

Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2020



RAPPORT

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 2020	Løpenummer 7593-2021	Dato 24.02.2021
Forfatter(e) Jonas Persson	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold	Sider 23 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Golder Associates AS	Oppdragsreferanse Rolf E. Andersen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200162

<p>Sammendrag</p> <p>I 2020 ble bunndyr i utvalgte bekker fra bruddene i områdene 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 2020 tyder på at flere av bruddene (Vevjeåsen, Tvedalen vest, Stållåker, Skallist og Klåstad) ikke har en tydelig negativ påvirkning på bunndyrsamfunnene, mens noen brudd (Tvedalen mot Askedalsbekken og Håkestad) har en markert påvirkning (høyere enn ved referansestasjonene). Påvirkningen fra Tvedalen mot Askedalsbekken har blitt mindre etter at etablering av sedimentasjonsdam har redusert utslippene av partikulært stoff. Ved stasjonen fra Håkestad var det i 2020 en betydelig større påvirkning enn de seneste årene.</p> <p>Stasjonen 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 978-82-577-7329-8
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

**Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene
i Larvik kommune i 2020**

Forord

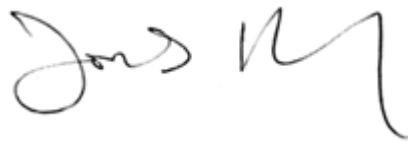
I henhold til vilkår i tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og -deponiene er bedriftene pålagt å utvikle og følge fastsatte overvåkingsprogram. Hensikten er å kunne følge med på eventuelle effekter av deres utslipp til resipientene i avrenningsområdet. På denne bakgrunn gjennomførte NIVA i 2020 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. Feltassistent har vært Eivind Ekholt Andersen. Kvalitetssikring av rapport er foretatt av Therese Fosholt Moe. Benno Dillinger sørger innsending av data til Vannmiljø. Alle er ansatt ved NIVA.

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

Alle takkes for godt samarbeid!

Oslo, 24. februar 2021



Jonas Persson

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	7
1.1	Tidligere undersøkelser og overvåking i larvikittbruddene.....	7
1.2	Formål.....	8
2	Materialer og metode.....	9
2.1	Overvåkingsstasjoner 2020	9
2.2	Indekser benyttet	10
3	Resultater og diskusjon.....	12
3.1	Område vest - Tvedalen.....	12
3.1.1	Tvedalen vest	12
3.1.2	Vevjeåsen	14
3.1.3	Aak.....	14
3.1.4	Tvedalen mot Askedalsbekken	14
3.1.5	Saga Pearl.....	14
3.2	Område øst – Tjølling	16
3.2.1	Håkestad og Stålaker.....	17
3.2.2	Skallist	17
3.2.3	Klåstad mot Klåstadbekken.....	17
3.3	Andre observasjoner	18
4	Konklusjoner	19
4.1	Vurdering av behov for overvåking i 2021	20
5	Referanser.....	22
6	Vedlegg.....	24
6.1	Metoder.....	25
6.1.1	Overvåkingsstasjoner og -plassering.....	25
6.1.2	Om vannforskriften	28
6.1.3	Bunndyr.....	28
6.2	Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2020	30
6.3	Bunnssubstratets utforming på de ulike stasjonene	33
6.4	Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2020	34

Sammendrag

I 2020 ble bunndyr i utvalgte bekker fra bruddene i områdene 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 2020 tyder på at flere av bruddene (Vevjeåsen, Tvedalen vest, Stållåker, Skallist og Klåstad) ikke har en tydelig negativ påvirkning på bunndyrsamfunnene, mens noen brudd (Tvedalen mot Askedalsbekken og Håkestad) viser påvirkning i 2020 (lavere PSI-verdier enn ved referansestasjonene). Påvirkningen fra Tvedalen mot Askedalsbekken har blitt mindre ved en av to stasjoner etter at etablering av sedimentasjonsdam har redusert utslippene av partikulært stoff. Ved stasjonen fra Håkestad var det i 2020 en betydelig større påvirkning av finsediment enn de seneste årene.

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).

Av 23 stasjoner, inkludert referansestasjonene, klassifiseres bare to stasjoner i 2020 med en god økologisk tilstand 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 2020.

Year: 2021

Author(s): Jonas Persson

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7329-8

Macroinvertebrate samples were collected from brooks affected by the quarries in Tvedalen and Tjølling in 2020. 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 2020 shows that several of the quarries (Vevjeåsen, Tvedalen vest, Stålåker, Skallist og, Klåstad) do not have a clear negative effect on macroinvertebrates, but some quarries (Tvedalen towards Askedalsbekken and Håkestad) have a negative effect (lower PSI-values than at the reference stations). The negative effects of fine particulate runoff from Tvedalen towards Askedalsbekken have diminished at one out of two stations after the establishment of a sedimentation dam, which has reduced the runoff of particulate matter. The station at Håkestad shows a much larger negative effect of fine sediments in 2020 than the previous years.

The stations by the quarries Aak and Saga Pearl also show 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).

Out of 23 sampled stations, including the reference stations, only two station in 2020 are classified as in 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, Persson 2020). 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, Persson 2020). 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, og 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 sjelden 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 2020. 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

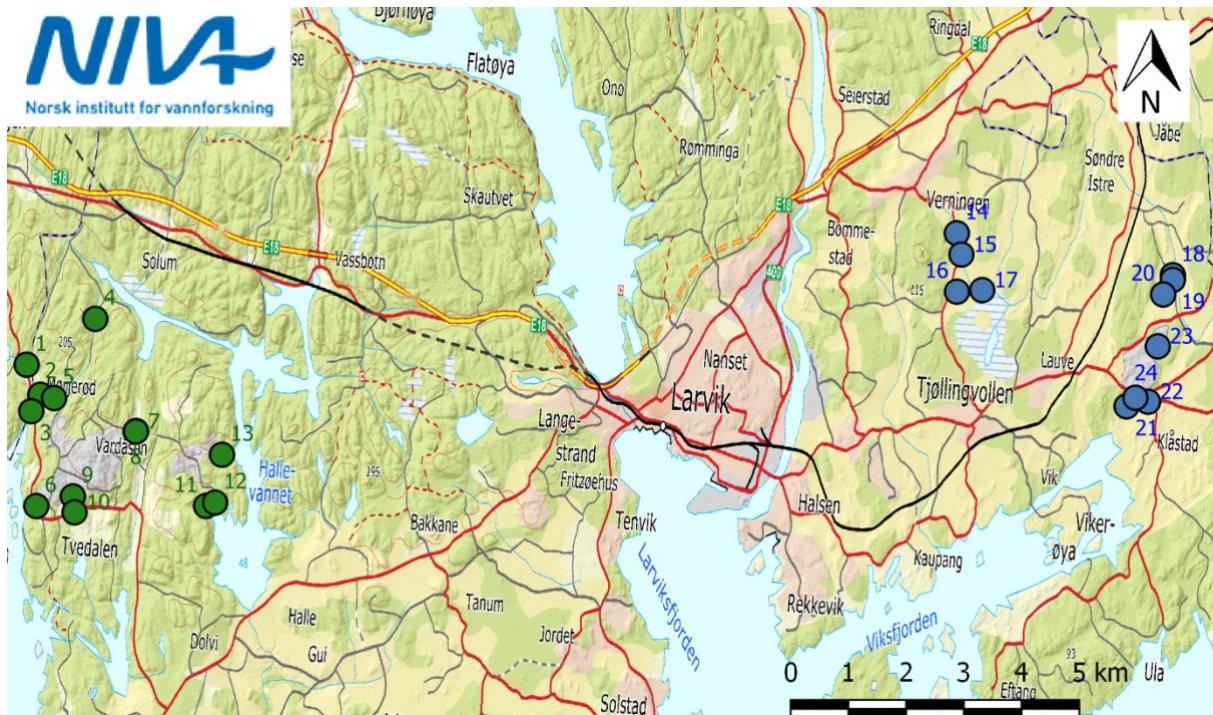
En kort presentasjon av stasjonene som er overvåket, samt en innledning til indeksene som er brukt, er presentert nedenfor. Detaljert informasjon om prøvetakingsmetodikk, analyser, avvik og beregning av indekser er presentert i **vedlegg 6.1**, sammen med mer detaljerte stasjonskart. Bilder fra var stasjon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

2.1 Overvåkingsstasjoner 2020

I **Tabell 1** og **Figur 1** vises en oversikt over stasjonene for bunndyrprøvetaking i 2020. Ved stasjon *BRA1* var det, tross mye regn ved prøvetakingstidspunktet, veldig lite vann og det var ikke mulig å prøveta her.

Tabell 1. Stasjonsoversikt 2020 med koordinater (WGS84).

Nr	Område	Lokalområde	Navn	Kortnavn	Latitud	Longitud
1	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken ref	MØR ref	59.0522	9.8370
2	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken 1	MØR1	59.0477	9.8419
3	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken 2	MØR2	59.0451	9.8395
4	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen ref2	VEV ref2	59.0601	9.8566
5	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen 1	VEV1	59.0474	9.8461
6	Vest, Tvedalen	Aak	Aak 1	AAK1	59.0304	9.8432
7	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Tveidalen ref	TVE ref	59.0434	9.8717
8	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Tveidalen 1	TVE1	59.0432	9.8718
9	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.0324	9.8540
10	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken	ASK	59.0299	9.8549
11	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 1	SAG1	59.0325	9.8943
12	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 2	SAG2	59.0331	9.8969
13	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 4	SAG4	59.0406	9.8979
14	Øst, Tjølling	Krukåsen	Håkestad 3	KRU3 ref	59.0835	10.1140
15	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad 1	HÅK1	59.0802	10.1159
16	Øst, Tjølling	Stållåker	Stållåker 1	STÅ1	59.0744	10.1153
17	Øst, Tjølling	Stållåker	Stållåker 2	STÅ2	59.0749	10.1229
18	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist ref	SKA ref	59.0794	10.1800
19	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 1	SKA1	59.0787	10.1801
20	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 2	SKA2	59.0763	10.1775
21	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	1 Brattås deponi	BRA1	59.0585	10.1689
22	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	3 Brattås deponi	BRA3 ref	59.0595	10.1753
23	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 2	KLÅ2	59.0682	10.1770
24	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 4	KLÅ4	59.0600	10.1714



Figur 1. Stasjonene undersøkt i 2020 ved Tvedalen (grønne sirkler, område vest) og Tjølling (blå sirkler, område øst), for bunndyr. Grønne/blå tall ved sirklene identifiserer prøvetakingsstasjonene i henhold til tabell 1. Se også detaljerte kart i **vedlegg 6.1.1**. Kilde: Norgeskart.

2.2 Indekser benyttet

Denne rapporten gjør rede for bunndyrundersøkelser i 2020, 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 offisielle klassegrenser for (Direktoratsgruppa 2018), 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 2020-undersøkelsene, som er det fjerde 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 ser dette ut til å skille påvirkning fra steinindustrien fra påvirkninger som skyldes landbruk og spredte avløp.

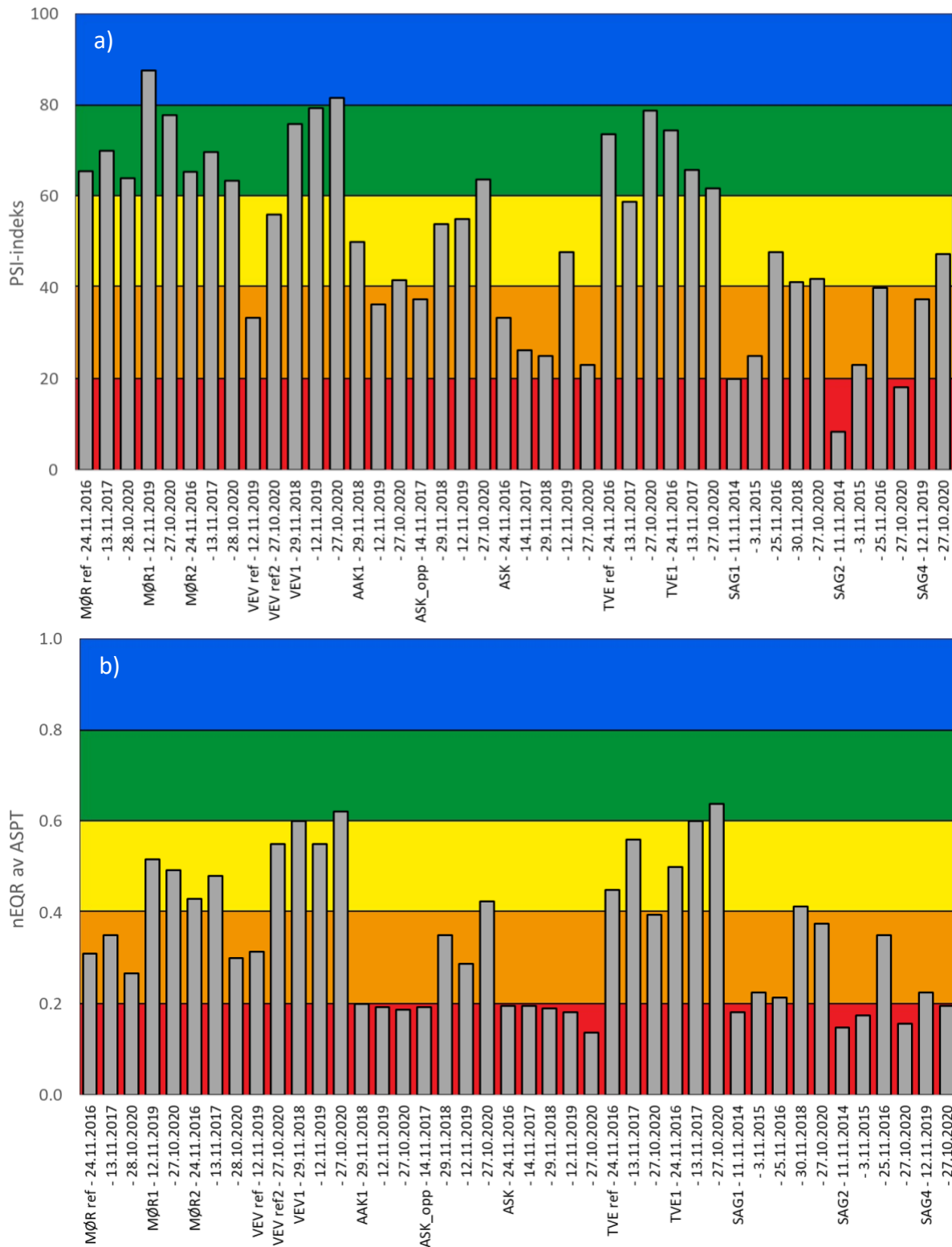
3.1 Område vest - Tvedalen

Resultater fra beregning av PSI- og ASPT-indeksen for 2020 er vist i **Figur 2**. Indeksen ble også beregnet for tidligere år for de stasjonene der data på dette var tilgjengelig.

3.1.1 Tvedalen vest

MØR1 og *MØR2* drenerer den nord-vestre delen av Tvedalen vest og så i 2020 ut til å være minimalt påvirket av sediment basert på resultatene fra PSI-indeksen, som viste det samme som referansestasjonen *MØR ref*. Dette stemmer med turbiditetsmålingene ved den nærliggende målestasjonen (Mørjebekken; se kart i **kapittel 6.1.1**), som ikke viser noen overskridelser av grenseverdiene i 2020. Forholdene ser ut til å ha vært relativt stabile over de siste årene. Referansestasjonen *MØR ref* var sammen med *MØR2* i dårlig tilstand, og *MØR1* var i moderat tilstand i 2020 i henhold til ASPT, noe som indikerer organisk belastning. For alle tre kan dette skyldes at stasjonene kan påvirkes av landbruk og bebyggelse. *MØR ref* og *MØR2* kan også være påvirket av den nærliggende Mørjevegen.

TVE1 drenerer nord-østre delen av Tvedalen vest, *TVE ref* ligger i samme bekk oppstrøms avrenning fra bruddet. *TVE ref* og *TVE1* er begge to lite påvirket av sedimentasjon (PSI-indeksen), dette har vært ganske stabilt i 2016/2017 samt ved undersøkelsen i 2020. Ved *TVE1* antydes en nedadgående trend i PSI-indeksen (økende sedimentasjon), og stasjonen nærmer seg nå god/moderat-grensen, men dette kan skyldes måleusikkerhet. Turbiditetsmålingene fra den nærliggende målestasjonen (Tvedalen 1; se kart i **kapittel 6.1.1**) viser noen overskridelser av grenseverdier i 2020. Organisk belastning (ASPT-indeksen) har ved *TVE1* vippet ligget rundt god/moderat-grensen og var i 2020 i god tilstand. *TVE ref* har vippet rundt moderat/dårlig-grensen, og var i 2020 i dårlig tilstand. Det er ikke veldig tydelig forskjell mellom *TVE ref* og *TVE1* hvis vi ser de tre undersøkelsesårene samlet, men det er mulig landbruket like ved *TVE ref* påvirker denne stasjonen noe mer enn *TVE1*, ikke minst ettersom *TVE ref* er en relativt mye mindre bekk, og det blir fortyningseffekt på eventuell organisk avrenning når vi kommer ned til stasjonen *TVE1*. Men det er såpass små forskjeller at det ikke er mulig å si med sikkerhet at dette ikke skyldes måleusikkerhet.



Figur 2. a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner som ble prøvetatt i Tvedalen i 2020, og fra samme stasjoner tidligere år der data var tilgjengelig. Bakgrunnsfargene indikerer påvirkningstilstand i henhold til kategoriene i **Tabell 2**. Stasjonens kortnavn er angitt ved den første prøven fra stasjonen (lengst til venstre i figuren), ved senere prøver er bare dato angitt.

3.1.2 Vevjeåsen

VEV *ref* var i 2019 tenkt som en ny referansestasjon for flere av stasjonene i Tvedalen-området (de som ikke er påvirket av landbruk), men resultatene fra 2019 tilsa at stasjonen var tydelig påvirket av sediment (PSI-indeksen), og også tilstanden basert på ASPT var dårlig. I 2020 ble stasjonen flyttet noen hundre meter oppstrøms, til en brattere del oppstrøms strømlinja, og denne nye stasjonen kalles VEV *ref2*. VEV *ref2* viser i 2020 moderat sedimentasjon og organisk belastning, det vil si noe mindre påvirkning enn hva VEV *ref* viste i 2019, men også her er det usikkert om vannføringen kan bli for lav i perioder, slik at dette negativt påvirker bunndyrsamfunnet.

VEV1 var bare lettere sedimentert i 2018 og 2019, i det er stort sett samme resultat i 2020. Avrenning fra bruddet i Vevjeåsen infiltreres naturlig i grunnen før det når VEV1, noe som trolig bidrar til den gode indeksverdien her. I perioder er det hogst i området, og dette kan påvirke bunndyrforholdene i perioder, men i 2020 så vi ikke tegn på hogst i nærområdet og heller ikke noen negativ påvirkning på bunndyrsamfunnet. VEV1 er i god tilstand med tanke på ASPT i 2020, og har i alle tre undersøkelsesår ligget og vippt over og under god/moderat-grensa, noe som styrker inntrykket av at denne lokaliteten er relativt lite påvirket.

3.1.3 Aak

For AAK1, som drenerer Aak, viser PSI-indeksen moderate effekter av sedimentasjonspåvirkning, mens ASPT-indeksen tilsier svært dårlig tilstand. Dette har vært stabilt i 2018, 2019 og 2020. Det er ferdigstilt et stort sedimentasjonsbasseng i Aak-bruddet, men bekken og prøvepunktet mottar også avrenning fra internveien i området og 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 tydelig påvirket av sedimentering. PSI- og ASPT-indeksen har vist en bedring i 2018-2020 i forhold til tidligere målinger ved ASK_opp. Dette stemmer godt med tidspunktet for etablering av det nye sedimentasjonsbassenget rett oppstrøms, som kom i drift fra midten av mai 2018.

ASK, stasjonen nedstrøms hovedveien, viste en bedring i sedimentasjonsforholdene (PSI) i 2019 i forhold til tidligere resultat, men i 2020 viser PSI igjen tydelig påvirkning fra sedimentasjon. 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.

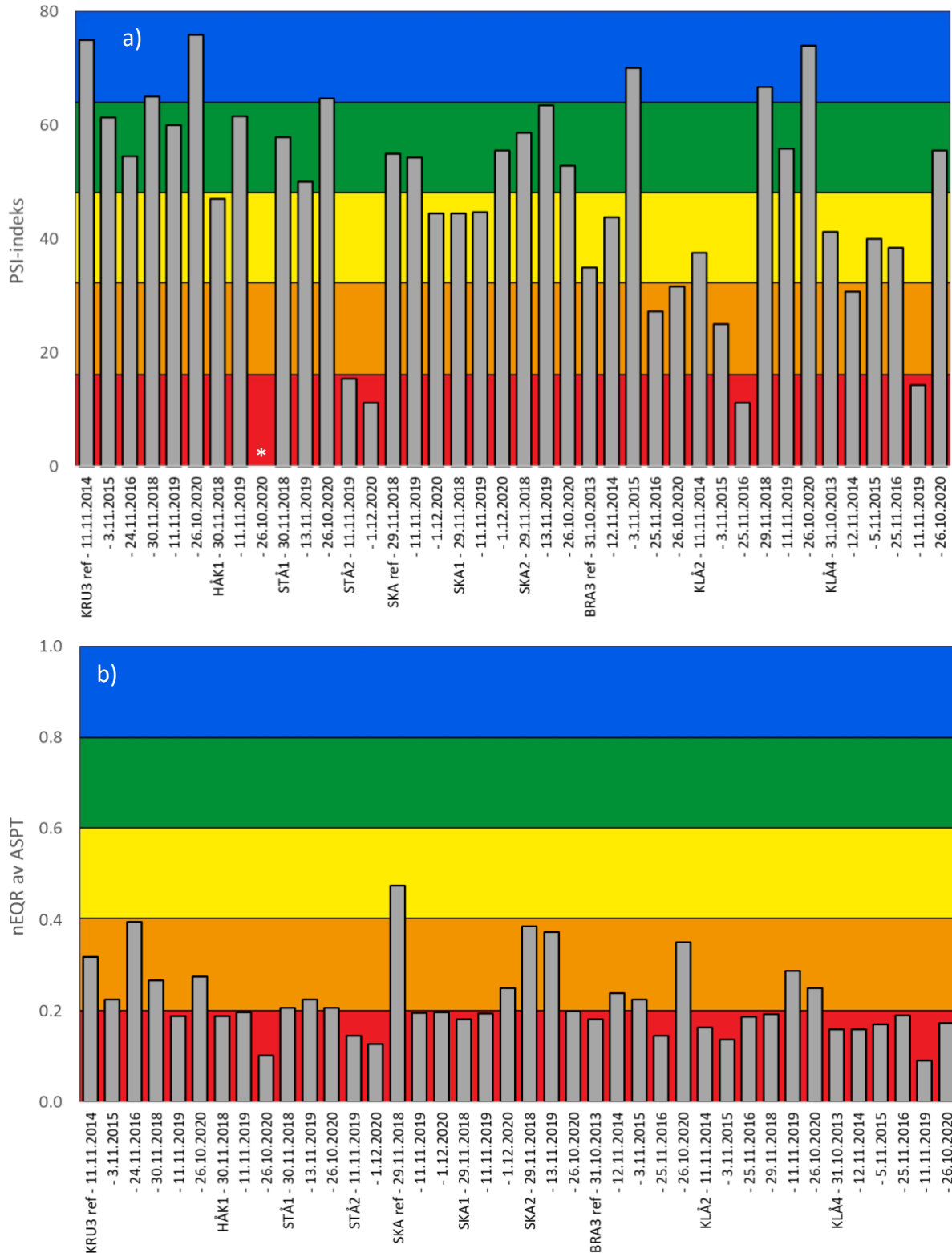
3.1.5 Saga Pearl

Saga Pearl drenerer ned mot Hallevannet via de tre bekkene der stasjonene SAG1, SAG2 (mot syd) og SAG4 (mot øst) er plassert. De siste prøvene fra SAG1, fra 2016, 2018 og 2020, viser en moderat påvirkning av finsediment og en bedring fra 2014 og 2015. Dette skyldes antagelig at det har vært begrenset aktivitet her de siste årene (pers med. Magne Martinsen ved Lundhs). Turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen (Saga Pearl Vest; se kart i **vedlegg 6.1**) viser dog på noen

overskridelser av grenseverdier i 2020. Resultatene fra SAG2 viste også moderat påvirkning av finsediment og en bedring i 2016 fra tidligere år, men i 2020 viser de igjen kraftig påvirkning av finsediment. Dette til tross for at den nærliggende målestasjonen (Saga Pearl Øst; se kart i **vedlegg 6.1**) ikke viser noen overskridelser av grenseverdier i 2020. Det var veldig stillestående vann og mye fint bunnssubstrat (**vedlegg 6.3** og **6.4**) ved SAG2 under prøvetakingen i 2020, noe som kan påvirke bunndyrene og indeksene negativt. SAG2 er, som ASK, preget av store mengder finpartikulært materiale, og det bør vurderes hvorvidt tiltak bør iverksettes for å restaurere substratforholdene i bekken. ASPT-indeksen har gitt lignende resultat som PSI-indeksen ved SAG1 og SAG2, med en noe bedret tilstand etter 2016. Denne bedringen er stabil ved SAG1 men viser en forverring ved SAG2 i 2020. Resultatene fra 2020 indikerer at SAG4 er påvirket av finsediment, men med mer moderat påvirkning i 2020 enn i 2019. Turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen (Kryssgardssetra; se kart i **vedlegg 6.1**) viser ikke noen overskridelser av grenseverdier i 2020. Beregninger av ASPT-indeksen tilsier at SAG4 var i svært dårlig tilstand i 2020, uten at det er landbruk i nærheten som kan være årsaken. Det ser altså ut til å være noe som påvirker denne stasjonen veldig 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 2020 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 2020, og fra samme stasjoner tidligere år der data var tilgjengelig. Bakgrunnsfargene indikerer påvirkningstilstand i henhold til kategoriene i **Tabell 2**. Stasjonens kortnavn er bare angitt ved den første prøven fra stasjonen (lengst til venstre i figuren), ved senere prøver er bare dato angitt. *Resultatet fra PSI-indeksen ved HÅK1 i 2020 er null.

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 bare lettere sedimentert i alle år. At den tidvis ser ut til å være noe påvirket av finsedimenter 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. Også stasjonen *HÅK1* har tidligere vist moderat (2018) og lettere (2019) påvirkning av finsedimenter, men i 2020 var bunndyrene kraftig redusert og resultatene indikerer kraftig sedimentasjon. De har slitt med kapasiteten på sedimenteringsbassenget i Håkestad, men fra sent på høsten 2020 pumpes vannet rundt til andre enden av bruddet og gjennom ett stort sedimentasjonsbasseng på vei ut (pers med. Stephan Kleive ved Larvik Granite). ASPT i 2020 viser lignende resultater som i 2018-2019 med svært dårlig tilstand, dog er det også her en lavere nEQR-verdi i 2020 sammenliknet med de to foregående årene.

Ved *STÅ2* indikerer PSI-indeksen kraftig sedimentering i 2019 og i 2020. Dette skyldes dog trolig ikke avrenning fra Stålaker, ettersom PSI-indeksen ved stasjonen i sidebekken fra Stålaker, *STÅ1*, viste kun moderat sedimentering samme år. Turbiditetsmålingene ved den nærliggende målestasjonen (Stålaker; se kart i **vedlegg 6.1.1**) viser heller ikke noen overskridelser av grenseverdiene i 2020. Hovedbekken er mer roligflytende, nesten stillestående, 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*. 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 lettere til moderat påvirkning av finsediment, inklusive referansestasjonen *SKA ref* (**figur 3**). Resultatene indikerer at avrenning fra Skallist ikke har negativ påvirkning på bunndyrene her. Alle tre stasjoner er i svært dårlig tilstand basert på ASPT i 2020, og har hatt tilsvarende dårlige resultat tidligere. *SKA2* var nylig grøftet ved prøvetakingen i 2020 (se stasjonsbilder i **vedlegg 6.4**), noe som kan forklare den noe dårligere tilstanden i 2020 sammenliknet med 2018-2019. Disse stasjonene er negativt påvirket av omkringliggende landbruk/spredte avløp da de ligger midt i et stort landbruksområde, og det er forventet at dette vil kunne påvirke resultatene.

3.2.3 Klåstad mot Klåstadbekken

Stasjonene *KLÅ2* og *KLÅ4* drenerer Klåstad mot henholdsvis nord og sør, stasjonene har vært overvåket i flere år, *BRA3 ref* er tenkt som referansestasjon. Fra 2017 har avrenningen fra bruddet mot nord gått via en sedimentasjonsdam i det gamle bruddet Blokksten. Dette ser ut til å ha hatt en klar effekt ved *KLÅ2*, som fra 2018 har vist mindre påvirkning fra finsediment enn tidligere, og bedringen her er betydelig. Turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen (Klåstad N; se

kart i **vedlegg 6.1**) viser dog en del overskridelser av grenseverdier i 2020, men ikke nok til at det har hatt en tydelig negativ effekt på bunndyrene.

KLÅ4 ligger i en sidebakk som renner ut på sørsiden av Klåstad-bruddet, og deretter inn i Klåstadkilen. Her var det opprinnelig kun avrenning fra Brattås deponi, men siden 2016 har vann fra steinbruddet blitt omdirigert til et nytt sedimentasjonsbasseng oppstrøms *KLÅ4*. Stasjonen ble ikke undersøkt de første årene etter installasjon av sedimentasjonsbassenget, og viste i 2019 en forverring av tilstanden både basert på PSI og ASPT. En mulig forklaring til forverringen ved *KLÅ4* i 2019, selv om dette var etter etablering av renseanlegg, kan være at det ble gravd mye på jordet som ligger nord for punktet i 2019 (pers med. Magne Martinsen ved Lundhs). I 2020 viser *KLÅ4* kun lettere påvirkning av finsedimenter, dette er det minst påvirkede resultatet siden prøvetakingene av bunndyr startet i 2013 og tyder på at sedimentasjonsdammen nå har hatt en positiv effekt. Turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen (Klåstad S; se kart i **vedlegg 6.1**) viser dog noen overskridelser av grenseverdier i 2020.

KLÅ2 og *KLÅ4* er begge mindre påvirket av finsediment enn referansestasjonen *BRA3 ref* i 2020. *BRA3 ref* er en dreneringsgrøft med takrørbelte (som jevnlig fjernes) midt i jordbruksområde, den har også til tider veldig begrenset vannføring og stasjonen er ikke en god referanse, men har vært det beste som har vært tilgjengelig i området.

BRA3 ref, *KLÅ2* og *KLÅ4* var alle i dårlig til svært dårlig tilstand i 2020 basert på ASPT. Det er en antydning til bedring fra tidligere år ved *BRA3 ref*, men resultatene tyder fortsatt på betydelig påvirkning fra landbruk og eventuelt spredte avløp.

3.3 Andre observasjoner

På stasjonen *SKA2* ble det i 2018 funnet en vårflue-larve som kunne være av arten *Tinodes pallidulus* (McLachlan, 1878), som ikke tidligere var registrert i Norge. I 2019 fant vi et nytt individ som ble bestemt til *T. 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 sikre på identifikasjonen og funnene er publisert (Person og Wiberg-Larsen, 2020). I 2020 fant vi hele åtte individer av *T. pallidulus* i en av prøvene, nå fra stasjon *KRU3 ref*. Denne arten er funnet 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* (McLachlan, 1878) 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

Områdene er generelt påvirkede og som i tidligere år er det vanskelig å finne bra referansestasjoner med stabil vannføring. Det er store variasjoner i driftsforholdene blant bruddene i denne undersøkelsen, noe som også viser seg i store variasjoner i effekter på bunndyr i de ulike bekkene som er påvirket av avrenning fra brudd og deponier. Ved flere stasjoner har vi også observert positive endringer i bunndyrforholdene over tid, som følge av endringer i driften.

Ved *ASK_opp* i Askedalsebekken ved Tvedalen ser tilstanden ut til å ha blitt bedre etter etablering av rensbasseng oppstrøms. Dette så vi tegn på allerede i 2018 ved *ASK_opp*. Men ved den mer stillestående stasjonen *ASK* ser effekten av finsediment fortsatt ut til å være betydelig, tross en liten bedring i 2019, og tilstanden i 2020 er like dårlig som tidligere år. Her anbefales det videre oppfølging for å se om *ASK* fortsetter å være påvirket, og for å vurdere behovet for eventuelle tiltak (hovedsakelig fjerne sedimentert finstoff). Også på *KLÅ2* 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 bekken. Ved *KLÅ4*, som mottar avrenningsvann sørover fra Klåstad, ble det i 2016 installert et nytt rensbasseng. Resultatene fra 2019 viser dårligere sedimentasjonstilstand enn de tidligere prøven (sist prøvetatt i 2016) med dette kan ha vært påvirket av arbeid på den nærliggende åkeren i 2019, og resultatene fra 2020 viser en klar bedring, og lavest registrerte påvirkning av finsediment ved stasjonen til nå.

I Tvedalen har en del av bruddene relativt liten aktivitet, og bekkene i dette området ser ut til å være relativt lite påvirket av avrenning fra bruddene. Stasjonene *VEV1*, *TVE1*, *MØR1* og *MØR2* virker alle å være bare litt/ikke påvirket av sedimentasjon. *AAK1* kan ha moderate effekter av sedimentasjonspåvirkning, men er muligens også påvirket av avrenning fra et skrotdeponi og/eller nærliggende bolighus.

SAG1 har vist tre år med lavere påvirkning fra sedimentasjon enn tidligere, mens *SAG2* viser ikke noen bedring i sedimentasjonstilstand. Hvis det ikke kommer en bedring her, bør det vurderes tiltak (hovedsakelig fjerne sedimentert finstoff). Som i 2019 var resultatene ved *SAG4* vanskelige å tolke, og det blir viktig å følge opp denne stasjonen framover. Ved *SAG4* peker PSI-indeksen på sedimentasjonspåvirkning, men Saga Pearl-bruddet med avrenning denne veien har hatt begrenset aktivitet de siste årene. Turbiditetsmålingene her viser hele tiden under grenseverdiene og feltundersøkelsen viste ingen tegn til sedimentering (**vedlegg 6.3 og 6.4**). Også ASPT-indeksen viste dårlig tilstand for organisk forurensing, noe som er merkelig ettersom området domineres av bruddet og av skog. Det bør undersøkes hvorvidt andre faktorer (eventuelt pH, metaller) påvirker denne stasjonen.

I Tjølling-området er det også flere stasjoner som ser ut til å være lite påvirket av bruddaktivitet, mens alle er mer eller mindre påvirket av landbruk (også referansestasjonene *KRU3 ref*, *SKA ref* og *BRA3 ref*). Stållåker viser ikke tydelige tegn til negative effekter av avrenning, *STÅ1* har vist moderat/lettere påvirkning av sedimenter, altså det samme som referansestasjonene i området. Ved *STÅ2* indikerer PSI-indeksen kraftig sedimentering i 2020, men dette skyldes trolig ikke avrenning fra Stållåker, ettersom *STÅ1* (første stasjon som mottar avrenning fra Stållåker) ikke viser tydelige tegn på negative effekter av finsediment. Ved *STÅ2* er vassdraget veldig sakteflytende, noe som sammen med det omgivende landbrukslandskapet kan ha tydelige negative effekter på bunndyrsamfunnet.

Skallist ser heller ikke ut til å påvirke bunndyrfaunaen negativt, og både SKA1 og SKA2 viste moderat påvirkning fra sediment (samme som referansestasjonen). Håkestad, ved HÅK1, viser veldig høy påvirkning fra finsedimenter i 2020 sammenliknet med tidligere år, og denne endringen bør følges opp. Det er ingen turbiditetsmålinger herfra, så hvorvidt dette kommer fra bruddet er usikkert.

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 kan 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. I tillegg er mange av bekkene i undersøkelsen relativt små, noe som gir større risiko for påvirkning av bunndyrsamfunnet på grunn av for eksempel tørke, varmeperioder eller andre episodiske hendelser. 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 2021

Retningslinje ved vurdering av overvåkingen av stasjonene: *Nye stasjoner og stasjoner med endret påvirkning fra steinbrudd (PSI indeksen viser betydelig forskjeller mellom prøvetakinger) prøvetas hvert år i minst 3 år. Hvis tilstanden (ifølge PSI) har vært stabil i tre år er det nok å prøveta disse stasjonene hvert 3. år. Ved driftshvile kan det vurderes lengre intervaller, opp mot hvert 6. år (gitt ingen endringer i driften eller avrenningsmønstre i denne perioden).*

Det er viktig at det informeres om endringer i driftsaktivitet i bruddene ved stasjonene som ikke prøvetas hvert år.

Det er merkelig at ASPT er så lav ved flere tilsynelatende upåvirkede stasjoner i område Vest, Tvedalen, her anbefales at utvide overvåkingen med pH-målinger, og eventuelt også med vannprøver i 2021.

MØR1, MØR2, VEV1, TVE1 og SAG1 i område Vest, Tvedalen, har nå vært prøvetatt i programmet i minst 3 år, påvirkningen fra finsediment har vært stabil i denne perioden og det anbefales å fortsette overvåkingen ved disse stasjonene hvert 3. år. AAK1 har vært tydelig påvirket, men stabil i 3 år, så her anbefales også overvåking hvert 3. år.

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

Ved Saga Pearl anbefales det å fortsette prøvetaking ved *SAG2* og *SAG4*. *SAG2* viser relativt stor årlig variasjon, og en forverring i 2020 sammenliknet med siste prøvetaking i 2016. *SAG2* domineres i likhet med *ASK* av store mengder finsediment og også her må det vurderes eventuelt behov for tiltak. Tross at det er usikkert om vannføringen er stor/stabil nok ved referansestasjonen *VEV ref2* anbefaler vi prøvetaking her i 2021 som referanse til *SAG2*, men helst bør det finnes en alternativ bekk å ta en ekstra referanseprøve i hvis vannføringen ved *VEV ref2* vurderes som dårlig ved feltarbeidet. *SAG4* bør følges opp i et 3. år, denne viser også tydelige tegn på påvirkning, og det er uklart hva som er årsaken til dette.

I område øst, Tjølling, har *STÅ1*, *SKA1*, *SKA2* og *KLÅ2* vært lite påvirket av steinbruddene i 3 år og her anbefaler vi nå prøvetaking hvert 3. år. *STÅ2* har vært veldig påvirket i 2 år, men dette skyldes mest sannsynlig landbruk og ikke utslipp fra Stålåker, så her anbefales også prøvetaking hvert 3. år sammen med *STÅ1*.

For Klåstad er situasjonen betydelig forbedret etter at vannet nordover går gjennom rensebassenget ved det nedlagte Blokkstenbruddet og *KLÅ2* har vist en klar bedring i sedimentasjonstilstand i 2018-2020 sammenliknet med tidligere. Det ser fortsatt ut til å være betydelig påvirkning av landbruk i området, men det anbefales å redusere overvåkingen for påvirkning av steinindustrien til prøvetaking hvert 3. år for *KLÅ2* (men oftere ved betydelige endringer i driftsaktivitet eller avrenningsmønster). *KLÅ4* mottar avrenning fra Klåstad mot sør, og viser i 2020 klart mindre påvirkning fra finsediment enn tidligere, men stasjonen bør foreløpig følges opp årlig for å se hvorvidt bedringen i tilstand er stabil etter etablering av rensebasseng oppstrøms (etter et dårlig resultat i 2019).

Den kraftige forverringen ved *HÅK1* i 2020 bør følges opp årlig i en periode før å se etter en bedring i sedimentasjonstilstand med den nye løsningen ved Håkestad.

BRA1 har hatt for lite vann også tidligere år og bør ikke inkluderes i overvåkingen videre.

Det er driftshvile ved steinbruddet ved Krukåsen og stasjonene her (*KRU1* og *KRU4*, senest med i 2016) er ikke aktuelle for prøvetaking før i 2022, når det er seks år siden sist.

Så langt det ikke skjer noen endringer i drift eller avrenningsmønstre i andre områder er de åtte stasjoner som er anbefalt for prøvetaking i 2021 presentert i **Tabell 3**.

Tabell 3. Preliminært prøvetakingsprogram i 2021.

Nr	Område	Navn	Kortnavn	Latitud	Longitud	Tilkoblet	Kommentar
1	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen ref2	VEV ref2	59.06014	9.85663	Lundhs	Referanse SAG
2	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.03237	9.85401	Lundhs	Referanse ASK, følger opp forendring
3	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken	ASK	59.02991	9.85487	Lundhs	Følger opp forendring
4	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 2	SAG2	59.03310	9.89690	Lundhs	Følger opp forendring
5	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 4	SAG4	59.04059	9.89787	Lundhs	År 3 i overvåkingen
6	Øst, Tjølling	Håkestad 3	KRU3 ref	59.08346	10.11401	LG & Lundhs	Referanse HÅK1
7	Øst, Tjølling	Håkestad 1	HÅK1 ref	59.08021	10.11585	LG	Følger opp forendring
8	Øst, Tjølling	4 Klåstad S	KLÅ4	59.05998	10.17141	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. NIVA rapport 5621, s. 13.
- Bønsnes, T.E., J. Bogen, og F. Wenger. 2009. «Sedimenttransport i vassdrag påvirket av steinbruddvirksomhet i Larvik kommune». NVE-oppdragsrapport 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-oppdragsrapport A 1, 203 s.
- Direktoratsgruppa (2018) Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet.
- 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.
- Persson, J. & Wiberg-Larsen, P. (2020) First records of the species *Tinodes pallidulus* (McLachlan, 1878) in Norway (Trichoptera, Hydropsychoidea, Psychomyiidae). *Norwegian Journal of Entomology* 67, 97-100.
- 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. 2018. Tiltaksorientert overvåking av Larvikittbruddene i Larvik kommune i 2017. NIVA-notat
- Persson, J., Lindholm, M. og Ranneklev, S.B. 2019. Tiltaksorientert overvåking av Larvikittbruddene i Larvik kommune i 2018. NIVA-notat

Persson, J. 2020. Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2019. NIVA-rapport 7470-2020

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 2020.

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 v 1 og **Tabell v 2**, samt **Figur v 1** og **Figur v 2** 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 ref2* er ny stasjon for 2020 i området vest, Tvedalen. Også *VEV1* burde som i 2018-2019 kunne tjene som referanse i Tvedalen da vann fra bruddet infiltreres i grunnen.

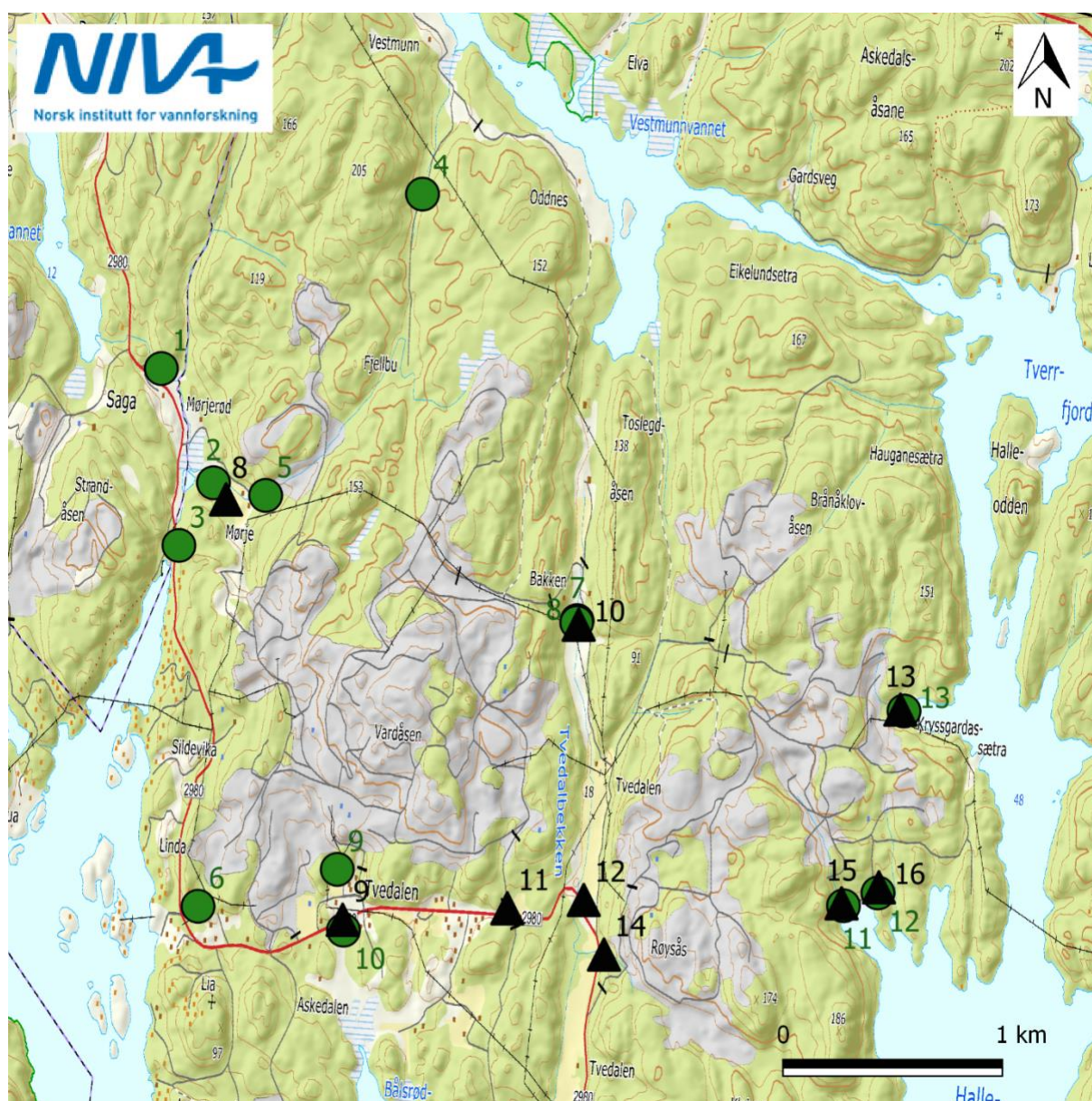
I østre område (Tjølling) er *KRU3 ref*, *SKA ref* og *BRA3 ref* referansestasjoner. *SKA ref* er en relativ stor bekk/elv og tjener som referanse for *SKA1* som ligger lenger nedstrøms. *KRU3 ref* er størrelsesmessig mer lik de andre stasjonene i området. *BRA3 ref* er en dreneringsgrøft med takrørbelte (som jevnlig fjernes) midt i jordbruksområde, den har også til tider veldig begrenset vannføring og stasjonen er ikke en god referanse.

Tabell v 1. Stasjonsoversikt med koordinater (WGS84).

Nr	Område	Lokalområde	Navn	Kortnavn	Latitud	Longitud
1	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken ref	MØR ref	59.0522	9.8370
2	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken 1	MØR1	59.0477	9.8419
3	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Mørjebekken 2	MØR2	59.0451	9.8395
4	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen ref2	VEV ref2	59.0601	9.8566
5	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen 1	VEV1	59.0474	9.8461
6	Vest, Tvedalen	Aak	Aak 1	AAK1	59.0304	9.8432
7	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Tveidalen ref	TVE ref	59.0434	9.8717
8	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Tveidalen 1	TVE1	59.0432	9.8718
9	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.0324	9.8540
10	Vest, Tvedalen	Tveidalen	Askedalsbekken	ASK	59.0299	9.8549
11	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 1	SAG1	59.0325	9.8943
12	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 2	SAG2	59.0331	9.8969
13	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 4	SAG4	59.0406	9.8979
14	Øst, Tjølling	Krukåsen	Håkestad 3	KRU3 ref	59.0835	10.1140
15	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad 1	HÅK1	59.0802	10.1159
16	Øst, Tjølling	Stålåker	Stålåker 1	STÅ1	59.0744	10.1153
17	Øst, Tjølling	Stålåker	Stålåker 2	STÅ2	59.0749	10.1229
18	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist ref	SKA ref	59.0794	10.1800
19	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 1	SKA1	59.0787	10.1801
20	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 2	SKA2	59.0763	10.1775
21	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	1 Brattås deponi	BRA1	59.0585	10.1689
22	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	3 Brattås deponi	BRA3 ref	59.0595	10.1753
23	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 2	KLÅ2	59.0682	10.1770
24	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 4	KLÅ4	59.0600	10.1714

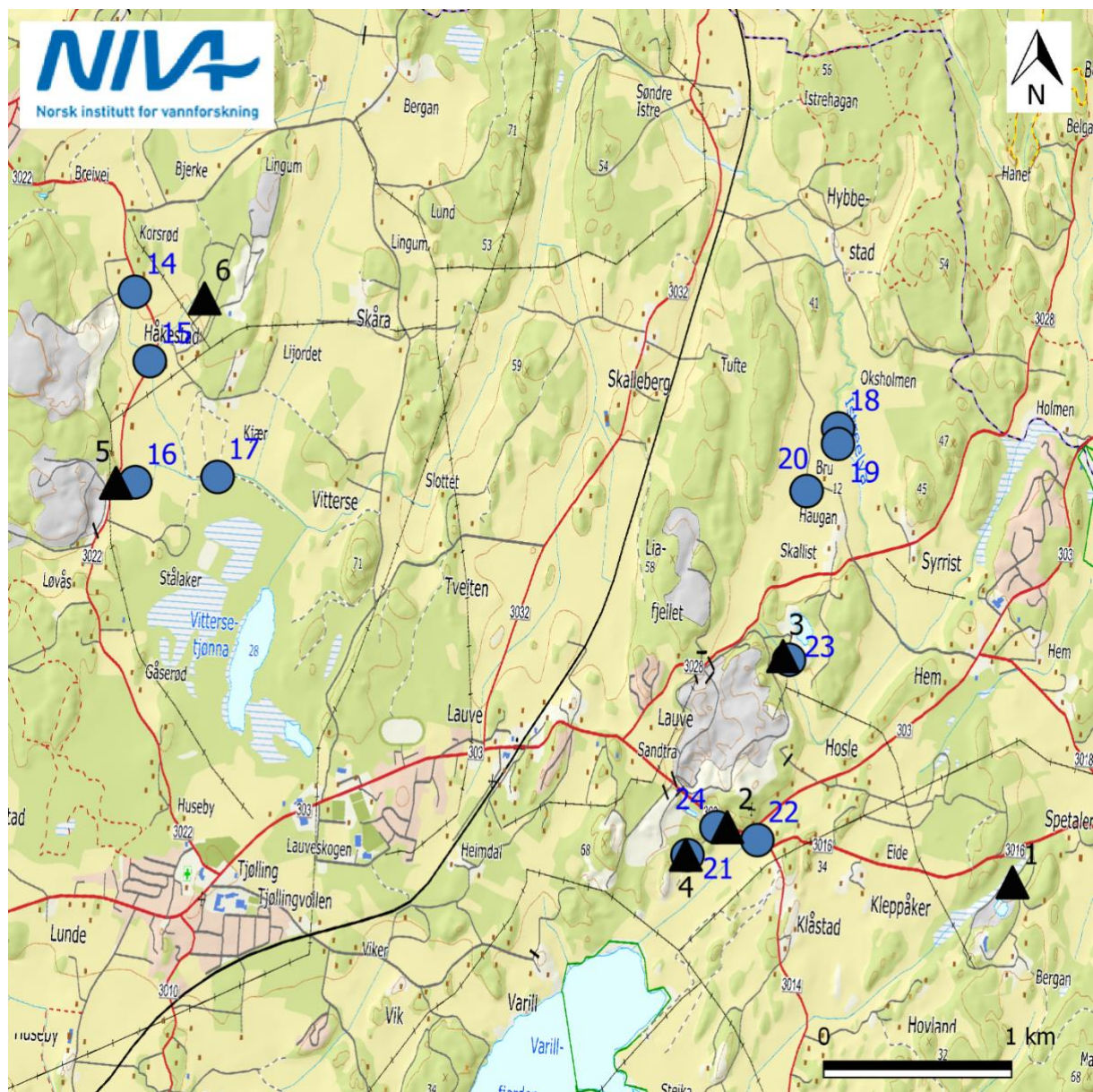
Tabell v 2. Målestasjonsoversikt for turbiditetsmålinger

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 v 1. Detaljert kart over plassering av stasjoner ved Tvedalen, område vest, for bunndyr (grønne sirkler). Grønne tall ved sirklene identifiserer prøvetakingsstasjonene i henhold til **Tabell v 1**. Turbiditetsmålinger gjøres ukentlig ved de ulike stasjonene (svart trekant), sorte tall ved trianglene identifiserer målestasjonene i henhold til

Tabell v 2.



Figur v 2. Detaljert kart over plassering av stasjoner ved Tjølling, område øst, for bunndyr (blå sirkler). Turbiditetsmålinger gjøres ukentlig ved de ulike stasjonene (svart trekant). Blå tall ved sirkelene identifiserer prøvetakingsstasjonene ifølge **Tabell v 1**. Turbiditetsmålinger gjøres ukentlig ved de ulike stasjonene (svart trekant), sorte tall ved triangelene identifiserer målingsstasjonene i henhold til

Tabell v 2.**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). Stasjonene i denne undersøkelsen ble prøvetatt om høsten. 20 stasjoner ble prøvetatt 26-28. oktober i 2020. Prøvetakingen falt sammen med en periode med mye regn og det var derfor en del turbiditet i mange av bekkene. Ved stasjonene *SKA ref*, *SKA1* og *STÅ2* var det før mye vann for prøvetaking ved feltrunden i oktober, prøvene herfra ble tatt 1. desember 2020. Ved stasjon *BRA1* var det, tross mye regn ved prøvetakingstidspunktet, veldig lite vann og det var ikke mulig å prøveta her.

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 ¼ 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 ½ 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 vektning.

6.2 Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2020

Taksagruppe	Navn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24
		MØR ref 28.10.2020	MØR1 27.10.2020	MØR2 28.10.2020	TVE ref 27.10.2020	TVE1 27.10.2020	ASK_opp 27.10.2020	ASK 27.10.2020	VEV ref2 27.10.2020	VEV1 27.10.2020	AAK1 27.10.2020	SAG1 27.10.2020	SAG2 27.10.2020	SAG4 27.10.2020	KRU3 ref 26.10.2020	HÅK1 26.10.2020	STÅ1 26.10.2020	STÅ2 01.12.2020	SKA ref 01.12.2020	SKA1 01.12.2020	SKA2 26.10.2020	BRA3 26.10.2020	KLÅ2 26.10.2020	KLÅ4 26.10.2020
Arachnida	Acari					2			12			1		1										
Bivalvia	Sphaeriidae	200		68	1	8		92	8		2	136	21	1	1	22		8	1	6	46	8576		
Coleoptera	Dytiscidae lv.							1				1									2	16		
Coleoptera	Elmidae lv.			22															1					
Coleoptera	Elmis aena ad.																			8				
Coleoptera	Elmis aena lv.	1		12																156	1		1	
Coleoptera	Elodes lv.	4												1							1			
Coleoptera	Hydraena ad.																		1	5	6		1	
Coleoptera	Oulimnius lv.	1		8															34	30	1			
Coleoptera	Oulimnius tuberculatus ad.			1															1					
Coleoptera	Scirtidae lv.									1														
Crustacea	Asellus aquaticus																		20	20				
Diptera	Ceratopogonidae	40	1	30	8	3	1		28	12		6	30			1		2	2		58	12	6	2
Diptera	Chironomidae	180	30	220	46	50	46	156	236	88	124	416	15	84	72	3	60	8	22	86	284	2304	72	36
Diptera	Culicidae												1											
Diptera	Dicranota		6		10	40	3		6	28	68	2		6	26		12				22		2	
Diptera	Diptera	1										1	2				6					8		
Diptera	Empididae	30		12		1			1	12		1								14				1
Diptera	Limoniidae/Pediciidae	1	1		1	18	1	6	2		10			2	14						2	8	6	1
Diptera	Pericoma				1												1			12	1			
Diptera	Simuliidae	42	2	14	144	328	4		28	416	24	56		72	52		20		1	192	50	4		
Diptera	Tipula	2			1	3	2				1		2	1			3	1		1	3		2	3
Ephemeroptera	Baetidae							1							2		1		1					
Ephemeroptera	Baetis niger																		1				5	

Taksagruppe	Navn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24
		MØR ref	MØR1	MØR2	TVE ref	TVE1	ASK_opp	ASK	VEV ref2	VEV1	AAK1	SAG1	SAG2	SAG4	KRU3 ref	HÅK1	STÅ1	STÅ2	SKA ref	SKA1	SKA2	BRA3	KLÅ2	KLÅ4
		28.10.2020	27.10.2020	28.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	26.10.2020	26.10.2020	26.10.2020	01.12.2020	01.12.2020	01.12.2020	26.10.2020	26.10.2020	26.10.2020
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>	1	2		22	24	6			112		1			22				18	20	26		18	
Ephemeroptera	<i>Baetis</i>		1		14	12	14			88					20				6	22	58		8	
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>		1																1					1
Ephemeroptera	<i>Cloeon</i>							10																
Ephemeroptera	<i>Leptophlebia</i>				1																			
Ephemeroptera	Leptophlebiidae								2										1					
Gastropoda	<i>Ancylus fluviatilis</i>																		1	8				
Gastropoda	<i>Gyraulus</i>	1		1									2						1	24				
Gastropoda	<i>Hippeutis complanatus</i>								2	1														
Gastropoda	Lymnaeidae												6											
Gastropoda	Planorbidae										1													
Gastropoda	<i>Radix labiata/balthica</i>	1				1									1	14		2	6	28	36		1	
Gastropoda	<i>Radix</i>				2																			
Heteroptera	Corixidae						1																	
Hirudinea	<i>Erpobdella</i>	18		2															1		1			
Hirudinea	<i>Glossiphonia complanata</i>			1															1					
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia Ad.</i>			2					1	2					1				1	2	6			
Megaloptera	<i>Sialis fuliginosa</i>			1																				
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	36	16	14	14	44	8	6	76	80	400	100	27	28	44	320	28	160	132	22	90	96	24	62
Plecoptera	<i>Amphinemura borealis</i>					6																		
Plecoptera	<i>Amphinemura</i>	38		64						10														
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>		12		8	8			1	56		1								1				
Plecoptera	<i>Capnopsis schilleri</i>				1																			
Plecoptera	<i>Isoperla</i>	30		2																				
Plecoptera	<i>Leuctra hippopus</i>		1		90	168	1																	
Plecoptera	<i>Leuctra nigra</i>					12			1	20														

Taksagruppe	Navn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24
		MØR ref	MØR1	MØR2	TVE ref	TVE1	ASK_opp	ASK	VEV ref2	VEV1	AAK1	SAG1	SAG2	SAG4	KRU3 ref	HAK1	STÅ1	STÅ2	SKA ref	SKA1	SKA2	BRA3	KLÅ2	KLÅ4
		28.10.2020	27.10.2020	28.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	27.10.2020	26.10.2020	26.10.2020	26.10.2020	01.12.2020	01.12.2020	01.12.2020	26.10.2020	26.10.2020	26.10.2020
Plecoptera	<i>Leuctra</i>								1	48														
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>																		2	10	3			
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>						1					1	1											
Plecoptera	<i>Nemoura</i>				1		2		2		24	36											2	
Plecoptera	Nemouridae						1		60	1	84	104		216							1	32		
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>				2		3		6		10	68		6			1							
Plecoptera	<i>Plecoptera</i>					2			2	16		6		12							1			
Trichoptera	<i>Beraeodes pullata</i>																					4		
Trichoptera	<i>Crunoecia irrorata</i>									1														
Trichoptera	<i>Hydropsyche angustipennis</i>			2															12				2	
Trichoptera	<i>Hydropsyche siltalai</i>	8																						
Trichoptera	<i>Hydropsyche</i>	1																		1			1	
Trichoptera	Limnephilidae		2	2						24	10	36	2	20			5			2	6	4	1	1
Trichoptera	<i>Limnephilus</i>																	1						
Trichoptera	<i>Microptema lateralis</i>									1				1	1									1
Trichoptera	<i>Microptema sequax</i>						4										1				6			8
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1				1	8		8			6									6		2	
Trichoptera	Polycentropodidae	2		1		2			10	2		12			1									
Trichoptera	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	8		26																				
Trichoptera	<i>Potamophylax</i>									2								1						
Trichoptera	<i>Rhyacophila fasciata</i>														1									
Trichoptera	<i>Rhyacophila nubila</i>	1		2																				
Trichoptera	<i>Rhyacophila</i>									2														
Trichoptera	<i>Silo pallipes</i>				1																			
Trichoptera	<i>Tinodes pallidulus</i>														8									
Trichoptera	<i>Trichoptera</i>																						1	
Turbellaria	<i>Turbellaria</i>														1									

6.3 Bunnsubstratets utforming på de ulike stasjonene

Nr	Område	Kortnavn	Substrat						
			Blokk	Stor stein	Mellomstor stein	Små stein	Grus	Sand	Silt/leire
			>512 mm	256-512 mm	64-256 mm	16-64 mm	2-64 mm	0.063-2 mm	<0.063 mm
1	Vest, Tvedalen	MØR ref	25 %		35 %	20 %	15 %	5 %	
2	Vest, Tvedalen	MØR1			10 %	20 %	20 %	40 %	10 %
3	Vest, Tvedalen	MØR2	30 %	40 %	10 %	10 %	5 %	5 %	
4	Vest, Tvedalen	VEV ref2		10 %	30 %			40 %	20 %
5	Vest, Tvedalen	VEV1		20 %	30 %	20 %	10 %	20 %	
6	Vest, Tvedalen	AAK1			25 %	15 %	10 %	30 %	20 %
7	Vest, Tvedalen	TVE ref2	10 %	20 %	40 %	20 %	5 %	5 %	
8	Vest, Tvedalen	TVE1			20 %	50 %	20 %	5 %	5 %
9	Vest, Tvedalen	ASK opp		30 %	20 %	15 %	15 %	20 %	
10	Vest, Tvedalen	ASK					10 %	50 %	40 %
11	Vest, Tvedalen	SAG1	10 %	30 %	10 %	5 %	5 %	20 %	20 %
12	Vest, Tvedalen	SAG2						30 %	70 %
13	Vest, Tvedalen	SAG4	10 %	20 %	40 %	20 %	10 %		
14	Øst, Tjølling	KRU3		10 %	20 %	30 %	35 %	5 %	
15	Øst, Tjølling	HÅK1				10 %	10 %	80 %	
16	Øst, Tjølling	STÅ1						20 %	80 %
17	Øst, Tjølling	STÅ2						30 %	70 %
18	Øst, Tjølling	SKA ref		20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	
19	Øst, Tjølling	SKA1		20 %	10 %	10 %	10 %	30 %	20 %
20	Øst, Tjølling	SKA2			20 %			15 %	65 %
21	Øst, Tjølling	BRA1						40 %	60 %
22	Øst, Tjølling	BRA3						30 %	70 %
23	Øst, Tjølling	KLÅ2			10 %	15 %	15 %	30 %	30 %
24	Øst, Tjølling	KLÅ4			10 %	10 %	10 %		70 %

6.4 Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2020

Alle bilder tatt av Jonas Persson, NIVA, hvis ikke annet fremgår.

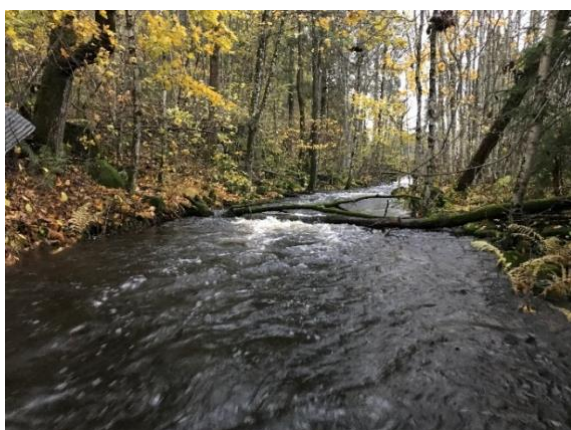
Område vest - Tvedalen



1. MØR ref



2. MØR1



3. MØR2



4. VEV ref2



5. VEV1



6. AAK1



7. TVE ref



8. TVE1



9. ASK_opp



10. ASK



11. SAG1



12. SAG2



13. SAG4

Område øst - Tjølling



14. KRU3 ref



15. HÅK1



16. STÅ1



17. STÅ2



18. SKA ref



19. SKA1 (Foto: Eivind Ekholt Andersen, NIVA)



20. SKA2



22. BRA3



23. KLÅ2



24. KLÅ4

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