

# RAPPORT

**Hovedkontor**

Økernveien 94  
0579 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](http://www.niva.no)

Tittel Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2021	Løpenummer 7698-2022	Dato 15.02.2022
Forfatter(e) Jonas Persson	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold	Sider 20 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) WSP Norge AS	Oppdragsreferanse Rolf E. Andersen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 200162

**Sammendrag**

I 2021 ble bunndyr i utvalgte bekker fra steinbruddene i områdene Tvedalen og Tjølling prøvetatt. Stasjonene er plassert slik at de skal kunne måle påvirkninger fra bruddene. Referansestasjoner, som er lite eller upåvirket av avrenning fra bruddene, er også inkludert. Resultatene tyder på at bruddet Klåstad ikke har en tydelig påvirkning på bunndyrene ved stasjonen undersøkt i 2021 (KLÅ4). Bruddene Tvedalen mot Askedalsbekken, Saga Pearl og Håkestad viser derimot påvirkning i 2021 (lavere PSI-verdier enn ved referansestasjonene). Påvirkningen fra Tvedalen mot Askedalsbekken har blitt mindre etter at etablering av sedimentasjonsdam har redusert utslippene av partikulært stoff. Bedringen er mer stabil ved stasjonen ASK\_opp, men det er fortsatt stor variasjon i tilstand ved ASK som ligger lengre nedstrøms i et mer roligflytende parti av bekken. Ved stasjonen fra bruddet Håkestad var det i 2020 og 2021 en betydelig større påvirkning av finsediment enn de tidligere årene.

Fire emneord	Four keywords
<ol style="list-style-type: none"> <li>Steinbrudd</li> <li>Tiltaksrettet overvåking</li> <li>Bunndyr</li> <li>Finsediment</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Quarries</li> <li>Operational monitoring</li> <li>Macroinvertebrates</li> <li>Fine sediment</li> </ol>

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

*Jonas Persson*  
Prosjektleder

*Åse Åtland*  
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-7434-9  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

# **Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2021**

## Forord

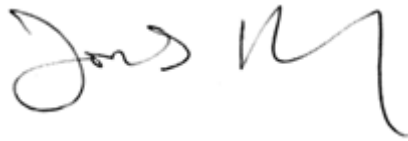
I henhold til vilkår i tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og -deponiene er bedriftene pålagt å utvikle og følge fastsatte overvåkingsprogram. Hensikten er å kunne følge med på eventuelle effekter av deres utslipp til resipientene i avrenningsområdet. På denne bakgrunn gjennomførte NIVA i 2021 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. Resultatene er fagfellevurdert av Tor Erik Eriksen. Kvalitetssikring av ferdigstilt rapport er foretatt av Åse Åtland. Benno Dillinger sørger innsending av data til Vannmiljø. Alle er ansatt ved NIVA.

Oppdragsgiver er WSP Norge AS, og deres representant har vært Rolf E. Andersen.

Alle takkes for godt samarbeid!

Oslo, 15. februar 2022



*Jonas Persson*

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b> .....	<b>7</b>
1.1	Tidligere undersøkelser og overvåking i larvikittbruddene .....	7
1.2	Formål .....	8
<b>2</b>	<b>Materiale og metoder</b> .....	<b>9</b>
2.1	Overvåkingsstasjoner 2021.....	9
2.2	Indekser benyttet i vurderingene .....	11
<b>3</b>	<b>Resultater og diskusjon</b> .....	<b>12</b>
3.1	Område vest - Tvedalen.....	12
3.1.1	Tvedalen mot Askedalsbekken.....	12
3.1.2	Saga Pearl .....	14
3.2	Område øst – Tjølling.....	14
3.2.1	Håkestad og Klåstad .....	14
3.2.2	Klåstad mot Klåstadbekken .....	16
<b>4</b>	<b>Konklusjoner</b> .....	<b>17</b>
4.1	Vurdering av behov for overvåking i 2022.....	18
<b>5</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>21</b>
6.1	Metoder .....	22
6.1.1	Om vannforskriften .....	22
6.1.2	Bunndyr .....	22
6.2	Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2021 .....	24
6.3	Bunnssubstratets utforming på de ulike stasjonene.....	25
6.4	Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2021.....	26

## Sammendrag

I 2021 ble bunndyrene i utvalgte bekker fra bruddene i områdene Tvedalen og Tjølling undersøkt. Det ble tatt prøver ved allerede etablerte 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.

Effekter på bunndyr er undersøkt med hjelp av to indekser. Indeksen PSI (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates) benyttes i Storbritannia i elver som er påvirket av partikulært stoff og fensedimenter. Indeksen er ikke justert til norske forhold, men er siden 2017 benyttet i overvåkingen av utslipp fra steinbrudd i Larvik-området. Data fra senere års undersøkelser tilsier at PSI-indeksen responderer tilfredsstillende på partikkelavrenning, og gir verdifull informasjon om effekten av sedimentering på bunndyrene. Økologisk tilstand ble vurdert på bakgrunn av ASPT (Average Score Per Taxon), i henhold til gjeldende nasjonale vurderingskriterier.

Resultatene tyder på at bruddet Klåstad ikke har en tydelig påvirkning på bunndyrene ved stasjonen undersøkt i 2021 (KLÅ4). Bruddene Tvedalen mot Askedalsbekken, Saga Pearl og Håkestad viser derimot påvirkning i 2021 (lavere PSI-verdier enn ved referansestasjonene). Påvirkningen fra Tvedalen mot Askedalsbekken har blitt mindre etter at etablering av sedimentasjonsdam har redusert spredningen av partikulært stoff. Bedringen er stabil ved stasjonen ASK\_opp, men det er fortsatt stor variasjon i tilstand ved ASK som ligger lengre nedstrøms i et mer roligflytende parti av bekken. Ved stasjonen fra bruddet Håkestad var det i 2020 og 2021 en betydelig større påvirkning av fensediment enn de tidligere årene.

Det har vært vanskelig å finne upåvirkede referansestasjoner med tilstrekkelig og stabil vannføring for bunndyrundersøkelser i Tvedalenområdet, og mange referansestasjoner i Tjøllingområdet er også påvirket av tilførsel fra andre kilder enn bruddene (blant annet landbruk).

Ingen av de åtte stasjonene, inkludert referansestasjoner, klassifiseres i 2021 med en god eller bedre økologisk tilstand i henhold til ASPT-indeksen. Bunndyrene viser tegn på organisk belastning og det er dermed tydelig at det også er andre kilder til påvirkning enn steinbrudd.

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.

Overvåkingsprogrammet har vært løpende revidert på bakgrunn av resultater fra overvåkingen for at gi best mulig grunnlag for å vurdere tiltak og effekten av dem. Ved flere stasjoner i områdene har vi de senere årene observert positive endringer i bunndyrforholdene over tid, som følge av endringer i driften.

## Summary

Title: Operational monitoring of waters in connection to the larvikite quarries in the Larvik area in 2021.

Year: 2021

Author(s): Jonas Persson

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7434-9

Macroinvertebrate samples were collected from brooks affected by the quarries in Tvedalen and Tjølling in 2021. Samples were collected from previously established stations. The stations are placed so 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 effects on macroinvertebrates were evaluated based on two indices. The PSI index (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates) is used in the UK 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. Ecological status was evaluated based on the ASPT index (Average Score Per Taxon) according to the present national guidelines.

The results from 2021 shows that the quarry Klåstad do not have notable impacts on macroinvertebrates at the station *KLÅ4*. But the quarries Tvedalen towards Askedalsbekken, Saga Pearl and Håkestad have negative effect (lower PSI-values than at the reference stations) in 2021. The negative effects of fine particulate runoff from Tvedalen towards Askedalsbekken have diminished after the establishment of a sedimentation dam, which has reduced the runoff of particulate matter. The improvement is stable at the station *ASK\_opp*, but there is still a lot of variation at the station ASK that is located downstream in a section with more slow-moving water. The station at Håkestad show a much larger negative effect of fine sediments in 2020 and 2021 than the previous years.

It has been difficult to find non-impacted reference stations with sufficiently high and stable water flow in the Tvedalen area, and many reference stations in the Tjølling area are also affected by other sources than the quarries (e.g. agriculture).

None of the eight stations, including the reference stations, are in 2021 classified as being in good or better ecological status according to the ASPT-index (Average Score Per Taxon). The macroinvertebrate communities show signs of organic pollution, and it is apparent that there are other sources than quarries that affect them.

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

The monitoring program has been continually revised based on results from the monitoring to provide the best possible basis from which to consider measures and their effects. At several of the stations in the area we have observed improvements in the macroinvertebrate conditions over time, following changes in the operations in the quarries.

# 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. Siden 2013 har undersøkelser blitt utført hvert år (se f.eks. Berge mfl. 2009; Moe mfl. 2017, Persson 2021). 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. 2009 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 av vassdragene som er 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 mfl. 2017; Persson 2021). Økologisk tilstand ved hjelp av bunndyr har i tidligere undersøkelser vært fastsatt etter ASPT-indeksen (Average Score Per Taxon, Hawkes 1998), som var den mest nærliggende bunndyrindeksen fra vannforskriften. Denne indeksen er hovedsakelig utviklet for å påvise organisk belastning forårsaket av stoffer som reduserer oksygenkonsentrasjonen i vannmassene og på bunnen. ASPT-indeksen måler dermed ikke primært effekten av partikkelforurensning, og er derfor trolig 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 den primære påvirkningen 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 medfører 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 det 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 nasjonale vurderingssystemer i Norge (Direktoratsgruppa 2018) 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

Denne rapporten omhandler overvåkingen utført i 2021. Fokus var 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 grunntribiditetsmålinger som utføres ukentlig i bruddene. Disse resultatene rapporteres til Altinn (<https://www.altinn.no/>) av oppdragsgiver.



## 2 Materiale og metoder

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

### 2.1 Overvåkingsstasjoner 2021

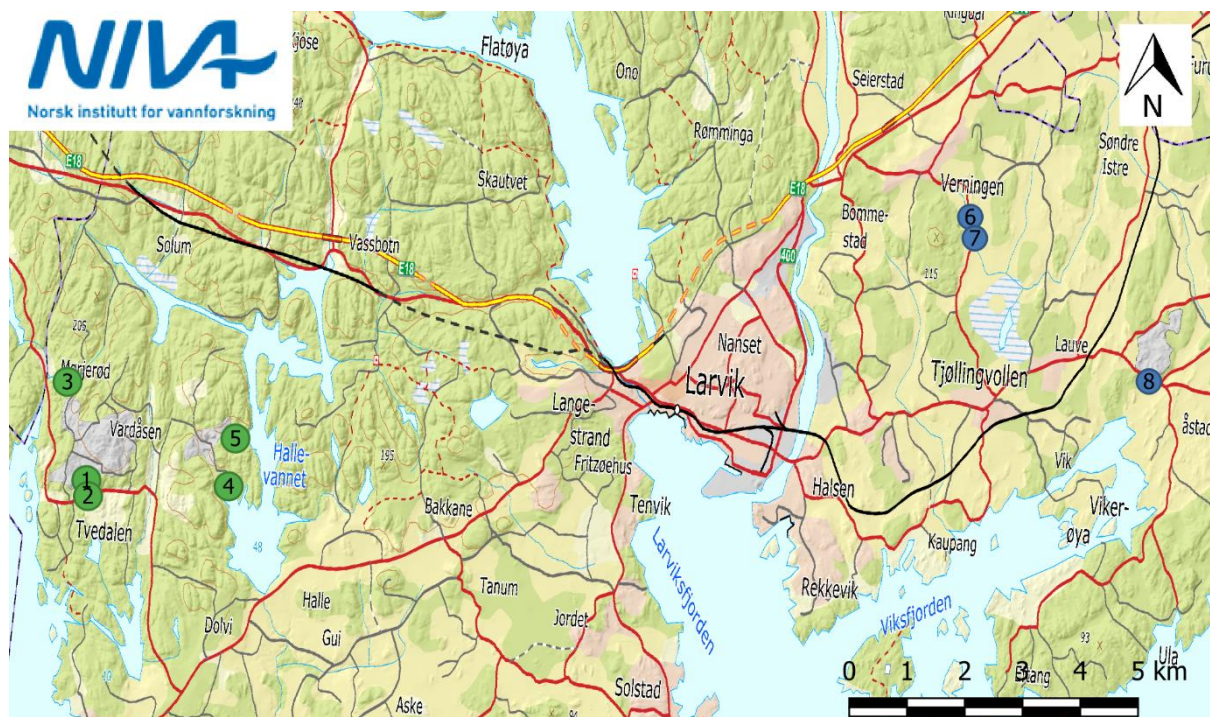
I **Tabell 1** og **Figur 1** vises en oversikt over stasjonene for bunndyrprøvetaking i 2021.

Det er mangel på gode referansestasjoner både grunnet topografi og aktivitet knyttet til bosetting, landbruk og steinbrudd. Det var ikke mulig å prøveta den nye referansestasjonen *VEV ref3* grunnet en adkomstvei som var sperret av veibom, i stedet prøveto jeg stasjonen *VEV1* som referanse for stasjonene i Saga Pearl. *VEV1* har også ved tidligere undersøkelser blitt brukt som referanse i Tvedalen da vann fra bruddet infiltreres i grunnen og stasjonen har vært lite påvirket (Persson 2021).

I østre område (Tjølling) er stasjon *KRU3 ref* brukt som referanse.

**Tabell 1.** Stasjonsoversikt 2021 med koordinater (WGS84).

Nr	Område	Lokalområde	Navn	Kortnavn	Latitud	Longitud
1	Vest, Tvedalen	Tvedalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.03237	9.85401
2	Vest, Tvedalen	Tvedalen	Askedalsbekken	ASK	59.02991	9.85487
3	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen ref3	VEV ref3	59.05718	9.83977
3	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen	Vevjeåsen 1	VEV1	59.04740	9.84610
4	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 2	SAG2	59.03310	9.89690
5	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 4	SAG4	59.04059	9.89787
6	Øst, Tjølling	Krukåsen	Håkestad 3	KRU3 ref	59.08346	10.11401
7	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad 1	HÅK1	59.08021	10.11585
8	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	4 Klåstad S	KLÅ4	59.05998	10.17141



**Figur 1.** Stasjonene undersøkt i 2021 ved Tvedalen (grønne sirkler, område vest) og Tjølling (blå sirkler, område øst), for bunndyr. Tallene i sirklene identifiserer prøvetakingsstasjonene i henhold til tabell 1. Kilde: Norgeskart.

## 2.2 Indekser benyttet i vurderingene

Denne rapporten gjør rede for bunndyrundersøkelser i 2021, 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 del (Tjølling, sør for Raet).

**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
80-100	Minimalt sedimentert/ikke sedimentert
60-80	Lettere sedimentert
40-60	Moderat sedimentert
20-40	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 2021-undersøkelsene, som er det femte 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

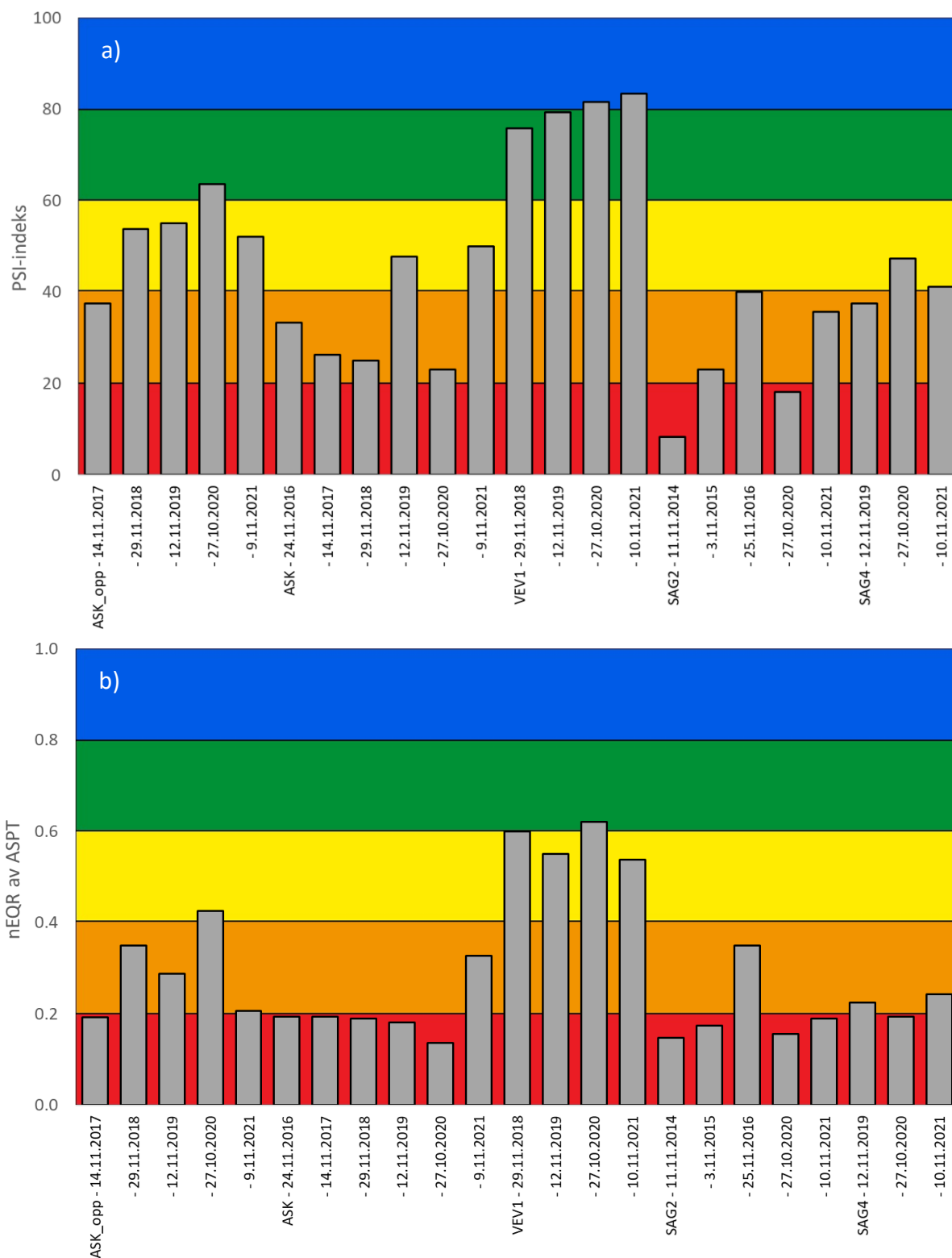
Resultater fra beregning av PSI- og ASPT-indeksen for 2021 er vist i **Figur 2**. Indeksen ble også beregnet for tidligere år for de stasjonene der bunndyrdata var tilgjengelig.

#### 3.1.1 Tvedalen mot Askedalsbekken

Referansestasjonen *VEV1* var bare lettere sedimentert i 2018-2019, og er i 2020-2021 ikke/minimalt sedimentert. 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. *VEV1* er i moderat tilstand med tanke på ASPT i 2020, og har i alle undersøkte år ligget og vippet over og under god/moderat-grensa, noe som styrker inntrykket av at denne lokaliteten er relativt lite påvirket og fungerer som referansestasjon.

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-indeksen). PSI- og ASPT-indeksen har vist en bedring i 2018-2020 i forhold til målinger i 2017 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. Resultatene fra 2021 viser imidlertid en tilbakegang med noe mer sedimentering (fortsatt moderat) enn i 2020. ASPT viser i 2021 på grensen til svært dårlig tilstand, noe vi ikke har observert her siden 2017.

*ASK*, stasjonen nedstrøms hovedveien, viste en bedring i sedimentasjonsforholdene i 2019 i forhold til tidligere resultat, men med en tydelig påvirkning fra sedimentasjon i 2020. I 2021 er effekten av sedimenteringen igjen mindre og tilbake på samme nivåer som i 2019. Den nærliggende målestasjonen for turbiditet (Askedalsbekken; se kart i Persson 2021) viser en del overskridelser av grenseverdier i 2021. *ASK* er preget av store mengder finpartikulært materiale, og dette er 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 vurderes hvorvidt tiltak bør iverksettes for å restaurere substratforholdene i bekken nå som partikkeltransporten ut fra bruddet er redusert.



**Figur 2.** a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner som ble prøvetatt i Tvedalen i 2021, 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 Saga Pearl

Saga Pearl drenerer ned mot Hallevannet via de to bekkene der stasjonene *SAG2* (mot syd) og *SAG4* (mot øst) er plassert. Det har vært begrenset aktivitet i bruddet her de siste årene (pers med. Magne Martinsen ved Lundhs). Resultatene fra *SAG2* viser i 2021 moderat påvirkning av finsediment som i 2016, og en bedring fra 2014 og 2020 da resultatene viste kraftig påvirkning av finsediment. Den nærliggende målestasjonen for turbiditet (Saga Pearl Øst; se kart i Persson 2021) viser ikke noen overskridelser av grenseverdier i 2021. Det er roligflytende vann og finpartikulært bunnssubstrat (**vedlegg 6.3** og **6.4**) ved *SAG2*, noe som gjerne påvirker bunndyrene og indeksene negativt. *SAG2* er, som *ASK*, preget av finpartikulært materiale, og det bør vurderes hvorvidt tiltak bør iverksettes for å restaurere substratforholdene i bekken. ASPT-indeksen har gitt svært dårlig tilstand ved *SAG2*, unntatt i 2016 da tilstanden var dårlig.

Resultatene fra 2019-2021 indikerer at *SAG4* er påvirket av finsediment. Turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen for turbiditet (Kryssgardsetra; se kart i Persson 2021) viser som i 2020 ingen overskridelser av grenseverdier i 2021. Beregninger av ASPT-indeksen tilsier at *SAG4* var i svært dårlig eller dårlig tilstand i 2019-2021, uten at det er landbruk i nærheten som kan være årsaken. Ved de ukentlige turbiditetsmålingene i 2021 var bekken var tørt i uke 35 og 36. En tørrlagt bekk kan ha en sterkt negativ effekt på bunndyrene og er sannsynlig forklaringen på de dårlige tilstandene ved stasjonen de senere årene.

## 3.2 Område øst – Tjølling

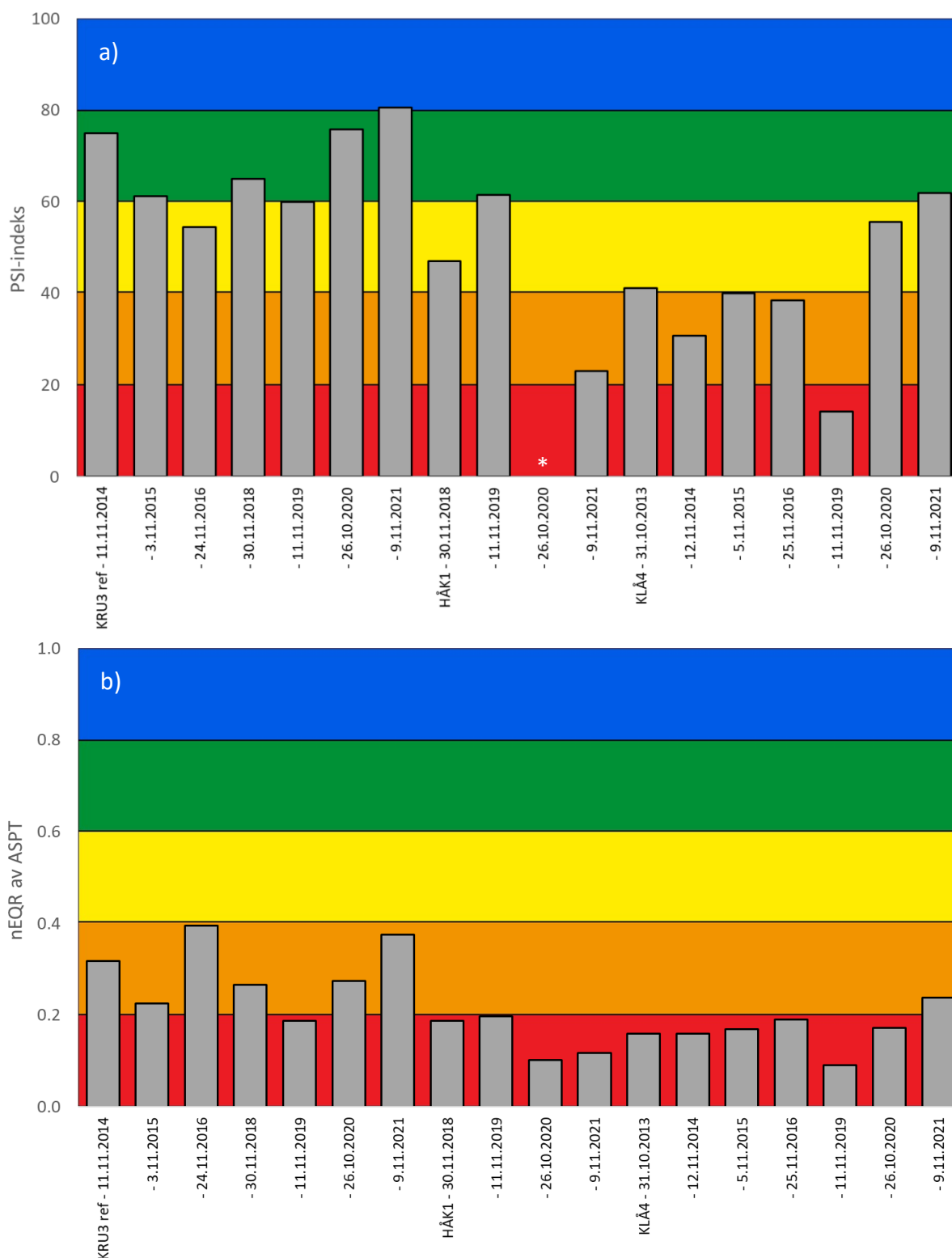
Resultater fra beregning av PSI- og ASPT-indeksen for 2021 er vist i **Figur 3**. Indeksen ble også beregnet for tidligere år for de stasjonene der bunndyrdata var tilgjengelig.

### 3.2.1 Håkestad og Klåstad

Referansestasjonen *KRU3 ref* ligger oppstrøms avrenningen fra steinbruddet Håkestad, i samme bekk som stasjonene *HÅK1* (første stasjon nedstrøms avrenning fra Håkestad).

*KRU3 ref* har blitt prøvetatt i de fleste år siden 2014 og har i henhold til PSI-indeksen vært lettere sedimentert i alle år. At den 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). ASPT-indeksen har ved alle prøvetakinger indikert dårlig til svært dårlig tilstand.

Stasjonen *HÅK1* har tidligere vist moderat (2018) eller lettere (2019) påvirkning av sedimenter, men i 2020 indikerte resultatene kraftig sedimentasjon. I 2021 er tilstanden ikke lengre *kraftig sedimentert*, men fortsatt *sedimentert*, og klart mer påvirket enn i 2018-2019. Larvik Granite 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 2021 viser ved *HÅK1* lignende resultater som i 2018-2020 med svært dårlig tilstand.



**Figur 3.** a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner i Tjølling som ble prøvetatt i 2021, 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.

### 3.2.2 Klåstad mot Klåstadbekken

Stasjonen *KLÅ4* drenerer Klåstad mot sør, stasjonen har vært overvåket i flere år. Fra 2017 har avrenningen fra bruddet mot nord gått via en sedimentasjonsdam i det gamle bruddet Blokksten.

*KLÅ4* ligger i en sidebekk 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, men viste i 2019 en forverring av tilstanden både basert på PSI og ASPT. I 2021 viser resultatene fra *KLÅ4* kun lettere påvirkning av finsedimenter. Sammen med målinger fra 2020, er disse de beste resultatene siden prøvetakingene av bunndyr startet i 2013. Dette tyder på at sedimentasjonsdammen nå har hatt en positiv effekt. Turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen (*Klåstad S*; se kart i Persson 2021) viser dog noen overskridelser av grenseverdier i 2021.

*KLÅ4* var i dårlig tilstand i 2020 basert på ASPT. Dette tyder på en forbedring fra tidligere år som viser svært dårlig tilstand, men fortsatt betydelig påvirkning fra landbruk og eventuelt spredte avløp.



## 4 Konklusjoner

Det er store variasjoner i driftsforholdene mellom 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 i områdene har vi de senere årene 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 stabilt bedre fra 2018 etter etablering av rensedbasseng oppstrøms. Ved stasjonen *ASK*, med mer stilleflytende vann, var effekten av finsediment fortsatt betydelig i 2020 men tilstanden i 2019 og 2021 viser en bedring. Her anbefales det videre oppfølging for å se om en bedre tilstand ved *ASK* kan stabiliseres, og for å vurdere behovet for eventuelle tiltak (hovedsakelig fjerne sedimentert finstoff).

Tilstanden ved *SAG2* viser en bedring i sedimentasjonstilstand i 2019 og 2021, mens det ble målt betydelig påvirkning i 2020. Hvis det ikke kommer en stabil bedring her, bør det vurderes tiltak (hovedsakelig fjerne sedimentert finstoff). Stasjonene *SAG2* og *ASK* ligner hverandre i at de er stilleflytende med mye finsediment i bunnsubstratet. Målte tilstander ligner også hverandre de siste årene med en bedring i 2019 og 2021, men en forverring i 2020. Det er mulig at bedringen her ikke er mer stabil enn at den påvirkes negativt av for eksempel større nedbørsmengder.

Bekken ved *SAG4* var tørr i uke 35 og 36 når det skulle prøvetas for de ukentlige turbiditetsmålingene i 2021. Resultatene ved *SAG4* har de seneste årene vært vanskelige å forklare da tilstanden har vært dårlig uten noen åpenbar påvirkning, men at bekken kan gå tørre har naturligvis stor effekt på bunndyrene og resultatene. Stasjonen *SAG4* bør derfor tas ut av overvåkingsprogrammet.

I Tjølling-området er alle stasjoner mer eller mindre påvirket av landbruk (også referansestasjonen *KRU3 ref*). Håkestad, ved *HÅK1*, viser veldig høy påvirkning fra finsedimenter i 2020 og 2021 sammenliknet med tidligere år, og denne endringen bør følges opp videre. Det er ingen turbiditetsmålinger herfra, men fra sent på høsten 2020 pumpes vannet rundt til andre enden av bruddet og gjennom et stort sedimentasjonsbasseng på vei ut (pers. med. Stephan Kleive ved Larvik Granite).

Ved *KLÅ4*, som mottar avrenningsvann sørover fra Klåstad, ble det i 2016 installert et nytt rensedbasseng. Resultatene fra 2019 viste dårligere sedimentasjonstilstand enn de tidligere prøvene (sist prøvetatt i 2016) med dette kan ha vært påvirket av arbeid på den nærliggende åkeren i 2019. Resultatene fra 2020 og 2021 viser en klar bedring, og lavest registrerte påvirkning av finsediment ved stasjonen til nå.

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 bunndyrene ved 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 bunndyrene (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.

Vassdragene i de undersøkte områdene er utsatt for flere påvirkningstyper og som i tidligere år er det vanskelig å finne egnede referansestasjoner med stabil vannføring. I Tjølling er det 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 bunndyrene 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 bunndyrene, og der endringer i driften kan gi bedre forhold.

## 4.1 Vurdering av behov for overvåking i 2022

**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.

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 som viser relativt stor årlig variasjon. SAG2 domineres i likhet med ASK av store mengder finsediment og også her må det vurderes eventuelt behov for tiltak.

Forutsatt at vi kommer oss forbi veibommen, er referansestasjonen VEV ref3 aktuell for prøvetaking i 2022 som referanse til SAG2. Alternativt kan VEV1 fungere som referansestasjon så lenge tilstanden er stabilt god her.

For Klåstad er situasjonen betydelig forbedret etter at vannet nordover går gjennom renebassenget ved det nedlagte Blokksteinbruddet. KLÅ4 mottar avrenning fra Klåstad mot sør, og viser i 2020 og 2021 klart mindre påvirkning fra finsediment enn tidligere, men stasjonen bør foreløpig følges opp i et tredje år for å se hvorvidt bedringen i tilstand er stabil.

Den kraftige forverringen ved HÅK1 i 2020 og 2021 bør følges opp årlig i en periode før å se etter en bedring i sedimentasjonstilstand med den nye løsningen ved Håkestad.

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

Så langt det ikke skjer noen endringer i drift eller avrenningsmønstre i andre områder er de ti stasjoner som er anbefalt for prøvetaking i 2022 presentert i **Tabell 3**.

**Tabell 3.** Preliminært prøvetakingsprogram i 2022.

Nr	Område	Navn	Kortnavn	Latitud	Longitud	Tilkoblet	Kommentar
1	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.03237	9.85401	Lundhs	Følger opp forendring ASK
2	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken	ASK	59.02991	9.85487	Lundhs	Følger opp forendring
3	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen ref3	VEV ref3	59.05718	9.83977	Lundhs	Referanse SAG
(3)	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen 1	VEV1	59.04738	9.84607	Lundhs	Referanse SAG, reserve
4	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 2	SAG2	59.03310	9.89690	Lundhs	Følger opp forendring
5	Øst, Tjølling	Håkestad 3	KRU3 ref	59.08346	10.11401	LG & Lundhs	Referanse Tjølling
6	Øst, Tjølling	1 Mot Håkestadbekken	KRU1	59.08340	10.12009	Lundhs	Hver 6. år, senest i 2016
7	Øst, Tjølling	4 Håkestadbekken - nedstrøms	KRU4	59.07628	10.11964	Lundhs	Hver 6. år, senest i 2016
8	Øst, Tjølling	Håkestad 1	HÅK1	59.08021	10.11585	LG	Følger opp forendring
9	Øst, Tjølling	Klåstad 3	KLÅ3	59.06431	10.18065	Lundhs	Hver 3. år, senest i 2019
10	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, 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-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. 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., 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 7120-2017
- Persson, J. 2021. Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2020. NIVA-rapport 7593-2021
- 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 2021.

**Vedlegg 6.3.** Kategorisering av stasjonene ved substrat

**Vedlegg 6.4.** Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2021

## 6.1 Metoder

### 6.1.1 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.

### 6.1.2 Bunndyr

#### 6.1.2.1 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. Åtte stasjoner ble prøvetatt 9-10. november i 2021.

Det ble anvendt en håndholdt sparkehåv (ISO 10870 2012) med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven ble holdt mot bunnen og med åpningen mot strømmen. Bunnsubstratet 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. Bunn dyrtettheter som oppgis refererer dermed til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter per stasjon, som dekker et areal på om lag 2,25 m<sup>2</sup> av elvebunnen.

#### **6.1.2.2 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. Tellingene 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.

#### **6.1.2.3 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.

#### **6.1.2.4 PSI (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates)-indeksen**

PSI-indeksen er en relativt nyutviklet metode fra Storbritannia, som kvantifiserer påvirkning fra partikulært stoff og fínsedimenter (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 2021

Taksagruppe	Navn	ASK_opp	ASK	VEV1	SAG2	SAG4	KRU3 ref	HÅK1	KLÅ4
		09.11.2021	09.11.2021	10.11.2021	10.11.2021	10.11.2021	09.11.2021	09.11.2021	09.11.2021
Bivalvia	Sphaeriidae		152		55		26	10	6
Coleoptera	Dytiscidae	1	1			1			1
Coleoptera	Elodes						6		
Coleoptera	Hydraena adult						2		
Diptera	Ceratopogonidae		1		15		1		1
Diptera	Chironomidae	138	172	40	50	144	106	14	34
Diptera	Dicranota		6	3	1	16	10		
Diptera	Diptera					1			
Diptera	Empididae	1							
Diptera	Limoniidae/Pediciidae	6	8				2	6	10
Diptera	Psychodidae	1							
Diptera	Simuliidae		1	54	13	28	96		
Diptera	Tipula	5	4			2	2		8
Ephemeroptera	Baetidae						1		
Ephemeroptera	Baetis niger	1	10				10		
Ephemeroptera	Baetis rhodani	2		1			22	6	26
Ephemeroptera	Baetis	10	3	2			14		32
Ephemeroptera	Centroptilum luteolum		3						
Ephemeroptera	Leptophlebiidae		8						
Gastropoda	Radix labiata/balthica							1	
Gastropoda	Radix							1	
Heteroptera	Corixidae		1						
Hydrachnidia	Hydrachnidia						1	1	
Oligochaeta	Oligochaeta	20	26	6	23	6	54	58	42
Plecoptera	Amphinemura			1					
Plecoptera	Brachyptera risi			14					
Plecoptera	Leuctra			6					
Plecoptera	Nemoura cinerea					6			
Plecoptera	Nemoura	1		1	3	12			
Plecoptera	Nemouridae	10	2		15	18			
Plecoptera	Nemurella pictetii	2				2			1
Plecoptera	Plecoptera						1		
Trichoptera	Beraeodes minutus						1		
Trichoptera	Limnephilidae	1	1	2		6	2		1
Trichoptera	Micropterna lateralis	10	1						12
Trichoptera	Plectrocnemia conspersa				4		4		2
Trichoptera	Rhyacophila						2		



### 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	ASK_opp		30 %	20 %	15 %	15 %	20 %	
2	Vest, Tvedalen	ASK					10 %	50 %	40 %
3	Vest, Tvedalen	VEV1		20 %	30 %	20 %	10 %	20 %	
4	Vest, Tvedalen	SAG2						30 %	70 %
5	Vest, Tvedalen	SAG4	10 %	20 %	40 %	20 %	10 %		
6	Øst, Tjølling	KRU3 ref		10 %	20 %	30 %	35 %	5 %	
7	Øst, Tjølling	HÅK1				10 %	10 %	80 %	
8	Øst, Tjølling	KLÅ4			10 %	10 %	10 %		70 %

## 6.4 Bilder av övervakingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2021

Alle bilder tatt av Jonas Persson, NIVA.

### Område vest – Tvedalen



1. ASK\_opp



2. ASK



3. VEV1



4. SAG2



5. SAG4 (bilde fra 2020 da bildefilen fra 2021 ble skadet)

Område øst – Tjølling



6. KRU3 ref



7. HÅK1



8. KLÅ4