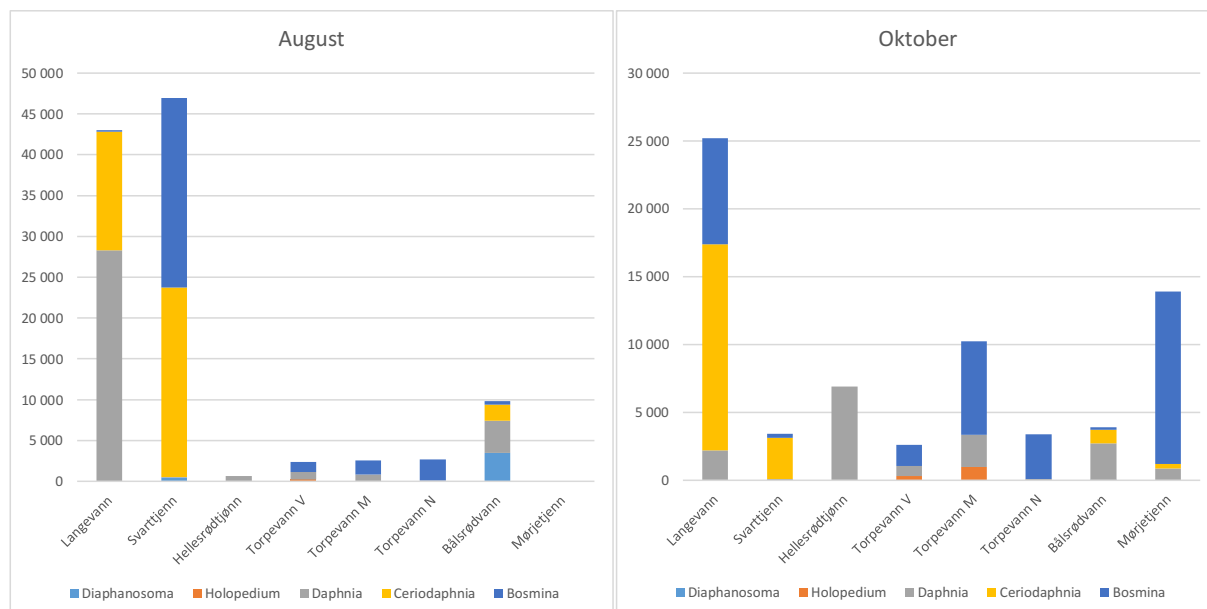
Andel filtratorer i de ulike innsjøene er vist i kapittel 3.3.3. Mer detaljert informasjon om de ulike taksa av filtratorer er vist nedenfor:

I mange innsjøer vil slekten *Daphnia* være de viktigste filtratorene. Som vist i **Figur 19** var det bare i Hellesrødtjønnna at *Daphnia* utgjorde en dominerende andel av dyreplanktonet. Det var også en del *Daphnia* til stede i Langevann, Bålsrødvannet og to av grenene i Torpevannet i august (**Figur 19**), men de utgjorde mindre andeler i oktober (unntatt i Svanevika i Torpevann).



Figur 19. Andel vannlopper innen slekten *Daphnia* i innsjøene i august og oktober.

Håvtrekk gir ikke kvantitative prøver, og det er derfor naturlig å se på andeler av ulike funksjonelle grupper, slik det er gjort over. Imidlertid skjuler dette også viktige sider av resultatene. Ser vi på antall filtratorer i prøvene (**Figur 20**) ser vi igjen den store endringen fra august til oktober i Svarttjenn og Mørjetjenn, men også at antallet filtratorer var svært lavt i Hellesrødtjønn og Torpevannet i august. I Torpevannet fant vi et større antall filtratorer i oktober, men det var stor forskjell mellom de tre delene av innsjøen. I Hellesrødtjønn hadde det utviklet seg en større *Daphnia*-populasjon i oktober, mens i Bålsrødvannet var antallet lavest i oktober.



Figur 20. Filtratorer i innsjøene i august og oktober 2016, fordelt på slekter. Y-aksene viser antall individer i prøvene. Merk at skalaene på Y-aksene er forskjellige.

Blant fiskeartene er sørv og abbor svært effektive beitere på zooplankton. Dette gjelder spesielt i sommermånedene, etter at yngelen har klekket sent på våren. I Hellesrødtjønn og i Bålsrødvannet registrerte vi også larver av svevemyggen *Chaoborus*. Denne er også et rovdyr, men i motsetning til fisken

beiter den på små arter og individer av zooplankton. Forekomsten av denne i Bålsrødvannet tyder på at fiskebestanden ikke kan være stor, da mygglarvene selv er svært utsatt for fiskepredasjon. Det er f. eks. dokumentert at *Chaoborus* kan utryddes etter introduksjon av abbor (Regmi m.fl. 2013). Ved prøvetakingen i oktober var Bålsrødvannet svært turbid, trolig mest på grunn av mye planteplankton. Innholdet av næringsstoffer i Askedalsbekken var svært høyt, så Bålsrødvannet må antas å være anrikt på næring i tillegg til at det er påvirket av partikler. Dårlig sikt i vannet kan ha sammenheng med begge påvirkningene, og fører til redusert beiting fra fisken.

Svevemygg kan klare seg i rene ørretvann ved å skjule seg i dypet om dagen, bare ikke innsjøen er for grunn. Forekomsten av *Chaoborus* i Hellesrødtjønnna passer derfor med at her bare finnes ørret, og at fiskepredasjonen er moderat. I Bålsrødvannet og Hellesrødtjønnna forekom det nesten ingen vannlopper av slekten *Bosmina*. Dette er uvanlig, men kan henge sammen med forekomstene av *Chaoborus*. Tilsvarende mønster er observert i andre innsjøer i Norge (Regmi 2012).

Totalt sett gir artssammensetningen av dyreplankton i Torpevannet ikke inntrykk av intens beiting fra fisk, med forekomst av større arter som *Heterocope appendiculata* og *Holopedium gibberum*, og fravær av mindre arter som *Bosmina longirostris* og *Ceriodaphnia* spp.

Vedlegg 3.2 Artslister for zooplankton.

Arter registret i planktonprøver (håvtrekk) i innsjøer ved Tvedalen 2016. «s» indikerer at arten bare er registret basert på skallrester.

	Lange- vannet	Svart- tjenn	Mørje- tjenn	Bålsrød- vannet	Hellesrød- tjønn	Torpe- vannet V	Torpe- vannet M	Torpe- vannet Ø
Vannlopper (Cladocera)								
Diaphanosoma brachyurum		+		+	+	+	+	+
Holopedium gibberum						+	+	+
Daphnia longispina	+	+	+	+	+	+	+	+
Daphnia cristata						+	+	+
Ceriodaphnia quadrangula	+	+	+	+				
Ceriodaphnia pulchella	+	+	+	+				
Bosmina longispina	+	+	+		+	+	+	+
Bosmina longirostris		+	+	+				
Polyphemus pediculus		+			+			
Leptodora kindti				+				
Hoppekrebs (Copepoda)								
Eudiaptomus gracilis	+	+	+	+		+	+	+
Acanthodiptomus denticornis					+			
Hetercope appendiculata						+	+	+
Cyclops sp.			+			+		+
Mesocyclops leuckarti	+	+	+	+	+	+		
Thermocyclops oithonoides	+	+	+		+	+	+	+
Hjuldyr (Rotatoria)								
Kellicottia longispina	+	+	+	+	+	+	+	+
Keratella cochlearis		+	+	+	+			
Keratella hiemalis			+					
Asplanchna priodonta	+	+	+	+	+			
Synchaeta spp.	+	+	+					
Conochilus spp.		+	+			+	+	+
Polyarthra spp.	+	+		+	+	+	+	+
Filinia sp.			+					
Trichocerca sp.		+	+					
Tovinger (Diptera)								
Chaoborus flavicans larver				+	+			
LITTORALE/BENTHISKE ARTER								
Vannlopper (Cladocera)								
Sida crystallina			+					
Ilyocypris sp.			+					
Ophryoxus gracilis								
Eurycerus lamellatus	+					+		
Graptoleberis testudinaria			+					
Acroperus harpae			+					
Chydorus cf sphaericus			s					
Alonella nana	+		+					
Alonella exigua	+							
Alona guttata			+					
Alona affinis			+				s	+
Disparalona rostrata			s					
Pleuroxus truncatus	+		s		s			
Hoppekrebs (Copepoda)								
Macrocyclus albidus			+					
Eucyclops sp. (han)			+					
Megacyclops sp. (copepoditt)			+					
Harpacticoida indet.		+	+					
Muslingkreps (Ostracoda)								
Cyclocypris sp.			+					
Ilyocypris sp.								+
Hjuldyr (Rotatoria)								
Platys quadricornis			+					
Diverse								
Midd (Acari)			+		+			+
Fjærmygg (Chironomidae) larver			+					
Steinflue (Plecoptera) larver			+					
Mosdyr (Cristatella mucedo) statoblaster			+					

Vedlegg 3.3 Individantall for ulike zooplankton

Antall individer av dyreplankton-arter i innsjøer ved Tvedalen 2016. Forekomster i lavt antall (ikke representert i delprøver) er angitt med «+». I tre tilfeller er arter/grupper slått sammen i tellingene – dette er indikert med oransje skravering.

	Langevann		Svarttjenn		Mørjetjenn		Bålsrødvannet			Hellesrødtjønn		Torpevann Vest		Torpevann Midt		Torpevann Nord		
	26.08.2016	05.10.2015	26.08.2016	05.10.2015	26.08.2016	05.10.2015	26.08.2016	26.08.2016	05.10.2015	26.08.2016	05.10.2015	26.08.2016	05.10.2015	26.08.2016	05.10.2015	26.08.2016	05.10.2015	
	Horis.	Horis.	Horis.	Horis.	Horis.	Horis.	Vertik.	Horis.	Vert.+Hor.	Horis.	Vert.+Hor.	Horis.	Horis.	Horis.	Horis.	Horis.	Horis.	
Cladocera																		
Diaphanosoma brachyurum			467	33			3 300	3 500	33	50		+	25	50		50		
Holopedium gibberum												200	275		975		25	
Daphnia longispina	28 300	2 200	67	67		875	5 500	3 900	2 667	575	6 900	725	725	750	2 325	25	75	
Daphnia cristata												250	25	25	50		+	
Ceriodaphnia spp.	14 500	15 200	23 200	3 033	25	325	4 900	2 000	1 000									
Bosmina spp.	200	7 800		300	+	12 700	200	400	200	+		1 225	1 575	1 750	6 900	2 625	3 275	
Polyphemus pediculus			+							12								
Leptodora kindti							+	10										
Copepoda																		
Eudiaptomus gracilis	1 800	2 600	133	267		400	2 600	1 400	1 300			200		400	50	200		
Acanthodiptomus denticornis										5	1 240							
Heterocope appendiculata												100	1 375	50	1 300		850	
Calanoide copepoditter	9 400	5 900	900	2 133	25	2 600	3 800	3 400	4 100	+		1 350	1 250	10 000	950	23 000	100	
Calanoide nauplii	5 600	1 200	500	1 300	+	5 600	4 300	3 900	2 100	75		1 275	75	250	200	550	100	
Cyclops sp.													+		+		+	
Mesocyclops leuckarti	1 900	4 600	267	100	+		1 200	2 000	1 900	25		+						
Thermocyclops oithonoides	9 000		2 100	3 100		50				75	530	775	700	550	5 100	2 050	1 825	
Cyclopoide copepoditter	66 800	13 000	5 600	1 800	510	10 300	4 600	5 600	35 400	275		425	1 575	275	1 000	1 850	550	
Cyclopoide nauplii	3 500	200	12 200	300	325	300	16 400	9 300	4 800	2 000		350	2 525	75	7 200	300	11 200	
Rotatoria																		
Kellicottia longispina	+	11 200	+	++		+	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+	+	
Keratella cochlearis	+	400	+	+		+	+	+	+	+	+							
Keratella hiemalis																		
Asplanchna priodonta	+	1 300				+	15 300	+	+	35 500	6 300							
Synchaeta spp.		600		++			+											
Conochilus spp.			+									+++	+		+	+		
Polyarthra spp.		200		+			+	+	+	+			+		+		+	
Filinia sp.																		
Trichocerca sp.			++	+		+												
Diptera																		
Chaoborus flavicans larver								+				+	++					

Vedlegg 4.1 Beregninger av tilstandsklasser for næringsalter i vann.

Saga Pearl

Vanntype	Vannforekomst	EQR P-tot	nEQR P-tot	Klasse P	EQR N-tot	nEQR N-tot	Klasse N
10	Saga Pearl vest (n= 4)	0,24	0,46	M	0,08	0,1	SD
8	Saga Pearl øst (n= 4)	0,4	0,62	G	0,53	0,73	G
9	Saga Pearl Hallevannet (n= 4)	0,44	0,69	G	0,26	0,42	M

Tvedalen vest

Vanntype	Vannforekomst	EQR P-tot	nEQR P-tot	Klasse P	EQR N-tot	nEQR N-tot	Klasse N
8	Mørjebekken ref (n= 4)	0,92	0,96	SG	0,4	0,58	M
8	Mørjebekken 1 (n= 4)	0,8	0,91	SG	0,17	0,23	D
8	Mørjebekken 2 (n= 4)	0,92	0,96	SG	0,28	0,44	M

Vanntype	Vannforekomst	EQR P-tot	nEQR P-tot	Klasse P	EQR N-tot	nEQR N-tot	Klasse N
8	Tvedalen referanse	1,38	1	SG	0,33	0,5	M
8	Tvedalen 1 (n= 4)	0,58	0,81	SG	0,19	0,27	D
8	Tvedalen 2 (n= 4)	0,72	0,87	SG	0,33	0,5	M
10	Askedalsbekken (n= 4)	0,06	0,11	SD	0,1	0,13	SD

Krukåsen steinbrudd

Vanntype	Vannforekomst	EQR P-tot	nEQR P-tot	Klasse P	EQR N-tot	nEQR N-tot	Klasse N
8	Mot Håkestadbekken (N=4)	0,21	0,42	M	0,22	0,35	D
8	Håkestadbekken oppstrøms (N=4)	0,17	0,36	D	0,05	0,07	SD
10	Håkestadbekken nedstrøms (N=4)	0,22	0,44	M	0,06	0,08	SD

Klåstad steinbrudd og Brattås deponi

Vanntype	Vannforekomst	EQR P-tot	nEQR P-tot	Klasse P	EQR N-tot	nEQR N-tot	Klasse N
10	Klåstadbekken ref (n= 4)	0,05	0,09	SD	0,06	0,08	SD
10	Klåstadbekken nedstrøms (n=3)	0,22	0,37	D	0,07	0,08	SD
8	Brattås sør (n= 3)	0,57	0,81	SG	0,15	0,19	SD
10	Brattås nord (n= 4)	0,35	0,57	M	0,08	0,1	SD

Vanntype	Vannforekomst	EQR P-tot	nEQR P-tot	Klasse P	EQR N-tot	nEQR N-tot	Klasse N
10	Haslebekken ref (n=3)	0,46	0,69	G	0,08	0,11	SD
10	Klåstad N (n=3)	0,49	0,72	G	0,1	0,12	SD
10	Haslebekken nedstrøms (n=3)	0,19	0,4	D	0,11	0,14	SD
10	Klåstad S (n=3)	1,18	1,00	SG	0,12	0,15	SD

Vedlegg 4.2 Analyseresultater (turbiditet – FNU) fra måleprogrammene for Klåstad, Brattås, Krukåsen og Tvedalen vest i 2016.

Brudd		Klåstad		Brattås	Krukåsen	Tvedalen vest			
Målepunkt		Klåstad S	Klåstad N	Brattås S	Krukåsen	Mørjebekken	Askedalsbekken	Tvedalsbekken 1	Tvedalsbekken 2
Dato	Uke	Klåstadbekken	Haslebekken						
07.01.2016	1	3,3	5,1	3,3	6,8	11,2	35,1	2,0	2,5
14.01.2016	2	8,5	9,6	4,9	22,2	17,2	13,5	3,3	4,6
21.01.2016	3	4,2	35,7	1,7	7,2	11,7	26,2	2,8	2,3
28.01.2016	4	9,0	38,1	4,8	23,0	10,2	70,2	6,0	4,5
04.02.2016	5	11,0	15,3	2,3	21,2	13,1	49,2	4,4	3,2
11.02.2016	6	33,8	17,4	2,5	5,8	13,0	42,6	4,5	2,2
18.02.2016	7	183,0	6,6	0,0	0,0	15,2	92,3	8,9	3,5
25.02.2016	8	11,8	8,7	4,2	17,0	10,8	72,5	2,1	2,3
03.03.2016	9	5,8	6,9	2,6	19,1	14,9	135,0	3,8	2,9
10.03.2016	10	8,2	15,1	3,7	18,2	13,9	89,7	5,8	2,7
17.03.2016	11	11,9	11,5	6,5	27,2	18,9	93,1	13,5	5,2
24.03.2016	12	PÅSKE							
31.03.2016	13	4,0	26,1	6,9	18,6	17,5	51,8	6,6	2,5
07.04.2016	14	4,7	25,8	5,2	12,5	8,3	166,0	4,0	1,8
14.04.2016	15	3,8	9,9	8,2	14,6	3,8	188,0	2,9	3,4
21.04.2016	16	4,1	9,1	3,5	9,3	3,4	237,0	4,9	3,8
28.04.2016	17	7,7	12,6	3,2	8,7	4,6	200,0	5,9	3,7
05.05.2016	18	Kristi himmelfartsdag							
12.05.2016	19	6,2	12,3	3,2	8,6	3,1	156,0	4,2	4,2
19.05.2016	20	4,1	12,6	6,8	5,4	5,0	13,4	4,7	2,3
26.05.2016	21	4,5	10,4	5,6	10,5	53,2	36,5	5,3	3,8
02.06.2016	22	3,2	10,9	5,0	9,2	5,7	10,4	3,8	2,4
09.06.2016	23	2,1	14,2	4,9	18,7	4,2	18,8	6,5	2,0
16.06.2016	24	2,4	23,5	5,3	19,7	5,9	25,9	5,7	4,3
23.06.2016	25	4,9	11,0	2,0	20,0	4,3	52,7	4,4	3,2
30.06.2016	26	3,2	11,7	8,7	18,0	2,3	39,4	3,8	4,4
07.07.2016	27	12,1	13,3	3,3	13,5	2,6	51,1	4,6	4,5
14.07.2016	28								
21.07.2016	29	Sommerferie uke 28-30							
28.07.2016	30								

Brudd		Klåstad		Brattås	Krukåsen	Tvedalen vest			
Målepunkt		Klåstad S	Klåstad N	Brattås S	Krukåsen	Mørjebekken	Askedalsbekken	Tvedalsbekken 1	Tvedalsbekken 2
Dato	Uke	Klåstadbekken	Haslebekken						
04.08.2016	31	13,4	38,9	3,5	15,3	9,2	39,1	1,3	5,4
11.08.2016	32	8,7	16,0	2,5	13,5	8,2	59,8	5,8	3,3
18.08.2016	33	15,7	79,5	3,6	15,8	7,9	98,5	18,7	5,7
25.08.2016	34	27,8	9,7	3,9	15,5	7,7	38,4	19,8	3,8
01.09.2016	35	21,7	11,1	43,0	21,0	13,3	68,5	9,3	3,7
08.09.2016	36	18,7	15,4	249,0	14,0	4,3	60,3	5,7	3,9
15.09.2016	37	6,3	7,1	90,1	10,9	3,9	40,5	3,4	2,9
22.09.2016	38	5,4	11,6	8,0	15,4	3,9	44,1	3,2	4,6
29.09.2016	39	14,1	12,8	81,1	15,1	4,6	58,8	10,2	2,5
06.10.2016	40	10,6	9,0	tørr	17,1	3,8	269,0	7,1	2,1
13.10.2016	41	66,7	5,5	tørr	18,2	3,5	200,0	1,8	1,2
20.10.2016	42	56,3	10,1	46,5	15,1	12,1	43,5	8,6	4,7
27.10.2016	43	26,6	22,0	155,0	9,5	34,6	75,4	5,6	2,2
03.11.2016	44	16,7	11,7	190,0	8,9	17,6	96,0	3,4	1,7
10.11.2016	45	36,0	22,5	176,0	6,5	16,3	57,0	1,5	1,9
17.11.2016	46	35,9	80,5	431,0	5,9	15,7	93,7	2,4	3,4
24.11.2016	47	17,4	30,2	121,0	4,8	4,3	62,4	7,7	2,1
01.12.2016	48	9,1	7,2	82,2	6,7	5,8	119,0	17,5	2,4
08.12.2016	49	51,0	83,5	223,0	15,3	22,9	213,0	39,2	9,2
15.12.2016	50	17,6	15,6	262,0	10,4	5,5	61,9	11,8	6,2
22.12.2016	51	58,6	68,3	205,0	7,1	6,6	270,0	17,1	3,8
Gjennomsnitt		19,4	20,5	54,0	13,4	10,6	87,7	7,1	3,5
Median		9,9	12,6	5,2	14,3	8,0	61,1	5,1	3,4
Grenseverdier		55*	40	20	20	40	40	20	20
				50	50	100	100	100	100

*) 40 fra 1.6.2016

VIKTIG! - LES DETTE FØR PRØVETAKING!

Den praktiske gjennomføring av prøvetakingen og behandlingen/oppbevaringen av prøvene fram til forsendelse til laboratoriet er svært viktig og avgjørende for kvaliteten på analyseresultatene. Det er fort gjort å «ødelegge» vannprøven dersom man ikke ivaretar noen enkle forholdsregler. Følges punktene under vil prøvene og analyseresultatene bli representative!

FØR PRØVETAKING

- Fra laboratoriet mottar dere prøveflasker og etiketter.
- Riktig merkede etiketter settes på flaskene før prøvetakingen. Vær nøye med å bruke rett etikett på rett flaske.
- Fra laboratoriet mottar dere også instruksjoner om prøvetakingen og behandlingen av prøvene. Det er særlig viktig å være oppmerksom på dette, der det skal gjøres spesielle eller ekstra analyser.
- Klargjør feltskjema for prøvetaking.

PRØVETAKING – PRAKTISK GJENNOMFØRING

- Dersom det skal tas flere prøver i samme vannstreng (bekk/elv) så må prøvene tas oppover (motstrøms) slik at prøvetakingen i et punkt ikke påvirker neste punkt
- Prøvetaker må være ren på hendene, urenheter kan forurense prøven
- VÆR SIKRE PÅ DERE BRUKER RETT FLASKE!
- Normalt skal prøveflaskene i plast skylles 3 ganger (trenger ikke fylles helt opp) med vann fra prøvepunktet i den bekken/innsjøen som vannprøven skal tas. Skyllevannet helles ut nedstrøms prøvepunktet eller på land.
- Også korkene skal skylles og holdes borte fra mulig forurensning (f.eks. ikke ligge i lommen).
- Der hvor vei krysser bekken ved prøvepunktet, skal prøven om mulig tas oppstrøms veien. Er det ikke mulig, eller prøven tidligere er tatt nedstrøms, så kommenter dette i feltskjemaet.
- I bekker skal prøvene fortrinnsvis tas under overflaten i dype/stille partier og helst midt i bekken.
- Pass ekstra godt på slik at det ikke virvles opp partikler fra bunnen av bekken der prøven tas eller oppstrøms. En vannprøve «forurenset» med partikler (sedimenter) gir ikke et representativt bilde av vannkvaliteten.
- Om man må krysse bekken må det gjøres nedstrøms prøvepunktet.
- Ved bruk av vannhenter slipper man å trække ut i bekken og dermed virvle opp sedimenter. Vannhenteren brukes på følgende måte: Man står på bredden og strekker ut stangen med vannflasken og fyller denne, man heller så vannet over i prøveflasken som skal sendes til laboratoriet. Man bruker den samme flasken hele tiden (den som henger på stanga) til å ta ut vannprøven med. Viktig: Man må skylle flasken på stangen og prøveflasken ved hvert prøvepunkt 3 ganger, slik at begge er rene og ikke inneholder vann fra forrige prøvepunkt.
- Prøveflaskene skal fylles helt opp (unngå luftbobler). Klemmer man på plastflasker mens man skrur på korken vil man få bort det meste av luften.

- Ta gjerne fotografi ved prøvepunktet. Fotografiene skal helst tas stående og oppstrøms mot prøvepunktene (skal vise hvor vannet kommer fra), og på en avstand så man får et bra inntrykk av omgivelsene (ikke bare vann og stein).

ETTER PRØVETAKING

- Husk å fylle i feltskjema og bestillingsskjema fra laboratoriet.
- I feltskjemaet er det viktig å registrere eventuelle spesielle forhold omkring prøvetakingen eller prøvene. F. eks. om vannet har spesiell farge eller er uklart (inneholder urenheter/partikler).
- Der er i skjemaet også mulighet for å skrive om værforholdene ved prøvetakingen og perioden før prøvetaking. F.eks. om det har vært mye eller lite nedbør, frost eller snøsmelting.
- For nye punkter eller punkter, der plasseringen i kartboken er feil eller usikker tas det en GPS-posisjon.
- Etter at prøven er tatt skal den oppbevares så mørkt og kjølig som praktisk mulig. Unngå direkte sollys etter prøvetaking.
- Om det er mulig, er det best å få sendt prøvene til laboratoriet samme dag som prøvetakingen.

PRØVETAKING - ADMINISTRATIVT

Feltskjema, kart og bilder fra prøvepunktene oppbevares iht. interne rutiner.

Rapport

N1605174

Side 1 (6)

10NAG04HD25



Mottatt dato **2016-04-18**
 Utstedt **2016-04-25**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Tomtegata 80
N-3012 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Brattås deponi**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1.Brattås sør					
	Sigevann					
Labnummer	N00422169					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.6	0.76		1	1	JIBJ
Fargetall	47	4.7	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	11.4	1.14	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	2.1	0.21	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.014	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	0.48	0.048	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	6.4	0.64	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	<0.004		mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

N1605174

Side 2 (6)

1ONAG04HD25



Deres prøvenavn	2.Brattås nord Sige vann					
Labnummer	N00422170					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.8	0.78		1	1	JIBJ
Fargetall	36	3.6	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	30.9	3.09	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	4.7	0.47	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.021	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	2.3	0.23	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	5.5	0.55	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.055	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Deres prøvenavn	3.Klåstadbekken (ref.) Sige vann					
Labnummer	N00422171					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.4	0.74		1	1	JIBJ
Fargetall	35	3.5	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	36.1	3.61	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	3.1	0.31	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.044	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	1.1	0.11	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	7.5	0.75	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.45	0.045	mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

N1605174

Side 3 (6)

1ONAG04HD25



Deres prøvenavn	4.Klåstadbekken Sigevann					
Labnummer	N00422172					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.6	0.76		1	1	JIBJ
Fargetall	37	3.7	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	36.0	3.60	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	3.7	0.37	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.038	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	1.6	0.16	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	2	JIBJ
TOC	6.3	0.63	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH4)	0.28	0.028	mg/l	9	1	JIBJ



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbansen. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998</p> <p>Måleprinsipp: Kaliumperoksoedisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2</p> <p>Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997</p> <p>Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3</p> <p>Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen



Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1609294

Side 1 (6)

1U8QRR8MTM8



Mottatt dato **2016-06-22**
 Utstedt **2016-06-30**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Brattås deponi**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Brattås sør					
	Sigevann					
Labnummer	N00436767					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.7	0.77		1	1	ELNO
Fargetall	103	10.3	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	18.3	1.83	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	2.3	0.23	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.026	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.67	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	18000	1800	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.041	0.01	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

Side 2 (6)

N1609294

1U8QRR8MTM8



Deres prøvenavn	Brattås nord Sigevann					
Labnummer	N00436768					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.9	0.79		1	1	ELNO
Fargetall	28	2.8	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	45.4	4.54	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	2.0	0.2	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.014	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.96	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	6.3	1.9	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	8.7	2.6	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	36	11	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	58	17	μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	44.7		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	6900	690	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.042	0.01	mg/l	9	1	ELNO

Deres prøvenavn	Klåstadbekken referanse Sigevann					
Labnummer	N00436769					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.5	0.75		1	1	ELNO
Fargetall	44	4.4	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	58.2	5.82	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	5.2	0.52	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.11	0.011	mg/l	5	1	ELNO
N-total	3.1	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	5.2	1.6	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	7500	750	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	1.8	0.18	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

Side 3 (6)

N1609294

1U8QRR8MTM8



Deres prøvenavn	Klåstadbekken Sigevann					
Labnummer	N00436770					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.9	0.79		1	1	ELNO
Fargetall	29	2.9	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	46.1	4.61	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	2.4	0.24	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.016	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.93	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	6.1	1.8	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	10.1	3.0	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	10.1		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	7500	750	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.082	0.01	mg/l	9	1	ELNO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbanse. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998 Måleprinsipp: Kaliumperoksodisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2 Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l Fraksjon >C10-C40 50 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997 Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3 Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen

Rapport

Side 6 (6)

N1609294

1U8QRR8MTM8



Godkjenner	
ELNO	Elin Noreen
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1611972

Side 1 (6)

1ZDDC00Q61X



Mottatt dato **2016-08-22**
 Utstedt **2016-08-29**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Brattås steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Brattås sør					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448267					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.53	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	186	55.8	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	13.8	1.38	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	4.50	1.35	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.018	0.004	mg/l	5	1	MAMU
N-total	5.23	1.57	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MAMU
TOC	21.7	4.34	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MAMU

Rapport

N1611972

Side 2 (6)

1ZDDC00Q61X



Deres prøvenavn	Brattås nord					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448268					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.89	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	50.5	15.2	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	39.0	3.90	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	122	36.6	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.068	0.014	mg/l	5	1	MAMU
N-total	7.98	2.39	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MAMU
TOC	6.98	1.40	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	0.098	0.015	mg/l	9	1	MAMU

Deres prøvenavn	Klåstadbekken (ref.)					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448269					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.37	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	51.5	15.4	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	46.2	4.62	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	15.0	4.50	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.104	0.021	mg/l	5	1	MAMU
N-total	6.40	1.92	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MAMU
TOC	6.26	1.25	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MAMU

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Erlend Andresen

2016.08.29 17:44:31

Client Service

erlend.andresen@alsglobal.com

Rapport

Side 3 (6)

N1611972

1ZDDC00Q61X



Deres prøvenavn	Klåstadbekken					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448270					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.87	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	48.0	14.4	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	41.5	4.15	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	77.4	23.2	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.085	0.017	mg/l	5	1	MAMU
N-total	7.87	2.36	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MAMU
TOC	6.65	1.33	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH4)	<0.026		mg/l	9	1	MAMU



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP- AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l

Godkjenner	
MAMU	Marte Muri

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 6 (6)

N1611972

1ZDDC00Q61X



Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1615298

Side 1 (5)

262P4KQZ1CX



Mottatt dato **2016-10-07**
 Utstedt **2016-11-16**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Brattås deponi**
 Bestnr **13509150063**

Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Brattås nord Sigevann					
Labnummer	N00458281					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.81	0.08		1	1	MORO
Fargetall	43.5	13.0	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	42.0	4.20	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	21.3	6.39	FNU	4	1	MORO
P-total	0.022	0.004	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	5.66	1.70	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MORO
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MORO
TOC	7.50	1.50	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO

Rapport

N1615298

Side 2 (5)

262P4KQZ1CX



Deres prøvenavn	Klåstadbekken ref. Sigevann					
Labnummer	N00458282					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.39	0.08		1	1	MORO
Fargetall	44.1	13.2	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	41.7	4.17	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	7.22	2.17	FNU	4	1	MORO
P-total	0.589	0.118	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	9.73	2.92	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MORO
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MORO
TOC	6.61	1.32	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO

Deres prøvenavn	Klåstadbekken Sigevann					
Labnummer	N00458283					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.63	0.08		1	1	MORO
Fargetall	42.0	12.6	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	44.6	4.46	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	8.20	2.46	FNU	4	1	MORO
P-total	0.021	0.004	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	5.84	1.75	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	5.5	1.6	μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MORO
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MORO
TOC	7.47	1.49	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	0.090	0.014	mg/l	9	1	MORO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Marte Muri

2016.11.16 11:45:12

Client Service

marte.muri@alsglobal.com



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>

Rapport

N1615298

Side 4 (5)

262P4KQZ1CX



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Ammonium i vann
Metode:	ISO 11732, ISO 13395, EN 16192
Måleprinsipp:	Spektrofotometrisk
Rapporteringsgrenser (LOQ):	0,026 mg/l
Måleusikkerhet:	15%

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen
MORO	Monia Alexandersen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 5 (5)

N1615298

262P4KQZ1CX



Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1605176

Side 1 (6)

10NAIUNSVOC



Mottatt dato **2016-04-18**
 Utstedt **2016-04-25**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Tomtegata 80
N-3012 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Klåstad steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1.Haslebekken ref. Sige vann					
Labnummer	N00422176					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.7	0.67		1	1	JIBJ
Fargetall	30	3	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	24.6	2.46	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	7.8	0.78	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.029	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	3.0	0.3	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	3.0	0.3	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.021	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

Side 2 (6)

N1605176

10NAIUNSVOC



Deres prøvenavn	2.Klåstad N Sigevann					
Labnummer	N00422177					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.2	0.72		1	1	JIBJ
Fargetall	30	3	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	27.6	2.76	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	7.5	0.75	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.016	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	2.1	0.21	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	4.6	0.46	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.059	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Deres prøvenavn	3.Haslebekken nedstrøms Sigevann					
Labnummer	N00422178					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.3	0.73		1	1	JIBJ
Fargetall	52	5.2	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	29.0	2.90	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	11	1.1	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.042	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	2.0	0.2	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	6.7	0.67	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.22	0.022	mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

Side 3 (6)

N1605176

1ONAIUNSVOC



Deres prøvenavn	4.Klåstad S Sige vann					
Labnummer	N00422179					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.6	0.76		1	1	JIBJ
Fargetall	17	1.7	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	45.6	4.56	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	1.7	0.17	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.003	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	1.2	0.12	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	2	JIBJ
TOC	4.4	0.44	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH4)	0.068	0.01	mg/l	9	1	JIBJ



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbansen. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998</p> <p>Måleprinsipp: Kaliumperoksoedisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanilamid og kobling med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2</p> <p>Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997</p> <p>Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3</p> <p>Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen



Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1609297

Side 1 (6)

1U8QUF5SY9D



Mottatt dato **2016-06-22**
 Utstedt **2016-06-30**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Klåstad steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Haslebekken referanse					
	Sigevann					
Labnummer	N00436774					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.7	0.77		1	1	ELNO
Fargetall	67	6.7	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	34.0	3.40	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	13	1.3	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.028	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	2.3	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	6.2	1.9	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	46	14	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	63	19	μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	46.0		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	7400	740	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.88	0.088	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

Side 2 (6)

N1609297

1U8QUF5SY9D



Deres prøvenavn	Klåstad N Sigevann					
Labnummer	N00436775					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.8	0.78		1	1	ELNO
Fargetall	63	6.3	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	33.4	3.34	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	13	1.3	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.036	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	2.4	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	13.7	4.1	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	370	111	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	23	7	μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	407	122	μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	384		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	7700	770	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.95	0.095	mg/l	9	1	ELNO

Deres prøvenavn	Haslebekken nedstrøms Sigevann					
Labnummer	N00436776					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.9	0.79		1	1	ELNO
Fargetall	45	4.5	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	41.8	4.18	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	7.3	0.73	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.065	0.0065	mg/l	5	1	ELNO
N-total	1.7	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	11000	1100	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.28	0.028	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

Side 3 (6)

N1609297

1U8QUF5SY9D



Deres prøvenavn	Klåstad S Sige vann					
Labnummer	N00436777					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	8.0	0.8		1	1	ELNO
Fargetall	21	2.1	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	51.8	5.18	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	1.4	0.14	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.011	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	1.2	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	7300	730	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.16	0.016	mg/l	9	1	ELNO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbansen. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998 Måleprinsipp: Kaliumperoksoedisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling Med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2 Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l Fraksjon >C10-C40 50 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997 Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3 Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen

Rapport

Side 6 (6)

N1609297

1U8QUF5SY9D



Godkjenner	
ELNO	Elin Noreen
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1611973

Side 1 (6)

1ZDDDGXX9UX



Mottatt dato **2016-08-22**
Utstedt **2016-08-29**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Klåstad steinbrudd**
Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Haslebekken ref. Sige vann					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448271					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.59	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	46.5	14.0	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	27.8	2.78	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	13.8	4.14	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.019	0.004	mg/l	5	1	MAMU
N-total	6.40	1.92	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MAMU
TOC	5.01	1.00	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	0.210	0.032	mg/l	9	1	MAMU

Rapport

Side 2 (6)

N1611973

1ZDDDGXX9UX



Deres prøvenavn	Klåstad N					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448272					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.54	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	45.4	13.6	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	27.8	2.78	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	20.2	6.06	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.025	0.005	mg/l	5	1	MAMU
N-total	5.24	1.57	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MAMU
TOC	4.50	0.90	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	0.109	0.016	mg/l	9	1	MAMU

Deres prøvenavn	Haslekbekken nedstrøms					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448273					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.54	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	55.2	16.6	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	32.0	3.20	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	41.0	12.3	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.071	0.014	mg/l	5	1	MAMU
N-total	4.68	1.40	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MAMU
TOC	7.50	1.50	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	0.050	0.008	mg/l	9	1	MAMU

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Erlend Andresen

2016.08.29 17:44:37

Client Service

erlend.andresen@alsglobal.com

Rapport

Side 3 (6)

N1611973

1ZDDDGXX9UX



Deres prøvenavn	Klåstad S Sige vann 2016-08-18					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448274					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.93	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	47.4	14.2	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	39.4	3.94	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	110	33.0	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.066	0.013	mg/l	5	1	MAMU
N-total	7.88	2.36	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	93	28	µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	26	8	µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	125	37	µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	93.0		µg/l	7	1	MAMU
TOC	6.84	1.37	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH4)	0.043	0.006	mg/l	9	1	MAMU



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP- AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l

Godkjenner	
MAMU	Marte Muri

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 6 (6)

N1611973

1ZDDDGXX9UX



Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1615315

Side 1 (6)

23PTODAYJDX



Mottatt dato **2016-10-07**
 Utstedt **2016-10-19**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Klåstad steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1.Hasleb.ref.					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458308					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.04	0.08		1	1	MORO
Fargetall	37.1	11.1	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	30.0	3.00	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	8.96	2.69	FNU	4	1	MORO
P-total	0.015	0.003	mg/l	5	1	CAFR
N-total	6.19	1.86	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	CAFR
TOC	5.24	1.05	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH4)	0.264	0.040	mg/l	9	1	MORO

Rapport

N1615315

Side 2 (6)

23PTODAYJDX



Deres prøvenavn	2.Klåstad N. Sigevann 2016-10-06					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458309					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.36	0.08		1	1	MORO
Fargetall	35.4	10.6	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	28.2	2.82	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	9.62	2.89	FNU	4	1	MORO
P-total	0.016	0.003	mg/l	5	1	CAFR
N-total	5.39	1.62	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	5.52	1.10	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	0.427	0.064	mg/l	9	1	MORO

Deres prøvenavn	3.Hasleb.nedstrøms Sigevann 2016-10-06					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458310					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.20	0.08		1	1	MORO
Fargetall	69.1	20.7	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	32.9	3.29	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	7.02	2.11	FNU	4	1	MORO
P-total	0.067	0.013	mg/l	5	1	CAFR
N-total	4.78	1.43	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	7.76	1.55	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	0.820	0.123	mg/l	9	1	MORO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digital undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Marte Muri

2016.10.19 19:40:44

Client Service

marte.muri@alsglobal.com

Rapport

Side 3 (6)

N1615315

23PTODAYJDX



Deres prøvenavn	4.Klåstad S					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458311					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.82	0.08		1	1	MORO
Fargetall	44.5	13.4	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	42.9	4.29	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	13.6	4.08	FNU	4	1	MORO
P-total	0.014	0.003	mg/l	5	1	CAFR
N-total	5.59	1.68	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	CAFR
TOC	8.45	1.69	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH4)	<0.026		mg/l	9	1	MORO
Homogenisering*	Ja			10	1	HABO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l
10	Homogenisering

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen
HABO	Hanne Boklund
MORO	Monia Alexandersen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Underleverandør ¹

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1605175

Side 1 (5)

10NAHIP7TCW



Mottatt dato **2016-04-18**
 Utstedt **2016-04-25**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Tomtegata 80
N-3012 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Krukåsen steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1 - Mot Håkestadbekken					
	Sigevann					
Labnummer	N00422173					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.8	0.68		1	1	JIBJ
Fargetall	200	20	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	4.39	0.439	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	11	1.1	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.045	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	0.81	0.081	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	16	1.6	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	<0.004		mg/l	9	1	JIBJ
Humuspartikler	37.4	3.7	mg/l	10	2	JIBJ

Rapport

Side 2 (5)

N1605175

10NAHIP7TCW



Deres prøvenavn	3 - Håkestadbekken oppstrøms Sige vann					
Labnummer	N00422174					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.2	0.72		1	1	JIBJ
Fargetall	34	3.4	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	12.1	1.21	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	4.5	0.45	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.042	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	2.5	0.25	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	4.9	0.49	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.51	0.051	mg/l	9	1	JIBJ

Deres prøvenavn	4 - Håkestadbekken nedstrøms Sige vann					
Labnummer	N00422175					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.4	0.74		1	1	JIBJ
Fargetall	38	3.8	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	15.3	1.53	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	7.7	0.77	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.040	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	2.3	0.23	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	5.7	0.57	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.083	0.01	mg/l	9	1	JIBJ



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbanse. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998</p> <p>Måleprinsipp: Kaliumperoksodisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling Med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2</p> <p>Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997</p> <p>Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3</p> <p>Måleprinsipp: Alkaliske fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
10	<p>Bestemmelse av Humuspartikler</p> <p>Metode: Basert på CSN 75 7536</p> <p>Deteksjon og kvantifikasjon: Spektrofotometer</p> <p>Kvantifikasjonsgrenser: 1,0 mg/l</p>



Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1609296

Side 1 (5)

1U8QT377VXK



Mottatt dato **2016-06-22**
 Utstedt **2016-06-30**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Krukåsen steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1-Mot Håkestadbekken					
	Sigevann					
Labnummer	N00436771					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.5	0.75		1	1	ELNO
Fargetall	28	2.8	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	15.2	1.52	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	1.3	0.13	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.039	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	2.9	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	4500	450	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.015	0.01	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

Side 2 (5)

N1609296

1U8QT377VXK



Deres prøvenavn	3-Håkestadbekken oppstrøms Sige vann					
Labnummer	N00436772					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.6	0.76		1	1	ELNO
Fargetall	200	20	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	10.8	1.08	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	14	1.4	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.072	0.0072	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.96	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	25000	2500	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.11	0.011	mg/l	9	1	ELNO

Deres prøvenavn	4-Håkestadbekken nedstrøms Sige vann					
Labnummer	N00436773					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.7	0.77		1	1	ELNO
Fargetall	31	3.1	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	22.0	2.20	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	1.7	0.17	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.084	0.0084	mg/l	5	1	ELNO
N-total	3.1	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	CAFR
TOC	5900	590	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	<0.004		mg/l	9	1	ELNO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbanse. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998 Måleprinsipp: Kaliumperoksoedisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling Med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2 Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l Fraksjon >C10-C40 50 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997 Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3 Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen

Rapport

Side 5 (5)

N1609296

1U8QT377VXK



Godkjenner	
ELNO	Elin Noreen
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1611971

Side 1 (5)

1ZLSUHRM08M



Mottatt dato **2016-08-22**
 Utstedt **2016-09-01**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Krukåsen steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1 - Mot Håkestadbekken					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448264					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.99	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	305	91.6	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	7.07	0.707	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	22.3	6.69	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.078	0.016	mg/l	5	1	MAMU
N-total	1.49	0.45	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	10.9	3.3	μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MAMU
TOC	19.9	3.99	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MAMU
Humuspartikler	25.3	2.5	mg/l	10	1	MAMU

Rapport

Side 2 (5)

N1611971

1ZLSUHRM08M



Deres prøvenavn	3 - Håkestadbekken oppstrøms					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448265					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.19	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	39.3	11.8	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	15.5	1.55	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	3.66	1.10	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.055	0.011	mg/l	5	1	MAMU
N-total	10.1	3.04	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MAMU
TOC	4.57	0.91	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH4)	0.299	0.045	mg/l	9	1	MAMU

Deres prøvenavn	4 - Håkestadbekken nedstrøms					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448266					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.53	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	40.3	12.1	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	24.0	2.40	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	5.88	1.76	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.038	0.008	mg/l	5	1	MAMU
N-total	8.11	2.43	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MAMU
TOC	4.95	0.99	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH4)	<0.026		mg/l	9	1	MAMU

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Marte Muri

2016.09.01 12:14:03

Client Service

marte.muri@alsglobal.com



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l
10	Bestemmelse av Humuspartikler
Metode:	Basert på CSN 75 7536
Deteksjon og kvantifikasjon:	Spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	1,0 mg/l

Godkjenner	
MAMU	Marte Muri

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 5 (5)

N1611971

1ZLSUHRM08M



Underleverandør ¹

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1615314

Side 1 (6)

23MNUZQY3EH



Mottatt dato **2016-10-07**
 Utstedt **2016-10-18**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Illebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Lundhs - Klåstad steinbrudd**
 Bestnr **13509150063**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1.Mot Håkestadbekken					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458305					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.10	0.08		1	1	MORO
Fargetall	169	50.8	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	5.93	0.593	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	27.1	8.13	FNU	4	1	MORO
P-total	0.051	0.010	mg/l	5	1	CAFR
N-total	0.60	0.18	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	10.2	2.04	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	0.057	0.008	mg/l	9	1	CAFR

Rapport

N1615314

Side 2 (6)

23MNUZQY3EH



Deres prøvenavn	3.Håkestadbekken oppstrøms					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458306					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.28	0.08		1	1	MORO
Fargetall	47.4	14.2	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	17.0	1.70	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	4.34	1.30	FNU	4	1	MORO
P-total	0.084	0.017	mg/l	5	1	CAFR
N-total	10.8	3.22	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	5.83	1.17	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	0.873	0.131	mg/l	9	1	MORO

Rapport

N1615314

Side 3 (6)

23MNUZQY3EH



Deres prøvenavn	4.Håkestadbekken nedstrøms					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458307					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.55	0.08		1	1	MORO
Fargetall	36.4	10.9	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	23.9	2.39	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	3.35	1.00	FNU	4	1	MORO
P-total	0.035	0.007	mg/l	5	1	CAFR
N-total	7.40	2.22	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	CAFR
TOC	5.15	1.03	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH4)	<0.026		mg/l	9	1	MORO
Homogenisering*	Ja			10	1	HABO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP- AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l
10	Homogenisering

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen
HABO	Hanne Boklund
MORO	Monia Alexandersen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 6 (6)

N1615314

23MNUZQY3EH



Underleverandør ¹

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1605969

Side 1 (6)

1PKBZMJXPO5



Mottatt dato **2016-04-28**
 Utstedt **2016-05-06**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Saga Pearl steinbrudd**
 Bestnr **14509150065 Saga Peral AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Vest Sigevann					
Labnummer	N00427383					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.4	0.74		1	1	ERAN
Fargetall	54	5.4	mg Pt/l	2	1	ERAN
Turbiditet	13	1.3	FNU	3	1	ERAN
P-total	0.084	0.0084	mg/l	4	1	ERAN
N-total	2.9	0.29	mg/l	5	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	6	2	HABO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	6	2	HABO
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	6	2	HABO
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	6	2	HABO
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	6	2	HABO
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	6	2	HABO
TOC	8.8	0.88	mg/l	7	1	ERAN
Ammonium (NH ₄)	<0.004		mg/l	8	1	ERAN
Homogenisering*	Ja			9	2	HABO
Ca (Kalsium)	20.7	1.9	mg/l	10	R	JIBJ

Rapport

Side 2 (6)

N1605969

1PKBZMJXPO5



Deres prøvenavn		Øst Sivevann				
Labnummer		N00427384				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.9	0.69		1	1	ERAN
Fargetall	16	1.6	mg Pt/l	2	1	ERAN
Turbiditet	0.70	0.07	FNU	3	1	ERAN
P-total	0.054	0.006	mg/l	4	1	ERAN
N-total	0.21	0.04	mg/l	5	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	6	2	HABO
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	6	2	HABO
TOC	3.8	0.38	mg/l	7	1	ERAN
Ammonium (NH ₄)	0.011	0.01	mg/l	8	1	ERAN
Ca (Kalsium)	4.93	0.46	mg/l	10	R	JIBJ
Olje: Prøven ble homogenisert før analyse.						

Deres prøvenavn		Hallevannet Sivevann				
Labnummer		N00427385				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.9	0.69		1	1	ERAN
Fargetall	34	3.4	mg Pt/l	2	1	ERAN
Turbiditet	0.55	0.055	FNU	3	1	ERAN
P-total	0.016	0.006	mg/l	4	1	ERAN
N-total	0.90	0.09	mg/l	5	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	6	2	HABO
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	6	2	HABO
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	6	2	HABO
TOC	5.3	0.53	mg/l	7	1	ERAN
Ammonium (NH ₄)	0.014	0.01	mg/l	8	1	ERAN
Ca (Kalsium)	4.90	0.45	mg/l	10	R	JIBJ
Olje: Prøven ble homogenisert før analyse.						



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbansen. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Sektion 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
4	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon-fosfo-molybdat-kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
5	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905-1:1998 Måleprinsipp: Kaliumperoksodisulfat og natriumhydroksyd mikses med</p>



Metodespesifikasjon											
Rapporteringsgrenser:	<p>prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling Med N-(1-naftyl)-etylendiamid-di-hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p>										
Måleusikkerhet:	Relativ usikkerhet 10 %										
6	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2 Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser:</p> <table> <tr> <td>Fraksjon >C10-C12</td> <td>5 µg/l</td> </tr> <tr> <td>Fraksjon >C12-C16</td> <td>5 µg/l</td> </tr> <tr> <td>Fraksjon >C16-C35</td> <td>30 µg/l</td> </tr> <tr> <td>Fraksjon >C35-C40</td> <td>10 µg/l</td> </tr> <tr> <td>Fraksjon >C10-C40</td> <td>50 µg/l</td> </tr> </table> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>	Fraksjon >C10-C12	5 µg/l	Fraksjon >C12-C16	5 µg/l	Fraksjon >C16-C35	30 µg/l	Fraksjon >C35-C40	10 µg/l	Fraksjon >C10-C40	50 µg/l
Fraksjon >C10-C12	5 µg/l										
Fraksjon >C12-C16	5 µg/l										
Fraksjon >C16-C35	30 µg/l										
Fraksjon >C35-C40	10 µg/l										
Fraksjon >C10-C40	50 µg/l										
7	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997 Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L Måleusikkerhet: 10 %</p>										
8	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3 Måleprinsipp: Alkaliske fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser:</p> <table> <tr> <td>Ammonium, LOD:</td> <td>0.004 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Ammonium-N, LOD:</td> <td>0.003 mg/L</td> </tr> </table> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>	Ammonium, LOD:	0.004 mg/L	Ammonium-N, LOD:	0.003 mg/L						
Ammonium, LOD:	0.004 mg/L										
Ammonium-N, LOD:	0.003 mg/L										
9	Homogenisering										
10	<p>«V-3B» Metaller i forurenset vann, etter opplutning</p> <p>Metode: Analyse med ICP-SFMS utføres i henhold til ISO 17294-1,2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse med ICP-AES utføres i henhold til ISO 11885 (mod), samt EPA-metode 200.7 (mod). Kvikksølv (Hg) analyseres med AFS og utføres i henhold til ISO 17852.</p> <p>Prøve forbehandling: 12 ml prøve blir surgjort med 1.2 ml suprapur HNO₃ og kjørt i autoklav.. Ved analyse av W blir ikke prøven surgjort før analyse. Ved analyse av Ag blir prøven</p>										



Metodespesifikasjon																																							
	konservert med HCl.																																						
Rapporteringsgrenser:	<table> <tr><td>Al, Aluminium</td><td>10 µg/l</td></tr> <tr><td>As, Arsen</td><td>0.5 µg/l</td></tr> <tr><td>Ba, Barium</td><td>1 µg/l</td></tr> <tr><td>Ca, Kalsium</td><td>200 µg/l</td></tr> <tr><td>Cd, Kadmium</td><td>0.05 µg/l</td></tr> <tr><td>Co, Kobolt</td><td>0.2 µg/l</td></tr> <tr><td>Cr, Krom</td><td>0.9 µg/l</td></tr> <tr><td>Cu, Kobber</td><td>1 µg/l</td></tr> <tr><td>Fe, Jern</td><td>10 µg/l</td></tr> <tr><td>Hg, Kvikksølv</td><td>0.02 µg/l</td></tr> <tr><td>K, Kalium</td><td>400 µg/l</td></tr> <tr><td>Mg, Magnesium</td><td>140 µg/l</td></tr> <tr><td>Mn, Mangan</td><td>0.9 µg/l</td></tr> <tr><td>Mo, Molybden</td><td>0.5 µg/l</td></tr> <tr><td>Na, Natrium</td><td>500 µg/l</td></tr> <tr><td>Ni, Nikkel</td><td>0.6 µg/l</td></tr> <tr><td>Pb, Bly</td><td>0.5 µg/l</td></tr> <tr><td>V, Vanadium</td><td>0.2 µg/l</td></tr> <tr><td>Zn, Sink</td><td>4 µg/l</td></tr> </table>	Al, Aluminium	10 µg/l	As, Arsen	0.5 µg/l	Ba, Barium	1 µg/l	Ca, Kalsium	200 µg/l	Cd, Kadmium	0.05 µg/l	Co, Kobolt	0.2 µg/l	Cr, Krom	0.9 µg/l	Cu, Kobber	1 µg/l	Fe, Jern	10 µg/l	Hg, Kvikksølv	0.02 µg/l	K, Kalium	400 µg/l	Mg, Magnesium	140 µg/l	Mn, Mangan	0.9 µg/l	Mo, Molybden	0.5 µg/l	Na, Natrium	500 µg/l	Ni, Nikkel	0.6 µg/l	Pb, Bly	0.5 µg/l	V, Vanadium	0.2 µg/l	Zn, Sink	4 µg/l
Al, Aluminium	10 µg/l																																						
As, Arsen	0.5 µg/l																																						
Ba, Barium	1 µg/l																																						
Ca, Kalsium	200 µg/l																																						
Cd, Kadmium	0.05 µg/l																																						
Co, Kobolt	0.2 µg/l																																						
Cr, Krom	0.9 µg/l																																						
Cu, Kobber	1 µg/l																																						
Fe, Jern	10 µg/l																																						
Hg, Kvikksølv	0.02 µg/l																																						
K, Kalium	400 µg/l																																						
Mg, Magnesium	140 µg/l																																						
Mn, Mangan	0.9 µg/l																																						
Mo, Molybden	0.5 µg/l																																						
Na, Natrium	500 µg/l																																						
Ni, Nikkel	0.6 µg/l																																						
Pb, Bly	0.5 µg/l																																						
V, Vanadium	0.2 µg/l																																						
Zn, Sink	4 µg/l																																						
Måleusikkerhet:	Rapporteringsgrensene kan variere med grad av forurensning for innsendt prøve. Måleusikkerheten (MU) beregnes individuelt for hver enkelt prøve og er direkte koplet til den aktuelle målingen. Dette betyr at rapportert MU gjelder ved den aktuelle prøvens målte konsentrasjon. Måleusikkerheten kan variere med matriksinterferens, fortynninger og lav prøvemengde.																																						
Andre opplysninger:	Prøver som har et høyt innhold av klorid kan gi forhøyet rapporteringsgrense for As. Prøver som har et høyt innhold av Mo kan gi forhøyet rapporteringsgrense for Cd.																																						

Godkjenner	
ERAN	Erlend Andresen
HABO	Hanne Boklund
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
R	ICP-AES
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier:

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 6 (6)

N1605969

1PKBZMJXPO5



Underleverandør ¹	
Ceska Lipa Pardubice	Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa V Raji 906, 530 02 Pardubice
Akkreditering:	Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.
Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon	

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1609152

Side 1 (6)

1U3Q7NNN59S



Mottatt dato **2016-06-21**
 Utstedt **2016-06-28**

Golder Associates AS-VAV
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Saga Pearl Steinbrudd**
 Bestnr **14509150065 Saga Pearl AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Vest Sigevann					
Labnummer	N00436683					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.8	0.78		1	1	JIBJ
Fargetall	52	5.2	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	25.2	1.9	mg/l	3	R	ERAN
Turbiditet	9.1	0.91	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.028	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	3.6	1	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	ERAN
TOC	9.6	0.96	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.028	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

Side 2 (6)

N1609152

1U3Q7NNN59S



Deres prøvenavn	Øst Sige vann					
Labnummer	N00436684					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.4	0.74		1	1	JIBJ
Fargetall	44	4.4	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	9.64	0.73	mg/l	3	R	ERAN
Turbiditet	7.1	0.71	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.019	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	0.57	1	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	2	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	2	ERAN
TOC	6.6	0.66	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH4)	0.17	0.017	mg/l	9	1	JIBJ

Deres prøvenavn	Halle vannet Sige vann					
Labnummer	N00436685					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.4	0.74		1	1	JIBJ
Fargetall	29	2.9	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	5.02	0.39	mg/l	3	R	ERAN
Turbiditet	0.65	0.065	FNU	4	1	JIBJ
P-total	<0.003		mg/l	5	1	JIBJ
N-total	0.90	1	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	2	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	2	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	2	ERAN
TOC	6.1	0.61	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH4)	0.20	0.02	mg/l	9	1	JIBJ



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon																																													
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>																																												
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbanse. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>																																												
3	<p>«V-2» Metaller i rent vann/ferskvann</p> <p>Metode: Analyse med ICP-SFMS utføres i henhold til ISO 17294-1,2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse med ICP-AES utføres i henhold til ISO 11885 (mod), samt EPA-metode 200.7 (mod). Kvikksølv (Hg) analyseres med AFS og utføres i henhold til ISO 17852.</p> <p>Prøve forbehandling: Analyse av vann, uten oppslutning. Prøven blir surgjort med 1 ml salpetersyre per 100 ml prøve. Ved analyse av W blir ikke prøven surgjort før analyse.</p> <p>Rapporteringsgrenser:</p> <table> <tbody> <tr><td>Al, Aluminium</td><td>0.2 µg/l</td></tr> <tr><td>As, Arsenikk</td><td>0.05 µg/l</td></tr> <tr><td>Ba, Barium</td><td>0.01 µg/l</td></tr> <tr><td>Ca, Kalsium</td><td>100 µg/l</td></tr> <tr><td>Cd, Kadmium</td><td>0.002 µg/l</td></tr> <tr><td>Co, Kobolt</td><td>0.005 µg/l</td></tr> <tr><td>Cr, Krom</td><td>0.01 µg/l</td></tr> <tr><td>Cu, Kobber</td><td>0.1 µg/l</td></tr> <tr><td>Fe, Jern</td><td>0.4 µg/l</td></tr> <tr><td>Hg, Kvikksølv</td><td>0.002 µg/l</td></tr> <tr><td>K, Kalium</td><td>400 µg/l</td></tr> <tr><td>Mg, Magnesium</td><td>90 µg/l</td></tr> <tr><td>Mn, Mangan</td><td>0.03 µg/l</td></tr> <tr><td>Mo, Molybden</td><td>0.05 µg/l</td></tr> <tr><td>Na, Natrium</td><td>100 µg/l</td></tr> <tr><td>Ni, Nikkel</td><td>0.05 µg/l</td></tr> <tr><td>P, Fosfor</td><td>1 µg/l</td></tr> <tr><td>Pb, Bly</td><td>0.01 µg/l</td></tr> <tr><td>Si, Silisium</td><td>30 µg/l</td></tr> <tr><td>Sr, Strontium</td><td>2 µg/l</td></tr> <tr><td>V, Vanadium</td><td>0.005 µg/l</td></tr> <tr><td>Zn, Sink</td><td>0.2 µg/l</td></tr> </tbody> </table> <p>Måleusikkerhet: Måleusikkerheten (MU) beregnes individuelt for hver enkelt prøve og er direkte</p>	Al, Aluminium	0.2 µg/l	As, Arsenikk	0.05 µg/l	Ba, Barium	0.01 µg/l	Ca, Kalsium	100 µg/l	Cd, Kadmium	0.002 µg/l	Co, Kobolt	0.005 µg/l	Cr, Krom	0.01 µg/l	Cu, Kobber	0.1 µg/l	Fe, Jern	0.4 µg/l	Hg, Kvikksølv	0.002 µg/l	K, Kalium	400 µg/l	Mg, Magnesium	90 µg/l	Mn, Mangan	0.03 µg/l	Mo, Molybden	0.05 µg/l	Na, Natrium	100 µg/l	Ni, Nikkel	0.05 µg/l	P, Fosfor	1 µg/l	Pb, Bly	0.01 µg/l	Si, Silisium	30 µg/l	Sr, Strontium	2 µg/l	V, Vanadium	0.005 µg/l	Zn, Sink	0.2 µg/l
Al, Aluminium	0.2 µg/l																																												
As, Arsenikk	0.05 µg/l																																												
Ba, Barium	0.01 µg/l																																												
Ca, Kalsium	100 µg/l																																												
Cd, Kadmium	0.002 µg/l																																												
Co, Kobolt	0.005 µg/l																																												
Cr, Krom	0.01 µg/l																																												
Cu, Kobber	0.1 µg/l																																												
Fe, Jern	0.4 µg/l																																												
Hg, Kvikksølv	0.002 µg/l																																												
K, Kalium	400 µg/l																																												
Mg, Magnesium	90 µg/l																																												
Mn, Mangan	0.03 µg/l																																												
Mo, Molybden	0.05 µg/l																																												
Na, Natrium	100 µg/l																																												
Ni, Nikkel	0.05 µg/l																																												
P, Fosfor	1 µg/l																																												
Pb, Bly	0.01 µg/l																																												
Si, Silisium	30 µg/l																																												
Sr, Strontium	2 µg/l																																												
V, Vanadium	0.005 µg/l																																												
Zn, Sink	0.2 µg/l																																												



Metodespesifikasjon	
Andre opplysninger:	<p>koplet til den aktuelle målingen. Dette betyr at rapportert MU gjelder ved den aktuelle prøvens målte konsentrasjon. Måleusikkerheten kan variere med matriksinterferens, fortynninger og lav prøvemengde.</p> <p>Prøver som har et høyt innhold av klorid kan gi forhøyet rapporteringsgrense for As. Prøver som har et høyt innhold av Mo kan gi forhøyet rapporteringsgrense for Cd.</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998 Måleprinsipp: Kaliumperoksodisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitratt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling. Med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm. Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2 Måleprinsipp: GC-FID Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l Fraksjon >C10-C40 50 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997 Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3 Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
ERAN	Erlend Andresen
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
R	<p>ICP-AES</p> <p>Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030</p>
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361</p>
2	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Underleverandør ¹	
	Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Målesikkerheten angis som en utvidet målesikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Målesikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1611965

Side 1 (5)

1ZDD9M0S4DJ



Mottatt dato **2016-08-22**
 Utstedt **2016-08-29**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Saga Pearl steinbrudd**
 Bestnr **14509150065 Saga Pearl AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	Vest					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448243					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.58	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	114	34.2	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	22.6	2.26	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	36.7	11.0	FNU	4	1	MAMU
P-total	0.042	0.008	mg/l	5	1	MAMU
N-total	5.98	1.79	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	9.3	2.8	μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	9.30		μ g/l	7	1	MAMU
TOC	11.2	2.25	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MAMU

Rapport

Side 2 (5)

N1611965

1ZDD9M0S4DJ



Deres prøvenavn	Øst Sigevann 2016-08-18					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448244					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.42	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	64.0	19.2	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	8.46	0.846	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	4.43	1.33	FNU	4	1	MAMU
P-total	<0.010		mg/l	5	1	MAMU
N-total	0.85	0.26	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MAMU
TOC	5.92	1.18	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH4)	0.071	0.011	mg/l	9	1	MAMU

Deres prøvenavn	Hallevannet Sigevann 2016-08-18					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448245					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.09	0.08		1	1	MAMU
Fargetall	44.3	13.3	mg Pt/l	2	1	MAMU
Ca (Kalsium)	4.62	0.462	mg/l	3	1	MAMU
Turbiditet	0.95	0.28	FNU	4	1	MAMU
P-total	<0.010		mg/l	5	1	MAMU
N-total	1.72	0.52	mg/l	6	1	MAMU
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MAMU
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MAMU
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MAMU
TOC	4.66	0.93	mg/l	8	1	MAMU
Ammonium (NH4)	0.048	0.007	mg/l	9	1	MAMU

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Erlend Andresen

2016.08.29 17:44:21

Client Service

erlend.andresen@alsglobal.com



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP- AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l

Godkjenner	
MAMU	Marte Muri

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 5 (5)

N1611965

1ZDD9M0S4DJ



Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1615324

Side 1 (5)

23JF0QK452U



Mottatt dato **2016-10-07**
 Utstedt **2016-10-17**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Saga Pearl steinbrudd**
 Bestnr **14509150065 Saga Pearl AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1.Vest					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458360					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.38	0.08		1	1	MORO
Fargetall	145	43.5	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	22.9	2.29	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	20.8	6.24	FNU	4	1	MORO
P-total	0.026	0.005	mg/l	5	1	CAFR
N-total	3.87	1.16	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	MORO
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	MORO
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	MORO
TOC	12.7	2.54	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO

Rapport

N1615324

Side 2 (5)

23JF0QK452U



Deres prøvenavn	2.Øst Sige vann 2016-10-06					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458361					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.38	0.08		1	1	MORO
Fargetall	85.7	25.7	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	6.29	0.629	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	10.0	3.00	FNU	4	1	MORO
P-total	0.010	0.002	mg/l	5	1	CAFR
N-total	0.82	0.25	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MORO
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MORO
TOC	6.32	1.26	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	0.382	0.057	mg/l	9	1	MORO

Deres prøvenavn	3.Halle vannet Sige vann 2016-10-06					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458362					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.26	0.08		1	1	MORO
Fargetall	39.8	11.9	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	5.05	0.505	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	3.03	0.91	FNU	4	1	MORO
P-total	<0.010		mg/l	5	1	CAFR
N-total	1.48	0.44	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	MORO
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	MORO
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	MORO
TOC	4.99	1.00	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Camille Boye Fredriksen

2016.10.17 17:41:22

Client Service

camilla.fredriksen@alsglobal.com



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP- AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen
MORO	Monia Alexandersen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 5 (5)

N1615324

23JF0QK452U



Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1605173

Side 1 (7)

1ONBSDLCD3



Mottatt dato **2016-04-18**
 Utstedt **2016-04-25**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Tomtegata 80
N-3012 Drammen
Norge

Prosjekt **Tvedalen vest steinindustriområde**
 Bestnr **13509150063 Lundhs AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1.MØR referanse					
	Sigevann					
Labnummer	N00422162					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.2	0.72		1	1	JIBJ
Fargetall	35	3.5	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	10.6	1.06	mg/l	3	2	RATE
Turbiditet	1.1	0.11	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.004	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	0.99	0.099	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	2	JIBJ
TOC	5.2	0.52	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH4)	0.024	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

N1605173

Side 2 (7)

10NBSDLCD3



Deres prøvenavn	2.MØR 1 Sige vann					
Labnummer	N00422163					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.4	0.74		1	1	JIBJ
Fargetall	32	3.2	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	13.0	1.30	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	3.6	0.36	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.011	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	1.6	0.16	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	5.3	0.53	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	<0.004		mg/l	9	1	JIBJ

Deres prøvenavn	3.MØR 2 Sige vann					
Labnummer	N00422164					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.0	0.7		1	1	JIBJ
Fargetall	32	3.2	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	10.3	1.03	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	0.75	0.075	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.009	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	1.0	0.1	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	4.9	0.49	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.008	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

N1605173

Side 3 (7)

10NBSDLCD3



Deres prøvenavn	4.ASK Sige vann					
Labnummer	N00422165					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.5	0.75		1	1	JIBJ
Fargetall	27	2.7	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	26.7	2.67	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	210	21	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.45	0.045	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	2.3	0.23	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	40	12	μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	40.0		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	4.7	0.47	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	<0.004		mg/l	9	1	JIBJ

Deres prøvenavn	5.TVE referanse Sige vann					
Labnummer	N00422166					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.0	0.7		1	1	JIBJ
Fargetall	28	2.8	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	6.19	0.619	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	0.55	0.055	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.007	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	0.51	0.051	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	4.1	0.41	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.067	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Rapport

N1605173

Side 4 (7)

10NBSDLCD3



Deres prøvenavn	6.TVE 1 Sigevann					
Labnummer	N00422167					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.3	0.73		1	1	JIBJ
Fargetall	42	4.2	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	9.64	0.964	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	3.3	0.33	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.01	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	1.2	0.12	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	6.0	0.6	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.030	0.01	mg/l	9	1	JIBJ

Deres prøvenavn	7.TVE 2 Sigevann					
Labnummer	N00422168					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.7	0.77		1	1	JIBJ
Fargetall	17	1.7	mg Pt/l	2	1	JIBJ
Ca (Kalsium)	14.7	1.47	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	2.9	0.29	FNU	4	1	JIBJ
P-total	0.007	0.006	mg/l	5	1	JIBJ
N-total	0.83	0.083	mg/l	6	1	JIBJ
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	3.9	0.39	mg/l	8	1	JIBJ
Ammonium (NH ₄)	0.017	0.01	mg/l	9	1	JIBJ



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbanse. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortynnet løsning av fosfat for å danne et antimon- fosfo- molybdat- kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905- 1:1998</p> <p>Måleprinsipp: Kaliumperoksoedisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling med N- (1- naftyl)- etylendiamid- di- hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2</p> <p>Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997</p> <p>Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3</p> <p>Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen
RATE	Randi Telstad



Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1609298

Side 1 (7)

1U6QWCZVKDA



Mottatt dato **2016-06-22**
 Utstedt **2016-06-29**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Tvedalen vest steinsindustriområde**
 Bestnr **13509150063 Lundhs AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	MØR referanse					
	Sigevann					
Labnummer	N00436778					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.4	0.74		1	1	ELNO
Fargetall	31	3.1	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	11.8	1.18	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	0.70	0.07	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.020	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.65	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	2	JIBJ
TOC	6000	600	µg/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH4)	0.11	0.011	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

Side 2 (7)

N1609298

1U6QWCZVKDA



Deres prøvenavn	MØR 1 Sigevann					
Labnummer	N00436779					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.8	0.78		1	1	ELNO
Fargetall	32	3.2	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	15.2	1.52	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	2.4	0.24	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.011	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	2.1	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	6200	620	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.025	0.01	mg/l	9	1	ELNO

Deres prøvenavn	MØR 2 Sigevann					
Labnummer	N00436780					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.6	0.76		1	1	ELNO
Fargetall	36	3.6	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	12.0	1.20	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	1.4	0.14	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.017	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.68	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	6300	630	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.15	0.015	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

Side 3 (7)

N1609298

1U6QWCZVKDA



Deres prøvenavn	ASK Sigevann					
Labnummer	N00436781					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.8	0.78		1	1	ELNO
Fargetall	66	6.6	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	30.5	3.05	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	7.4	0.74	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.028	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	2.6	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	12.2	3.6	μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	43	13	μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	66	20	μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	55.2		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	18000	1800	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.025	0.01	mg/l	9	1	ELNO

Deres prøvenavn	TVE referanse Sigevann					
Labnummer	N00436782					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.3	0.73		1	1	ELNO
Fargetall	12	1.2	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	11.9	1.19	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	0.10	0.03	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.009	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.96	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	2300	300	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.014	0.01	mg/l	9	1	ELNO

Rapport

N1609298

Side 4 (7)

1U6QWCZVKDA



Deres prøvenavn	TVE 1 Sige vann					
Labnummer	N00436783					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.7	0.77		1	1	ELNO
Fargetall	43	4.3	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	16.8	1.68	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	2.6	0.26	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.017	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	1.2	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	8700	870	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.021	0.01	mg/l	9	1	ELNO

Deres prøvenavn	TVE 2 Sige vann					
Labnummer	N00436784					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.8	0.78		1	1	ELNO
Fargetall	72	7.2	mg Pt/l	2	1	ELNO
Ca (Kalsium)	13.3	1.33	mg/l	3	2	JIBJ
Turbiditet	3.8	0.38	FNU	4	1	ELNO
P-total	0.023	0.006	mg/l	5	1	ELNO
N-total	0.74	1	mg/l	6	1	ELNO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	2	JIBJ
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	2	JIBJ
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	2	JIBJ
TOC	10000	1000	μ g/l	8	1	ELNO
Ammonium (NH ₄)	0.089	0.01	mg/l	9	1	ELNO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: DS 287, AK 26, ihht ISO 10523 Måleprinsipp: Elektrometrisk metode Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 4 %</p>
2	<p>Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7887 Måleprinsipp: Absorbansen måles ved 410 nm. Fargetallet oppgis dimensjonsløst som konsentrasjon av platina, mg Pt/l, i en referanseoppløsning med samme absorbanse. Rapporteringsgrenser: LOD 1 mg Pt/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V-3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: DS/EN ISO 7027 Seksjon 6.3 Måleprinsipp: Turbiditeten bestemmes ved å sammenligne lysspredningen for en prøve og en standard. Lysspredningen måles ved hjelp av et turbidimeter. Rapporteringsgrenser: LOD 0,05 FTU Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %.</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av fosfor (Total- P) i ferskvann, sjøvann, rentvann eller urentvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 6878:2004 Måleprinsipp: Ammonium heptamolybdat og Kaliumantimon(III)oksid tartrat reagerer i sure omgivelser med fortennet løsning av fosfat for å danne et antimon-fosfo-molybdat-kompleks. Dette komplekset reduseres med L(+) askorbinsyre som danner et sterkt blåfarget kompleks som detekteres ved 880nm. Rapporteringsgrenser: LOD 3 µg/l Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>



Metodespesifikasjon	
6	<p>Bestemmelse av nitrogen i drikkevann, rentvann, ferskvann, sjøvann eller avløpsvann</p> <p>Metode: DS/EN ISO 11905-1:1998</p> <p>Måleprinsipp: Kaliumperoksodisulfat og natriumhydroksyd mikses med prøven og varmes så nitrogen omdannes til nitritt som igjen reduseres til nitritt i en glasskolonne med kadmiumgranulat og kobbersulfat. Nitritt bestemmes ved diazotering med sulfanylamid og kobling Med N-(1-naftyl)-etylendiamid-di-hydroklorid som danner et kraftig farget azofargestoff som måles spektrofotometrisk ved 540nm.</p> <p>Rapporteringsgrenser: Drikkevann LOD 0,04 mg/L Rentvann LOD 0,02 mg/l Ferskvann LOD 10 µg/L Sjøvann LOD 10 µg/L Avløpsvann LOD 0,5 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10 %</p>
7	<p>Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40</p> <p>Metode: EN ISO 9377-2</p> <p>Måleprinsipp: GC-FID</p> <p>Rapporteringsgrenser: Fraksjon >C10-C12 5 µg/l Fraksjon >C12-C16 5 µg/l Fraksjon >C16-C35 30 µg/l Fraksjon >C35-C40 10 µg/l Fraksjon >C10-C40 50 µg/l</p> <p>Måleusikkerhet: 30%</p>
8	<p>Bestemmelse av TOC i drikkevann</p> <p>Metode: DS/EN 1484:1997</p> <p>Rapporteringsgrenser: LOD 0,1 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: 10 %</p>
9	<p>Bestemmelse av ammonium, eller ammonium-N i vann</p> <p>Metode: SM 17udg. 4500-NH3</p> <p>Måleprinsipp: Alkalisk fenol og hypokloritt reagerer med ammonium og danner indofenolblått som er proporsjonal med ammoniumkonsentrasjonen..</p> <p>Rapporteringsgrenser: Ammonium, LOD: 0.004 mg/L Ammonium-N, LOD: 0.003 mg/L</p> <p>Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 10%</p>

Godkjenner	
ELNO	Elin Noreen

Rapport

Side 7 (7)

N1609298

1U6QWCZVKDA



Godkjenner	
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark Akkreditering: DANAK, registreringsnr. 361
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

N1611974

Side 1 (8)

1ZDDEXV4DNP



Mottatt dato **2016-08-22**
 Utstedt **2016-08-29**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Ilebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Tvedalen vest steinindustriområde**
 Bestnr **13509150063 Lundhs AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	MØR referanse					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-08-18					
Labnummer	N00448275					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.41	0.08		1	1	ERAN
Fargetall	55.5	16.6	mg Pt/l	2	1	ERAN
Ca (Kalsium)	12.5	1.25	mg/l	3	1	ERAN
Turbiditet	0.91	0.27	FNU	4	1	ERAN
P-total	<0.010		mg/l	5	1	ERAN
N-total	1.00	0.30	mg/l	6	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	ERAN
TOC	5.44	1.09	mg/l	8	1	ERAN
Ammonium (NH4)	0.034	0.005	mg/l	9	1	ERAN

Rapport

Side 2 (8)

N1611974

1ZDDEXV4DNP



Deres prøvenavn	MØR 1					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448276					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.68	0.08		1	1	ERAN
Fargetall	53.2	16.0	mg Pt/l	2	1	ERAN
Ca (Kalsium)	14.2	1.42	mg/l	3	1	ERAN
Turbiditet	12.5	3.75	FNU	4	1	ERAN
P-total	0.017	0.003	mg/l	5	1	ERAN
N-total	2.77	0.83	mg/l	6	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	ERAN
TOC	5.47	1.09	mg/l	8	1	ERAN
Ammonium (NH4)	<0.026		mg/l	9	1	ERAN

Deres prøvenavn	MØR 2					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448277					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.22	0.08		1	1	ERAN
Fargetall	60.3	18.1	mg Pt/l	2	1	ERAN
Ca (Kalsium)	12.4	1.24	mg/l	3	1	ERAN
Turbiditet	2.00	0.60	FNU	4	1	ERAN
P-total	0.010	0.002	mg/l	5	1	ERAN
N-total	1.04	0.31	mg/l	6	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	ERAN
TOC	5.94	1.19	mg/l	8	1	ERAN
Ammonium (NH4)	0.027	0.004	mg/l	9	1	ERAN

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Erlend Andresen

2016.08.29 17:44:42

Client Service

erlend.andresen@alsglobal.com

Rapport

Side 3 (8)

N1611974

1ZDDEXV4DNP



Deres prøvenavn	AKS					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448278					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.58	0.08		1	1	ERAN
Fargetall	52.3	15.7	mg Pt/l	2	1	ERAN
Ca (Kalsium)	26.4	2.64	mg/l	3	1	ERAN
Turbiditet	82.8	24.8	FNU	4	1	ERAN
P-total	0.082	0.016	mg/l	5	1	ERAN
N-total	4.50	1.35	mg/l	6	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	ERAN
TOC	4.10	0.82	mg/l	8	1	ERAN
Ammonium (NH4)	<0.026		mg/l	9	1	ERAN

Rapport

Side 4 (8)

N1611974

1ZDDEXV4DNP



Deres prøvenavn	TVE referanse					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448279					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.91	0.08		1	1	ERAN
Fargetall	59.9	18.0	mg Pt/l	2	1	ERAN
Ca (Kalsium)	11.6	1.16	mg/l	3	1	ERAN
Turbiditet	2.67	0.80	FNU	4	1	ERAN
P-total	<0.010		mg/l	5	1	ERAN
N-total	1.67	0.50	mg/l	6	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	ERAN
TOC	4.84	0.97	mg/l	8	1	ERAN
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	ERAN

Deres prøvenavn	TVE 1					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448280					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.53	0.08		1	1	ERAN
Fargetall	91.1	27.3	mg Pt/l	2	1	ERAN
Ca (Kalsium)	16.0	1.60	mg/l	3	1	ERAN
Turbiditet	26.7	8.01	FNU	4	1	ERAN
P-total	0.030	0.006	mg/l	5	1	ERAN
N-total	3.62	1.09	mg/l	6	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	ERAN
TOC	8.97	1.79	mg/l	8	1	ERAN
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	ERAN

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Erlend Andresen

2016.08.29 17:44:42

Client Service

erlend.andresen@alsglobal.com

Rapport

Side 5 (8)

N1611974

1ZDDEXV4DNP



Deres prøvenavn	TVE 2					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-08-18					
Labnummer	N00448281					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.90	0.08		1	1	ERAN
Fargetall	25.7	7.7	mg Pt/l	2	1	ERAN
Ca (Kalsium)	16.6	1.66	mg/l	3	1	ERAN
Turbiditet	4.16	1.25	FNU	4	1	ERAN
P-total	<0.010		mg/l	5	1	ERAN
N-total	1.24	0.37	mg/l	6	1	ERAN
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	ERAN
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	ERAN
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	ERAN
TOC	4.71	0.94	mg/l	8	1	ERAN
Ammonium (NH4)	<0.026		mg/l	9	1	ERAN



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP- AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l

Godkjenner	
ERAN	Erlend Andresen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 8 (8)

N1611974

1ZDDEXV4DNP



Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Rapport

N1615313

Side 1 (8)

23JFUVGNZBP



Mottatt dato **2016-10-07**
 Utstedt **2016-10-17**

Golder Associates AS
Rolf E. Andersen

Illebergveien 3
N-3011 Drammen
Norge

Prosjekt **Tvedalen vest steinindustriområde**
 Bestnr **13509150063 Lundsh AS**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	1.MØR referanse					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458298					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.28	0.08		1	1	MORO
Fargetall	61.7	18.5	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	13.4	1.34	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	1.31	0.39	FNU	4	1	MORO
P-total	<0.010		mg/l	5	1	CAFR
N-total	0.61	0.18	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	6.12	1.22	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO
Prøve N00458305-458311 homogenisert før analyse av olje						

Rapport

Side 2 (8)

N1615313

23JFUVGNZBP



Deres prøvenavn	2.MØR 1					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458299					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.04	0.08		1	1	MORO
Fargetall	73.6	22.1	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	13.0	1.30	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	7.00	2.10	FNU	4	1	MORO
P-total	0.016	0.003	mg/l	5	1	CAFR
N-total	0.97	0.29	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	6.71	1.34	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	0.119	0.018	mg/l	9	1	MORO

Deres prøvenavn	3.MØR 2					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458300					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.59	0.08		1	1	MORO
Fargetall	46.1	13.8	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	25.5	2.55	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	3.75	1.12	FNU	4	1	MORO
P-total	<0.010		mg/l	5	1	CAFR
N-total	1.93	0.58	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	5.71	1.14	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Camille Boye Fredriksen

2016.10.17 17:41:38

Client Service

camilla.fredriksen@alsglobal.com

Rapport

Side 3 (8)

N1615313

23JFUVGNZBP



Deres prøvenavn	4.ASK					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458301					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.49	0.08		1	1	MORO
Fargetall	56.7	17.0	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	25.7	2.57	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	159	47.7	FNU	4	1	MORO
P-total	0.171	0.034	mg/l	5	1	CAFR
N-total	3.42	1.03	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	CAFR
TOC	6.51	1.30	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH4)	0.031	0.005	mg/l	9	1	MORO

Rapport

Side 4 (8)

N1615313

23JFUVGNZBP



Deres prøvenavn	5.TVE referanse					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458302					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	6.92	0.08		1	1	MORO
Fargetall	49.1	14.7	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	13.1	1.31	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	2.45	0.74	FNU	4	1	MORO
P-total	<0.010		mg/l	5	1	CAFR
N-total	0.81	0.24	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	4.78	0.96	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO

Deres prøvenavn	6.TVE 1					
Prøvetatt	Sigevann					
	2016-10-06					
Labnummer	N00458303					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.24	0.08		1	1	MORO
Fargetall	55.7	16.7	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	9.39	0.939	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	1.79	0.54	FNU	4	1	MORO
P-total	<0.010		mg/l	5	1	CAFR
N-total	0.75	0.22	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		μ g/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		μ g/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		μ g/l	7	1	CAFR
TOC	7.49	1.50	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH ₄)	<0.026		mg/l	9	1	MORO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet av

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Camille Boye Fredriksen

2016.10.17 17:41:38

Client Service

camilla.fredriksen@alsglobal.com

Rapport

Side 5 (8)

N1615313

23JFUVGNZBP



Deres prøvenavn	7.TVE 2					
	Sigevann					
Prøvetatt	2016-10-06					
Labnummer	N00458304					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
pH	7.40	0.08		1	1	MORO
Fargetall	91.9	27.6	mg Pt/l	2	1	MORO
Ca (Kalsium)	13.4	1.34	mg/l	3	1	MORO
Turbiditet	10.7	3.21	FNU	4	1	MORO
P-total	0.016	0.003	mg/l	5	1	CAFR
N-total	1.12	0.34	mg/l	6	1	MORO
Fraksjon >C10-C12	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C12-C16	<5.0		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C16-C35	<30		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C35-C40	<10		µg/l	7	1	CAFR
Fraksjon >C10-C40	<50		µg/l	7	1	CAFR
Sum >C12-C35*	n.d.		µg/l	7	1	CAFR
TOC	8.74	1.75	mg/l	8	1	MORO
Ammonium (NH4)	0.041	0.006	mg/l	9	1	CAFR



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Bestemmelse av pH i vann</p> <p>Metode: ISO 10523, EPA 150.1, EN 16192 Måleprinsipp: Potensiometrisk Rapporteringsgrenser: 1-14 Andre opplysninger: Måles ved 25 °C</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
2	<p>«Fargetall-V» Bestemmelse av fargetall i vann</p> <p>Metode: ISO 7887 Måleprinsipp: Spektrometri Rapporteringsgrenser: 2 mgPt/l Måleusikkerhet: 30%</p>
3	<p>Analyse av tungmetaller (V- 3B)</p> <p>Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Oppslutning: Oppslutning og analyse av vannprøver, 12 ml prøve og 1,2 ml HNO₃ (suprapur) er behandlet i mikrobølgeovn, alternativt autoklav. Måleprinsipp: ICP- AES</p>
4	<p>Bestemmelse av Turbiditet</p> <p>Metode: EN ISO 7027</p> <p>Tidssensitiv parameter: Det gjøres oppmerksom på at resultatet kan påvirkes av tiden mellom prøvetakning og analyse. Prøven bør derfor ha ankommet lab snarest mulig etter prøvetakning.</p>
5	<p>Bestemmelse av total fosfor (P-total)</p> <p>Metode: ISO 6878, ISO 15681-1 Måleprinsipp: Spektrofotometrisk Rapporteringsgrenser: 0,010 mg/l Måleusikkerhet: 20%</p>
6	<p>Bestemmelse av total nitrogen (N-total)</p> <p>Metode: EN 12260 Måleprinsipp: IR</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	0,10 mg/l
Måleusikkerhet:	30%
7	Bestemmelse av hydrokarboner >C10-C40
Metode:	EN ISO 9377-2
Måleprinsipp:	GC-FID
Rapporteringsgrenser:	Fraksjon >C10-C12 5 µg/l
	Fraksjon >C12-C16 5 µg/l
	Fraksjon >C16-C35 30 µg/l
	Fraksjon >C35-C40 10 µg/l
	Fraksjon >C10-C40 50 µg/l
Måleusikkerhet:	30%
8	Bestemmelse av Totalt organisk karbon (TOC)
Metode:	EN 1484
Måleprinsipp:	IR
Rapporteringsgrenser:	0,50 mg/l
Måleusikkerhet:	20%
9	Bestemmelse av Ammonium (NH₄)
Metode:	Basert på ISO 11732 og ISO 13395
Deteksjon og kvantifisering:	FIA (flow injection analysis) og spektrofotometer
Kvantifikasjonsgrenser:	0,026 mg/l

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen
MORO	Monia Alexandersen

Underleverandør ¹	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Rapport

Side 8 (8)

N1615313

23JFUVGNZBP



Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no