

7940-2024

Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2023



Rapport

Norsk institutt for vannforskning

Løpenummer: 7940-2024

ISBN 978-82-577-7676-3
NIVA-rapport
ISSN 1894-7948

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

Jonas Persson
Prosjektleder/
Hovedforfatter

Tor Erik Eriksen
Kvalitetssikrer

Laurence Carvalho
Forskningsleder

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

www.niva.no

Tittel Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2023	Sider 21 + vedlegg	Dato 16.02.2024
---	------------------------------	---------------------------

Forfatter(e) Jonas Persson	Fagområde Ferskvannsbiologi	Distribusjon Åpen
--------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Oppdragsgiver(e) Lundhs AS	Kontaktperson hos oppdragsgiver Rolf Nilsen
--------------------------------------	---

Utgitt av NIVA
Prosjektnummer 200162

Sammendrag

Denne rapporten omhandler bunndyrundersøkelser i 2023 i utvalgte bekker som påvirkes av avrenning fra steinbruddene i områdene Tvedalen og Tjølling i Larvik kommune. Data fra tidligere undersøkelser i området tilsier at PSI-indeksen responderer tilfredsstillende på partikkelavrenning, og gir verdifull informasjon om effekten av sedimentering på bunndyrene. Resultatene fra 2023 tyder på at mange av bruddene (Vevjeåsen nord, Tvedalen vest mot Mørjebekken og Tvedalsbekken, Håkestad, Stålaker, Skallist og Klåstad) ikke har en tydelig negativ påvirkning av finsediment på bunndyrsamfunnene i bekkene, mens noen brudd (Aak, Tvedalen vest mot Askedalsbekken og Saga Pearl) kan ha en påvirkning (lavere PSI-verdier enn ved referansestasjonene). MØR1 og referansestasjonen KRU3 ref er de eneste stasjonene som i 2023 klassifiseres i «god» eller bedre økologisk tilstand med hensyn til organisk belastning ved ASPT-indeksen. Bunndyrene ved de resterende stasjonene viser tegn på organisk belastning og det er dermed tydelig at det også er andre kilder til påvirkning enn steinbruddene i områdene.

Emneord: Steinbrudd, Tiltaksrettet overvåking, Bunndyr, Finsediment

Keywords: Quarries, Operational monitoring, Macroinvertebrates, Fine sediments

Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
1 Bakgrunn	6
1.1 Tidligere undersøkelser og overvåking i larvikittbruddene	6
1.2 Formål	7
2 Materialer og metode	8
2.1 Overvåkingsstasjoner 2023	8
2.2 Indekser benyttet i vurderingene	10
3 Resultater	10
3.1 Område vest - Tvedalen	10
3.2 Område øst – Tjølling	15
4 Konklusjoner og vurdering av videre prøvetaking	18
4.1 Behov for overvåking i 2024	20
5 Referanser	21
6 Vedlegg	21
6.1 Metoder	22
6.2 Oversikt over brudd og bruddaktivitet 2013-2024	24
6.3 Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2023	25
6.4 Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2023	28
6.5 Bunnssubstratets utforming på de ulike stasjonene	29
6.6 Oversikt over alle aktive overvåkingsstasjoner	30

Forord

I henhold til vilkår i tillatelsene til de ulike larvikittbruddene og -deponiene i Larvik-området 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 bakgrunn av dette gjennomførte NIVA i 2023 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. Resultater og rapport er kvalitetssikret av Tor Erik Eriksen. Benno Dillinger sørger for innsending av data til Vannmiljø. Alle er ansatt ved NIVA.

Oppdragsgiver er Lundhs AS, og deres representant har vært Rolf Nilsen.

Alle takkes for godt samarbeid!

Oslo, 16.02.2024

Sammendrag

Denne rapporten omhandler bunndyrundersøkelser i 2023 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 som 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, men primært via indeksen PSI (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates) som benyttes i Storbritannia for å måle effekter av finsedimenter i eller på bunns substratet. Indeksen er ikke tilpasset norske forhold, men er siden 2017 benyttet i overvåkingen av partikkelavrenning fra steinbrudd i Larvik-området. Erfaring herfra tilsier at PSI-indeksen gir utslag på partikkelavrenning, og gir verdifull informasjon om effekten av sedimentering på bunndyrene. Økologisk tilstand ble også vurdert på bakgrunn av ASPT-indeksen (Average Score Per Taxon), i henhold til gjeldende nasjonale vurderingskriterier. Tidstrender for miljøtilstand er diskutert basert på både ASPT- og PSI-indeksen.

Resultatene fra bunndyrundersøkelsene tyder på at mange av bruddene (Vevjeåsen nord, Tvedalen vest mot Mørjebekken og Tvedalsbekken, Håkestad, Stålaker, Skallist og, Klåstad) ikke har en tydelig negativ påvirkning av finsediment i bekkene, mens noen brudd (Aak, Tvedalen vest mot Askedalsbekken og Saga Pearl) kan ha en påvirkning (lavere PSI-verdier enn ved referansestasjonene).

Tidstrendene for miljøtilstand for PSI og ASPT ved stasjon *AAK1*, antyder påvirkning av finsediment og organisk forurensning over flere år. Det er det flere mulige påvirkningskilder i området, og det er usikkert i hvilken grad påvirkningen kan tilskrives bruddet ved Aak. Påvirkningen fra Tvedalen vest mot Askedalsbekken har gradvis avtatt de siste årene etter etableringen av en sedimentasjonsdam, som har bidratt til å redusere spredningen av finsediment. I 2022 var rensedammen periodevis ute av drift, og tilstanden i Askedalsbekken var betydelig forverret sammenlignet med tidligere år, spesielt ved stasjonen *ASK_opp*. I 2023 var tilstanden bedre og var mer lik forholdene da rensedammen var i drift. Det ble også gjennomført tiltak som graving og utplassering av pukkløp i løpet av 2023. Bruddet ved Saga Pearl viste i 2023 fortsatt tydelig belastning ved *SAG1* og *SAG2*, på linje med tidligere år. Påvirkningen fra bruddet Håkestad var betydelig redusert når det gjaldt partikulært finstoff ved *HÅK1* i 2022 og 2023 sammenlignet med 2020, da det var problemer med rensedammen. Påvirkningen i 2023 var på samme nivå som i perioden 2018-2019, karakterisert som «moderat sedimentert» til «lett sedimentert».

MØR1 og referansestasjonen *KRU3 ref* er de eneste stasjonene som i 2023 klassifiseres i «god» eller bedre økologisk tilstand i henhold til organisk belastning ved ASPT-indeksen. Ved de resterende stasjonene viser bunndyrene tegn på belastning, ved ASPT, og det er dermed tydelig at det også er andre kilder til påvirkning enn steinbruddene.

Overvåkingsprogrammet har over tid vist betydelig variasjon i graden av påvirkning på bunndyrsamfunnene i bekkene. Basert på resultatene fra 2023 anbefales det videre overvåking for å følge utviklingen og effektene av allerede gjennomførte tiltak. 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.

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, 2023). 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 satt søkelys på bunndyr i rennende vann, som er det biologiske kvalitetselementet som vi tror er mest følsomt for steinstøvet fra bruddene (Moe mfl., 2017; Persson, 2023). 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 kan også fange opp andre påvirkninger og brukes som et mål på generell degradering men måler ikke primært effekten av partikkelforurensning. 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 blant annet 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; Extence 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 (Persson, 2023). 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. Likevel ser vi at PSI-indeksen i denne sammenhengen kan fungere som et nyttig verktøy for å veilede tiltaksarbeidet for å redusere partikkelavrenning til vassdragene i området (Persson, 2023).

1.2 Formål

Denne rapporten omhandler overvåkingen utført i 2023. 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 har tilgang til turbiditetsmålinger som utføres ukentlig i noen av bekkene. Disse resultatene rapporteres til Altinn (<https://www.altinn.no/>) av oppdragsgiver.

2 Materialer og metode

En kort presentasjon av stasjonene som er overvåket, samt en innledning til indeksene som er brukt, er presentert nedenfor. Detaljert informasjon om prøvetakingsmetodikk, analyser og beregning av indekser er presentert i **vedlegg 6.1**. En oversikt over steinbruddene og aktivitetsnivåene ved dem i 2013-2024 finnes i **vedlegg** Error! Reference source not found.. Stasjonsområdene i 2023 er dokumentert med bilder i **vedlegg 6.3**.

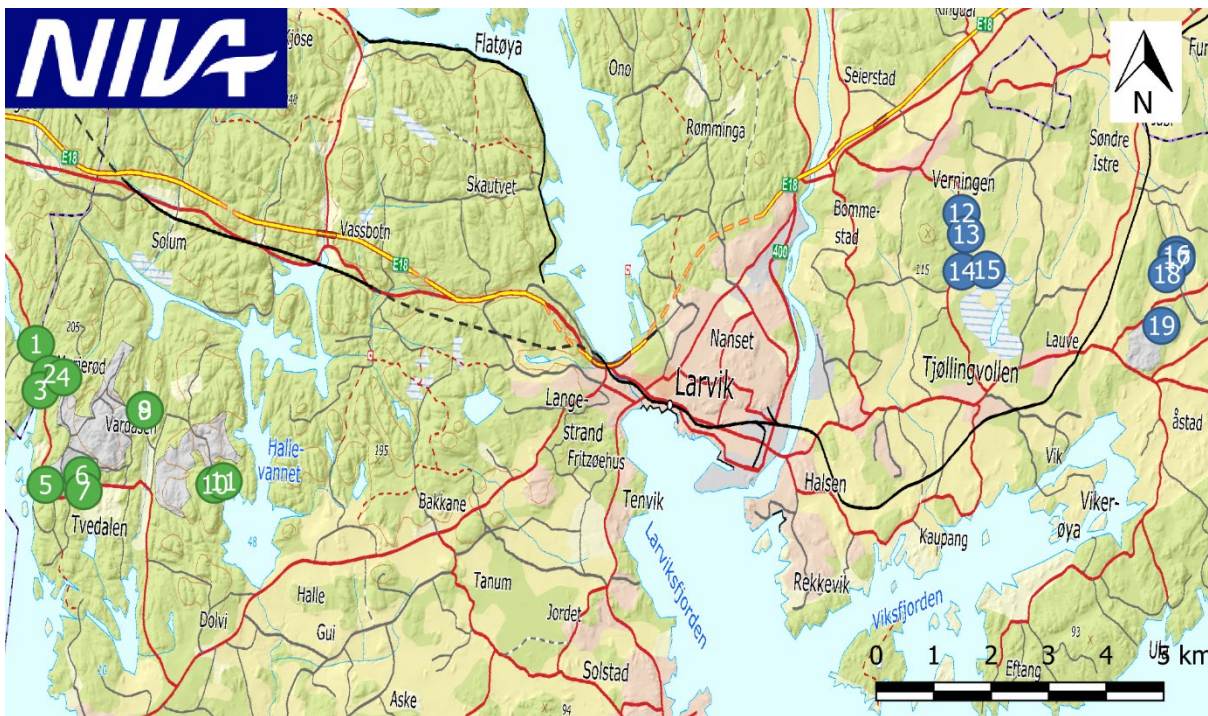
2.1 Overvåkingsstasjoner 2023

I **Tabell 1** og **Figur 1** vises en oversikt over de 19 stasjonene der bunndyr ble prøvetatt 20.-22. november i 2023.

Det er mangel på gode referansestasjoner i området grunnet topografi og aktivitet knyttet til bosetting, landbruk eller steinbrudd. I denne undersøkelsen er stasjonen *VEV1* brukt som referanse for stasjoner 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, 2023). I 2023 brukes også *MØR ref* og *TVE ref* som referansestasjoner i Tvedalen. I østre område (Tjølling) er stasjon *KRU3 ref* og *SKA ref* brukt som referanse i 2023.

Tabell 1. Stasjoner som ble undersøkt i 2023 med tilhørende koordinater (WGS84), samt informasjon om påvirkende brudd og om stasjonen fungerer som referansestasjon (ref).

Nr	Område	Brudd	Navn	Kortnavn	Latitude	Longitude
1	Vest, Tvedalen	Referanse	Mørjebekken ref	<i>MØR ref</i>	59.05221	9.83703
2	Vest, Tvedalen	Tvedalen vest	Mørjebekken 1	<i>MØR1</i>	59.047729	9.841852
3	Vest, Tvedalen	Tvedalen vest	Mørjebekken 2	<i>MØR2</i>	59.045065	9.8395
4	Vest, Tvedalen	Referanse/Vevjeåsen nord	Vevjeåsen 1	<i>VEV1</i>	59.047376	9.846069
5	Vest, Tvedalen	Aak	Aak 1	<i>AAK1</i>	59.030431	9.843229
6	Vest, Tvedalen	Tvedalen vest	Askedalsbekken opp	<i>ASK_opp</i>	59.03237	9.854007
7	Vest, Tvedalen	Tvedalen vest	Askedalsbekken	<i>ASK</i>	59.02991	9.85487
8	Vest, Tvedalen	Referanse	Tvedalen ref	<i>TVE ref</i>	59.0434494	9.871655
9	Vest, Tvedalen	Tvedalen vest	Tvedalen 1	<i>TVE1</i>	59.0431679	9.8717838
10	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 1	<i>SAG1</i>	59.03247	9.89426
11	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 2	<i>SAG2</i>	59.0331	9.8969
12	Øst, Tjølling	Referanse	Krukåsen 3	<i>KRU3 ref</i>	59.083456	10.114014
13	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad 1	<i>HÅK1</i>	59.08021	10.11585
14	Øst, Tjølling	Stålaker	Stålaker 1	<i>STÅ1</i>	59.074395	10.115344
15	Øst, Tjølling	Stålaker	Stålaker 2	<i>STÅ2</i>	59.074925	10.122915
16	Øst, Tjølling	Referanse	Skallist ref	<i>SKA ref</i>	59.079388	10.179978
17	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 1	<i>SKA1</i>	59.07865	10.180079
18	Øst, Tjølling	Skallist	Skallist 2	<i>SKA2</i>	59.076297	10.177493
19	Øst, Tjølling	Klåstad	Klåstad 2	<i>KLÅ2</i>	59.0682	10.177



Figur 1. Kartutsnittet viser prøvetakingsstasjonene for bunndyrundersøkelser i 2023 ved Tvedalen (grønne sirkler, område vest) og Tjølling (blå sirkler, område øst). Nummereringen av prøvetakingsstasjonene er i samsvar med **Tabell 1**. Kartkilde: Norgeskart.

MØR1 drenerer den nord-vestre delen av bruddet Tvedalen vest via en mindre bekk som går inn i elven som MØR2 ligger i. Referansestasjonen MØR ref ligger i samme elv som MØR2 oppstrøms samløpet med MØR1-bekken. VEV1 drenerer Vevjeåsen nord mot vest, og AAK1 drenerer Aak mot vest. ASK_{opp} og ASK drenerer Tvedalen vest mot sør. ASK_{opp} ligger rett nedstrøms sedimentasjonsbassengen ved bruddet og ASK ligger lengre nedstrøms på andre siden hovedveien. Bekken med TVE1 får avrenning Tvedalen vest mot øst, TVE ref ligger 20 m oppstrøms i samme bekk ovenfor dreneringen fra bruddet. SAG1 og SAG2 ligger i to forskjellige bekker som drenerer Saga Pearl mot sør.

Referansestasjonen KRU3 ref ligger oppstrøms avrenningen fra bruddene Håkestad og Stålaker, i samme bekk som stasjonene HÅK1 (første stasjon nedstrøms avrenning fra Håkestad) og STÅ2 (får avrenning fra både Håkestad og Stålaker). Stasjonen STÅ1 er første stasjon nedstrøms utløp fra Stålaker, og ligger i en sidebekk som renner inn i hovedbekken mellom stasjonene HÅK1 og STÅ2. SKA ref ligger oppstrøms avrenningen fra steinbruddet i samme elv (Istreelva) som SKA1, mens SKA2 ligger i en liten sidebekk som mottar den direkte avrenningen fra Skallist. KLÅ2 drenerer Klåstad mot nord.

2.2 Indekser benyttet i vurderingene

Denne rapporten gjør rede for bunndyrundersøkelser i 2023, ved bruk av indeksene PSI og ASPT. Sluttresultatet vil ikke være tilstandsklassifisering av hver stasjon med økologisk tilstand, da ASPT er den eneste av disse indeksene det finnes nasjonale klassegrenser for (Direktoratsgruppa, 2018), og denne gir 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	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	Veldig sedimentert	0 - 0,2	Svært Dårlig

3 Resultater

Resultatene fra 2023-undersøkelsene, er beskrevet og diskutert i det følgende kapitlet. For hvert delområde beskrives resultatene for PSI-indeksen, som ser på effekter av sedimentasjon, og ASPT-indeksen som ser på effekter av organisk belastning, men også kan brukes som et mål på generell degradering. 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

Beregnete verdier for PSI- og ASPT-indeksen for 2023, samt tidstrender for disse målingene over flere år, er vist for området Tvedalen i **Figur 2**.

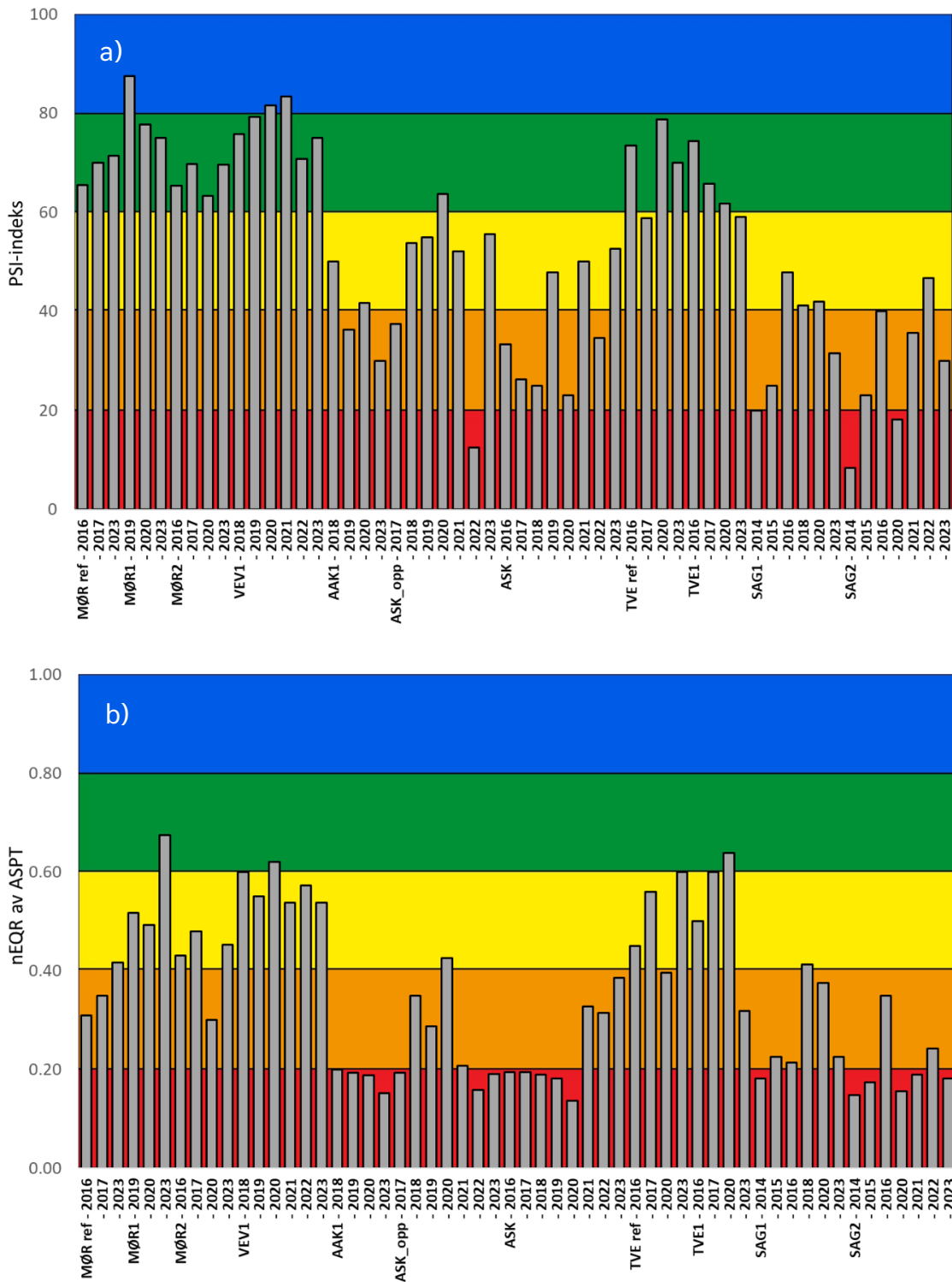
3.1.1. Tvedalen vest mot Mørjebekken

I 2023 indikerte PSI-indeksen "minimalt sedimentert" ved de tre stasjonene MØR ref, MØR1, MØR2, noe som samsvarer med tidligere undersøkelser. Dette funnet støttes opp av turbiditetsmålingene ved den nærliggende målestasjonen (Mørjebekken; se kart i Persson, 2021), som ikke overskridelse grenseverdiene i 2023.

For organisk belastning, målt ved ASPT-indeksen, var referansestasjonen *MØR ref* sammen med *MØR2* i «moderat» tilstand, og *MØR1* var i «god» tilstand. Dette er omtrent som tidligere, men indikerer en bedring ved *MØR1*. Stasjonene kan påvirkes av landbruk og bebyggelse, men *MØR ref* og *MØR2* kan også i tillegg være påvirket av den nærliggende Mørjevegen (veistøv, salting mm).

3.1.2. Vevjeåsen nord

I 2023 indikerer PSI-indeksen «minimalt sedimentert» eller «lettere sedimentert» tilstand ved stasjonen *VEV1*. Disse målingene samsvarer med tidligere undersøkelser i overvåkingsprogrammet. ASPT-indeksen indikerer «moderat» tilstand som også er likt med tidligere års målinger. Stasjonen *VEV1* har blitt undersøkt hvert år siden 2018, og har i flere år fungert som referansestasjon i overvåkingsprogrammet. *VEV1* er imidlertid ikke en helt upåvirket stasjon på grunn av drenering fra bruddet Vevjeåsen nord. Imidlertid infiltreres avrenning fra dette bruddet naturlig i grunnen før det når *VEV1*. Larvik Granite har fra før et skrotdeponi like oppstrøms *VEV1*, og nylig har Lundhs har begynt å opparbeide sitt eget skrotdeponi øst for *VEV1* (Stephan Christian Kleive ved Larvik Granite AS, pers medd.). I perioder er det også hogst i området. Slike forhold kan påvirke miljøforholdene i vassdragene.



Figur 2. a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner som ble prøvetatt i Tvedalen i 2023, 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.

3.1.3. Aak

For AAK1 viser PSI-indeksen tilstanden «sedimentert», mens organisk belastning (ASPT-indeksen) tilsier «svært dårlig» tilstand. Disse målingene samsvarer med de tidligere undersøkelsene som er gjort her siden 2018. Det ble i 2019 ferdigstilt et stort sedimentasjonsbasseng i Aak-bruddet, men dette ser ikke ut til å ha påvirket tilstanden ved AAK1. Bekken mottar også avrenning fra internveien i området og kan være påvirket av avrenning fra et skrotdeponi (pers med. Stephan Kleive ved Larvik Granite). Dette kan ha en negativ effekt på bunndyrsamfunnene. I tillegg finnes det noen bolighus i nærheten, og det er uklart hvilke typer avløpssystemer disse benytter.

3.1.4. Tvedalen vest mot Askedalsbekken (sør)

Ved stasjonen ASK_opp indikerte PSI-indeksen i 2023 en «lettere sedimentert» tilstand. Funnene støttes opp av turbiditetsmålinger fra den nærliggende målestasjonen «Askedalsbekken» (se kart i Persson 2021), som viser noen overskridelser av grenseverdier i 2023. ASPT-indeksen indikerte «svært dårlig» tilstand.

Målinger med PSI-indeksen viste en betydelig forbedring i sedimentasjonstilstanden fra 2017 til 2018-2021, noe som sammenfaller med opprettelsen av et sedimentasjonsbasseng rett oppstrøms stasjonen. Dette bassenget ble satt i drift fra midten av mai 2018. I 2022 indikerte imidlertid PSI-indeksen en betydelig forverring av tilstanden, klassifisert som "veldig sedimentert". Denne forverringen kan forklares ved at pumpen som ledet vannet til sedimentasjonsdammen oppstrøms Askedalsbekken ble ødelagt i denne perioden. Det tok flere måneder å erstatte pumpen, og derfor var det en periode uten rensing. Dette kan forklare den forverrede tilstanden ved ASK_opp i 2022. Disse observasjonene antyder en sammenheng mellom operativ rensing og målinger med PSI-indeksen i undersøkelsesperioden 2017-2023.

Ved stasjonen ASK, som ligger lengre nedstrøms på andre siden hovedveien, indikerte PSI-indeksen «moderat sedimentert» tilstand i 2023 samt «dårlig» tilstand ved ASPT. Det har her vært betydelig variasjon i PSI-indeksen fra år til år, med mer omfattende påvirkning i 2020 og 2022 sammenlignet med 2019, 2021 og 2023. Under prøvetakingen ved denne stasjonen ble bekken preget av store mengder avsatt, finpartikulært materiale. Stasjonen er lokalisert i et flatere område, noe som naturlig fører til finere substrat sammenlignet med ASK_opp. I Askedalsbekken ble det i 2023 utført graving oppstrøms hovedveien, og over ti meter med grov pukkk ble lagt ut i bekken. Dette kan bidra til en mer stabil tilstand ved ASK. Organisk belastning, målt ved ASPT-indeksen, indikerte en «svært dårlig» tilstand i perioden 2016-2020, men en forbedring til «dårlig» tilstand i 2021-2023, noe som tyder på en positiv utvikling med hensyn til denne påvirkningstypen.

3.1.1. Tvedalen vest mot Tvedalsbekken (øst)

Ved stasjonen TVE1, som mottar avrenning fra nordøstre delen av Tvedalen vest, indikerte PSI-indeksen «moderat sedimentert» tilstand i 2023. Ved TVE ref, som ligger 20 meter oppstrøms i samme bekk ovenfor dreneringen fra bruddet, antyder PSI-indeksen i 2023 «lettere sedimentert» tilstand. I perioden 2016-2022 indikerte PSI «lettere sedimentert» tilstand ved TVE1, men med en gradvis nedadgående trend (økende sedimentasjon). Dermed er 2023 det første året i undersøkelsesperioden der PSI overstiger grensen fra «lettere sedimentert» til «moderat sedimentert». Turbiditetsmålingene fra den nærliggende målestasjonen «Tvedalsbekken 1» (se kart i Persson, 2021) viser noen overskridelser av grenseverdier for turbiditet i 2023. PSI-indeksen ved TVE ref har hovedsakelig antydnet «lettere

sedimentert» tilstand siden 2016, med unntak av i 2017 da den indikerte «moderat sedimentert» tilstand.

Ved *TVE1* har organisk belastning målt ved ASPT-indeksen tidligere vært rundt grensen mellom "moderat" og "god" tilstand, men i 2023 ble det registrert en «dårlig» tilstand. På den annen side har *TVE ref* tidligere vært nær grensen mellom "dårlig" og "moderat" tilstand, men i 2023 var den svært nær "god" tilstand. Det har ikke vært veldig tydelig forskjell mellom *TVE ref* og *TVE1* de tre foregående årene, men de har beveget seg i ulike retninger med hensyn til tilstanden i 2023, noe som er noe overraskende gitt deres nærhet i samme bekk. Bekken er bredere og dypere ved *TVE1* sammenlignet med *TVE ref*. Under prøvetakingen i 2023 var vannføringen svært lav, og hvis dette har vedvart over en lengre periode, kan det muligens ha hatt en merkbart negativ effekt på ASPT-indeksen ved *TVE1*. Dette kan skyldes redusert utskiftning av vann og dermed mindre tilgang til oksygen i den roligere delen av bekken ved *TVE1*.

3.1.2. Saga Pearl

Det har vært begrenset aktivitet i bruddet her de siste årene, men det er tilbake til full produksjon siden 2022 (Magne Martinsen ved Lundhs AS, pers medd.). I 2023 antyder PSI-indeksen en "sedimentert" tilstand ved begge stasjonene. Ved *SAG1* ble det observert en gradvis bedring fra "veldig sedimentert" i 2014-2015 til nær "moderat sedimentert" i 2016-2022, men tilstanden har forverret seg noe igjen i 2023. Målinger fra den nærliggende turbiditetsmålestasjonen («Saga Pearl Øst»; se kart i Persson 2021) viser ingen overskridelser av grenseverdier i 2023. Også ved *SAG2* var PSI-verdiene litt lavere enn de to foregående årene, men bedre enn de laveste tidligere målingene. Bunnforholdene ved *SAG2* er, som *ASK*, preget av finpartikulært materiale (**vedlegg 6.5** og **6.3**) som på grunn av strømforholdene bare i liten grad vaskes ut. Lundhs AS har vurdert restaurering av substratforholdene ved *SAG2*, men praktiske tiltak i området er vanskelig å gjennomføre.

For organisk belastning, indikerte ASPT-indeksen en "dårlig" tilstand ved *SAG1* i 2023. Dette er nokså likt tilstanden i 2014-2016, men avvek fra den nærmere "moderat" tilstanden i 2018-2020. Ved *SAG2* ble det registrert "svært dårlig" tilstand i 2023, mens tilstanden varierte fra "dårlig" til "svært dårlig" ved tidligere undersøkelser.

3.2 Område øst – Tjølling

Beregnete verdier for PSI- og ASPT-indeksen for 2023, samt tidstrender for disse målingene over flere år, er vist for området Tjølling i **Figur 3**. Dette er et område med betydelig mer landbruksaktivitet enn i Tvedalen (området vest) og tilstanden for organisk belastning (ASPT-indeksen) ved stasjonene domineres også av «svært dårlig» og «dårlig» tilstand.

3.2.1. Håkestad og Stålaker

KRU3 ref har blitt prøvetatt i de fleste år siden 2014 og PSI-indeksen har vist «lettere sedimentert» nesten alle år, så også i 2023. 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). Organisk belastning (ASPT-indeksen) har ved alle prøvetakinger vist «svært dårlig» eller «dårlig» tilstand.

Ved stasjonen HÅK1 indikerte PSI-indeksen "moderat" til "lettere sedimentert" tilstand i perioden 2018-2019, men i 2020 "veldig sedimentert", noe som antyder betydelig høyere sedimentavsetningen. Larvik Granite opplevde kapasitetsproblemer med sedimenteringsbassenget i Håkestadbruddet i 2020. Fra sent på høsten samme år ble vannet pumpet til den andre enden av bruddet og gjennom et stort sedimentasjonsbasseng på vei ut (Stephan Kleive ved Larvik Granite, pers medd.). Tiltaket ser ut til å ha redusert sedimentbelastningen ved HÅK1, og i 2023 antyder målingene «lettere sedimentert», noe som er den beste tilstanden som er registrert her. Dette nivået er sammenlignbart med referansestasjonen *KRU3 ref*. Når det gjelder organisk belastning (ASPT-indeksen), viser målingene fra 2023 en vurdering på grensen mellom "dårlig" og "moderat" tilstand ved HÅK1. Dette representerer også den klart beste tilstanden som er observert her.

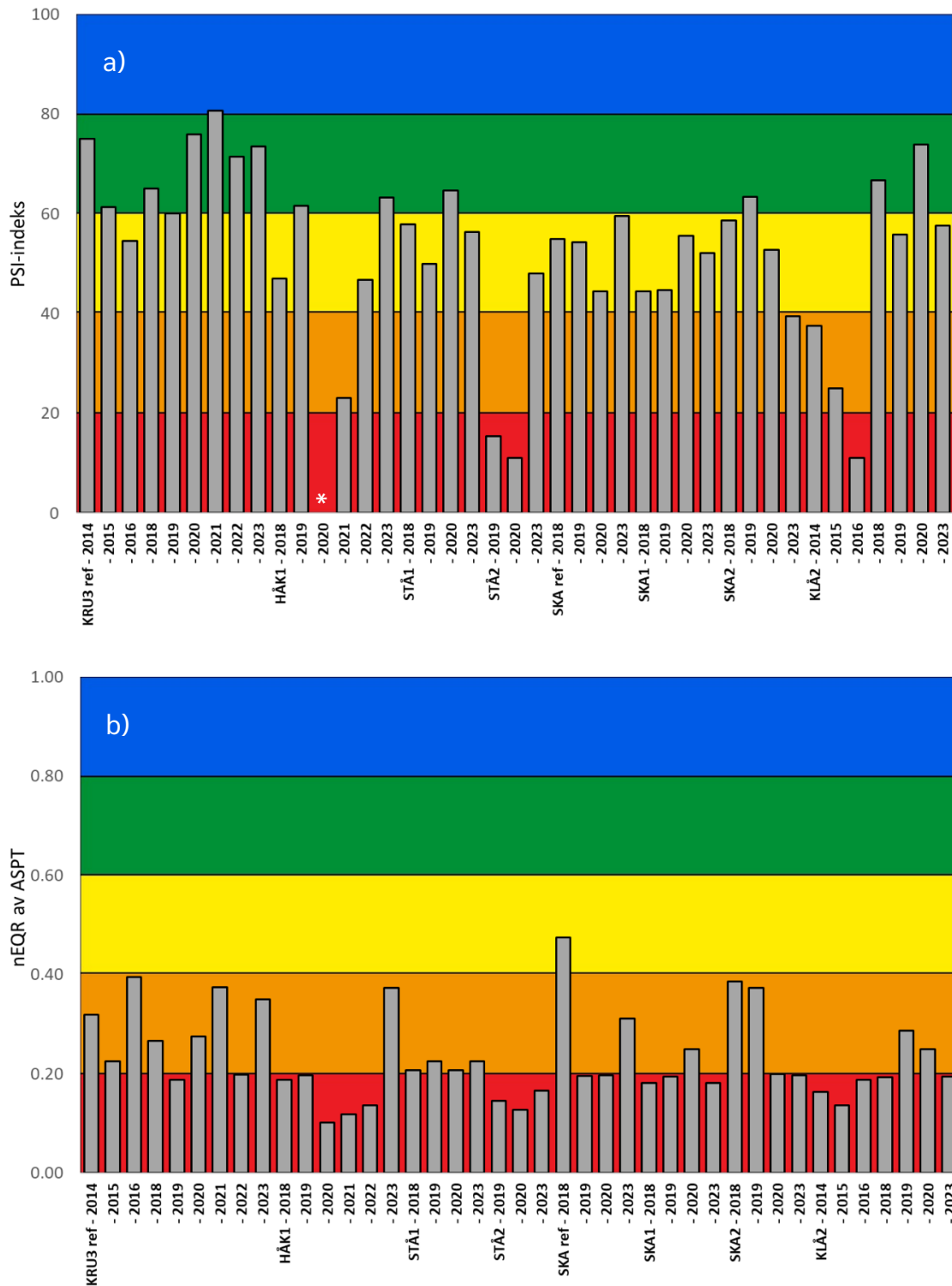
PSI-indeksen indikerer «moderat sedimentert» ved STÅ1 og STÅ2 i 2023. Dette er omtrent det samme som for STÅ1 ved de siste prøvetakingene, men klart bedre enn tidligere målt ved STÅ2, og er på nivå med referansestasjonen *KRU3 ref*. Turbiditetsmålingene ved den nærliggende målestasjonen («Stålaker»; se kart i Persson, 2021) viser bare en enkelt overskridelse av grenseverdiene i 2023. Hovedbekken er mer roligflytende, nesten stillestående, i det flattere området ved STÅ2 enn lenger oppstrøms. Dette kan gi en større sedimentering og dårligere livsmiljø for bunndyrsamfunnene her i forhold til oppstrøms stasjoner. Slike forhold kan også gi større variasjon i tilstand mellom årene, slik vi også ser ved ASK og SAG2 som også ligger i roligflytende partier. Avrenning fra de omkringliggende åkerområdene har sannsynligvis en negativ påvirkning på STÅ2, men den var mindre påtagelig i 2023 enn tidligere. Organisk belastning (ASPT-indeksen) har under alle prøvetakinger vist «svært dårlig» eller «dårlig» tilstand ved STÅ1 og STÅ2, noe som indikerer tydelig påvirkning fra omkringliggende landbruk/spredt avløp.

3.2.1. Skallist

Alle stasjonene rundt bruddet Skallist viste i 2023 på «lettere sedimentert» til marginalt ned i «moderat sedimentert» (ved SKA2), inklusive referansestasjonen SKA ref. Resultatene indikerer at avrenning fra Skallist ikke har en tydelig negativ påvirkning på bunndyrene her. For organisk belastning (ASPT-indeksen) er stasjonene i «svært dårlig» til «dårlig» tilstand i 2023, og har hatt tilsvarende dårlige resultat ved de siste prøvetakingene. Tilstanden ved SKA2 har tidligere år indikert «lettere sedimentert» men det var lite vann i bekken ved SKA2 ved prøvetakingen i 2023, noe som gjorde det vanskeligere å få tatt en representativ prøve og kan ha påvirket bunndyrsamfunnet negativt. Disse stasjonene er negativt påvirket av omkringliggende landbruk/spredte avløp da de ligger midt i et stort landbruksområde, og det er forventet at dette vil kunne påvirke resultatene.

3.2.1. Klåstad mot Klåstadbekken

I 2023 indikerer PSI-indeksen en "moderat sedimentert" tilstand ved KLÅ2, og ASPT-indeksen en «svært dårlig» tilstand. Fra 2017 har avrenningen fra bruddet mot nord gått via en sedimentasjonsdam i det gamle bruddet Blokksten. Dette ser ut til å ha hatt en klar positiv effekt ved KLÅ2, som fra 2018 har vist mindre påvirkning fra finsediment enn tidligere. Tilstanden forbedredes fra «veldig sedimentert» i 2016 til at ligge mellom «moderat» og «lettere» sedimentert siden og på nivå med referansestasjonen KRU3 ref. Turbiditetsmålinger ved den nærliggende målestasjonen (Klåstad N; se kart i Persson, 2021) viser bare en enkelt overskridelse av grenseverdier i 2023. For organisk belastning (ASPT-indeksen) har KLÅ2 i pendlet kring grensen for «svært dårlig»/»dårlig» tilstand siden 2014.



Figur 3. a) PSI-indeksen og b) nEQR av ASPT-indeksen beregnet for stasjoner i Tjølling som ble prøvetatt i 2023, og data fra 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.

4 Konklusjoner og vurdering av videre prøvetaking

Retningslinjer ved vurdering av overvåkingen av stasjonene:

Nye stasjoner og stasjoner med endret påvirkning fra steinbrudd (f.eks. der PSI indeksen viser betydelige forskjeller mellom prøvetakinger) prøvetas hvert år i minst tre år. Hvis tilstanden (ifølge PSI) har vært stabil i tre år er det nok å prøveta disse stasjonene hvert tredje år. Ved driftshvile kan det vurderes lengre intervaller, opp mot hvert sjette år (gitt ingen endringer i driften eller avrenningsmønstre i denne perioden). Det er viktig at NIVA informeres om endringer i driftsaktivitet i bruddene ved stasjonene som ikke prøvetas hvert år.

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. Under følger en oppsummering av resultater og videre anbefalinger for de ulike områdene:

Tvedalen

Ved *MØR1*, *MØR2*, *VEV1* og *TVE1* antyder vassdragsundersøkelsene at det er lite påvirkning fra finsediment, og tilstanden har vært stabil ved alle prøvetakinger. Også ved *AAK1* fremstår sedimentasjonstilstanden stabil over tid, men tilstanden er dårlig. Prøvetaking hvert tredje år er tilstrekkelig for disse stasjonene videre.

Ved *ASK_opp*, som ligger i Askedalsbekken ved Tvedalen, ser det ut til at tilstanden har blitt stabilt bedre fra 2018 etter etablering av rensebasseng oppstrøms. Imidlertid ble det igjen i 2022 påvist store sedimentasjonseffekter her da rensebassenget var ute av funksjon. I 2023 var tilstanden tilbake til nivåene fra 2018-2021. Ved *ASK*, med mer stilleflytende vann, var sedimentasjonspåvirkningen noe lavere i 2023. Her har tilstanden vist betydelige variasjoner mellom år, men i 2023 ble det gravd og lagt inn grov pukk oppstrøms stasjonen. Det anbefales videre årlig oppfølging av disse stasjonene for å se om tilstanden endres

Oppstrøms *SAG1* ble rensebassenget utvidet og fordypet i 2023, men sedimentasjonstilstanden ved *SAG1* var noe dårligere i 2023 en årene før. Dette kan muligens kobles til effekter av arbeidet med rensedammen. Det er anbefalt å følge opp tilstanden her årlig i en periode. Tilstanden ved *SAG2* viste en gradvis bedring i sedimentasjonstilstand i 2021-2022, men i 2023 var tilstanden tilbake på samme nivå som i 2021. Tilstanden har vært relativt stabil her i tre år. Stasjonene *SAG2* og *ASK* er preget av stilleflytende vann og mye finsediment i bunns substratet, og tilstanden her kan påvirkes negativt av for eksempel tørke eller større nedbørsmengder. Lundhs AS har vurdert det som vanskelig å gjennomføre tiltak ved *SAG2*, så det forventes fortsatt variasjon mellom år her. Det bør være tilstrekkelig med prøvetaking hvert tredje år ved *SAG2*.

Tjølling

I Tjølling-området er alle stasjonene mer eller mindre påvirket av landbruk, inkludert referansestasjonene *KRU3 ref* og *SKA ref*. Sedimentasjonstilstanden ved *STÅ1*, *SKA1*, *SKA2* og *KLÅ2* antyder i 2023 «moderat sedimentering», noe som indikerer noe mer sedimentasjon enn ved *KRU3 ref*, men lignende nivåer som ved *SKA ref*. Undersøkelsene tilsier at disse tilstandene har vært stabile, og prøvetaking hvert tredje år anses som tilstrekkelig.

For *STÅ2* viser tilstanden «moderat sedimentert» i 2023, og er en forbedring sammenlignet med tidligere år. Denne forbedringen kan eventuelt være knyttet til endringer i Stålaker, og stasjonen inkluderes i prøvetakingen i 2024 sammen med stasjon *STÅ1*, som ligger oppstrøms.

HÅK1 viste veldig høy påvirkning fra finsedimenter i 2020 og 2021 sammenliknet med tidligere år. Påvirkningen var mindre i 2022 og sedimentasjonstilstanden i 2023 («lite sedimentert») er den beste tilstanden vi har observert her. Denne variasjonen bør følges opp videre for å se om en mindre påvirket tilstand forblir stabil over tre år.

Det er viktig å være klar over at PSI-indeksen fremfor alt vurderer effekter av sedimenterte partikler (sedimentasjon) 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 som 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 Behov for overvåking i 2024

I **vedlegg 6.6** presenteres de 23 aktive stasjonene som er med i prøvetakingsprogrammet i 2024. Oversikten inkluderer historikk over prøvetakingen siden 2013 og foreløpige planer for prøvetaking i 2024-2026. Noen stasjoner har også vært med i enkelte år tidligere, men ble utelatt fra programmet da de ble vurdert som uegnede for bunndyrprøvetaking.

- I Askedalsbekken (*ASK_opp* og *ASK*) anbefales det fortsatt årlig prøvetaking for å følge opp *ASK_opp* etter den dårlige tilstanden i 2022 og *ASK* etter tiltak oppstrøms.
- Ved Saga Pearl anbefales det å fortsette prøvetaking ved *SAG1* for å følge opp effektene av at rensedbassenget ble utvidet og fordypet i 2023.
- Forverringen ved *HÅK1* i 2020 og 2021 bør følges opp også i 2024 før å se etter en stabil bedring i sedimentasjonstilstand med den nye løsningen ved Håkestad.
- *STÅ1* og *STÅ2* prøvetas for å følge opp endringen i *STÅ2*.
- *VEV1* og *KRU3 ref* prøvetas som referanser for Tvedalen respektive Tjølling.
- Det er ingen stasjoner som tidligere er lagt opp til å undersøke hvert tredje år som er aktuelle i 2024.

Dersom det ikke skjer endringer i drift eller avrenningsmønstre i andre områder, er de åtte stasjonene som anbefales for prøvetaking i 2024, presentert i **Tabell 3**. Totalt forventes åtte stasjoner å prøvetas høsten 2024 og fordelingen er da 81% (6,5/8) Lundhs AS og 19% (1,5/8) LG (Larvik Granite) og kostnadene vil fordeles tilsvarende mellom bedriftene.

Tabell 3. Preliminært prøvetakingsprogram i 2024 med åtte stasjoner. «Tilkoblet» i tabellen angir bedriften som knyttes til stasjonen.

Nr	Område	Brudd	Navn	Kortnavn	Latitude	Longitude	Tilkoblet	Kommentar
1	Vest, Tvedalen	Referanse/Tved	Vevjeåsen 1	VEV1	59.047376	9.846069	Lundhs	Referanse Tvedalen
2	Vest, Tvedalen	Tvedalen vest	Askedalsbekken opp	ASK_opp	59.03237	9.854007	Lundhs	Følger opp forendring
3	Vest, Tvedalen	Tvedalen vest	Askedalsbekken	ASK	59.02991	9.85487	Lundhs	Følger opp forendring
4	Vest, Tvedalen	Saga Pearl	Saga Pearl 1	SAG1	59.03247	9.89426	Lundhs	Følger opp forendring
5	Øst, Tjølling	Krukåsen	Krukåsen 3	KRU3 ref	59.083456	10.114014	Lundhs/LG	Referanse Tjølling
6	Øst, Tjølling	Håkestad	Håkestad 1	HÅK1	59.08021	10.11585	LG	Følger opp forendring
7	Øst, Tjølling	Stålaker	Stålaker 1	STÅ1	59.074395	10.115344	Lundhs	Følger opp forendring
8	Øst, Tjølling	Stålaker	Stålaker 2	STÅ2	59.074925	10.122915	Lundhs	Følger opp forendring

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. Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanddirektivet.
- Eriksen, T. E., Bækken, T. og Moe, J. 2010. Innsamling og bearbeiding av bunnsfauna 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. 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
- Persson, J. 2023. Tiltaksorientert overvåking av larvikittbruddene i Larvik kommune i 2022. NIVA-rapport 7832-2023
- 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 Error! Reference source not found.. Oversikt over brudd og bruddaktivitet 2013-2024

Vedlegg 6.3. Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2022

Vedlegg 6.4. Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2023

Vedlegg 6.5. Kategorisering av stasjonene ved substrat

Vedlegg 6.6. Oversikt over alle aktive overvåkingsstasjoner

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 (Rannekleiv mfl., 2018) er det foreslått som en tommelfingerregel at biologiske kvalitetselementer som f.eks. bunndyr måles anslagsvis hvert tredje år. Igjen vil dette være avhengig av kunnskapen om tilstanden fra før og grad av tiltaks gjennomføring. 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. 19 stasjoner ble prøvetatt 20.-22. november i 2023.

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. Bunndyrteitheter 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. Tellingen fortsetter videre ved å slå sammen de to neste delprøvene (totalt 1/4 av den samlede prøven) og telle de taksa det er få av i denne. Også denne gangen ekstrapolerer man antall individer av tallrike takson i henhold til prosedyren beskrevet over. Til sist slår man sammen de siste fire delprøvene (totalt 1/2 av den samlede prøven) og går frem på samme måte som over. Etter analyse ble alt materiale re-fiksert med ny etanol (70%), registrert og lagret på NIVAs langtidslager.

6.1.2.3. 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. Indeksen kan også brukes som en indikering på generell degradering.

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

6.2 Oversikt over brudd og bruddaktivitet 2013-2024

«Aktiv/driftshvile» betyr at aktiviteten vekslet under året.

		Lundhs AS										
Brudd:		Hauane	Tvedalen vest	Norwegian Pearl	Allmenningen	Saga Pearl	Østskogen	Malerød	Brattås	Klåstad	Krukåsen	Stålaker
Status	2013	Driftshvile	Aktiv/driftshvile	Driftshvile	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2014	Driftshvile	Aktiv/driftshvile	Driftshvile	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2015	Driftshvile	Aktiv/driftshvile	Driftshvile	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2016	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2017	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2018	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2019	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Ikke produksjon, men prosessvann fra Saga Pearl	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Driftshvile	Aktiv
	2020	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile		Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Driftshvile	Aktiv
	2021	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile		Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Driftshvile	Aktiv
	2022	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile		Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2023	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile		Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
2024	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Driftshvile	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv		

		Larvik Granite AS			
Brudd:		Vevjeåsen Nord	Aak	Håkestad	Skallist
Status	2013	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2014	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2015	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2016	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2017	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2018	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2019	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2020	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2021	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2022	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
	2023	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv
2024	Aktiv	Aktiv	Aktiv	Aktiv	

6.3 Bilder av overvåkingsstasjonene fra høstprøvetakingen av bunndyr 2023

Alle bilder tatt av Jonas Persson, NIVA. Det mangler dessverre bilder fra MØR3 og SAG1 i 2023.

Område vest – Tvedalen



1. MØR ref



2. MØR1



4. VEV1



5. AAK1



6. ASK_opp



7. ASK



8. TVE ref



9. TVE1



11. SAG2

Område øst – Tjølling



12. KRU3 ref



13. HÅK1



14. STĀ1



15. STĀ2



16. SKA ref



17. SKĀ1



18. SKA2



19. KLĀ2

6.4 Fullstendig taksaliste inkludert antall individer av hvert takson for bunndyr prøvetatt i 2023

Taksagruppe	Navn	MØR ref	MØR1	MØR2	VEV1	AAK1	ASK_opp	ASK	TVE ref	TVE1	SAG1	SAG2	KRU3 ref	HÅK1	STÅ1	STÅ2	SKA ref	SKA1	SKA2	KLÅ2
Bivalvia	<i>Sphaeriidae</i>	10		18					2	16	10			1		8		14	132	1
Coleoptera	<i>Dytiscidae Lv.</i>											1		1	2					
Coleoptera	<i>Elmidae Ad.</i>																2			
Coleoptera	<i>Elmidae lv.</i>	3		8														28		
Coleoptera	<i>Elmis aena lv.</i>	3		10													26	20		
Coleoptera	<i>Hydraena sp. ad.</i>	2	1	2					8				1				1	1		
Coleoptera	<i>Oulimnius sp. lv.</i>																80			
Coleoptera	<i>Oulimnius tuberculatus ad.</i>																6	1		
Coleoptera	<i>Scirtidae lv.</i>	4																		
Diptera	<i>Ceratopogonidae</i>	32		38			10	1		30		2		2			6	1	2	
Diptera	<i>Chironomidae</i>	336	268	372	36	86	110	82	168	128	84	152	184	102	236	48	32	108	464	140
Diptera	<i>Dicranota</i>		26		4	12	4	14	14	6		1	16	6	16	6	1	2	6	2
Diptera	<i>Diptera</i>															1				
Diptera	<i>Empididae</i>	12																1	6	1
Diptera	<i>Limoniidae/Pediciidae</i>		1			2	5	20	2	10			6	2	2	2	1	6	10	2
Diptera	<i>Pericoma</i>	1	6						1		1		1		2		1	2	1	
Diptera	<i>Simuliidae</i>	28	82	772	64				612	1	1	1	108	16	5	212	16	424	360	
Diptera	<i>Tabanidae</i>									1								1		
Diptera	<i>Tipula</i>							3						1	2	2			2	6
Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>												1	1						
Ephemeroptera	<i>Baetis niger</i>							14	14								6			26
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>	2	6	10	14		1		42	4	3		114	72		10	160	54	12	20
Ephemeroptera	<i>Baetis</i>		6	10	28				204	2			82	36	1	6	84	76	6	2
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>								2				2	1						4
Ephemeroptera	<i>Leptophlebia vespertina</i>							1	2											
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae</i>							2	1								2			
Ephemeroptera	<i>Proclaoon bifidum</i>			1																
Gastropoda	<i>Ancylus fluviatilis</i>																2	1		
Gastropoda	<i>Gyraulus acronicus</i>	6		7														2		
Gastropoda	<i>Radix labiata/balthica</i>				3											1		14	20	1
Heteroptera	<i>Corixidae</i>																		1	
Hirudinea	<i>Erpobdella octoculata</i>	3		1													2	1		
Hirudinea	<i>Glossiphonia complanata</i>																	3		
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia Ad.</i>	6	2	2									1	1			8	4		5
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>															1	24	46	12	14
Megaloptera	<i>Sialis</i>																1			
Odonata	<i>Calopteryx</i>																	1		
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	16	6	20	1	44	8	14	1	6	26	10	140	24	1	10	30	10	18	2
Platyhelminthes	<i>Platyhelminthes</i>	1													6		8	1		2
Plecoptera	<i>Amphinemura</i>	88	1	14																
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>	6	56	20	58				50					1						
Plecoptera	<i>Capnopsis schilleri</i>		10																	
Plecoptera	<i>Isoperla difformis</i>	40		12																
Plecoptera	<i>Isoperla</i>	60		12																
Plecoptera	<i>Leuctra hippopus</i>		1						82	12										
Plecoptera	<i>Leuctra nigra</i>		3		1															
Plecoptera	<i>Leuctra</i>		2		2															
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>			1				1	2	1			1	2		1		1		1
Plecoptera	<i>Nemoura cinerea</i>		2	1	1				1	8	4								6	1
Plecoptera	<i>Nemoura</i>		10		14	1		1	2				8						10	2
Plecoptera	<i>Nemouridae</i>		14	8		2					12	6			6	1			1	1
Plecoptera	<i>Nemurella pictetii</i>				1	48	12	14	1		22									
Plecoptera	<i>Plecoptera</i>			6	6							1			3					
Trichoptera	<i>Hydropsyche angustipennis</i>	4																18		4
Trichoptera	<i>Hydropsyche siltalai</i>	12		3																6
Trichoptera	<i>Hydropsyche</i>	2															1	16		18
Trichoptera	<i>Limnephilidae</i>	1	10	1	10		1	1	2	1		2	3	2			1	2	1	3
Trichoptera	<i>Limnephilus externus</i>																6			
Trichoptera	<i>Limnephilus</i>																	4		
Trichoptera	<i>Lype phaeopa</i>																1			
Trichoptera	<i>Plectrocnemia conspersa</i>								1		1		1						2	2
Trichoptera	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	10		6																
Trichoptera	<i>Rhyacophila fasciata</i>		1						1				2							
Trichoptera	<i>Rhyacophila nubila</i>	2		3									1	3						

6.5 Bunnsubstratets utforming på de ulike stasjonene

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

6.6 Oversikt over alle aktive overvåkingsstasjoner

#	Område	Kortnavn	WGS84		Brudd	Prøvetaking											Anbefalt program i 2024			
			Latitude	Longitudo		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		2024	2025	2026
1	Vest, Tvedalen	MØR ref	59.05221	9.83703	Referanse				x	x			x			x		x	Referanse MØR	
2	Vest, Tvedalen	MØR1	59.047729	9.841852	Tvedalen vest							x	x			x		x	hver 3.	
3	Vest, Tvedalen	MØR2	59.045065	9.8395	Tvedalen vest				x	x			x			x		x	hver 3.	
4	Vest, Tvedalen	VEV1	59.047376	9.846069	Referanse/Vevjeåsen nord						x	x	x	x (r)	x (r)	x	x (r)		x	hver 3./referanse Tvedalen
5	Vest, Tvedalen	AAK1	59.030431	9.843229	Aak						x	x	x			x		x	hver 3.	
6	Vest, Tvedalen	ASK_opp	59.03237	9.854007	Tvedalen vest					x	x	x	x	x	x	x	x		x	Følger opp forendring
7	Vest, Tvedalen	ASK	59.02991	9.85487	Tvedalen vest				x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	Følger opp forendring
8	Vest, Tvedalen	TVE ref	59.0434494	9.871655	Referanse				x	x			x			x		x	Referanse TVE	
9	Vest, Tvedalen	TVE1	59.0431679	9.8717838	Tvedalen vest				x	x			x			x		x	hver 3.	
10	Vest, Tvedalen	SAG1	59.03247	9.89426	Saga Pearl		x	x	x		x		x			x	x			Følger opp forendring
11	Vest, Tvedalen	SAG2	59.0331	9.8969	Saga Pearl		x	x	x				x	x	x	x			x	hver 3.
12	Øst, Tjølling	KRU1	59.0834	10.12009	Krukåsen		x		x						x			x		hver 3.
13	Øst, Tjølling	KRU3 ref	59.083456	10.114014	Referanse		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			Referanse Tjølling
14	Øst, Tjølling	KRU4	59.07628	10.11964	Håkestad & Krukåsen		x	x	x						x			x		hver 3.
15	Øst, Tjølling	HÅK1	59.08021	10.11585	Håkestad						x	x	x	x	x	x	x			Følger opp forendring
16	Øst, Tjølling	STÅ1	59.074395	10.115344	Stålaker						x	x	x			x	x			Følger opp forendring
17	Øst, Tjølling	STÅ2	59.074925	10.122915	Stålaker							x	x			x	x			Følger opp forendring
18	Øst, Tjølling	SKA ref	59.079388	10.179978	Referanse						x	x	x			x			x	hver 3.
19	Øst, Tjølling	SKA1	59.07865	10.180079	Skallist						x	x	x			x			x	hver 3.
20	Øst, Tjølling	SKA2	59.076297	10.177493	Skallist						x	x	x			x			x	hver 3.
21	Øst, Tjølling	KLÅ2	59.0682	10.177	Klåstad		x	x	x		x	x	x			x			x	hver 3.
22	Øst, Tjølling	KLÅ3	59.06431	10.18065	Klåstad		x	x	x	x	x	x			x			x		hver 3.
23	Øst, Tjølling	KLÅ4	59.05998	10.17141	Klåstad	x			x				x	x	x	x			x	hver 3.

r – prøvetatt som referansestasjon



Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.