

Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2019



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2019	Løpenummer 7470-2020	Dato 18.02.2020
Forfatter(e) Jonas Persson	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold	Sider 21 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Golder Associates AS	Oppdragsreferanse Rolf E. Andersen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190067

<p>Sammen drag</p> <p>I 2019 ble bunndyr i utvalgte bekker fra bruddene i Tvedalen og Tjølling prøvetatt. Stasjonene er plassert slik at de skal kunne måle påvirkninger fra bruddene. Referansestasjoner, som er lite eller ikke påvirket av avrenning fra bruddene, er også inkludert.</p> <p>Resultatene fra 2019 tyder på at flere av bruddene (Vevjeåsen, Tvedalen vest, Håkestad og Stålåker, Skallist) ikke har en tydelig negativ påvirkning på bunndyrsamfunnene, mens noen brudd (Tvedalen mot Askedalsbekken og Klåstad mot Klåstadbekken) har en markert påvirkning (høyere enn ved referansestasjonene). Påvirkningen fra disse to bruddene ser ut til å ha blitt mindre etter at etablering av sedimentasjonsdammer har redusert utslippene av partikulært stoff.</p> <p>Stasjonene ved bruddene Aak og Saga Pearl viser også påvirkning, men det er usikkert hvorvidt dette skyldes bruddene. Det har vært vanskelig å finne upåvirkede referansestasjoner med høy nok og stabil vannføring i området, og mange referansestasjoner er også påvirket av tilførsel fra andre kilder enn bruddene (blant annet landbruk).</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Steinbrudd 2. Tiltaksrettet overvåking 3. Bunndyr 4. Finsediment 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quarries 2. Operational monitoring 3. Macroinvertebrates 4. Fine sediment
---	---

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Jonas Persson
Prosjektleder

Therese Fosholt Moe
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7205-5
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2019

Forord

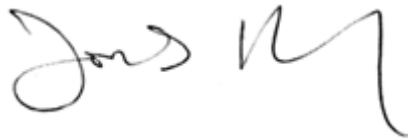
I henhold til vilkår i tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og -deponiene er bedriftene pålagt å utvikle og følge fastsatte overvåkingsprogram. Hensikten er å kunne følge med på eventuelle effekter av deres utslipp til resipientene i avrenningsområdet. På denne bakgrunn gjennomførte NIVA i 2019 undersøkelser av vannmiljøet i de aktuelle områdene, med hensyn til mulige effekter på bunndyr i bekker. Denne rapporten gjør rede for undersøkelsene og resultatene.

Bunndyr er samlet inn, identifisert, analysert og rapportert av Jonas Persson (NIVA). Kvalitetssikring av rapport er foretatt av Eivind Ekholt Andersen (NIVA) og Therese Fosholt Moe (NIVA). Benno Dillinger sørger innsending av data til Vannmiljø.

Oppdragsgiver er Golder Associates AS, og deres representant har vært Rolf E. Andersen.

Alle takkes for godt samarbeid!

Oslo, 18 februar 2020



Jonas Persson

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	8
1.1	Tidligere undersøkelser og overvåking i larvikittbruddene	8
1.2	Formål	9
2	Materialer og metode.....	10
2.1	Overvåkingsstasjoner 2019.....	10
2.2	Indekser benyttet.....	11
3	Resultater og diskusjon.....	12
3.1	Område vest - Tvedalen.....	12
3.1.1	Vevjeåsen	12
3.1.2	Tvedalen vest.....	13
3.1.3	Aak.....	13
3.1.4	Tvedalen mot Askedalsbekken.....	13
3.1.5	Saga Pearl	14
3.2	Område øst – Tjølling.....	14
3.2.1	Håkestad og Stålaker	16
3.2.2	Skallist.....	16
3.2.3	Klåstad mot Klåstadbekken	16
3.3	Andre observasjoner.....	17
4	Konklusjoner	18
4.1	Vurdering av behov for overvåking i 2020.....	19
5	Referanser.....	21
6	Vedlegg.....	22
6.1	Metoder	23
6.1.1	Overvåkingsstasjoner og -plassering	23
6.1.2	Om vannforskriften	25
6.1.3	Bunndyr	26
6.2	Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2019	28
6.3	Bunnssubstratets utforming på de ulike stasjonene.....	31
6.4	Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2019.....	32

Sammendrag

I 2019 ble bunndyr i utvalgte bekker fra bruddene i Tvedalen og Tjølling prøvetatt. Det er prøvetatt ved allerede etablerte og nye stasjoner. Stasjonene er plassert slik at de skal kunne påvise økologiske effekter av utslipp av finstoff fra bruddene. Referansestasjoner, som er lite eller ikke påvirket av avrenning fra bruddene, er også inkludert.

Indeksen PSI (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates) benyttes i Storbritannia i elver som er påvirket av partikulært stoff og finsedimenter. Indeksen er ikke justert til norske forhold, men er siden 2017 benyttet i overvåkingen av utslipp fra steinbrudd i Larvik-området. De seneste årenes data tilsier at PSI-indeksen responderer tilfredsstillende på partikkelavrenning, og gir verdifull informasjon om effekten av sedimentering på bunndyrsamfunnene.

Resultatene fra 2019 tyder på at flere av bruddene (Vevjeåsen, Tvedalen vest, Håkestad, Stålåker og Skallist) ikke har en tydelig negativ påvirkning på bunndyrsamfunnene, mens noen brudd (Tvedalen mot Askedalsbekken og Klåstad mot Klåstadbekken) har en markert påvirkning (høyere enn ved referansestasjonene). Påvirkningen fra disse to bruddene ser ut til å ha blitt mindre etter at etablering av sedimentasjonsdammer har redusert utslippene av partikulært stoff. Stasjonene ved bruddene Aak og Saga Pearl viser også påvirkning, men det er usikkert hvorvidt dette skyldes bruddene. Det har vært vanskelig å finne upåvirkede referansestasjoner med høy nok og stabil vannføring i området, og mange referansestasjoner er også påvirket av tilførsel fra andre kilder enn bruddene (blant annet landbruk).

Alle stasjoner, også referansestasjonene, klassifiseres med en økologisk tilstand dårligere enn god i henhold til ASPT-indeksen. Bunndyrsamfunnene viser tegn på organisk belastning og det er tydelig at det også er andre kilder til påvirkning enn steinbrudd. Framfor alt området i øst, Tjølling, er sterkt preget av aktiviteter fra landbruket (og muligens spredte avløp).

Det har vært stor variasjon i graden av påvirkning fra steinindustrien på bunndyrene i bekkene, og det anbefales en videre overvåkingsplan basert på resultatene lagt frem i denne undersøkelsen for bedre å forstå langtidspåvirkningen og effekten av tiltak som er gjennomført.

Summary

Title: Operational monitoring of waters in connection to the larvikite quarries in the Larvik area in 2019.

Year: 2020

Author(s): Jonas Persson

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7205-5

Macroinvertebrate samples were collected from brooks affected by the quarries in Tvedalen and Tjølling in 2019. Samples were collected from previously established, and new, stations. The stations are placed such that they will show effects of fine sediments in runoff from the quarries. Reference stations that are little affected or unaffected by runoff from the quarries are also included.

The PSI index (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates) is used in Great Britain in rivers affected by particulate material and fine sediment. The index has now been used to monitor runoff from quarries in the Larvik area since 2017. The last years of data indicate that the PSI-index respond satisfactory to particle runoff and provides valuable information about the effect of sedimentation on macroinvertebrates.

The results from 2019 shows that several of the quarries (Vevjeåsen, Tvedalen vest, Håkestad, Stållåker and Skallist) do not have a clear negative effect on macroinvertebrates, but some quarries (Tvedalen towards Askedalsbekken and Klåstad towards Klåstadbekken) have a negative effect (more than at the reference stations). The negative effects of fine particulate runoff from these two quarries have diminished after the establishment of sedimentation dams, which has reduced the runoff of particulate matter. The stations by the quarries Aak and Saga Pearl also shows negative effects, but it is unsure whether this is a result of runoff from the quarries or something else. It has been difficult to find unaffected reference stations with a high enough and stable water flow in the area, and many reference stations are also affected by other sources than the quarries (e.g. agriculture).

None of the stations, including the reference stations, are classified as good or better ecological status according to the ASPT-index (Average Score Per Taxa). The macroinvertebrate communities show signs of organic pollution and it is apparent that there are other sources than quarries that affect them. Especially the eastern area, Tjølling, is severely affected by farming (and potentially sewage).

The extent to which runoff from the quarries affect the macroinvertebrate communities have varied considerably between sites and years, and we recommend that future monitoring is planned based on the results presented in this study.

1 Bakgrunn

1.1 Tidligere undersøkelser og overvåking i larvikittbruddene

Det har i flere år vært gjennomført ulike biologiske og kjemiske undersøkelser i elver og bekker som har avrenning fra larvikittbruddene i Larvik kommune i Vestfold (Berge mfl. 2009a; Moe 2013; Persson og Moe 2015; Moe mfl. 2016; Moe mfl. 2017, Ranneklev mfl. 2018 og Persson mfl. 2019). Transport av finstoff fra flere av bruddene til vassdrag ble beregnet i 2009 (Bønsnes mfl. 2009). I 2015-2016 gjennomførte NVE hydrologiske målinger i Istreelva i forbindelse med blokkeringsselementer i elveløpet som kunne virke oppstuvende på flomvannstanden (Bønsnes mfl. 2017). Biotilgjengelighet av fosfor knyttet til avrenningen fra steinbruddene har også blitt undersøkt (Berge og Kallqvist 2008), samt avrenning fra avsluttede brudd (Berge 2008).

Den viktigste påvirkningen fra larvikittbruddene på vannmiljøet er betydelige tilførsler av finpartikulært steinstøv. Støvet er årsak til høy turbiditet, som videre kan påvirke vannlevende organismer (Berge mfl. 2009a og Moe mfl. 2017), drikkevannsinteresser, samt forhold knyttet til rekreasjon og friluftsliv (Bønsnes mfl. 2009). **Det er derfor pålegg om tiltaksorientert overvåking av vannforekomster berørt av steinbruddene.**

Overvåkingen som har vært gjennomført i vassdragene påvirket av larvikittbruddene har etter hvert fokusert på bunndyr i rennende vann, som er det biologiske kvalitetselementet som vi tror er mest følsomt for steinstøvet fra bruddene (Moe 2013; Persson og Moe 2015; Moe mfl. 2016, Moe mfl. 2017, Ranneklev mfl. 2018, Persson mfl. 2019). Økologisk tilstand ved hjelp av bunndyr har i tidligere undersøkelser vært fastsatt etter ASPT-indeksen (Average Score Per Taxa, Hawkes 1998), som var den mest nærliggende bunndyrindeksen fra vannforskriften. Men denne indeksen er hovedsakelig utviklet for å påvise organisk belastning, forårsaket av stoffer som reduserer oksygenkonsentrasjonen i vannmassene og på bunnen. ASPT-indeksen kan dermed ikke antas å være følsom for effekten av partikkelforurensning, og er dermed ingen god indikator på økologiske effekter av steinindustrien. Resultatene har da også vist at ASPT-indeksen på mange av stasjonene, også på referansestasjonene (upåvirket av bruddene), har hatt verdier langt under miljømålet. Flere faktorer kan være årsaken:

- Flere av målestasjonene er naturlig leirpåvirket ettersom både stasjoner og nedbørfeltene ligger under marin grense, som lokalt har mye leire. Dette er ikke et egnet habitat for de artene ASPT-indeksen er utviklet for.
- Mange av bekkene er påvirket av høye konsentrasjoner av næringssalter og slam/partikler fra landbruk og spredte avløp, dette gir som regel høyere oksygenforbruk, og ASPT-indeksen gir dårligere tilstandsklasser (uten at dette har med steinindustrien å gjøre).
- Bekkene er små. I perioder går de tørre. Dette gjør erfaringsmessig ASPT-indeksen mindre pålitelig, da hovedpåvirkningen er tørke heller enn vannkvalitet. Dette vil gjelde alle indekser.
- Noen av bekkene blir grøftet, slik at vegetasjon og sediment endres, noe som også påvirker bunndyrfaunaen negativt (uten at dette har med steinindustrien å gjøre).

Miljømålet om god økologisk tilstand for bunndyr er ikke oppnådd i noen av referansestasjonene som er upåvirket av bruddene, men årsakene kan altså være faktorene nevnt ovenfor. Dette vises også i tidligere rapporter, der man flere ganger har vært nødt til å etablere nye overvåkingsstasjoner. I tillegg genererer sagingen i larvikitt partikler som i mindre grad sedimenterer. Analyser gjennomført av NVE i 2009 og 2017 (Bønsnes mfl. 2009; Bønsnes mfl. 2017) viser at partiklene har forskjellig opphav. Partiklene fra steinbruddene er anrikt med feltspat (plagioklas). I partiklene i vannfasen ble

det funnet forhøyete konsentrasjoner av plagioklas sammenlignet med bunnsedimentene i Istreelva og Tveidalsbekken, noe som indikerer at materialet fra bruddene sedimenterer i liten grad før det når sjøresipientene hvor det skjer betydelig fortykning.

For å få et bedre bilde på effektene av steinindustrien på økologiske forhold enn hva ASPT har vist seg i stand til ble det derfor i 2015 og 2016 forsøkt å vurdere tetthet og andeler av filtrerende bunndyr, dels også av filtrerende zooplankton i berørte tjern og innsjøer, men det ble konkludert med at heller ikke dette ga bedre svar (Moe mfl. 2017). I 2017 ble derfor en annen indeks basert på bunndyr testet: PSI-indeksen (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates; Extense mfl. 2011). Denne indeksen er spesifikt utviklet for å vurdere hvorvidt arter som er følsomme for partikkelforurensning i form av sedimentering (av finpartikulært materiale <2 mm) er til stede eller ikke. Indeksen er ikke en del av standard norsk overvåking og inngår ikke i klassifiseringsveiledere ettersom den ikke har vært testet ut i norske forhold, men den har vært brukt med gode resultater i Storbritannia. Indeksen ble prøvd ut sammen med ASPT-indeksen, og kombinasjonene av disse så ut til å være mer egnet for å påvise effekter fra bruddene enn ASPT-indeksen alene. Som for ASPT-indeksen vil det at flere av målestasjonene er naturlig leirpåvirket og utsatt for lav og/eller veldig varierende vannføring kunne påvirke resultatet av PSI-indeksen negativt.

1.2 Formål

Dette notatet rapporterer resultater for overvåkingen utført i 2019. Fokus dette året var igjen overvåking av bunndyr, da tidligere undersøkelser har vist at effekter av partikkelavrenning kan påvises ved bruk av denne organismegruppen. Samlet økologisk tilstand er ikke beregnet, da ingen av dagens indekser er utviklet for å påvise effekter av partikkelavrenning, men bunndyrindeksene PSI og ASPT er benyttet for å forklare påvirkningen.

Vannkjemiske støtteparametere har ikke vært overvåket av NIVA, men vi legger til grunn turbiditetsmålinger som utføres ukentlig i bruddene. Disse resultatene rapporteres til Altinn (<https://www.altinn.no/>) av oppdragsgiver.

2 Materialer og metode

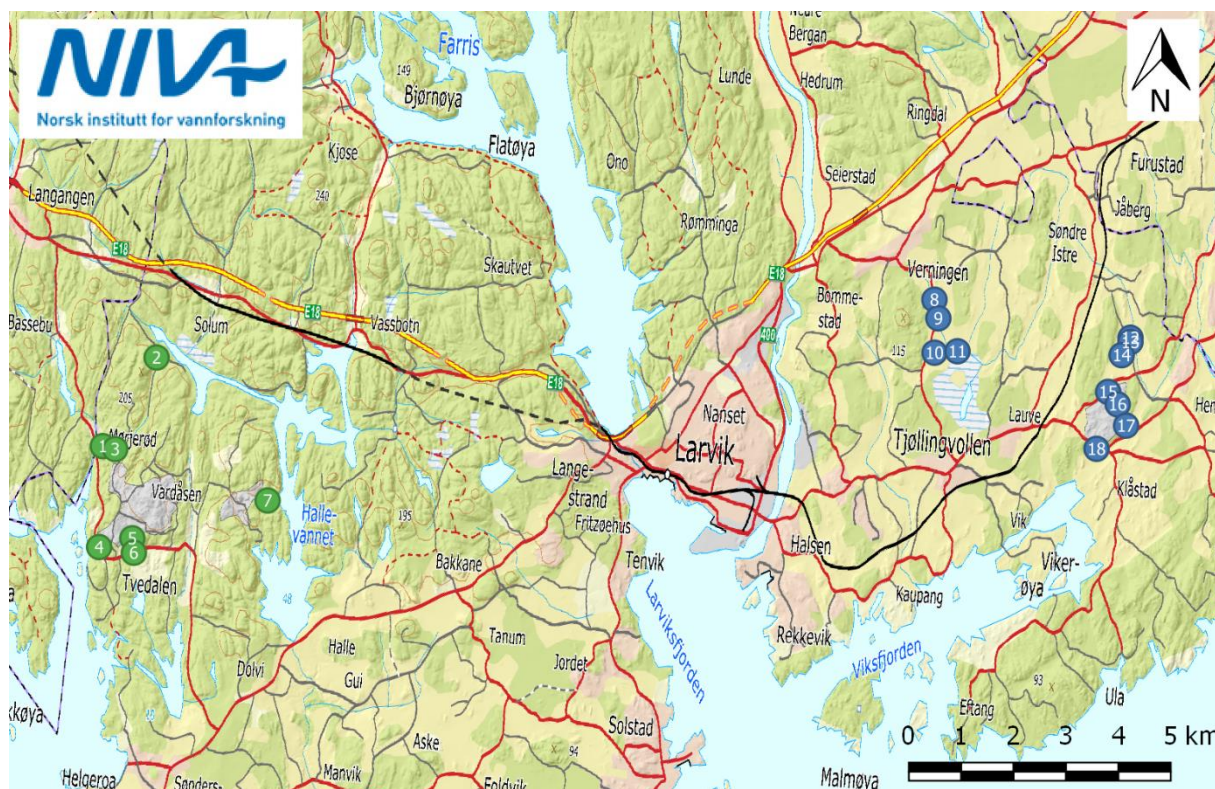
En kort presentasjon av stasjonene som er overvåket, samt en innledning til indeksene som er brukt, er presentert nedenfor. Detaljert informasjon om prøvetakingsmetodikk, analyser, avvik og beregning av indekser er presentert i **vedlegg 6.1**, sammen med mer detaljerte stasjonskart. Bilder fra var stasjon ved høstprøvetakingen finnes i **vedlegg 6.4**.

2.1 Overvåkingsstasjoner 2019

I **tabell 1** og **figur 1** vises en oversikt over stasjonene for bunndyrprøvetaking i 2019.

Tabell 1. Stasjonsoversikt 2019 med koordinater (WGS84).

Nr	Område	Lokalområde	Navn	Kortnavn	Breddegrad	Lengdegrad
1	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken 1	MØR1	59.0477	9.8419
2	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen ref	VEV ref	59.0636	9.8574
3	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen 1	VEV1	59.0474	9.8461
4	Vest, Tvedalen	Aak	Aak 1	AAK1	59.0304	9.8432
5	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.0324	9.8540
6	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken	ASK	59.0299	9.8549
7	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 4	SAG4	59.0406	9.8979
8	Øst, Tjølling	Krukåsen	Håkestad 3	KRU3	59.0835	10.1140
9	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad HÅK1	HÅK1	59.0803	10.1158
10	Øst, Tjølling	Stålåker	Stålåker 1	STÅ1	59.0744	10.1153
11	Øst, Tjølling	Stålåker	Stålåker STÅ2	STÅ2	59.0749	10.1229
12	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist ref	SKA ref	59.0794	10.1800
13	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 1	SKA1	59.0787	10.1801
14	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 2	SKA2	59.0763	10.1775
15	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Haslebekken ref	KLÅ1 ref	59.0699	10.1739
16	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 2	KLÅ2	59.0678	10.1774
17	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 3	KLÅ3	59.0643	10.1807
18	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	4 Klåstad S	KLÅ4	59.0600	10.1714



Figur 1. Stasjonene undersøkt i 2019 ved Tvedalen (grønne sirkler, område vest) og Tjølling (blå sirkler, område øst), for bunndyr. Hvite tall i sirklene identifiserer prøvetakingsstasjonene i henhold til tabell 1. Se også detaljerte kart i **vedlegg 6.1**. Kilde: Norgeskart.

2.2 Indekser benyttet

Denne rapporten gjør rede for bunndyrundersøkelser i 2019, ved bruk av indeksene PSI og ASPT. Sluttresultatet vil ikke være tilstandsklassifisering av hver stasjon med tanke på økologisk tilstand, da ASPT er den eneste indeksen det finnes klassegrenser for, og denne ikke gir et representativt bilde på effektene av bruddaktivitetene. Vi vil derfor heller drøfte resultatene av PSI-indeksen i lys av resultatene fra ASPT, da sistnevnte bidrar med informasjon om hvor mye av påvirkningen som kan forklares av det utbredte landbruket i området.

Da nedbørfeltene i den vestlige delen av bruddene er hovedsakelig dominert av skog, mens østlig del er preget av landbruk, har vi delt inn resultatene i vestlig (Tvedalen, nord for Raet) og østlig (Tjølling, sør for Raet) del. **Tabell 2** viser klassegrenser slik de er brukt i denne rapporten.

Tabell 2. Påvirkningskategorier for PSI-indeksen (venstre; Extence mfl. 2011) og ASPT-indeksen med normaliserte EQR-verdier (høyre).

PSI	Tilstand
81-100	Minimalt sedimentert/ikke sedimentert
61-80	Lettere sedimentert
41-60	Moderat sedimentert
21-40	Sedimentert
0-20	Kraftig sedimentasjon

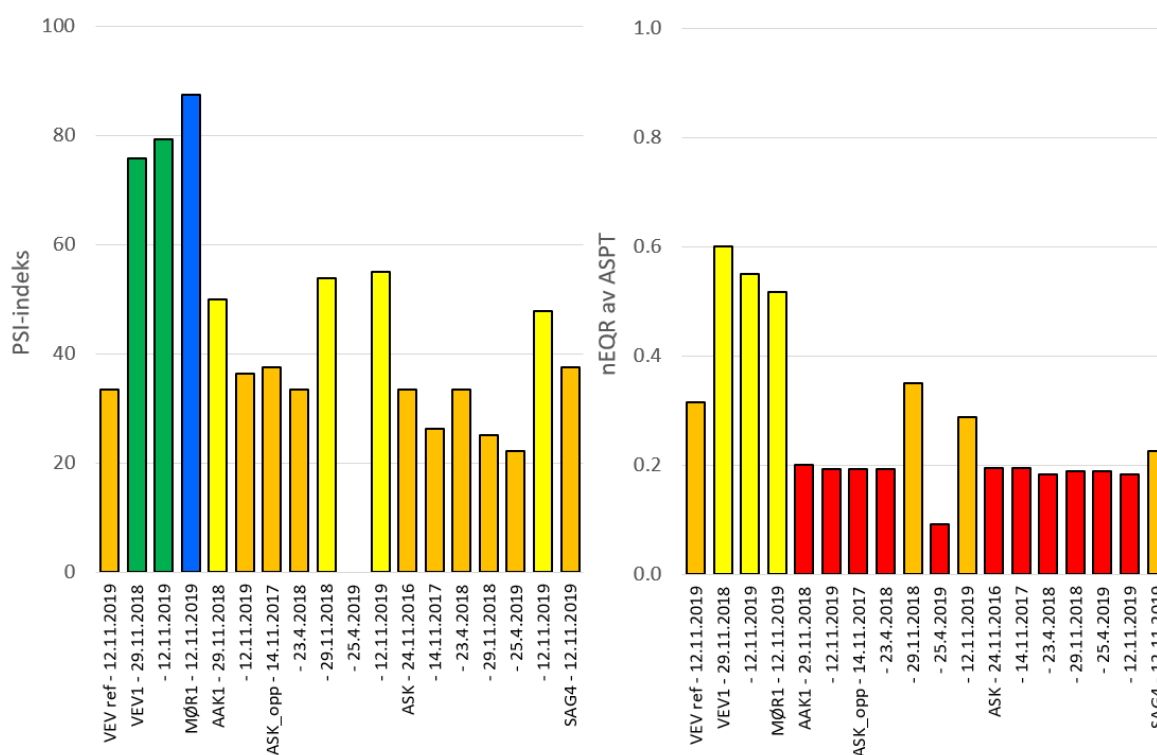
ASPT (nEQR)	Tilstand
0,8-1	Svært god
0,6-0,8	God
0,4-0,6	Moderat
0,2-0,4	Dårlig
0-0,2	Svært Dårlig

3 Resultater og diskusjon

Resultatene fra 2019-undersøkelsene, som er det tredje året PSI-indeksen er benyttet, er beskrevet og diskutert i det følgende kapitlet. For hvert delområde beskrives resultatene for PSI-indeksen, som ser på effekter av sedimentasjon, og beregninger av ASPT-indeksen, som ser på effekter av organisk belastning. Samlet kan dette bedre skille påvirkning fra steinindustrien fra påvirkninger som skyldes landbruk og spredte avløp.

3.1 Område vest - Tvedalen

Resultater fra beregning av PSI- og ASPT-indeksen for 2019 er vist i **figur 2**. Indeksen ble også beregnet for tidligere år for de stasjonene der data på dette var tilgjengelig.



Figur 2. PSI-indeksen og nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner som ble prøvetatt i Tvedalen i 2019, og fra samme stasjoner tidligere år der data var tilgjengelig. Fargene indikerer påvirknings-tilstand i henhold til kategoriene i **tabell 2**. Stasjonsnavnet er bare angitt ved den første prøven fra stasjonen (lengst til venstre i figuren), ved senere prøver er bare dato angitt. Vårprøven fra ASK_opp i 2019 hadde ikke nok indikatorarter til å beregne tilstand, noe som trolig skyldes veldig lite vann i bekken på prøvetakingstidspunktet.

3.1.1 Vevjeåsen

VEV ref var tenkt som en ny referansestasjon for flere av stasjonene i Tvedalen-området (de som ikke er påvirket av landbruk), men resultatene fra 2019 tilsier at stasjonen er tydelig påvirket av sediment (PSI-indeksen), og også tilstanden basert på ASPT er dårlig. Stasjonen ligger i et skogsområde som ikke er påvirket av steinbruddene, men bekken er ganske liten og området flatere enn ved flere av de

påvirkede stasjonene, så det er mulig at den blir helt stillestående ved lav vannføring. Det er også noe hogst i området, samt at det skjøttes jevnlig under strømlinene et stykke oppstrøms. Stasjonen bør om mulig flyttes oppstrøms til en brattere del oppstrøms strømlinje i kommende år.

Som i 2018 (Persson mfl. 2019) var stasjonen *VEV1* bare lettere sedimentert i 2019. Denne stasjonen drenerer ned til Vevjemyr fra øst, og avrenning fra bruddet i Vevjeåsen infiltreres naturlig i grunnen før det når *VEV1*, noe som trolig bidrar til den gode indeksverdien her. Det er fortsatt mangel på gode referansestasjoner i det vestre området, men i den grad vannet infiltreres i grunnen slik som nå ved *VEV1*, kan denne stasjonen fungere som referanse for de påvirkede stasjonene i tilsvarende skogsområder (*MØR1*, *AAK1*, *SAG4*, *ASK_opp*). I perioder er det hogst i området, og dette kan påvirke bunndyrforholdene i perioder, men i 2019 så vi ikke tegn på hogst i nærområdet og heller ikke noen negativ påvirkning på bunndyrsamfunnet. *VEV1* er i moderat tilstand med tanke på ASPT, men har de siste to årene ligget mot grensa til god tilstand, noe som styrker inntrykket av at denne lokaliteten er relativt lite påvirket.

3.1.2 Tvedalen vest

MØR1 så ut til å være minimalt påvirket av sediment basert på resultatene fra PSI-indeksen. Det stemmer med turbiditetsmålingene ved den nærliggende målestasjonen (*Mørjebekken*; se kart i kapittel 6.1) som ikke viser noen overskridelser av grenseverdiene i 2019. *MØR1* var i moderat tilstand i 2019 i henhold til ASPT, noe som indikerer en viss organisk belastning. Dette kan skyldes at stasjonen ligger i nedre del av et lite landbruksområde og bebyggelse.

3.1.3 Aak

For *AAK1* viser PSI-indeksen moderate effekter av sedimentasjonspåvirkning, mens ASPT-indeksen tilsier svært dårlig tilstand. Det er nå ferdigstilt et stort sedimentasjonsbasseng i Aak-bruddet, men bekken og prøvepunktet mottar også avrenning fra internveien i området (pers med. Stephan Kleive ved Larvik Granite). Stasjonen kan være påvirket av avrenning fra et skrotdeponi (pers med. Stephan Kleive ved Larvik Granite), noe som kan ha en negativ effekt på bunndyrene. Det ligger også noen bolighus i nærheten, men det er ukjent hva slags spillvannsløsninger disse har.

3.1.4 Tvedalen mot Askedalsbekken

Begge stasjonene i Askedalsbekken, *ASK_opp* (nærmest sedimentasjonsbasseng) og *ASK* (nedstrøms hovedveien), har i flere år vist tydelige tegn på å være påvirket av sediment. Vårprøven fra *ASK_opp* inneholdt i 2019 svært få dyr, trolig fordi det var svært lite vann på prøvetakingstidspunktet. Det var dermed for få indikatorarter til å gjøre en vurdering av tilstanden basert på PSI om våren. Indeks-beregninger av PSI og APST for høstprøvene, derimot, antyder en bedring i både 2018 og 2019 i forhold til tidligere målinger. Dette stemmer godt med tidspunktet for etablering av det nye sedimentasjonsbassenget rett oppstrøms, som kom i drift fra midten av mai 2018.

Høstprøven fra *ASK*, stasjonen nedstrøms hovedveien, viser også en bedring i sedimentasjonsforholdene (PSI) i 2019 i forhold til tidligere resultater. Dette er et godt tegn med tanke på at tilsvarende bedring ikke ble observert høsten 2018 eller våren 2019, til tross for etablering av nytt sedimentasjonsbasseng sommeren 2018. At bedringen kommer senere ved *ASK* enn ved *ASK_opp* skyldes trolig at bekken ved *ASK* er i et flatere og mer stillestående parti, slik at sedimentasjonen her har vært større. *ASK* er preget av store mengder finpartikulært materiale, og dette er nok et område som naturlig vil ha finere substrat enn *ASK_opp*. Det har allikevel vært observert mer finsubstrat her enn antatt naturlig. Flere år med høy finstofftransport og en lav vannhastighet kan ha bidratt til at det tar lengre tid å få en bedring i situasjonen her, og det bør fortsatt vurderes hvorvidt tiltak bør

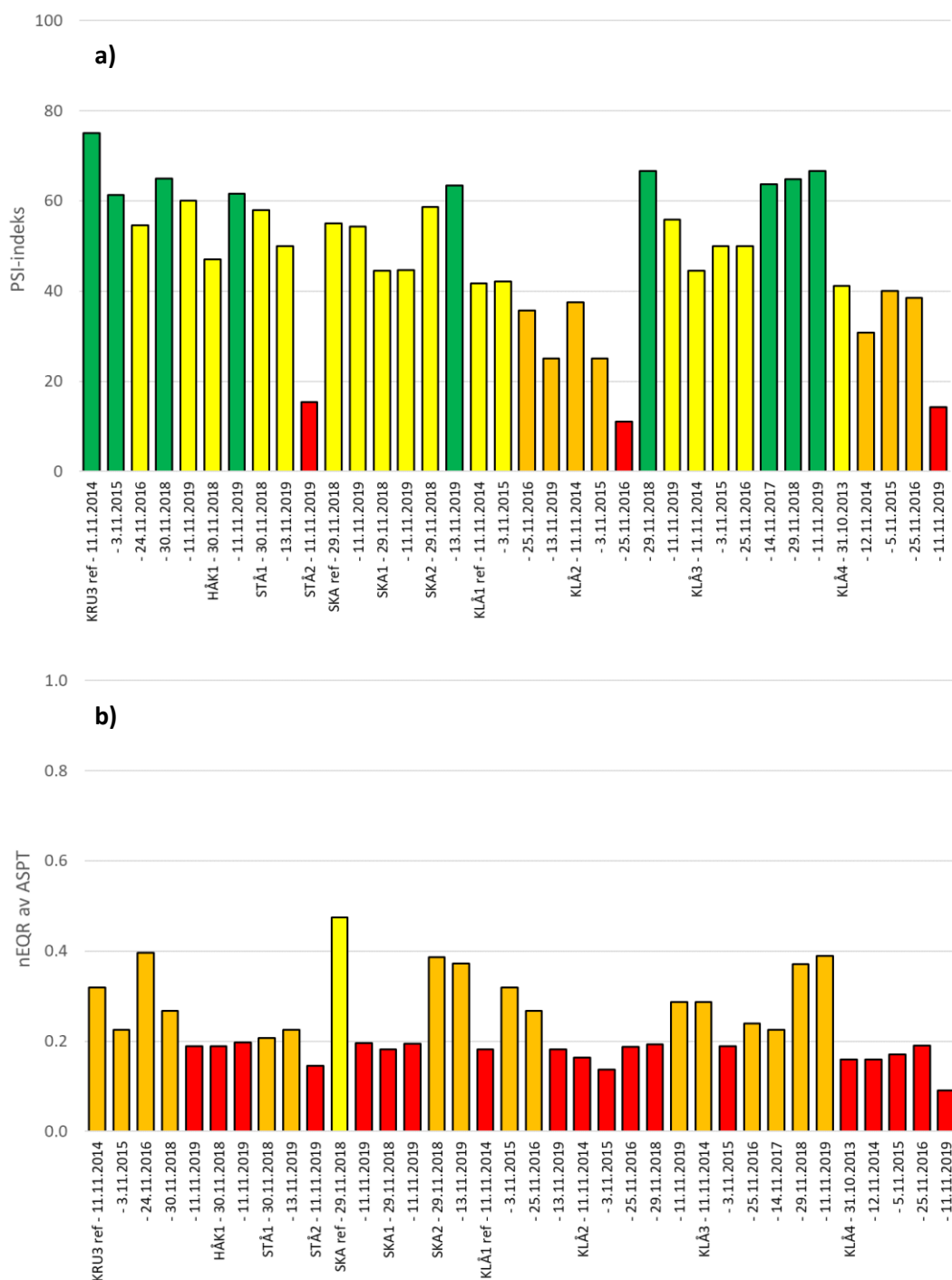
iverksettes for å restaurere substratforholdene i bekken nå som partikkeltransporten ut fra bruddet er redusert.

3.1.5 Saga Pearl

SAG4 er en ny stasjon for 2019, som drenerer de nordøstlige delene av Tveidalen øst og renner ut i Hallevannet gjennom bekken ved Kryssgardssætra. Resultatene fra 2019 indikerer at stasjonen er påvirket av sediment (PSI-indeksen). Det har vært begrenset aktivitet i det nærliggende bruddet de siste årene (pers med. Magne Martinsen ved Lundhs) og turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen (Kryssgardssætra; se kart i **vedlegg 6.1**) viser ikke noen overskridelser av grenseverdier i 2019. Beregninger av ASPT-indeksen tilsier at SAG4 var i moderat tilstand i 2019, uten at det er landbruk i nærheten som kan være årsaken. Det ligger en liten hytte i nærheten, men det er lite trolig at denne har noen utslipp av betydning. Det ser altså ut til å være noe som påvirker denne stasjonen negativt, men det er basert på nåværende undersøkelser usikkert hva dette skyldes.

3.2 Område øst – Tjølling

Resultater fra beregning av PSI- og ASPT-indeksen for 2019 er vist i **figur 3**. Indeksen ble også beregnet for tidligere år for de stasjonene der data på dette var tilgjengelig.



Figur 3. a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner i Tjølling som ble prøvetatt i 2019, og fra samme stasjoner tidligere år der data var tilgjengelig. Fargene indikerer påvirkningstilstand i henhold til kategoriene i **tabell 2**. Stasjonsnavnet er bare angitt ved den første prøven fra stasjonen (lengst til venstre i figuren), ved senere prøver er bare dato angitt. Vårprøven fra ASK_opp i 2019 hadde ikke nok indikatorarter til å beregne tilstand for PSI, noe som trolig skyldes veldig lite vann i bekken på prøvetakingstidspunktet.

3.2.1 Håkestad og Stålaker

Referansestasjonen *KRU3 ref* har blitt prøvetatt i flere år og ligger oppstrøms avrenningen fra steinbruddene Håkestad og Stålaker, i samme bekk som stasjonene *HÅK1* (første stasjon nedstrøms avrenning fra Håkestad) og *STÅ2* (får avrenning fra både Håkestad og Stålaker). Stasjonen *STÅ1* er første stasjon nedstrøms utløp fra Stålaker, og ligger i en sidebekk som renner inn i hovedbekken mellom stasjonene *HÅK1* og *STÅ2*.

KRU3 ref har i henhold til PSI-indeksen vært moderat/lettere sedimentert i alle år. At den er noe påvirket av sedimenter skyldes trolig at den ligger i et landbruksområde, like nedstrøms utløpet av et drenerør (dette er første åpne strekning av bekken). Også ASPT-indeksen indikerer dette, med dårlig til svært dårlig tilstand de siste årene. Også stasjonen *HÅK1* har vist moderat (2018) og lettere (2019) påvirkning av sedimenter, og det er ikke mulig å se en påvirkning av Håkestad-bruddet på bunndyrene i 2019. Ved *STÅ2* indikerer derimot PSI-indeksen kraftig sedimentering i 2019. Dette skyldes dog trolig ikke avrenning fra Stålaker, ettersom PSI-indeksen ved stasjonen i sidebekken fra Stålaker, *STÅ1*, viste kun moderat sedimentering. Hovedbekken er mer roligflytende i det flatere området ved *STÅ2* enn lenger oppstrøms, noe som kan gi en større sedimentering og dårligere livsmiljø for bunndyr her i forhold til oppstrøms stasjoner, men det kan ikke utelukkes at også avrenning fra de omkringliggende åkerområdene har en påvirkning på *STÅ2*. Det var ikke noen tegn på nylig grøfting eller andre inngrip ved stasjonen som kan forklare den svært dårlige tilstanden ved *STÅ2*. Også ASPT-indeksen viser svært dårlig tilstand på både *HÅK1* og *STÅ2* (og dårlig tilstand ved *STÅ1*), noe som indikerer tydelig påvirkning fra omkringliggende landbruk/spredt avløp.

3.2.2 Skallist

SKA ref ligger oppstrøms avrenningen fra steinbruddet i samme elv (Istreelva) som *SKA1*, mens *SKA2* ligger i en liten sidebekk som mottar den direkte avrenningen fra Skallist.

Alle stasjonene rundt bruddet Skallist viste moderat påvirkning av sediment i henhold til PSI-indeksen, inklusive referansestasjonen *SKA ref* (**figur 3**). Resultatene fra *SKA2* (første påvirkede stasjon) i 2019 viste lettere påvirkning av sediment, men resultatet er bare marginalt bedre enn dem fra 2018 (moderat påvirkning), og forskjellen er trolig innenfor naturlig variasjon. Resultatene indikerer uansett at avrenning fra Skallist ikke har negativ påvirkning på bunndyrene i denne sidebekken. *SKA2* var derimot i dårlig tilstand med tanke på ASPT, og er altså trolig negativt påvirket av omkringliggende landbruk/spredte avløp. I Istreelva kan de se ut til at det er noe mer påvirkning av sediment på *SKA1* enn *SKA ref*, men forskjellen er såpass liten at det er vanskelig å utelukke naturlig variasjon. Høyst sannsynlig kan det uansett ikke forklares med økt avrenning fra bruddet Skallist, da stasjonen nærmest bruddet (*SKA2*) så ut til å være mindre påvirket av sedimentasjon. For ASPT var *SKA ref* i 2018 i moderat tilstand, men i 2019 var den i svært dårlig tilstand. *SKA1*, som ligger like nedstrøms, viste svært dårlig tilstand i 2018 og 2019. Små forskjeller i bunndyrsamfunnet kan gi store endringer i ASPT, framfor alt når tilstanden er dårligere en god, men det er mulig at noen typer aktiviteter (pløying, gjødsling) i det nærliggende landbruksområdet var annerledes ved prøvetakingen i 2018 enn i 2019 og forverret tilstanden ved *SKA ref* i 2018. Denne forskjellen ser ikke ut til å skyldes avrenning fra *SKA2*, da denne stasjonen hadde nesten lik tilstand begge årene (dårlig helt på grensa til moderat). Alle tre stasjoner ligger midt i et stort landbruksområde, så det er forventet at dette vil kunne påvirke resultatene.

3.2.3 Klåstad mot Klåstadbekken

Stasjonen *KLÅ1 ref* ligger oppstrøms avrenningen fra steinbruddet Klåstad, i samme bekk som *KLÅ2* og *KLÅ3* (Haslebekken). *KLÅ1 ref* har vært prøvetatt fire ganger i perioden 2014-2019 og viser stabil

til økende påvirkning av sediment. *KLÅ1 ref* ligger i en veldig sakteflytende del av bekken, der bunnsstratet er dominert av silt (**vedlegg 6.3 og 6.4**). Stasjonene *KLÅ2* og *KLÅ3* har også vært overvåket i flere år, og begge har de seneste årene vist bedre tilstand og høyere indeksverdi for PSI enn tidligere. Bedringen er betydelig, noe som rimer godt med at avrenningen fra bruddet nå går via en sedimentasjonsdam i det gamle bruddet Blokksten. Denne praksisen startet i 2017, og vi ser en tydelig forbedring etter dette. Stasjonene *KLÅ2* og *KLÅ3* var i henholdsvis svært dårlig og dårlig tilstand med tanke på organisk belastning (ASPT-indeksen), og tyder på betydelig påvirkning fra landbruk og eventuelt spredte avløp.

KLÅ4 ligger i en sidebakk som renner ut fra sedimentasjonsdammen på sørsiden av Klåstad-bruddet, og deretter inn i Klåstadkilen. Her finns også resultater fra flere år, og de viser en tydelig, og muligvis økende, påvirkning av sediment. Her var det opprinnelig kun avrenning fra Brattås deponi, men siden 2016 har vann fra steinbruddet i nord blitt omdirigert til et rensebasseng oppstrøms *KLÅ4*. En mulig forklaring til forverring ved *KLÅ4* også etter etablering av renseanlegg kan være at det er gravd mye på jordet som ligger nord for punktet i 2019 (pers med. Magne Martinsen ved Lundhs). Det anbefales å følge opp dette med undersøkelser også i 2020.

3.3 Andre observasjoner

På stasjonen *SKA2* ble det i 2018 funnet en vårflue-larve som kunne være av arten *Tinodes pallidulus*, som ikke tidligere er registrert i Norge. I 2019 fant vi et nytt individ som ble bestemt til *Tinodes pallidulus* (**figur 4**), denne gangen i prøven fra stasjon *KLÅ3*. Etter kontakt med vårflueeksperten Peter Wiberg-Larsen (forfatter av «Trichoptera larvae of Finland»; Rinne og Wiberg-Larsen, 2017) er vi nå rimelig sikre på identifikasjonen. Denne arten er funnen i Danmark før første gang for noen år siden (pers med. Peter Wiberg-Larsen), og er tidligere funnet i Sverige og sørover i Tyskland og Østerrike.



Figur 4. Bilde av *Tinodes pallidulus* funnet ved stasjonen *KLÅ3* i 2019. De tre små lyse prikkene på hodet skiller arten fra de andre i familien *Tinodes*. Foto: Jonas Persson.

4 Konklusjoner

Det er store variasjoner i driftsforholdene blant bruddene i denne undersøkelsen, noe som også viser seg i store variasjoner i effekter på bunndyr de ulike bekkene som er påvirket av avrenning fra brudd og deponier. På flere stasjoner har vi også observert positive endringer i bunndyrforholdene over tid, som følge av endringer i driften.

Både ved *ASK* og *ASK_opp* i Askedalsebekken ved Tvedalen ser tilstanden ut til å ha blitt bedre etter etablering av rensedbasseng oppstrøms. Dette så vi tegn på allerede høsten 2018 ved *ASK_opp*, mens det har tatt lenger tid på den mer stillestående stasjonen *ASK*. Her anbefales det videre oppfølging for å se om den positive trenden fortsetter, og for å vurdere behovet for eventuelle tiltak (hovedsakelig fjerne sedimentert finstoff). Også på *KLÅ2* og *KLÅ3* i Haslebekken ved Klåstad (Tjølling) ser vi en bedring de siste årene, som tett følger endringen i avrenningsvannet, som nå ledes til sedimentasjon ved Blokksten før det når bekkene. Ved *KLÅ4*, som mottar avrenningsvann sørover fra Klåstad, ble det i 2016 installert et nytt rensedbasseng, men resultatene fra 2019 viser dårligere sedimentasjonstilstand enn de tidligere prøven (sist prøvetatt i 2016). Denne stasjonen kan ha vært påvirket av arbeid på den nærliggende åkeren i 2019, og resultatet bør følges opp videre for å finne ut om den dårlige tilstanden skyldes finstoff fra Klåstad eller landbruksdrift.

I Tvedalen har en del av bruddene relativt liten aktivitet, og en del av bekkene i dette området ser ut til å være relativt lite påvirket av avrenning fra bruddene. Dette inkluderer stasjonene *VEV1*, som ser ut til å være lite påvirket; *MØR1* som ikke ser ut til å være påvirket av sedimentasjon, men noe organisk belastning) og *AAK1* som kan ha moderate effekter av sedimentasjonspåvirkning, men som muligens også er påvirket av avrenning fra et skrotdeponi og/eller nærliggende bolighus. Resultatene ved *SAG4* var noe vanskeligere å tolke og det blir viktig å følge opp denne stasjonen i flere år. Ved *SAG4* peker PSI-indeksen på sedimentasjonspåvirkning, men bruddet har hatt begrenset aktivitet de siste årene, og turbiditetsmålingene her viser hele tiden under grenseverdiene. Feltundersøkelsene viste heller ingen tegn til sedimentering (**vedlegg 6.3 og 6.4**). Også ASPT-indeksen viste dårlig tilstand, noe som ikke stemmer med de omkringliggende skogsområdene. Det bør undersøkes om denne stasjonen går tidvis tørr, eller om det er andre faktorer som påvirker denne stasjonen og resulterer i lavere indeksverdier.

I Tjølling-området er det også flere stasjoner som ser ut til å være lite påvirket av bruddaktivitet, men alle er mer eller mindre påvirket av landbruk (også referansestasjonene *KRU3 ref* og *SKA ref*). Håkestad og Stållåker viser ikke tydelige tegn til effekter av avrenning: Stasjonene *HÅK1* og *STÅ1* har vist moderat/lettere påvirkning av sedimenter, altså det samme som referansestasjonene i området. Ved *STÅ2* indikerer PSI-indeksen kraftig sedimentering i 2019, men dette skyldes trolig ikke avrenning fra Stållåker, ettersom *STÅ1* (første stasjon som mottar avrenning fra Stållåker) ikke viser tydelige tegn på sedimentasjon. Det er uvisst hva som har forårsaket de dårlige resultatene ved *STÅ2*, og det anbefales å undersøke denne nærmere, også for å se på landbruksdriften nærmest stasjonen. Bruddet Skallist ser heller ikke ut til å påvirke bunndyrfaunaen negativt, og både *SKA1* og *SKA2* viste moderat påvirkning fra sediment (samme som referansestasjonen).

Det er viktig å være klar over at PSI-indeksen fremfor alt vurderer effekter av partikler som sedimenterer, og sier mindre om effekter av partikler i vannfasen. Indeksen vil dermed vise større effekter på bunndyrsamfunnet på stasjoner i sakteflytende områder enn på stasjoner der det naturlig er lav sedimentasjon. En vesentlig del av finstoffet i avrenningen fra bruddene i denne undersøkelsen er meget finkornet ('steinstøv') og opptrer som delvis løst i vannfasen, og kan dermed transporteres

lange avstander før det sedimenteres. Resultatene i denne undersøkelsen må derfor tolkes med dette i mente, og vi kan altså ikke utelukke negative effekter av steinstøv i vannfasen, eller sedimentasjon lenger unna bruddene, selv om dette ikke er fanget opp av undersøkelsene i denne rapporten. På mange av stasjonene er det dessuten også andre påvirkninger som skaper endringer i bunndyrsamfunnene (som vi ser av resultatene for ASPT). Tidligere undersøkelser har vist høye nitrogenkonsentrasjoner enkelte steder, og hogst og veiavrenning kan også ha hatt en effekt. I Tjølling er det også tydelig at mange av stasjonene er sterkt påvirket av landbruk (og eventuelt spredte avløp), og også referansestasjonene er tydelig påvirket. Landbruket kan også påvirke erosjon, finstofftransport og sedimentasjon, ved for eksempel grøfting. Det kan altså i noen tilfeller være svært vanskelig å skille påvirkninger fra landbruk fra påvirkningen fra bruddene, men det er også tilfeller der det er helt tydelig at driften i bruddet har en effekt på bunndyrsamfunnet, og at endringer i driften kan gi bedre forhold.

4.1 Vurdering av behov for overvåking i 2020

For stasjonene som kun er prøvetatt ett eller to år (*VEV1, AAK1, MØR1, SAG4, HÅK1, STÅ1, STÅ2, SKA ref, SKA1 og SKA2*) anbefaler vi årlig prøvetaking de tre første årene før en kan vurdere å gå over til et intervall på hvert 2-3. år. Ved driftshvile, eller der undersøkelsene de første 3 årene viser liten påvirkning fra steinindustrien, kan det vurderes lengre intervaller, opp mot hvert 6. år (gitt ingen endringer i driften eller avrenningsmønstre i denne perioden). *VEV ref*, som ble prøvetatt i 2019, anbefales flyttet oppstrøms strømleningene i 2020, og får det nye navnet *VEV ref b*. Stasjoner anbefalt prøvetatt i 2020 er listet opp i **tabell 3**.

I Askedalsbekken (*ASK og ASK_opp*) anbefales det fortsatt årlig høstprøvetaking frem til en stabil tilstand er oppnådd, for å følge en fortsatt forventet forbedring etter etableringen av sedimentasjonsbasseng oppstrøms, og vurdere eventuelt behov for tiltak.

Ved Saga Pearl (*SAG1 og SAG2*) anbefales det, i henhold til Persson mfl. 2019, å fortsette høstprøvetaking minst hvert 2. år. Disse var ikke med i 2019 og bør derfor inkluderes i 2020. De seneste årene har det vært begrenset aktivitet ved steinbruddet Saga Pearl (pers med. Magne Martinsen ved Lundhs). *SAG4* bør følges opp årlig da denne viser tydelige tegn på påvirkning, og det er uklart hva som er årsaken til dette.

For Klåstad er situasjonen betydelig forbedret etter at vannet nordover går gjennom rensbassenget ved det nedlagte Blokksteinbruddet. Det ser fortsatt ut til å være betydelig påvirkning av landbruk i området, men det anbefales å redusere overvåkingen for påvirkning av steinindustrien til høstprøvetaking hvert 3. år inntil videre. Men oftere ved betydelige endringer i driftsaktivitet eller avrenningsmønstre. Vannet ved *KLÅ1 ref* har blitt mer stillestående med årene og referansestasjonen viser nå dårlig sedimentasjonstilstand (altså dårligere enn de påvirkede stasjonene nedstrøms). *KLÅ2* har vist en klar bedring i sedimentasjonstilstand i 2018 og 2019 sammenliknet med tidligere, men bør prøvetas også i 2020 for å se at det er stabilt over tre år. *KLÅ3* har vist god sedimentasjonstilstand i 2017-2019 og trenger ikke inkluderes i 2020. *KLÅ4* mottar avrenning fra Klåstad mot sør, og stasjonen bør foreløpig følges opp årlig ettersom stasjonen fortsatt ser ut til å være relativt påvirket av sedimentering, tross etablering av rensbasseng oppstrøms.

Det er driftshvile ved steinbruddet ved Krukåsen og stasjonene her (*KRU1 og KRU4*, senest med i 2016) er ikke aktuelle for prøvetaking i 2020.

MØR ref, MØR2, TVE ref og TVE1 ble sist prøvetatt i 2017 og disse bør prøvetas i 2020 så det ikke blir mer enn tre år mellom prøvetakingene.

Flere tidligere undersøkte stasjoner har vist seg være mindre egnet for bunndyrprøvetaking, ofte grunnet periodevis for liten vannføring og/eller stillestående vann (men også andre faktorer), og er ikke aktuelle for videre prøvetaking.

Så langt det ikke skjer noen endringer i drift eller avrenningsmønstre i andre områder er de 22 stasjoner som er aktuelle for prøvetaking i 2020 presentert i **tabell 3**.

Tabell 3. Preliminært prøvetakingsprogram i 2020.

Nr	Område	Navn	Kortnavn	Breddegrad	Lengdegrad	Eier	Kommentar
1	Vest, Tvedalen	Mørjebekken ref	MØR ref	59.0522	9.8370	Lundhs	Sist tatt i 2017
2	Vest, Tvedalen	Mørjebekken 1	MØR1	59.0477	9.8419	Lundhs	Ny i 2019
3	Vest, Tvedalen	Mørjebekken 2	MØR2	59.0451	9.8395	Lundhs	Sist tatt i 2017
4	Vest, Tvedalen	Tveidalen ref	TVE ref	59.0432	9.8714	Lundhs	Sist tatt i 2017
5	Vest, Tvedalen	Tveidalen 1	TVE1	59.0433	9.8715	Lundhs	Sist tatt i 2017
6	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.0324	9.8540	Lundhs	Følger opp forendring
7	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken	ASK	59.0299	9.8549	Lundhs	Følger opp forendring
8	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen ref	VEV ref b	Flyttes	Flyttes	LG	Ny i 2020
9	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen 1	VEV1	59.0474	9.8461	LG & Lundhs	Ny i 2018
10	Vest, Tvedalen	Aak 1	AAK1	59.0304	9.8432	LG	Ny i 2018
11	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 1	SAG1	59.0325	9.8943	Lundhs	Følger opp forendring
12	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 2	SAG2	59.0331	9.8969	Lundhs	Sist tatt i 2016
13	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 4	SAG4	59.0406	9.8979	Lundhs	Ny i 2019
14	Øst, Tjølling	Håkestad 3	KRU3 ref	59.0835	10.1140	LG & Lundhs	Følger opp forendring
15	Øst, Tjølling	Håkestad HÅK1	HÅK1	59.0803	10.1158	LG	Ny i 2018
16	Øst, Tjølling	Stålåker 1	STÅ1	59.0744	10.1153	Lundhs	Ny i 2018
17	Øst, Tjølling	Stålåker STÅ2	STÅ2	59.0749	10.1229	Lundhs	Ny i 2018
18	Øst, Tjølling	Skallist ref	SKA ref	59.0794	10.1800	LG	Ny i 2018
19	Øst, Tjølling	Skallist 1	SKA1	59.0787	10.1801	LG	Ny i 2018
20	Øst, Tjølling	Skallist 2	SKA2	59.0763	10.1775	LG	Ny i 2018
21	Øst, Tjølling	Klåstad 2	KLÅ2	59.0678	10.1774	Lundhs	Følger opp forendring
22	Øst, Tjølling	Klåstad 4	KLÅ4	59.0600	10.1714	Lundhs	Følger opp forendring

5 Referanser

- Berge, D. 2008. «Avrenning fra avsluttede larvikittbrudd». NIVA rapport 5620, s. 28.
- Berge, D., T. Bækken, R. Romstad, T. Kallqvist, C.H. Corneliussen, G.A. Dahl-Hansen, og G.N. Christensen. 2009. «Samlet plan for utslipp til vann fra steinindustrien (larvikittprodusentene) i Larvik Del 1 Resipientundersøkelser 2006-2008 (Datarapport).» NIVA rapport 5835, s. 145.
- Berge, D., T. Bækken, R. Romstad, T. Kallqvist, C.H. Corneliussen, G.A. Dahl-Hansen, G.N. Christensen, og B. Rygg. 2009. «Samlet plan for utslipp til vann fra steinindustrien (larvikittprodusentene) i Larvik, Del 1: Resipientundersøkelser 2006-2008 (Tekstdel).» NIVA rapport 5834, s. 159.
- Berge, D., og T. Kallqvist. 2008. «Biotilgjengelighet av fosfor i avrenningen fra Larvikittbruddene i Larvik kommune Berge, D.; Kallqvist, T. Research report Thumbnail View/Open 5621-2008_72dpi.pdf (1.122Mb)». NIVA rapport 5621, s. 13.
- Bønsnes, T.E., J. Bogen, og F. Wenger. 2009. «Sedimenttransport i vassdrag påvirket av steinbruddvirksomhet i Larvik kommune». NVE-oppdagsrapport B, 90 s.
- Bønsnes, T.E., J. Bogen, D.K. Ejigu, M.C. Elster, og A.M. Stenback. 2017. «Faktorer som innvirker på flomvannstanden i Istreelva.» NVE-oppdagsrapport A 1, 203 s.
- Direktoratsgruppa (2018) Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanddirektivet.
- Eriksen, T. E., Bækken, T. og Moe, J. 2010. Innsamling og bearbeiding av bunnfauna i rennende vann – et metodestudium. NIVA-rapport 6043-2010: 21.
- Extence, C. A., R. P. Chadd, J. England, M. J. Dunbar, P. J. Wood og E. D. Taylor (2011) The assessment of fine sediment accumulation in rivers using macro-invertebrate community response. *River Re. Applic.* 29: 17-23.
- Hawkes, H. A. 1998. Origin and development of the biological monitoring working party score system. *Water Research* 32:3 964-968
- ISO10870:2012 NS-EN ISO 10870:2012 Vannundersøkelse – Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann, Standard Norge.
- Moe, T.F. 2013. «Overvåking av biologi i avrenningsområdet ved Brattås deponi, Larvik 2013». NIVA notat, O-13274, 12 s.
- Moe, T.F., J. Persson, A. Hobæk, og S.B. Ranneklev. 2017. «Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvikområdet. Resultater fra biologiske og vannkjemiske undersøkelser i 2016.» NIVA rapport 7120, s. 45 + vedlegg.
- Moe, T.F., J. Persson, og J. Vedal. 2016. «Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvik-området. Resultater begroingsalger og bunndyr 2015.» NIVA-rapport 6989, s. 32.
- Persson, J., og T.F. Moe. 2015. «Overvåking av vassdrag i forbindelse med larvikittbrudd i Larvik-området. Resultater fra bunndyrundersøkelser i 2014.» NIVA rapport 6815, s. 20.
- Rinne, A. og Wiberg-Larsen, P. 2017. «Trichoptera larvae of Finland. A key to the caddis larvae of Finland and nearby countries», Trificon. 151s.
- Ranneklev, S.B., Persson, J. og Moe, T.F. 2017. Tiltaksorientert overvåking av Larvikittbruddene i Larvik kommune i 2018. NIVA-notat 0294/18.
- Persson, J., Lindholm, M. og Ranneklev, S.B. 2018 Tiltaksorientert overvåking av Larvikittbruddene i Larvik kommune i 2019. NIVA-notat
- Ranneklev, S.B., Haande, S., Walday, M. og Grung, M. 2018. Eksempelsamling for tiltaksorientert overvåking, M-997; Miljødirektoratet.

6 Vedlegg

Vedlegg 6.1. Metoder

Vedlegg 6.2. Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2019.

Vedlegg 6.3. Kategorisering av stasjonene ved substrat

Vedlegg 6.4. Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2019

6.1 Metoder

6.1.1 Overvåkingsstasjoner og -plassering

Tabell v1 og **v2**, samt **figur v1** og **v2** viser en oversikt over de ulike overvåkingsstasjonene hvor bunndyr ble tatt og turbiditetsmålinger gjort. Det er mangel på gode referansestasjoner både grunnet topografi og aktivitet både knyttet til bosetting, landbruk og steinbrudd. *VEV ref* er ny stasjon for 2019 i område vest, Tvedalen. Også *VEV1* burde som i 2018 kunne tjene som referanse i Tvedalen da vann fra bruddet infiltreres i grunnen.

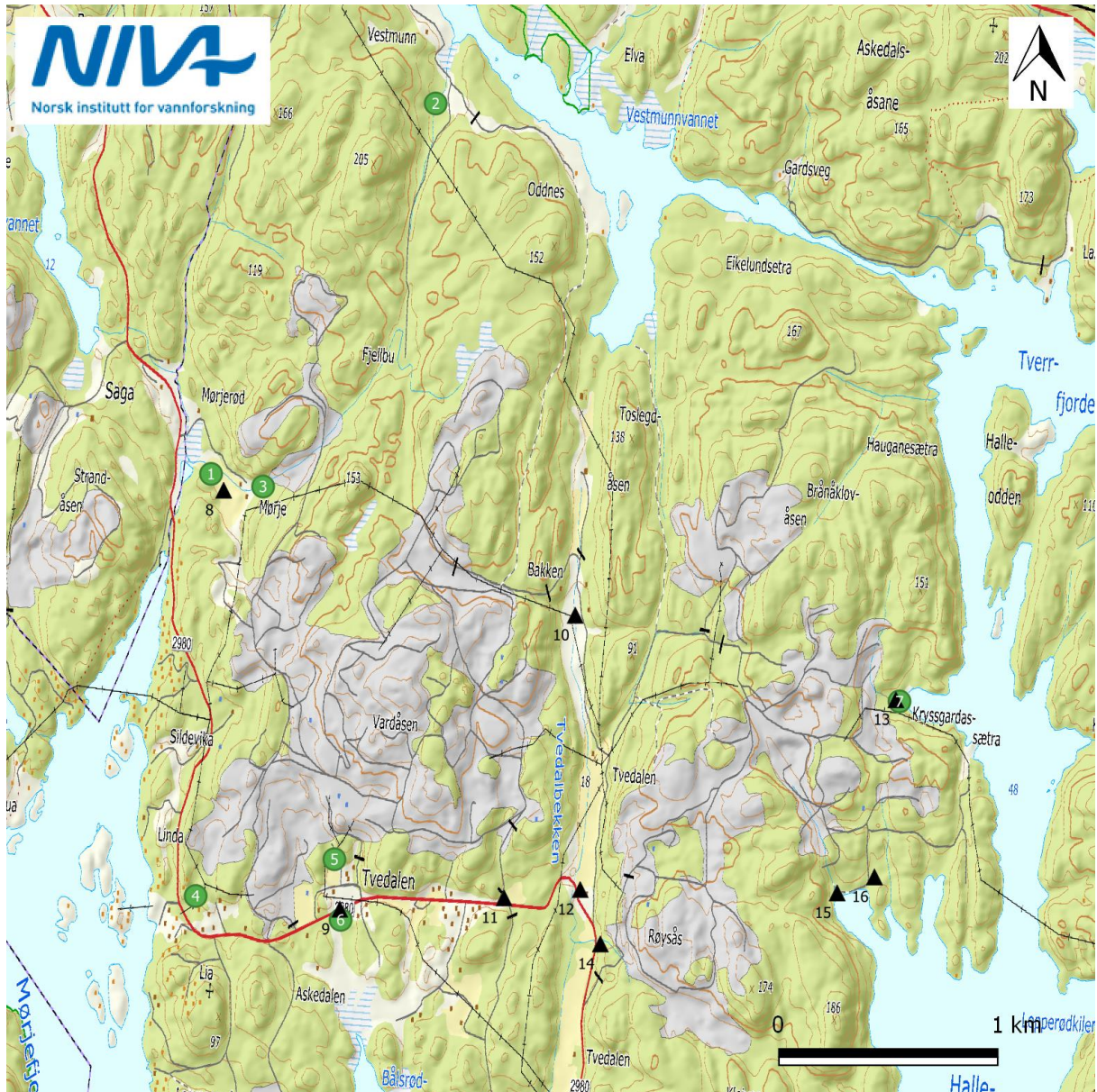
I østre område (Tjølling) er *KRU3 ref*, *SKA ref* og *KLÅ1 ref* referansestasjoner. *SKA ref* er en relativ stor bekk/elv og tjener som referanse for *SKA1* som ligger lenger nedstrøms. *KRU3 ref* er størrelsesmessig mer lik de andre stasjonene i området. *KLÅ1 ref* ligger i en veldig sakteflytende del av bekken, substratet her er dominert av silt/leire (**vedlegg 6.3**) og verdien av denne stasjonen som referanse er tvilsom.

Tabell v1. Stasjonsoversikt med koordinater (WGS84).

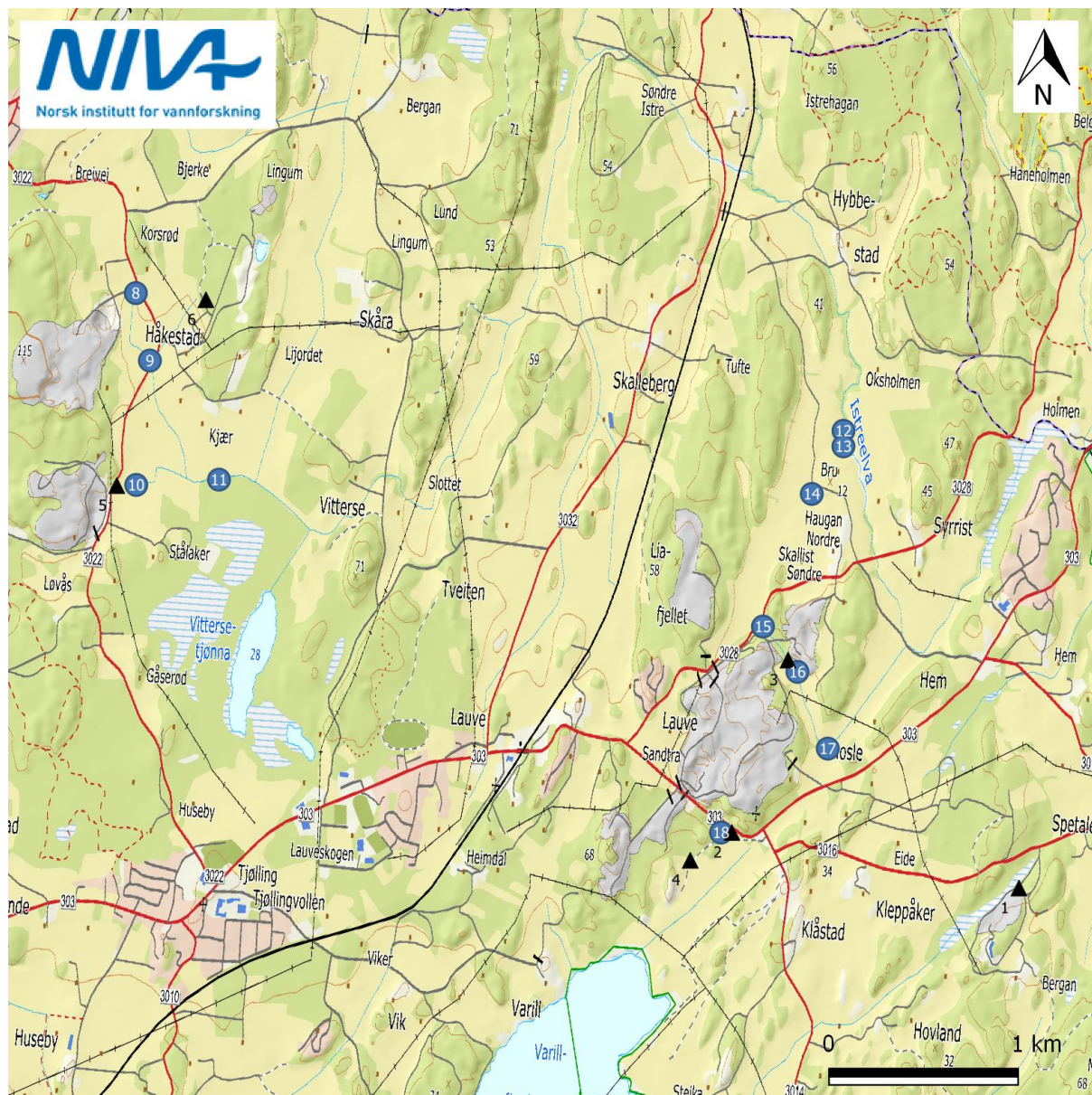
Nr	Område	Lokalområde	Navn	Kortnavn	Breddegrad	Lengdegrad
1	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken 1	MØR1	59.0477	9.8419
2	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen ref	VEV ref	59.0636	9.8574
3	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen 1	VEV1	59.0474	9.8461
4	Vest, Tvedalen	Aak	Aak 1	AAK1	59.0304	9.8432
5	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.0324	9.8540
6	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken	ASK	59.0299	9.8549
7	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 4	SAG4	59.0406	9.8979
8	Øst, Tjølling	Krukåsen	Håkestad 3	KRU3 ref	59.0835	10.1140
9	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad HÅK1	HÅK1	59.0803	10.1158
10	Øst, Tjølling	Stålåker	Stålåker 1	STÅ1	59.0744	10.1153
11	Øst, Tjølling	Stålåker	Stålåker STÅ2	STÅ2	59.0749	10.1229
12	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist ref	SKA ref	59.0794	10.1800
13	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 1	SKA1	59.0787	10.1801
14	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 2	SKA2	59.0763	10.1775
15	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Haslebekken ref	KLÅ1 ref	59.0699	10.1739
16	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 2	KLÅ2	59.0678	10.1774
17	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 3	KLÅ3	59.0643	10.1807
18	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	4 Klåstad S	KLÅ4	59.0600	10.1714

Tabell v2. Målestasjonsoversikt for turbiditetsmålinger

Nr	Navn	Nr	Navn
1	Bergan	9	Askedalsbekken
2	Klåstad S	10	Tvedalsbekken 1
3	Klåstad N	11	Tvedalsbekken 2
4	Brattås S	12	Tvedalen sentrum
5	Stålaker	13	Kryssgårdssetra
6	Krukåsen	14	Østskogen
7	M2	15	Saga Pearl Vest
8	Mørjebekken	16	Saga Pearl Øst



Figur v1. Detaljert kart over plassering av stasjoner ved Tvedalen, område vest, for bunndyr (grønne sirkler). Hvite tall i sirklene identifiserer prøvetakingsstasjonene i henhold til **tabell v1**. Turbiditetsmålinger gjøres ukentlig ved de ulike stasjonene (svart trekant), sorte tall ned til venstre fra trianglene identifiserer målestasjonene i henhold til **tabell v2**.



Figur v2. Detaljert kart over plassering av stasjoner ved Tjølling, område øst, for bunndyr (blå sirkler). Turbiditetsmålinger gjøres ukentlig ved de ulike stasjonene (svart trekant). Hvide tall i sirklene identifiserer prøvetakingsstasjonene ifølge **tabell v1**. Turbiditetsmålinger gjøres ukentlig ved de ulike stasjonene (svart trekant), sorte tall ned til venstre fra trianglene identifiserer målingsstasjonene ifølge **tabell v2**.

6.1.2 Om vannforskriften

Ved implementeringen av vannforskriften i 2007 fikk forvaltningen konkrete og målbare miljømål for vannmiljøet. For overflatevann er miljømålet «god økologisk tilstand» og «god kjemisk tilstand». For å kunne klassifisere tilstanden i en vannforekomst må overvåkingsdata innhentes. I vannforskriften opererer man med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som står i fare for ikke å oppnå miljømålene eller som man er usikker på om vil nå miljømålene. Tiltaksorientert overvåking gjennomføres også for å vurdere endringer som følge av tiltak som er iverksatt. Under tiltaksorientert overvåking skal effektene av påvirkningene vannforekomsten utsettes for overvåkes.

De kvalitetselementene som måler responsen på påvirkningene, må da inkluderes i overvåkingsprogrammet. Her er viktige momenter for tiltaksorientert overvåking:

- Det mest følsomme biologisk kvalitetselementet for påvirkningen skal overvåkes. Dette gjelder for påvirkninger fra forsurende stoffer, næringssalter, organisk stoff, partikler og for hydromorfologiske inngrep. Unntaket er for vannregionsspesifikke og prioriterte stoffer, da det ikke er utviklet biologiske kvalitetselementer for disse belastningene.
- Antall overvåkingsstasjoner og plassering av overvåkingsstasjoner er fleksibelt og tilpasses vannforekomstens natur, påvirkningens type, grad og sted (f.eks. utslippspunkt, strømningsforhold og avrenningsforhold i nedbørfelt).
- Tidspunkt og frekvens for prøvetakning følger klassifiseringsveilederen. Dette gjelder i hovedsak de biologiske kvalitetselementene og næringssaltene. For andre kvalitetselementer, vil for eksempel nedbør og vannføringsforhold være bestemmende for valg av tidspunkt for prøvetakning.
- Antall år som skal gå mellom hver undersøkelse vurderes etter at kunnskap om vannforekomsten er innhentet, gjerne etter førte overvåkingsrunde, og ses eventuelt i sammenheng med tiltak eller aktiviteter som kan endre tilstanden i vannforekomsten.

I eksempelsamling for tiltaksorientert overvåking (Ranneklev mfl. 2018) er det foreslått som en tommelfingerregel at biologiske kvalitetselementer som f.eks. bunndyr måles anslagsvis hvert 3. år. Igjen vil dette være avhengig av kunnskapen om tilstanden fra før og grad av tiltaksgjennomføring. Hvis det nylig har vært gjennomført tiltak og man ønsker å følge tett opp en antatt bedring av miljøtilstanden, kan det være fornuftig å gjennomføre målinger hyppigere.

6.1.3 Bunndyr

6.1.3.1 Prøvetaking av bunndyr

Bunndyr bør fortrinnsvis prøvetas to ganger i året, vår (februar – juni) og høst (september – november) i henhold til Veileder 2018 (Direktoratsgruppa 2018). To stasjoner (ASK og ASK_opp) ble i denne undersøkelsen prøvetatt 25. april og 12. november, mens resten kun ble prøvetatt om høsten. 16 stasjoner ble prøvetatt 11-13. november i 2019. Prøvetakingen om høsten falt sammen med en periode med mye snø/regn og det var derfor en del turbiditet i mange av bekkene.

Det ble anvendt en håndholdt sparkehåv (ISO10870:2012) med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven ble holdt mot bunnen og med åpningen mot strømmen. Bunnsstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirvlet materiale føres inn i håven. Metoden består av ni delprøver, der hver tas fra 1 meters elvelengde i løpet av 20 sekunder. Når tre delprøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling (eller oftere ved behov). Samlet blir det da tre prøver á 1 minutt, som forsøkes tatt fra tre ulike habitater på stasjonen, og disse samles så i ett glass og utgjør hele prøven fra stasjonen. Bunndyrtettheter som oppgis refererer dermed til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter per stasjon, som dekker et areal på om lag 2,25 m² av elvebunnen.

6.1.3.2 Taksonomiske bestemmelser av bunndyr

Materialet ble fiksert med etanol (96%) i felt for senere analyser i laboratoriet. Bunnfaunaprøvene ble talt opp og bestemt til lavest mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe og mikroskop. Etter NIVAs metode for subsampling (Eriksen mfl. 2015) blir hele prøven analysert for å få med alle taksa, mens mengden av hvert takson (dominansforhold) blir ekstrapolert fra delprøver. Prøven blir overført i en bakk og homogenisert. Materialet for analyse deles så opp i åtte delprøver før analysen

begynner. Første delprøve velges tilfeldig fra bakken og gjennomgås under stereolupe med telling av samtlige individer. For andre delprøve gjentar man prosedyren, men her kan man unnlate å telle taksa der man registrerte mer enn 40 individer ved første delprøve. For de taksa der man etter to delprøver har registrert mer enn 40 individer til sammen, ekstrapolerer man antallet til full prøve. Tellingen fortsetter videre ved å slå sammen de to neste delprøvene (totalt $\frac{1}{4}$ av den samlede prøven) og telle de taksa det er få av i denne. Også denne gangen ekstrapolerer man antall individer av tallrike takson i henhold til prosedyren beskrevet over. Til sist slår man sammen de siste fire delprøvene (totalt $\frac{1}{2}$ av den samlede prøven) og går frem på samme måte som over. Etter analyse ble alt materiale re-fiksert med ny etanol (70%), registrert og lagret på NIVAs langtidslager.

6.1.3.3 ASPT (Average Score Per Taxon)-indeksen

ASPT-indeksen ble beregnet etter metode som beskrevet i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018). Indeksen brukes framfor alt for å påvise organisk belastning/eutrofiering. ASPT-indeksen er interkalibrert for grensene mellom moderat/god og god/svært god tilstand. Men det er grunn til å være forsiktig med å tolke mindre endringer i ASPT-indeksen ved tilstander fra svært dårlig til moderat, da indeksen her ikke er interkalibrert og resultatene oftest baseres på få tilstedeværende taksa.

6.1.3.4 PSI (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates)-indeksen

PSI-indeksen er en relativt nyutviklet metode fra Storbritannia, som kvantifiserer påvirkning fra partikulært stoff og fin-sedimenter (Extence mfl. 2011). Indeksen er ikke inkludert for klassifisering av tilstand i veilederen (Direktoratsgruppa 2018). Metoden deler opp bunndyrtaksa i fem grupper: fra de som er svært følsomme for sedimentpåvirkning til de som er svært tolerante. Resultatet gir en indeks som kan variere mellom 0 (svært påvirket av fine partikler) til 100 (ikke påvirket av fine partikler), se **tabell 2**. I forhold til %-filtrerende organismer som ble benyttet i 2016 vil PSI-indeksen være mer stabil fra år til år, da flere bunndyrtaksa brukes i indeksen og individantallet er bestemt etter en logaritmisk vekting.

6.2 Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2019

		AAK1		ASK		ASK_opp	HÅK1	KLÅ1	KLÅ2	KLÅ3	KLÅ4	KRU3 ref	MØR1	SAG4	SKA ref	SKA1	SKA2	STÅ1	STÅ2	VEV ref	VEV1	
		12.11.2019	25.04.2019	12.11.2019	25.04.2019	12.11.2019	11.11.2019	13.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	12.11.2019	12.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	13.11.2019	13.11.2019	11.11.2019	12.11.2019	12.11.2019
Arachnida	<i>Acari</i>											1										
Bivalvia	<i>Sphaeriidae</i>		12	56				276	2	4	1	1			24	22	24			156		
Coleoptera	<i>Dytiscidae ad.</i>					1																1
Coleoptera	<i>Dytiscidae lv.</i>		1						1										3		4	
Coleoptera	<i>Elmidae ad.</i>															1						
Coleoptera	<i>Elmis aena lv.</i>									1					1	10						
Coleoptera	<i>Elmis aena lv.</i>														8	528	2					
Coleoptera	<i>Elodes lv.</i>														1	2	10					
Coleoptera	<i>Hydraena ad.</i>						1		1			1				6						1
Coleoptera	<i>Hydrophilidae lv.</i>													1								
Coleoptera	<i>Oulimnius lv.</i>														28	148						
Coleoptera	<i>Oulimnius tuberculatus ad.</i>														2	6						
Crustacea	<i>Asellus aquaticus</i>														8	18						
Diptera	<i>Ceratopogonidae</i>		1	2	18		8	9	2	20	6	1	1		26	10	3			21		
Diptera	<i>Chironomidae</i>	36	66	78	40	28	170	540	42	102	2	960	176	62	72	424	1008	1584	174	504	26	
Diptera	<i>Dicranota</i>	19	2	8		8	2		7	4		3	8	8			20	57	5			6
Diptera	<i>Diptera</i>					1								1					15	1		
Diptera	<i>Empididae</i>								1							18						
Diptera	<i>Limoniidae/Pediciidae</i>	3	14	16		3		3	8		3	1	1				2	2	3			
Diptera	<i>Muscidae</i>															6						
Diptera	<i>Psychodidae</i>		2						3			2			1	50	1	2				
Diptera	<i>Simuliidae</i>								13	62		736	296	84	26	376	560	96			62	80
Diptera	<i>Tipula</i>			1		1	1	9	6				1				4	6				
Ephemeroptera	<i>Ameletus inopinatus</i>																				1	
Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>														8	1						

		AAK1		ASK		ASK_opp		HÅK1	KLÅ1	KLÅ2	KLÅ3	KLÅ4	KRU3 ref	MØR1	SAG4	SKA ref	SKA1	SKA2	STÅ1	STÅ2	VEV ref	VEV1	
		12.11.2019	25.04.2019	12.11.2019	25.04.2019	12.11.2019	11.11.2019	13.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	12.11.2019	12.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	13.11.2019	13.11.2019	11.11.2019	12.11.2019	12.11.2019	
Ephemeroptera	<i>Baetis niger</i>					1			27							10	8	10					
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>			1		10	8		27	320			16	14		42	18	14	5				24
Ephemeroptera	<i>Baetis</i>			1			5		15	243			6	44		38	46	10	2				34
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>		1				1		13							6							
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae</i>									1	3					1	1						
Gastropoda	<i>Acroloxus lacustris</i>															1	18						
Gastropoda	<i>Bathyomphalus contortus</i>																3						
Gastropoda	<i>Gyraulus acronicus</i>																20						
Gastropoda	<i>Hippeutis complanatus</i>				1																		
Gastropoda	<i>Lymnaeidae</i>									8													
Gastropoda	<i>Radix labiata/balthica</i>			1			15	10	4								18			3			
Hirudinea	<i>Erpobdella</i>															2	12						
Hirudinea	<i>Glossiphonia complanata</i>																1						
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia Ad.</i>						2		7	8	1		1			8	24		2				
Nematomorpha	<i>Nematomorpha</i>												1										
Odonata	<i>Calopteryx virgo</i>															1							
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	38	8	16	6	30	51	222	7	23	140	432	3	24	70	264	24	5	192	22	6		
Plecoptera	<i>Amphinemura</i>												1										6
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>												140				1						324
Plecoptera	<i>Leuctra nigra</i>												3										12
Plecoptera	<i>Leuctra</i>																						6
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>			1			2		3	6						3	6	12					
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>													2								16	
Plecoptera	<i>Nemoura</i>		1				3	1						6			11	15			168	2	
Plecoptera	<i>Nemouridae</i>	30	16	12		50	2						1	18		1	6	105	2	32	1		
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>	30	8	6		28	2							6			1	3					
Plecoptera	<i>Plecoptera</i>																		9				

		AAK1		ASK		ASK_opp	HÅK1	KLÅ1	KLÅ2	KLÅ3	KLÅ4	KRU3 ref	MØR1	SAG4	SKA ref	SKA1	SKA2	STÅ1	STÅ2	VEV ref	VEV1	
		12.11.2019	25.04.2019	12.11.2019	25.04.2019	12.11.2019	11.11.2019	13.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	12.11.2019	12.11.2019	11.11.2019	11.11.2019	13.11.2019	13.11.2019	11.11.2019	12.11.2019	12.11.2019	
Trichoptera	<i>Glyptotaelius pellucidus</i>											1										
Trichoptera	<i>Hydropsyche angustipennis</i>								5	18						4						
Trichoptera	<i>Hydropsyche</i>									6												
Trichoptera	<i>Limnephilidae</i>	1		2			4	15	5	8		1		1		1						3
Trichoptera	<i>Limnephilus externus</i>															1						
Trichoptera	<i>Limnephilus extricatus</i>															2	4					
Trichoptera	<i>Limnephilus</i>							5		1												
Trichoptera	<i>Micropterna lateralis</i>			2				2													1	
Trichoptera	<i>Micropterna sequax</i>		2	2		10						1		6			12	3				
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>					2				2		6					12				6	
Trichoptera	<i>Rhyacophila</i>												1									1
Trichoptera	<i>Tinodes pallidulus</i>									1												
Trichoptera	<i>Trichoptera</i>	2								1												

6.3 Bunnssubstratets utforming på de ulike stasjonene

Kortnavn	Substrat (%)						
	Blokk >512 mm	Stor stein 256-512 mm	Mellomstor stein 64-256 mm	Små stein 16-64 mm	Grus 2-64 mm	Sand 0.063-2 mm	Silt/leire <0.063 mm
MØR1			10	20	20	40	10
VEV ref					30	50	20
VEV1		20	30	20	10	20	
AAK1			25	15	10	30	20
ASK_opp		30	20	15	15	20	
ASK					10	50	40
SAG4	10	20	40	20	10		
KRU3 ref		10	20	30	35	5	
HÅK1				10	10	80	
STÅ1						20	80
STÅ2						30	70
SKA ref		20	20	20	20	20	
SKA1		20	10	10	10	30	20
SKA2			20	10	10	20	40
KLÅ1 ref						10	90
KLÅ2			10	15	15	30	30
KLÅ3			20	20	20	40	
KLÅ4			10	10	10		70

6.4 Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2019



Område vest - Tvedalen





KRU3 ref



HÅK1



STÅ1



STÅ2



SKA ref



SKA1

Område øst - Tjølling



SKA2



Område øst - Tjølling

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 samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

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