

Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2022



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

Tittel Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2022	Løpenummer 7832-2023	Dato 22.02.2023
Forfatter(e) Jonas Persson	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Vestfold	Sider 19 + vedlegg

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

Sammendrag

Denne rapporten omhandler bunndyrundersøkelser i 2022 i utvalgte bekker som påvirkes av avrenning fra steinbruddene i områdene Tvedalen og Tjølling i Larvik kommune. Data fra senere års undersøkelser tilsier at PSI-indeksen responderer tilfredsstillende på partikkelavrenning, og gir verdifull informasjon om effekten av sedimentering på bunndyrene. Resultatene ved bruk av PSI-indeksen tyder på at bruddet Klåstad ikke lenger i betydelig grad påvirker bunndyrsamfunnene ved stasjonene undersøkt i 2022 (*KLÅ3* og *KLÅ4*). Bedringen her er betydelig etter etableringen av sedimentasjonsdammer, og i 2022 viste begge stasjonene den laveste påvirkning av finsedimenter som er målt i undersøkelsene til nå. Tilstanden tilsvarer referansestasjonen i området (*KRU3 ref*). Ved stasjonen som overvåker bruddet Håkestad (*HÅK1*), var påvirkningen av partikulært finstoff betydelig lavere i 2022 enn i 2020-2021. Resultatene tilsier at belastningen i 2022 er på samme nivå (moderat sedimentert) som målingene gjort i 2018-2019. Bruddene Tvedalen mot Askedalsbekken og Saga Pearl viser i 2022 derimot økt belastning sammenlignet med tidligere år. Påvirkningen fra Tvedalen mot Askedalsbekken har blitt mindre de siste årene etter at etablering av en sedimentasjonsdam som har redusert spredningen av partikulært stoff. Bedringen har lenge vært stabil ved stasjonen *ASK_opp*, men i 2022 var tilstanden kraftig sedimentert og klart forverret sammenlignet med de siste årene. Det er fortsatt stor variasjon i tilstand ved *ASK* som ligger lengre nedstrøms i et mer roligflytende parti av bekken.

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

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

Jonas Persson
Prosjektleder

Åse Åtland
Kvalitetssikrer

Åse Åtland
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577- 7568-1
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

**Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene
i Larvik kommune i 2022**

Forord

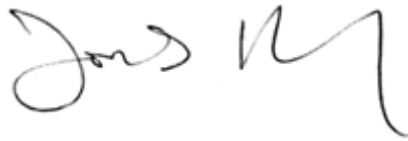
I henhold til vilkår i tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og -deponiene er bedriftene pålagt å utvikle og følge fastsatte overvåkingsprogram. Hensikten er å kunne følge med på eventuelle effekter av deres utslipp til resipientene i avrenningsområdet. På denne bakgrunn gjennomførte NIVA i 2022 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 for 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, 22. februar 2023



Jonas Persson,
Prosjektleder

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	7
1.1	Tidligere undersøkelser og overvåking i larvikittbruddene	7
1.2	Formål	8
2	Materiale og metoder	9
2.1	Overvåkingsstasjoner 2022	9
2.2	Indekser benyttet i vurderingene	10
3	Resultater og diskusjon	11
3.1	Område vest - Tvedalen	11
3.1.1	Tvedalen mot Askedalsbekken	11
3.1.2	Saga Pearl	13
3.2	Område øst – Tjølling.....	13
3.2.1	Krukåsen, Håkestad og Klåstad	13
3.2.2	Klåstad mot Klåstadbekken	15
4	Konklusjoner	16
4.1	Vurdering av behov for overvåking i 2023.....	17
5	Referanser	19
6	Vedlegg	20
6.1	Metoder	21
6.1.1	Om vannforskriften	21
6.1.2	Bunndyr	21
6.2	Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2022	23
6.3	Bunnssubstratets utforming på de ulike stasjonene.....	24
6.4	Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2022.....	25

Sammendrag

Denne rapporten omhandler bunndyrundersøkelser i 2022 i utvalgte bekker som påvirkes av avrenning fra steinbruddene i områdene Tvedalen og Tjølling i Larvik kommune. Det ble tatt prøver ved allerede etablerte stasjoner. Stasjonene er plassert slik at de skal kunne påvise økologiske effekter av utslipp av finpartikulært steinstøv fra bruddene. Det er også inkludert referansestasjoner som er upåvirket eller lite påvirket av bruddene.

Effekter på bunndyrsamfunn er undersøkt med hjelp av to indekser. Indeksen PSI (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates) benyttes i Storbritannia for å måle effekter på bunndyr av partikulært stoff og finsedimenter. Indeksen er ikke tilpasset norske forhold, men er siden 2017 benyttet i overvåkingen av partikkelavrenning fra steinbrudd i Larvik-området. Data fra senere års undersøkelser fra steinbruddene tilsier at PSI-indeksen gir utslag på økt partikkelavrenning, og gir verdifull informasjon om effekten av sedimentering på bunndyrene. Økologisk tilstand ble vurdert på bakgrunn av ASPT-indeks (Average Score Per Taxon), i henhold til gjeldende nasjonale vurderingskriterier.

Resultatene ved PSI tyder på at bruddet Klåstad ikke lenger i betydelig grad påvirker bunndyrsamfunnene ved stasjon *KLÅ3* og *KLÅ4*. Bedringen ved *KLÅ3* (fra 2017) og *KLÅ4* (fra 2020) er betydelige etter etableringen av sedimentasjonsdammer. I 2022 viser begge stasjonene den laveste påvirkning av finsedimenter ved PSI som er målt i undersøkelsene til nå. Tilstand tilsvarer referansestasjonen i området (*KRU3 ref*). Ved stasjonen som overvåker bruddet Håkestad (*HÅK1*), var påvirkningen av partikulært finstoff betydelig lavere i 2022 enn i 2020-2021. Resultatene tilsier at belastningen i 2022 er på samme nivåer («moderat sedimentert») som målingene gjort i 2018-2019. Bruddene Tvedalen mot Askedalsbekken og Saga Pearl viser i 2022 derimot økt belastning sammenlignet med tidligere år. Påvirkningen fra Tvedalen mot Askedalsbekken har blitt mindre de siste årene etter at etablering av en sedimentasjonsdam som har redusert spredningen av partikulært stoff. Bedringen har lenge vært stabil ved stasjonen *ASK_opp*, men i 2022 var tilstanden «kraftig sedimentert» og klart forverret sammenlignet med de siste årene. Det er fortsatt stor variasjon i tilstand ved *ASK* som ligger lengre nedstrøms i et mer roligflytende parti av bekken.

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 stasjonene, inkludert referansestasjonene, klassifiseres i 2022 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 steinbruddene.

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 langtidspåvirkningene og effektene av tiltak som er gjennomført.

Overvåkingsprogrammet har vært revidert løpende på bakgrunn av resultater fra overvåkingen for å gi best mulig grunnlag for å vurdere effekten av eksisterende tiltak samt nytteverdien av nye tiltak. 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 2022.

Year: 2023

Author(s): Jonas Persson

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7568-1

This report presents the macroinvertebrate investigations in brooks affected by the quarries in Tvedalen and Tjølling in Larvik municipality in 2022. Samples were collected from previously established stations. The stations are located so that they will detect ecological 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 using two indices. The PSI index (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates) is used in the UK to assess effects of particulate material and fine sediment on macroinvertebrates. The index has now been used to monitor runoff from quarries in the Larvik area since 2017. The last few years of data indicate that the PSI-index responds 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 2022 show that the quarry Klåstad no longer has notable impacts on macroinvertebrates at the stations *KLÅ3* and *KLÅ4*. The improvements at *KLÅ3* (from 2017) and *KLÅ4* (from 2020) after the establishment of sedimentation dams are evident. In 2022 both stations register the lowest effects of fine sediment recorded over all the years of monitoring and the status of the stations in 2022 are at the same level as at the reference station in the area (*KRU3 ref*). The station at Håkestad quarry (*HÅK1*) showed a smaller negative effect of fine sediment in 2022 than in 2020-2021. The results for this station indicate that the sediment load in 2022 is at the same level (moderate effects) as in 2018-2019.

But the quarries Tvedalen, towards Askedalsbekken, and Saga Pearl show more negative effects in 2022 compared to previous years. The negative effects of fine particulate runoff from Tvedalen towards Askedalsbekken have diminished in recent years after the establishment of a sedimentation dam, which has reduced the runoff of particulate matter. The improvement has been stable at the station *ASK_opp*, but in 2022 the status was worse than previous years. There is still a lot of variation at the station *ASK* that is located downstream in a section with more slow-moving water.

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, other than the quarries (e.g., agriculture). None of the stations, including the reference stations, are classified in 2022 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 pollution sources other than quarries that affect them. The extent to which runoff from the quarries affects 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 programme has been continually revised based on results to provide the best possible basis from which to consider the effects of mitigation measures. At several of the stations in the area we have observed improvements in the macroinvertebrate conditions over time, following changes to 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 2022). 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 2022). Økologisk tilstand ved hjelp av bunndyr har i tidligere undersøkelser vært fastsatt etter ASPT-indeksen (Average Score Per Taxon; Armitage mfl. 1983) 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 minimum 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 anriktet 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 fortynning.

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 dominansforhold mellom arter med forskjellig følsomhet for partikkelforurensning i form av sedimentering (av finpartikulært materiale <2 mm). 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 2022. 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 grunnturbiditetsmålinger 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**.

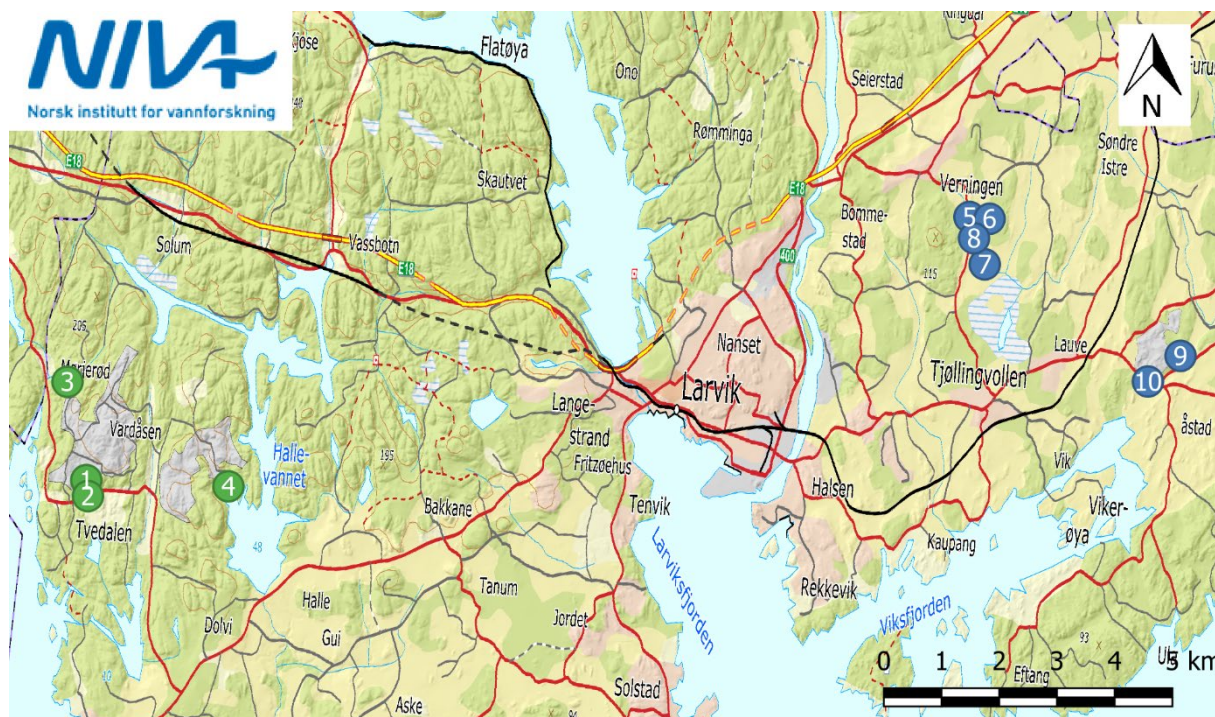
2.1 Overvåkingsstasjoner 2022

I **Tabell 1** og **Figur 1** vises en oversikt over stasjonene for bunndyrprøvetaking i 2022. Ti stasjoner ble prøvetatt 15.-16. november i 2022.

Det er mangel på gode referansestasjoner både grunnet topografi og aktivitet knyttet til bosetting, landbruk og steinbrudd. NIVA prøvotok stasjonen *VEV1* som referanse for stasjonene i Tvedalen. *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 2022). I østre område (Tjølling) er stasjon *KRU3 ref* brukt som referanse.

Tabell 1. Stasjonsoversikt 2022 med koordinater (WGS84).

Nr	Område	Lokalområde	Navn	Kortnavn	Lengdegrad	Breddegrad
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 1	VEV1	59.04738	9.84607
4	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 2	SAG2	59.03310	9.89690
5	Øst, Tjølling	Krukåsen	Håkestad 3	KRU3 ref	59.08346	10.11401
6	Øst, Tjølling	Krukåsen	1 Mot Håkestadbekken	KRU1	59.08340	10.12009
7	Øst, Tjølling	Krukåsen	4 Håkestadbekken - nedstrøms	KRU4	59.07628	10.11964
8	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad 1	HÅK1	59.08021	10.11585
9	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	Klåstad 3	KLÅ3	59.06431	10.18065
10	Øst, Tjølling	Klåstad/Brattås	4 Klåstad S	KLÅ4	59.05998	10.17141



Figur 1. Stasjonene undersøkt i 2022 ved Tvedalen (grønne sirkler, område vest) og Tjølling (blå sirkler, område øst), for bunndyr. Tallene i sirkelene identifiserer prøvetakingsstasjonene i henhold til **Tabell 1**. Kilde: Norgeskart.

2.2 Indekser benyttet i vurderingene

Denne rapporten gjør rede for bunndyrundersøkelser i 2022, 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 av disse indeksene det finnes nasjonale klassegrenser for (Direktoratsgruppa 2018), og denne gir trolig ikke 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. **Tabell 2** viser klassegrenser for indeksene slik de er brukt i denne rapporten.

Tabell 2. Klassegrenser for tilstand som er brukt for PSI-indeksen (venstre; Extence mfl. 2011) og ASPT-indeksen med normaliserte EQR-verdier (høyre; Direktoratgruppa 2018).

PSI	Tilstand	ASPT (nEQR)	Tilstand
80 - 100	Minimalt sedimentert/ikke sedimentert	0,8 - 1	Svært god
60 - 80	Lettere sedimentert	0,6 - 0,8	God
40 - 60	Moderat sedimentert	0,4 - 0,6	Moderat
20 - 40	Sedimentert	0,2 - 0,4	Dårlig
0 - 20	Kraftig sedimentasjon	0 - 0,2	Svært Dårlig

3 Resultater og diskusjon

Resultatene fra 2022-undersøkelsene, 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. Vi har delt inn resultatene i vestlig (Tvedalen, nord for Raet) og østlig del (Tjølling, sør for Raet). Nedbørfeltene i den vestlige delen er hovedsakelig dominert av skog, mens østlig del er preget av landbruk.

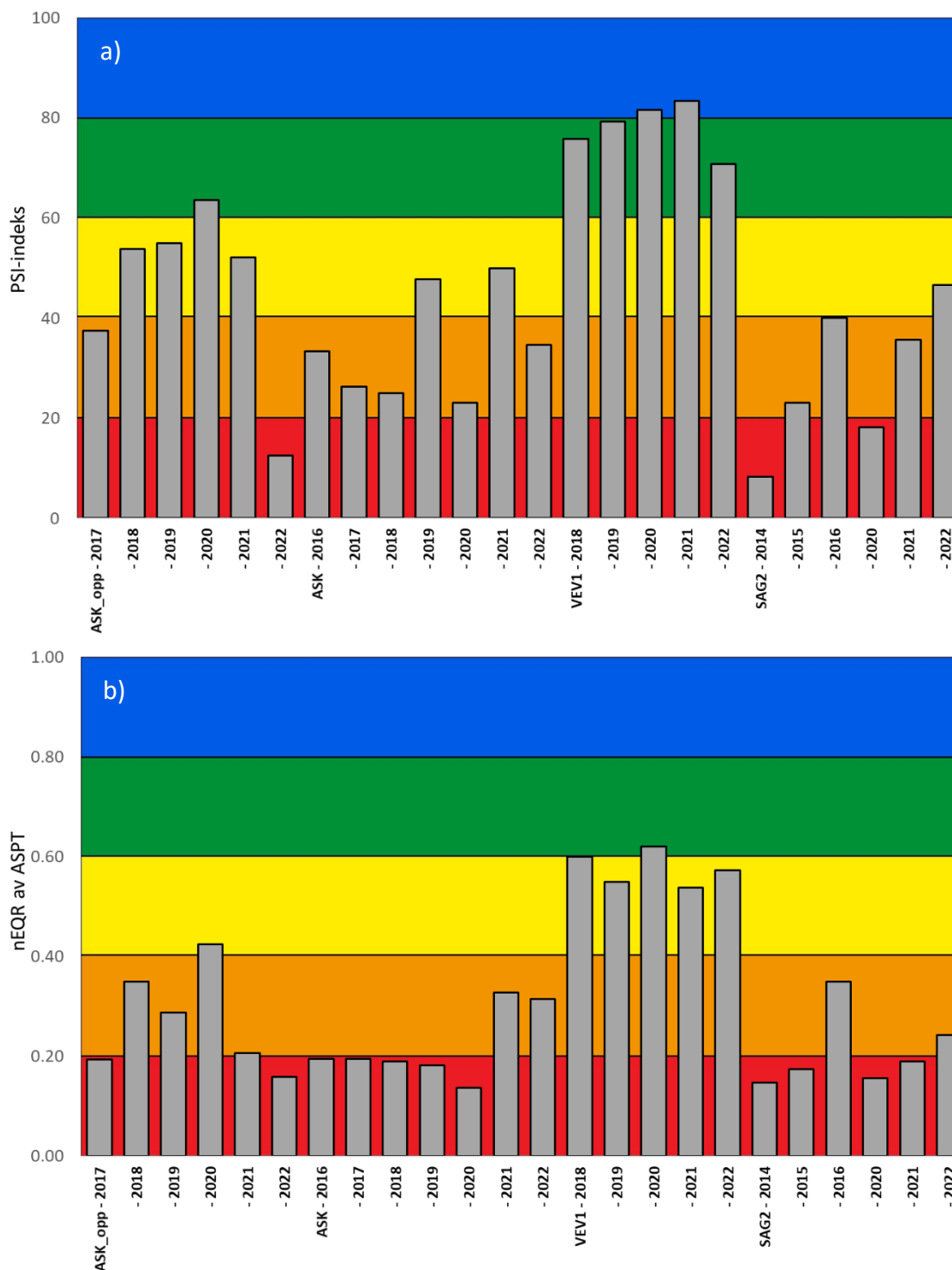
3.1 Område vest - Tvedalen

Resultater fra beregning av PSI- og ASPT-indeksen for 2022 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 «lettere sedimentert» i 2018-2019, og «ikke sedimentert» til «minimale sedimentert» i 2020-2021. I 2022 er tilstanden her tilbake i kategorien «lettere sedimentert». Avrenning fra bruddet i Vevjeåsen infiltreres naturlig i grunnen før det når *VEV1*, noe som trolig bidrar til den gode tilstanden her. I perioder er det hogst i området, og dette kan påvirke bunndyrforholdene i perioder. *VEV1* viste «moderat» tilstand for ASPT i 2022, men indeksverdien ligger veldig nær grensen til god tilstand. *VEV1* 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 ved PSI-indeksen vist tydelige tegn på sedimentering. PSI-indeksen viste en bedring i 2018-2021 i forhold til målinger i 2017 ved *ASK_opp*. Dette stemte godt med tidspunktet for etablering av det nye sedimentasjonsbassenget rett oppstrøms, som kom i drift fra midten av mai 2018. Resultatene fra 2022 viser imidlertid «kraftig sedimentering» i 2022. ASPT viste på «dårlig» og opp mot «moderat» tilstand 2018-2020, men ned mot grensen til «svært dårlig» tilstand i 2021, og «svært dårlig» tilstand i 2022. Resultatene tyder dermed på en betydelig forverret sedimentasjonstilstand i 2022. Den nærliggende målestasjonen for turbiditet («Askedalsbekken»; se kart i Persson 2021) viser også flere overskridelser av grenseverdier i 2022. Pumpen som førte vann til sedimentasjonsdammen oppstrøms Askedalsbekken ble ødelagt og pga. COVID-situasjonen tok det flere måneder å få ny pumpe på plass (Magne Martinsen ved Lundhs AS, pers medd.). Det var derfor en periode uten rensing, noe som kan forklare den forverrede tilstanden ved *ASK* i 2022. *ASK*, stasjonen nedstrøms hovedveien, viste en bedring i sedimentasjonsforholdene i 2019 og 2021 i forhold til tidligere resultat. Men med en tydelig påvirkning fra sedimentasjon i 2020 og en «moderat» påvirkning i 2022 det er en del variasjon fra år til år. *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 med et sedimentasjonsbasseng.



Figur 2. a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner som ble prøvetatt i Tvedalen i 2022, og data fra samme stasjoner tidligere år der data er 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 år angitt.

3.1.2 Saga Pearl

Saga Pearl drenerer ned mot Hallevannet via bekken der stasjonen SAG2 (mot syd) er plassert. Det har vært begrenset aktivitet i bruddet her de siste årene (Magne Martinsen ved Lundhs AS, pers medd.). PSI-indeksen viser i 2022 «moderat» sedimentasjonspåvirkning ved SAG2. Dette er den beste tilstanden som er målt ved stasjonen, og er bedre enn i 2016 og 2020. I 2014-2015 og 2020 har imidlertid resultatene vist tydeligere sedimentasjonspåvirkning, noe som viser at det er betydelig år til år variasjoner. Den nærliggende målestasjonen for turbiditet («Saga Pearl Øst»; se kart i Persson 2021) viser i 2022 ingen overskridelser av grenseverdier. Bunnforholdene ved SAG2 er, som ASK, preget av mye sedimentert, finpartikulært materiale (**vedlegg 6.3 og 6.4**) som på grunn av strømforholdene bare i liten grad vaskes ut. Restaurering av substratforholdene bør derfor vurderes som et avbøtende tiltak. ASPT-indeksen har vist «dårlig» tilstand ved SAG2 i 2022 og 2016, men «svært dårlig» tilstand ved øvrige undersøkelser i tidsserien.

3.2 Område øst – Tjølling

Resultater fra beregning av PSI- og ASPT-indeksen for 2022 er vist i **Figur 2**. Indeksen ble også beregnet for tidligere år for de stasjonene der bunndyrdata var tilgjengelig. Dette er et område med betydelig mer landbruksaktivitet en det vestre området.

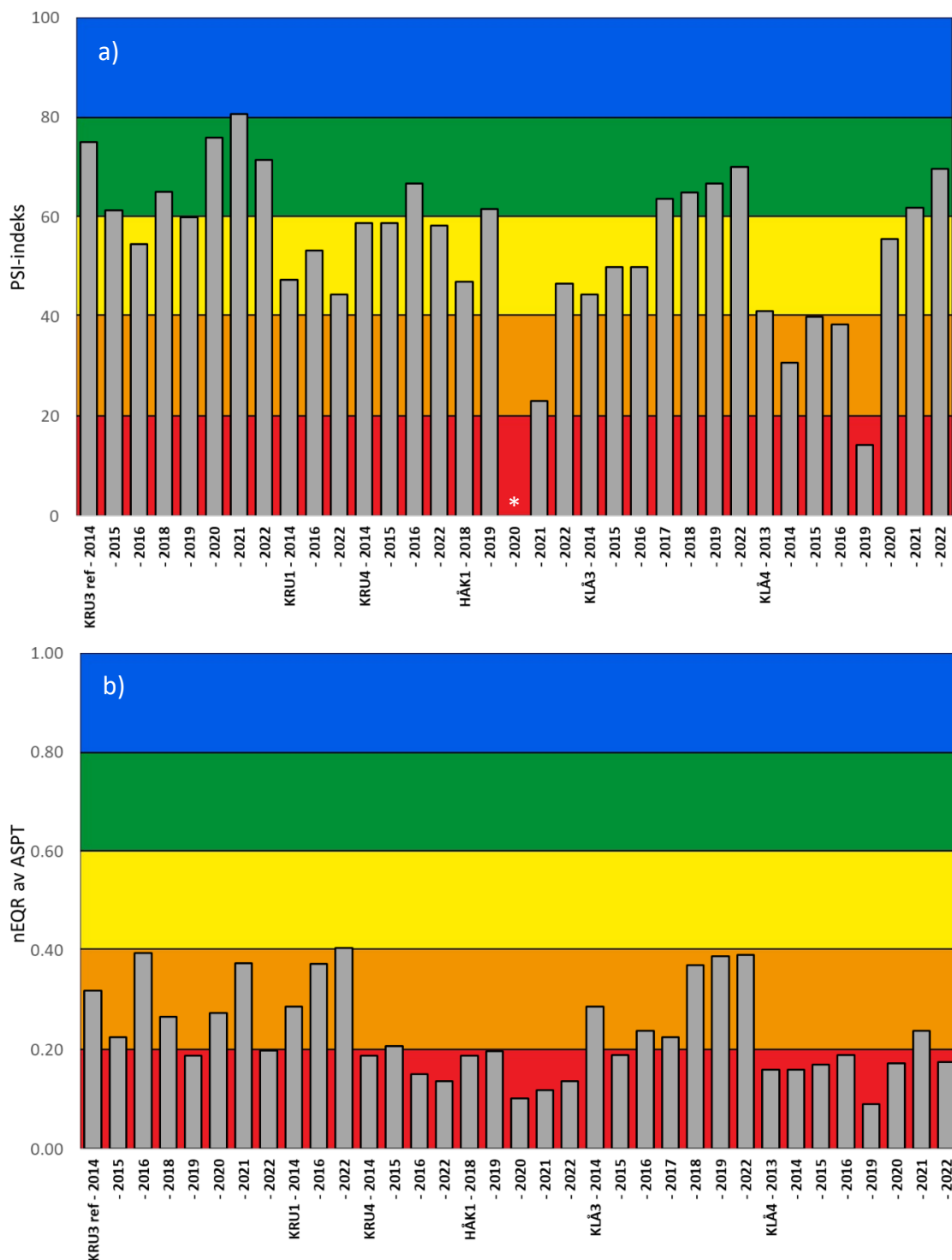
3.2.1 Krukåsen, Håkestad og Klåstad

PSI-indeksen viser i 2022 «lettere» sedimentasjonspåvirkning ved *KRU3 ref*. Stasjonen har blitt prøvetatt i de fleste år siden 2014 og PSI-indeksen har vist lettere sedimentert nesten 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 har ved alle prøvetakinger vist «dårlig» til «svært dårlig» tilstand.

Det har vært driftshvile ved bruddet ved Krukåsen som drenerer til bekken der *KRU1* ligger, men produksjonen er gjenopptatt fra midten av 2021 (Magne Martinsen ved Lundhs AS, pers medd.). Ved *KRU1* var tilstanden i 2022 «moderat sedimentert», samme som i 2014 og 2016 da stasjonen sist ble undersøkt. ASPT viser i 2022 «moderat» tilstand, som er en gradvis bedring fra «svært dårlig» tilstand i 2014 og 2016.

KRU4 har vært moderat til lettere påvirket av finsediment 2014-2016 og nå i 2022. ASPT har vist stabilt «svært dårlig» eller «dårlig» tilstand ved alle prøvetakinger i tidsserien. Den nærliggende målestasjonen for turbiditet («Krukåsen»; se kart i Persson 2021) viser ingen overskridelser av grenseverdier i 2022.

Stasjonen *HÅK1* viste «moderat» til «lettere» påvirkning av sedimenter i 2018-2019, men i 2020 og indikerte PSI-resultatene tydelige negative effekter av sedimentasjon. Larvik Granite slet med kapasiteten på sedimenteringsbassenget i Håkestadbruddet i 2020, men fra sent på høsten 2020 pumpes vannet rundt til andre enden av bruddet og gjennom et stort sedimentasjonsbasseng på vei ut (Stephan Kleive ved Larvik Granite, pers medd.). Det ser ut til at tiltaket har bedret sedimentasjonsbelastningen ved *HÅK1* og tilstanden ved PSI-indeksen er i 2022 nesten tilbake til tilstanden som var før 2020. ASPT viser i 2022 «svært dårlig» tilstand ved *HÅK1*, det samme som i 2018-2021.



Figur 3. a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner i Tjølling som ble prøvetatt i 2022, og data samme stasjoner tidligere år er vist der data er 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 år angitt. *Resultatet fra PSI-indeksen ved HÅK1 i 2020 er null.

3.2.2 Klåstad mot Klåstadbekken

KLÅ3 har i perioden 2017-2022 vist «moderat» - «lettere» påvirkning fra sedimentasjon, og indeksverdier har gradvis blitt bedre. Før 2017 var det betydelig høyere påvirkning ved stasjonen, og bedringen er dermed betydelig. En mulig forklaring på dette er at avrenningen fra Klåstad siden 2017 er ført via en sedimentasjonsdam i det gamle bruddet Blokksten. ASPT viser en lignende trend, med en markant bedring av tilstanden etter 2017 («svært dårlig»). Selv om ASPT her fortsatt viser «dårlig» tilstand, nærmer stasjonen seg «moderat» tilstand. Målestasjonen for turbiditet, som ligger litt oppstrøms *KLÅ3* («Klåstad N»; se kart i Persson 2021), viser noen overskridelser av grenseverdier i 2022.

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 ved PSI og ASPT. I 2020-2022 viser PSI ved *KLÅ4* en gradvis bedring av tilstanden, med kun «lettere» påvirkning av finsedimenter i 2021 og 2022. Disse er 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 imidlertid enkelte overskridelser av grenseverdier i 2022. *KLÅ4* viste «dårlig» tilstand ved ASPT i 2020, som er en forbedring fra «svært dårlig» tilstand vist ved alle andre undersøkelser siden 2013. Dette tyder på fortsatt betydelig påvirkning fra landbruk og eventuelt spredte avløp. Bekkeløpet ved *KLÅ4* har vært grøftet siden prøvetakingen i 2021, og det har også vært skogshogst med felling av en del store trær (se bilde i 6.4). Slike inngrep kan medføre økte tilførsler av sedimenter til vassdragene, men noe overraskende ble det ikke påvist tydelige negative effekter på bunndyrsamfunnene i 2022 sammenlignet med tidligere år.

4 Konklusjoner

Det er store variasjoner i driftsforholdene mellom bruddene i denne undersøkelsen, noe som gjenspeiles i bunndyrsamfunnene i bekker som påvirkes av avrenning fra brudd og deponier. Ved flere stasjoner i området har vi de senere årene observert positive endringer i bunndyrsamfunnene målt ved sedimentasjonsindeksen PSI. Det er sannsynlig at disse endringene følger av endringer i driften ved bruddene.

Ved *ASK_opp*, i Askedalsebekken ved Tvedalen, så tilstanden ut til å ha blitt stabilt bedre fra 2018 etter etablering av rensbasseng oppstrøms, men i 2022 ble det igjen påvist store sedimentasjonseffekter her. Ved stasjonen *ASK*, med mer stilleflytende vann, var sedimentasjonspåvirkningen fortsatt betydelig i 2022. Her har tilstanden vist betydelige variasjoner mellom år. Det anbefales derfor videre oppfølging av disse stasjonene for å se om tilstanden bedres. Fjerning av sedimentert finstoff fra bunns substratet ved stasjon *ASK* er et avbøtende tiltak som bør vurderes.

Tilstanden ved *SAG2* viser en gradvis bedring i sedimentasjonstilstand i 2021-2022, mens det ble målt betydelig påvirkning i 2020. Hvis det ikke kommer en stabil bedring her, bør det også vurderes tiltak her (eksempelvis fjerne sedimentert finstoff). Stasjonene *SAG2* og *ASK* er begge stilleflytende med mye finsediment i bunns substratet. Målte tilstander herfra ligner også hverandre de siste årene: det har vært en bedring enkelte år, men en forverring i 2020. Det er mulig at bedringen her ikke er mer stabil enn at den påvirkes negativt ved for eksempel større nedbørsmengder.

I Tjølling-området er alle stasjoner mer eller mindre påvirket av landbruk (også referansestasjonen *KRU3 ref*). Håkestad, ved *HÅK1*, viste veldig høy påvirkning fra finsedimenter i 2020 og 2021 sammenliknet med tidligere år. Men her er påvirkningen igjen mindre i 2022 og tilbake på samme nivåer som vi så før 2020. Denne variasjonen bør følges opp videre for å se om en mindre påvirket tilstand stabiliseres.

Stasjonene ved Krukåsen (*KRU1* og *KRU4*), der det vært driftshvile, viser samme grad av sedimentasjonspåvirkning som da de ble prøvetatt i 2016.

Sedimentasjonspåvirkning ved *KLÅ3* (fra 2017) og *KLÅ4* (fra 2020) er betydelige lavere etter etableringen av sedimentasjonsdammer. I 2022 viser begge stasjonene den laveste sedimentasjonspåvirkningen som er målt til nå i tidsserien med verdier tilsvarende referansestasjonen (*KRU3 ref*).

Det er viktig å være klar over at PSI-indeksen fremfor alt vurderer effekter av sedimenterte partikler og i mindre grad effekter av suspenderte partikler i vannet. Indeksen ventes derfor å slå hardest ut på sakteflytende elvestrekninger der sedimentasjonsgraden naturlig er størst. En vesentlig del av finstoffet i avrenningen fra bruddene i denne undersøkelsen er meget finkornet ('steinstøv') og opptrer som delvis løst i vannfasen. Partiklene kan dermed transporteres lange avstander før de sedimenterer. 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, samt hogst og veiavrenning også kan ha hatt en effekt. Vassdragene i de undersøkte områdene er

utsatt for flere påvirkningstyper og som i tidligere år er det vanskelig å finne egnete 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 2023

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_opp og ASK) anbefales det fortsatt årlig prøvetaking for å følge opp forverringen ved ASK_opp i 2022 og frem til en stabil tilstand er oppnådd ved 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.

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

I tillegg er følgende stasjoner som vi har lagt opp til å undersøke hvert 3. år ikke prøvetatt siden 2020 og bør inkluderes i 2023: MØR ref, MØR1, MØR2, AAK1, TVE ref, TVE1, SAG1, SKA ref, SKA1, SKA2 og KLÅ2.

Så langt det ikke skjer noen endringer i drift eller avrenningsmønstre i andre områder er de 17 stasjoner som er anbefalt for prøvetaking i 2023 presentert i **Tabell 3**. «Tilkoblet» i tabellen angir bedriften som knyttes til stasjonen. Totalt forventes 17 stasjoner å prøvetas høsten 2023 og fordelingen er da 65% (11/17) Lundhs AS og 35% (6/17) LG (Larvik Granite) og kostnadene vil fordeles tilsvarende mellom bedriftene.

Tabell 3. Preliminært prøvetakingsprogram i 2023 med 17 stasjoner.

Nr	Område	Navn	Kortnavn	Latitud	Longitud	Tilkoblet	Kommentar
1	Vest, Tvedalen	Mørjebekken ref	<i>MØR ref</i>	59.05221	9.83703	Lundhs	Referanse MØR
2	Vest, Tvedalen	Mørjebekken 1	<i>MØR1</i>	59.047729	9.841852	Lundhs	Hvert 3. år, sist i 2020
3	Vest, Tvedalen	Mørjebekken 2	<i>MØR2</i>	59.045065	9.8395	Lundhs	Hvert 3. år, sist i 2020
4	Vest, Tvedalen	Vevjeåsen 1	<i>VEV1</i>	59.047376	9.846069	LG & Lundhs	Referanse Tvedalen
5	Vest, Tvedalen	Aak 1	<i>AAK1</i>	59.030431	9.843229	LG	Hvert 3. år, sist i 2020
6	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken opp	<i>ASK_opp</i>	59.03237	9.854007	Lundhs	Følger opp forendring
7	Vest, Tvedalen	Askedalsbekken	<i>ASK</i>	59.02991	9.85487	Lundhs	Følger opp variasjon
8	Vest, Tvedalen	Tvedalen ref	<i>TVE ref</i>	59.0434494	9.871655	Lundhs	Referanse TVE
9	Vest, Tvedalen	Tvedalen 1	<i>TVE1</i>	59.0431679	9.8717838	Lundhs	Hvert 3. år, sist i 2020
10	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 1	<i>SAG1</i>	59.03247	9.89426	Lundhs	Hvert 3. år, sist i 2020
11	Vest, Tvedalen	Saga Pearl 2	<i>SAG2</i>	59.0331	9.8969	Lundhs	Følger opp variasjon
12	Øst, Tjølling	Håkestad 3	<i>KRU3 ref</i>	59.083456	10.114014	LG & Lundhs	Referanse Tjølling
13	Øst, Tjølling	Håkestad 1	<i>HÅK1</i>	59.08021	10.11585	LG	Følger opp forendring
14	Øst, Tjølling	Skallist ref	<i>SKA ref</i>	59.079388	10.179978	LG	Referanse SKA
15	Øst, Tjølling	Skallist 1	<i>SKA1</i>	59.07865	10.180079	LG	Hvert 3. år, sist i 2020
16	Øst, Tjølling	Skallist 2	<i>SKA2</i>	59.076297	10.177493	LG	Hvert 3. år, sist i 2020
17	Øst, Tjølling	Klåstad 2	<i>KLÅ2</i>	59.0682	10.177	Lundhs	Hvert 3. år, sist i 2020

5 Referanser

- Armitage, P.D., Moss, D. Wright, J.F. og Furse, M.T. (1983) The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17(3): 333-347
- 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. Direktoratets gruppa 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.
- 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. Rannekleiv. 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
- Persson, J. 2022. Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2021. NIVA-rapport 7698-2022
- Rannekleiv, 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 2022

Vedlegg 6.3. Kategorisering av stasjonene ved substrat

Vedlegg 6.4. Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2022

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. Ti stasjoner ble prøvetatt 15-16. november i 2022.

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. Bunns substratet 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 m² 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 praktisk 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 2022

Taksagruppe	Navn	ASK_opp	ASK	VEV1	SAG2	KRU3 ref	KRU1	KRU4	HÅK1	KLÅ3	KLÅ4
Bivalvia	<i>Sphaeriidae</i>		188		21	6	4	3	2	1	1
Coleoptera	<i>Elmis aena ad.</i>									16	
Coleoptera	<i>Elmis aena lv.</i>									62	
Coleoptera	<i>Elodes lv.</i>						16				
Coleoptera	<i>Hydraena ad.</i>					1	8				
Diptera	<i>Ceratopogonidae</i>	2	44		9		1	8	6	14	10
Diptera	<i>Chironomidae</i>	8	132	5	84	36	18	216	20	304	260
Diptera	<i>Dicranota</i>		1	6	2	6				2	4
Diptera	<i>Diptera</i>									2	
Diptera	<i>Limoniidae/Pediciidae</i>	1	12				4		4	2	10
Diptera	<i>Psychodidae</i>			1						4	2
Diptera	<i>Simuliidae</i>			188	15	208	624	24	8	2	1
Diptera	<i>Tabanidae</i>		2								
Diptera	<i>Tipula</i>					1	1				3
Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>		10							1	2
Ephemeroptera	<i>Baetis niger</i>									36	
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>			4		6		8	3	32	204
Ephemeroptera	<i>Baetis</i>					1		3	6	46	14
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>	6	132						1	3	
Ephemeroptera	<i>Leptophlebia marginata</i>						2				
Ephemeroptera	<i>Leptophlebia vespertina</i>		1								
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae</i>		12							1	
Gastropoda	<i>Radix labiata/balthica</i>								1	1	
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia Ad.</i>						1	1			
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	12	32	3	33	112	3	44	20	10	20
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>			20							
Plecoptera	<i>Leuctra fusca</i>			2							
Plecoptera	<i>Leuctra</i>			8							
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>									12	
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>			4			34				
Plecoptera	<i>Nemoura</i>		8		12		624				
Plecoptera	<i>Nemouridae</i>	6		12			656				
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>	10	2				1				
Trichoptera	<i>Beraea pullata</i>									1	
Trichoptera	<i>Hydropsyche angustipennis</i>									34	
Trichoptera	<i>Hydropsyche</i>									38	
Trichoptera	<i>Limnephilidae</i>		3	1	9	1	4			6	2
Trichoptera	<i>Limnephilus extricatus</i>		1								
Trichoptera	<i>Micropterna lateralis</i>				2	1	4				
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>				2		2				
Trichoptera	<i>Rhyacophila</i>			1							
Trichoptera	<i>Tinodes pallidulus</i>					2					
Turbellaria Indet.	<i>Turbellaria</i>		1								

6.3 Bunns substratets 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	Øst, Tjølling	KRU3 ref		10 %	20 %	30 %	35 %	5 %	
6	Øst, Tjølling	KRU1			20 %	30 %	40 %	10 %	
7	Øst, Tjølling	KRU4			50 %	20 %	20 %	10 %	
8	Øst, Tjølling	HÅK1				10 %	30 %	60 %	
9	Øst, Tjølling	KLÅ3			20 %	20 %	30 %	30 %	
10	Øst, Tjølling	KLÅ4			10 %	10 %	10 %		70 %

6.4 Bilder av övervakingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2022

Alle bilder tatt av Jonas Persson, NIVA.

Område vest – Tvedalen



1. ASK_opp



2. ASK



3. VEV1



4. SAG2

Område øst – Tjølling



5. KRU3 ref



6. KRU1



7. KRU4



8. HÅK1



9. KLÅ3



10. 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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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