

1629

NINA Rapport

Økologisk tilstand i bekker i Vannområde Orkla

Bunndyr og vannkvalitetsundersøkelser 2018

Terje Bongard



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Økologisk tilstand i bekker i Vannområde Orkla

Bunndyr og vannkvalitetsundersøkelser 2018

Terje Bongard

Bongard, T. 2019. Økologisk tilstand i bekker i Vannområde Orkla. Bunnedyr og vannkvalitetsundersøkelser 2018. NINA Rapport 1629. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim februar 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3372-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Morten Andre Bergan

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Orkla Landbruk, Vannområde Orkla

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Marte Turtum

FORSIDEBILDE

Gautvella © Øyvind Solem

NØKKEWORD

- Orkdal kommune
- Bunnedyrfauna ferskvann
- Vannkvalitet
- Bekker

KEYWORDS

- Orkdal municipality, Norway
- Benthic invertebrates
- Water quality
- Brooks

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Bongard, Terje. 2019. Økologisk tilstand i bekker i Vannområde Orkla. Bunndyr og vannkvalitetsundersøkelser 2018. NINA Rapport 1629. Norsk institutt for naturforskning.

Undersøkelsen er en del av Vannområde Orklas oppfølging av vannforskriften, og omfattet bunndyrprøver og vannprøver i 16 tilløpselver til Orkla med til sammen 19 lokaliteter. Undersøkelsen ble gjennomført i oktober-november 2018. Det ble registrert 9 døgnfluearter, 15 steinfluearter og 25 vårfluearter, til sammen 49 EPT-arter totalt i prøvene. Alle artene som ble funnet er vanlig forekommende og forventes å være til stede i urørte lokaliteter i lavlandet i Midt-Norge. Det ble funnet kun to arter snegl i bare tre elver; Kjelbekken, Vormå og Sola. Av 19 lokaliteter får en lokalitet Svært god økologisk tilstand, 12 får God og seks lokaliteter får Moderat, Dårlig eller Meget dårlig økologisk tilstand.

Utslippet ved industriområdet, St. 9, er svært skadelig og må vurderes øyeblikkelig.

Vannprøvene viste at fire av 16 elver lå under miljømålet om minimum God kjemisk tilstand for de undersøkte parameterne. Nitrogeninnholdet lå relativt sett høyere enn fosfatinnholdet i mange elver.

Terje Bongard, NINA Trondheim, epost terje.bongard@nina.no

Abstract

Bongard, Terje. 2019. Ecological condition in brooks in water area Orkla. Benthic invertebrates and water quality research 2018. NINA Report 1629. Norwegian Institute for Nature Research.

This study is an element in Vannområde Orkla's implementation of EU's Water Frame Directive, and the ambition of recovering all waterbodies back to Good ecological status. A total of 19 localities in 16 rivers draining into Orkla river were kicksampled, and water samples were analysed for parameters like phosphates and nitrogen. A total of 49 EPT species were registered. Snails were extremely scarce, and only found in three brooks. Of the 19 localities, one scored High ecological status, 12 scored Good, and four scored Moderate, Poor or Bad ecological status. Based on water samples, 12 brooks scored Good chemical quality, while four brooks scored Moderate or lower chemical quality. Nitrogen levels are generally relatively higher than phosphate levels.

Terje Bongard, NINA Trondheim, email terje.bongard@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Metoder og materiale	8
3 Resultater og vurderinger	10
3.1 Lokaltetenes tilstand	10
3.2 Samlet vurdering av tilstand	17
4 Diskusjon	19
4.1 Metodiske usikkerheter.....	19
5 Vedlegg	21
6 Referanser	27

Forord

For å øke kunnskapsgrunnlaget om tilstand og påvirkningsfaktorer gjennomførte NINA undersøkelser for Vannområde Orkla ved å kartlegge bunndyr og vannkvalitet i 16 bekker og elver i Orklas nedslagsfelt. Denne rapporten bidrar til økt kunnskap om miljøtilstanden i disse 16 vannforekomstene. Vannforskriftens mål er å oppnå minst God økologisk tilstand og God kjemisk tilstand i alle vannforekomster.

Bunndyr som kvalitetselement er en god miljøindikator i vassdrag og et viktig redskap for vurdering av miljøtilstand. Ulike grupper og arter av bunndyr har forskjellige toleransegrenser for forurensningsbelastning og annen påvirkning. Følsomme arter kan reduseres eller slås ut, og erstattes av mer tolerante former. Artsutarming og påfølgende nedgang i økosystemenes funksjon kan svekke vassdragets resipientkapasitet og selvrensningsevne. Sammen med kjemiske parametere som næringssaltinnhold og pH gir kunnskap om økosystemenes biomangfold et grunnlag for tiltak for å nå miljømålene i vannforskriften. I denne rapporten diskuterer jeg i en større sammenheng at en generelt bør ta hensyn til standardenes metodiske problemer, usikkerheten ved øyeblikksbilder og dermed resultatenes usikkerhet.

20.2.2019

Terje Bongard

1 Innledning

Denne studien omfatter 16 bekker og elver i Orklas nedslagsfelt som ble undersøkt i oktober-november 2018. Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomstene. Til sammen 19 lokaliteter med ulike påvirkninger og i ulik forfatning ble valgt ut av oppdragsgiver for denne undersøkelsen. Flere av vannforekomstene har vært undersøkt før, se Bergan 2011, NIVA-rapport 6158-2011, Bergan 2012, Bergan et al. 2013, Bergan et al. 2016,. Artsmangfoldet er størst i områder med stryk og gruspartier, men mange av lokalitetene er forbygd med stor stein eller gjenøret av tilsig fra erosjon og avrenning fra landbruk, særlig nedre deler.

Bunndyr som kvalitetselement er en god miljøindikator i vassdrag og et viktig redskap for vurdering av miljøtilstand i henhold til Vannforskriften. Ulike grupper og arter av bunndyr har forskjellige toleransegrenser for forurensningsbelastning og annen påvirkning. Det er imidlertid viktig å påpeke at alle vannlevende organismer er intolerante overfor selv små fysiske og kjemiske påvirkninger. Noen arter går tilbake, mens andre kan oppleve oppblomstring i antall. Mange av de vanligste bunndyrartene spiser påvekstalg, som gjerne øker med moderate mengder nærings-salter i elvevannet. Dette er en situasjon som ofte oppstår i Norge, men som er uvanlig i europeisk sammenheng, hvor eutrofieringen ofte er massiv og den positive effekten av økt begroing er overskredet.

Det er flere tusen arter i ferskvann i Norge (Aagaard & Dolmen 1996). Bare av fjærmygg er det omkring 800, og av døgn-, stein og vårfluer er det nærmere 300. I tillegg er det høye artsantall innen tovinger, biller, andre leddyr og mollusker. Elvenes og bekkenes strykpartier er de mest artsrike ferskvannslokalitetene, og er derfor spesielt viktige. Artene opptrer som regel flekkvis i en komplisert mosaikk av stein, sand og mudder, med variabel begroing og sedimentering. Artene har ulike krav til leveområder på alle nivåer: Klimaregioner, kontinentalitet og høyde over havet så vel som mikroforhold i substratet bestemmer utbredelser og forekomster. I tillegg er sammensetningen av såkalte funksjonelle grupper bestemmende for økosystemets kvalitet: Artene fordeler seg etter næringsform mellom hovedgruppene skrapere, algesugere, filterere og rovdyr. Fordelingen av gruppene avgjør stabiliteten i økosystemet, og utgjør derfor i neste nivå grunnlaget for mattilgang for fisk året rundt. Fisk endrer atferd i forbindelse med gyting, temperaturendringer og vannføringer og kan i perioder klare seg uten mat, men er avhengig av kontinuitet i matforrådet. Det må være tilgjengelige bunndyr til stede i store nok mengder gjennom året.

For å oppnå vannforskriftens mål om minst God økologisk tilstand og God kjemisk tilstand i alle vannforekomster sammenliknes dagens tilstand med forventet referansetilstand. Denne referansetilstanden er basert på dagens kunnskapsnivå om forventede artssammensetninger og forekomster.

2 Metoder og materiale

Bunndyr

Standardmetoden for innsamling av bunndyr er beskrevet i gjeldende veileder til vannforskriften for klassifisering av miljøtilstand i vann (Anonym 2018). Treminutters sparkeprøver fra hver lokalitet tas med sparkehåv etter et mønster hvor håven tømmes før gjentetting (Anonym 1994). NINA har de senere årene økt prøvestørrelsen, med formål å registrere flere arter. I denne undersøkelsen er det samlet inn fire minutters prøver, som er en vurdering av prøvestørrelse gjort ut fra mengde prøvemateriale, artsregistreringsfrekvens og gjennomførbarhet. Det ble tatt til sammen 19 bunndyrprøver à 4 minutter, og mer enn 53 000 organismer er gjennomgått. Snegl, klobiller, døgn-, stein- og vårfluer er artsbestemt. Bunndyrprøvenes innhold av EPT-arter er regnet ut. EPT er forkortelsen for de latinske navnene for døgn-, stein- og vårfluer, Ephemeroptera, Plecoptera og Trichoptera, som er tre av de viktigste insektordenene i ferskvann.

Resultatene er vurdert som økologisk tilstand ut fra vannforskriftens ASPT-indikator. Indikatoren ASPT er basert på at familier av bunndyr har ulik toleranse for påvirkninger. Hver familie er gitt et tall mellom 10 og 1, hvor 1 er mest tolerant og 10 minst tolerant for forurensninger. Den gjennomsnittlige verdien sammenliknes med følgende skala (Anonym 2018 Armitage 1983):

Tabell 2.1. ASPT og grenseverdier for økologisk tilstand ved bruk av bunndyrfauna i elver.

Referanseverdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
6,9	>6,8	6,8-6,0*	6,0-5,2	5,2-4,4	< 4,4

I tillegg er resultatene totalvurdert ut fra kunnskap om området etter vannforskriftens normative definisjoner (Oversatt av T.Bongard fra originaldokument: Anonymous 2016)(**Tabell 2.2**).

Tabell 2.2. Klassifisering av økologisk tilstand etter de normative definisjonene i Vanddirektivets Anneks V.

Økologisk tilstand	Forklaring
Meget god økologisk tilstand	Dette er referansetilstanden, det vil si slik økosystemet framstår som om det er uten, eller omtrent uten, menneskelig påvirkning.
God økologisk tilstand	Påvirkningen er innen akseptable nivåer. Økosystemet er nesten intakt og er bærekraftig. Representerer EUs minimumsmål for alle vannobjekter. (Engelsk originaltekst: There are slight changes in the composition and abundance of invertebrate taxa from the type-specific communities (som er High tilstand = referanse). The ratio of disturbance-sensitive taxa to insensitive taxa shows slight alteration from type-specific levels. The level of diversity of invertebrate taxa shows slight signs of alteration from type-specific levels).
Moderat økologisk tilstand	Økosystemet viser tegn på stress som forringer mangfoldet. Usikker bærekraftighet. Vannobjektet skal derfor være gjenstand for tiltak. (Engelsk tekst: The composition and abundance of invertebrate taxa differ moderately from the type-specific communities. Major

	taxonomic groups of the type-specific community are absent. The ratio of disturbance-sensitive taxa to insensitive taxa and the level of diversity, are substantially lower than the type-specific level and significantly lower than for good tilstand).
Dårlig økologisk tilstand	Skadet økosystem med betydelig forringet mangfold i form av manglende arter og/eller oppblomstring av enkelte hardføre arter. Ikke bærekraftig.
Meget dårlig økologisk tilstand	Økosystemene svært skadet.

Indikatorarter for eutrofiering – organisk belastning og næringssaltanrikning - er ikke nødvendigvis de samme som for metallpåvirkninger, miljøgifter eller endringer i pH (Anonym 2018). ASPT-indikatoren bør derfor alltid vurderes ut fra andre observasjoner og forhold på lokalitetene. Punktutslipp som har upåvirkede strekninger oppstrøms utslippet kompliserer klassifiseringen, i og med at indeksen ikke tar hensyn til antall individer eller drift av enkeltindivider som kan gi for høy ASPT i påvirkede lokaliteter.

Artsregistreringer i bunndyrprøver er generelt korrelert med prøvestørrelse, mengde organisk materiale som fanges opp og hvor lett det er å prøveta lokaliteten: Er bunnssubstratet store steiner som ikke kan beveges, eller består det av grus som lett kan omrøres? Disse faktorene blir ofte ikke tatt hensyn til i miljøundersøkelser. I vår vurdering av lokalitetenes miljøtilstand har vi forsøkt å ta med denne faktoren.

En viktig faktor for antall organismer er prøvetakingsforholdene, det vil si hvor lett det var å samle prøven, og hvor mye materiale som ble innsamlet per tidsenhet. Vi har derfor vurdert prøvetakingsforholdene som en del av resultatene.

Vannprøver

Vannprøver fra de 16 elvene som ble undersøkt ble analysert av LabTjenester AS, Trondheim (<http://www.labtjenester.no/site>). Tarmbakterier (TKB), pH, fosfor, nitrogen og organisk karboninnhold ble undersøkt i alle lokalitetene.

TKB er indikator for avføringsforurensning i vann, fra mennesker og varmblodige dyr. Den vanligste gruppen er kjent som *E. coli*, og disse finnes bare i avføring. Påvisning indikerer derfor kloakk eller husdyrgjødselspåvirkning. Grenseverdiene er satt meget lavt, fordi påvisning også kan indikere sykdoms- og parasittforekomster.

I tillegg ble det analysert jerninnhold, kobber, sink og silikat i Grytbekken, som drenerer gammel gruvedrift. I forståelse med oppdragsgiver ble Grubekken tatt ut av undersøkelsen grunnet vanskelig tilgjengelighet. Denne bekken mottar også sig fra gammel gruvedrift.

Vannforekomstene er typifisert, og parameterverdiene for de undersøkte lokalitetene er tilstandsvurdert etter vannforskriften. Typifiseringene og vurderingene følger veilederne (Andersen et al. 1997, Anonym 2018, Anonym 2016).

I **Vedlegg 3** er prøvelokalitetenes UTM-referanser presentert.

3 Resultater og vurderinger

Resultatene i form av ASPT-verdier og vannprøvenes innhold av de undersøkte parameterne er oppsummert i **Vedlegg 1 og 2**. Vannprøvedataene er fargekodet etter samme mal som **Tabell 2.1 og 2.2**. Resultatene er importert til Vannmiljøbasen.

Her følger en gjennomgang av tilstandsvurderingen fra hver enkelt lokalitet, før en samlet vurdering av alle undersøkelsene gis i kapittel 3.2

3.1 Lokalitetenes tilstand

St. 1 Grøta.



Bekk i Meldal sentrum. Svært god vannkvalitet, men ASPT-verdien viste Dårlig økologisk tilstand. Bare seks EPT-arter registrert og svært lave antall organismer per art og gruppe, til tross for gode prøvetakingsforhold.

Totalvurdering: Dårlig økologisk tilstand.

St. 2 Minilla.



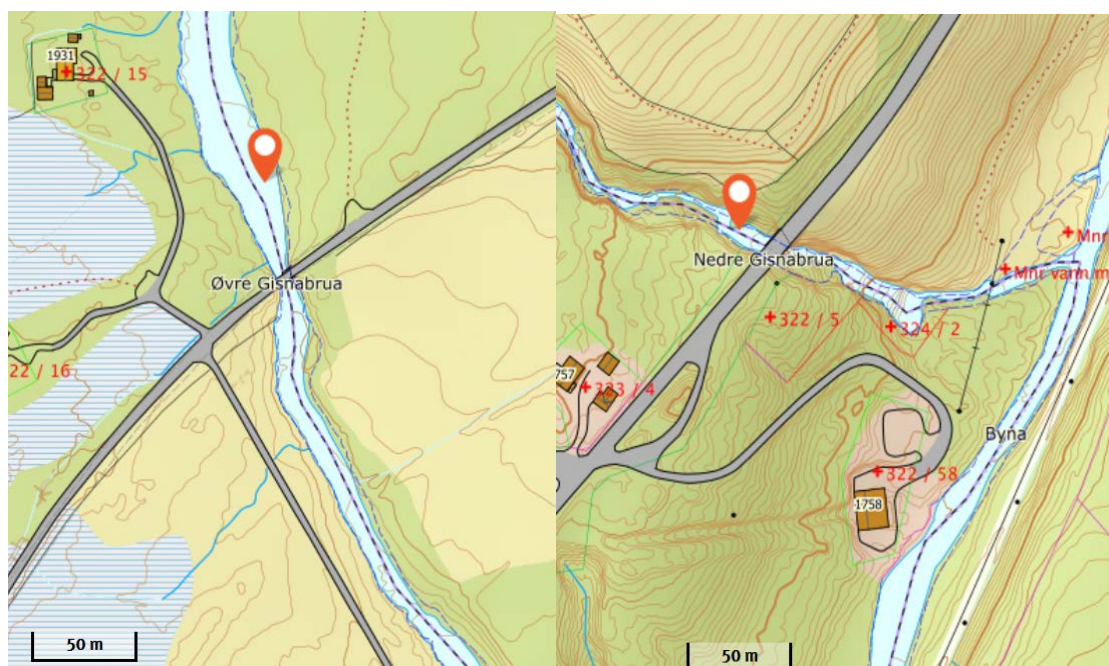
Relativt stor elv med utløp i Granasjøen.

Hytteområder i nedslagsfeltet, som kan forklare et noe høyere innhold av tarmbakterier. Dette senker verdien av vannprøven fra forventet Svært god til God kjemisk tilstand. ASPT-verdi God økologisk tilstand, til tross for svært få dyr og bare 5 EPT-arter funnet. Svært vanskelige prøvetakingsforhold, substrat med stor stein og svært lite organisk materiale i prøven kan forklare det lave antallet organismer og arter.

Totalvurdering; God økologisk tilstand.

Stasjonen er registrert i Vannmiljø tidligere.

St. 8 og 3 Gisna.



St. 8 øverst oppnår ASPT-verdi Svært god økologisk tilstand. Mye sand og mosedekke vanskeliggjorde prøvetakingen, men kun 14 EPT-arter registrert. **Totalvurdering;** God økologisk tilstand.

St. 3 nederst får ASPT-verdi God økologisk tilstand, men bare 9 EPT-arter ble registrert. Substratet i nedre deler er imidlertid dominert av blokkstein, og er dermed svært vanskelig å prøveta. Vannprøven viste God tilstand, svært nær referansetilstand. **Totalvurdering;** God økologisk tilstand.

Begge lokalitetene er registrert i Vannmiljø tidligere.

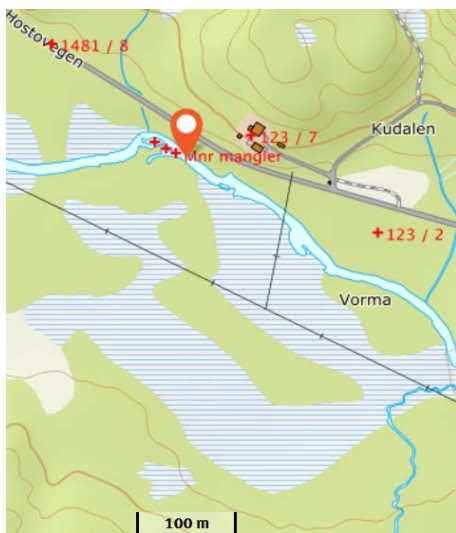
St 4 Byna.



Hovedelva som drenerer Orkla fra Oppdalssiden. Vannprøven hadde akseptable innhold av næringssalter, men litt for høyt innhold av tarmbakterier og ble dermed satt ned til God kjemisk tilstand. ASPT-verdien gir Svært god økologisk tilstand. Til tross for meget gode prøvetakingsforhold ble det ikke registrert mer enn 14 EPT-arter.

Totalvurdering: God økologisk tilstand.

St. 5 Vorma øverst.



Rikt artsmangfold, her ble hele 29 av totalt 49 EPT-arter i hele undersøkelsen registrert. Hvert taxa hadde forventede antall organismer. Lokaliteten var den eneste med forventede forekomster av snegl. Noe høy vannføring på prøvetidspunktet, men relativt gode prøvetakingsforhold. Vannprøven fra elva ble tatt nederst i vassdraget, og viste for høye verdier av tarmbakterier og nitrogen, men dette gjelder neppe de øvre elvedelene, som ligger høyere enn bebyggelsen.

Totalvurdering: Svært god økologisk tilstand.

Prøven tatt på den tidligere registrerte vannmiljølokaliteten.

St. 6 Sola.



Noe forhøyede verdier av tarmbakterier og nitrogen i vannprøven senker vannkvaliteten til God kjemisk tilstand. ASPT-verdien gir Svært god økologisk tilstand, men bare middels antall EPT-arter. Forventede antall organismer per taksa. Noe høy vannstand på prøvetidspunktet, og mye sand i substratet senker forventningene.

Totalvurdering: God økologisk tilstand.

Prøven ble tatt 500 meter lenger opp i elva enn stasjonen avmerket i Vannmiljø.

St. 7 Ustørja.



Vannprøven viste høye verdier av næringsalter og tarmbakterier som ga Moderat kjemisk tilstand. ASPT-verdien ble God økologisk tilstand, men prøven hadde svært lave antall organismer per taksa, og godt under middels forventede antall EPT-arter. Hardpakket leirebunn med gjenkitting av hulrom gir dårlige bunndyrforhold, men gode forhold for prøve-taking.

Totalvurdering: Moderat økologisk tilstand.

Stasjonen er den samme som tidligere registrert i Vannmiljø.

St 9. Kanal fra Gjølme.



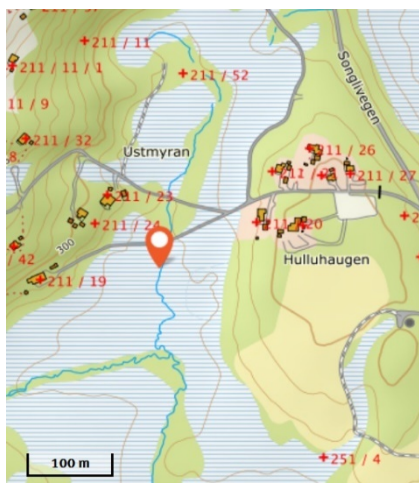
Den opprinnelige bekken er nå bare åpen i nedre deler og fungerer kun som utløp fra industri. Vannet er melkehvitt blakket. Vannprøven målte pH 10,7. Dette er dødelig for alle vannlevende organismer, og det ble ikke funnet liv i prøven, heller ikke tarmbakterier.

Dette må vurderes øyeblikkelig, utslippet kan være svært skadelig for hele Orklas estuarie og elvemunning, og går urensert rett i fjorden.

Totalvurdering: Meget dårlig økologisk tilstand.

Lokaliteten er ikke tidligere registrert i Vannmiljø.

St. 10 Songa ved Ustmyran

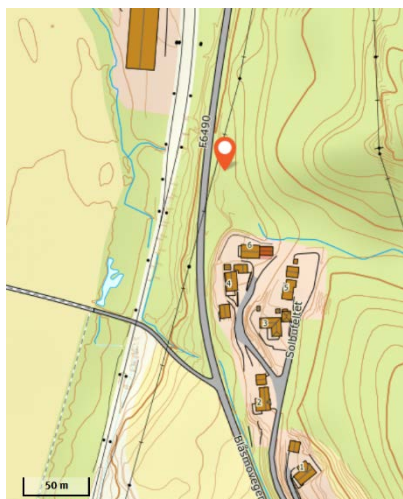


Vannkvaliteten var Svært god. ASPT-verdien av bunndyrprøven viste Moderat økologisk tilstand. Bare syv EPT-arter registrert, og lokaliteten hadde undersøkelsens laveste antall organismer per prøveminutt. Dette bekkesystemet er imidlertid bare en vannstreng som drenerer myr, og en kan derfor ikke forvente høyere biomangfold. Det finnes nesten bare torvmosemudder i substratet. Lokaliteten bør imidlertid undersøkes nærmere. I og med at Songsjøen er valgt ut som en urørt forskningslokalitet for ferskvann vil det ha stor interesse å avklare økologisk tilstand her.

Totalvurdering: Moderat økologisk tilstand, men konklusjonen er usikker.

Stasjonen er tidligere registrert i Vannmiljø.

St. 11 Bekk Nord for Solbufeltet.



Vannprøven ga God kjemisk tilstand, nesten Svært god. ASPT-verdi Svært god økologisk tilstand, men med middels antall EPT-arter. Forventede antall organismer per taksa.

Totalvurdering: God økologisk tilstand.

St. 12. Mobekken.



Svært høye verdier av næringsalter og tarmbakterier i vannprøven, som gir Dårlig kjemisk tilstand. Noen få eksemplarer av enkelte arter som har høy ASPT-verdi gir likevel God økologisk tilstand.

Lave antall organismer per taksa kombinert med gode prøvetakingsforhold, burde ført til et bedre resultat.

Totalvurdering: Moderat til Dårlig økologisk tilstand.

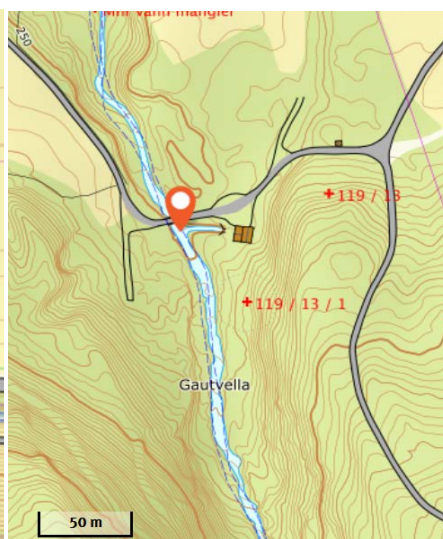
St. 13 Kjelbekken.



Høyt innhold av næringsalter og tarmbakterier gir Dårlig kjemisk tilstand. Svært lite dyr i prøven, ASPT gir Dårlig økologisk tilstand. Bekken har ustabil bunn forårsaket av leire, noe som er ugunstig for biomangfold.

Totalvurdering: Dårlig økologisk tilstand.

St 14 Ø. Gautvella øverst og St. 14 N Gautvella nederst.

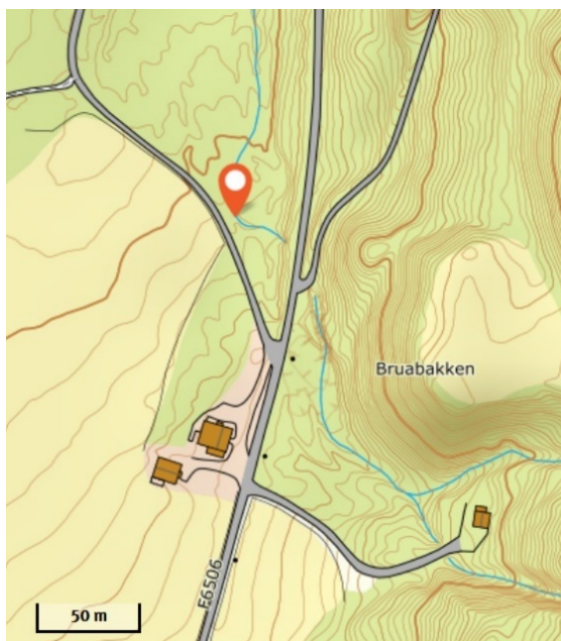


Øverste stasjon har ASPT-verdi så vidt innenfor God økologisk tilstand, men det er et meget stort antall *Baetis rhodani* i prøven, som kombinert med et noe lavt antall EPT-arter antyder påvirkede forhold. Lite begroing på substratet. Lavt antall vårfluearter.

Nederste stasjon har bedre ASPT-verdi, som gir Svært god økologisk tilstand. Antall EPT-

arter er også her noe lavt, men vannprøven gir Svært god kjemisk tilstand.

Totalvurdering: God økologisk tilstand, men denne konklusjonen er usikker.

St. 15 Jora.

Noe høyt innhold av tarmbakterier senker vannkvaliteten til God kjemisk tilstand. ASPT-verdien gir Svært god økologisk tilstand, men få antall av hver art og store mengder *Baetis rhodani* antyder en betydelig påvirkning. Humøst vann og noe høy vannføring på prøvetidspunktet, men prøvetakingsforholdene var gode.

Totalvurdering: God økologisk tilstand.

St. 17 Grytbekken.

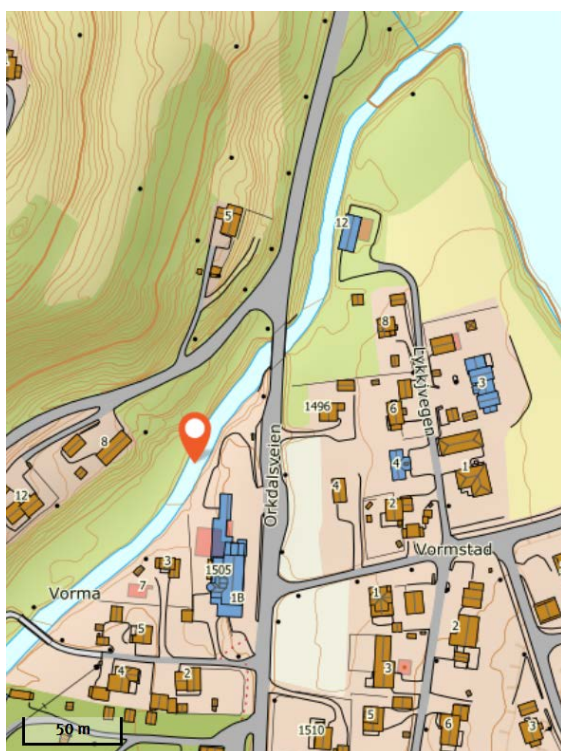
Drenerer gamle gruveområder. Noe høyt innhold av kobber og jern, men vannprøven viser likevel God kjemisk tilstand. ASPT-verdien gir God økologisk tilstand. På prøvetidspunktet hadde bekken lav vannføring og var svært grunn, slik at prøvetakingsforholdene ikke var optimale. Likevel var antall EPT-arter relativt høyt.

Totalvurdering: God økologisk tilstand.

St. 18 Sya.

Vannkvaliteten er God kjemisk tilstand, nær Svært god. ASPT-verdien gir Svært god økologisk tilstand. Antall EPT-arter, og antall per art, er imidlertid under middels. Dette kan skyldes at substratet består av grov forbygningstein og vanskeliggjør prøvetakingen.

Totalvurdering: God økologisk tilstand.

St. 19 Vorma nederst.

Det er landbruk og bebyggelse i nedre deler, og vannprøven viste noe forhøyede verdier av tarmbakterier og nitrogen. Dette gir kraftig begroing i substratet og senker vannkvaliteten til God kjemisk tilstand. ASPT-verdien viser God økologisk tilstand. Øvre deler av Vorma har et rikt arts mangfold, og nedre deler blir derfor reetablert gjennom tilførsel av en kontinuerlig strøm av organismer. Gode prøvetakingsforhold på lokaliteten skulle derfor ha ført til et noenlunde tilsvarende artsantall som øvre deler, men bare 16 av de 29 EPT-artene på den øvre lokaliteten ble funnet.

Totalvurdering: God økologisk tilstand.

3.2 Samlet vurdering av tilstand

Av 19 lokaliteter oppnår én lokalitet Svært god økologisk tilstand, 12 oppnår God og seks lokaliteter oppnår Moderat, Dårlig eller Meget dårlig økologisk tilstand. Antall organismer per prøve varierte svært mye, fra 50 til over 1500 organismer per prøveminnutt. Erfaringsmessig ligger gjennomsnittlige antall fra tilsvarende lokaliteter i Midt-Norge på 5-600.

Det ble registrert 9 døgnfluearter, 15 steinfluearter og 25 vårfluearter, til sammen 49 EPT-arter totalt i prøvene. Alle artene som ble funnet er vanlig forekommende og forventes å være til stede i urørte lokaliteter i lavlandet i Midt-Norge. Det ble funnet kun to arter snegl i bare tre elver; Kjelbekken, Vorma og Sola. Den eneste lokaliteten som hadde et arts mangfold som kan karakteriseres som upåvirket var øverst i Vorma, stasjon 5. Her ble 29 av 49 EPT-arter funnet, og begge snegleartene registrert. Alle de andre lokalitetene er påvirket i mer eller mindre grad, selv om ASPT-indeksen er tilfredsstillende for 13 av 19 lokaliteter.

Økte næringssaltnivåer og økt organisk belastning øker ofte antallene av enkeltarter. I prøvene er det gjennomgående funnet til dels enorme antall av Norges vanligste døgnflue, *Baetis rhodani*. Den arten alene utgjør over 65 % av totalantallet i prøvene totalt sett.

Vannprøvene viste at fire av 16 elver lå under miljømålet om God kjemisk tilstand for de undersøkte parameterne. Nitrogeninnholdet lå relativt sett høyere enn fosfatinnholdet i mange elver. I de senere årene har det i tillegg til landbruksavrenning blitt satt fokus på de økte nitrogenmengdene som har sin opprinnelse fra nitrogenfiksering i forbrenningsmotorer, og som dermed kommer med luften. To elver, Ustørja og Mobekken, hadde TKB-innhold over grenseverdiene.

Vannprøver er øyeblikksbilder, og er mer utsatt for tilfeldige variasjoner enn bunndyrsamfunn, som lever i miljøet hele tiden. Flere av lokalitetene viste svært god vannkvalitet, mens bunndyrsamfunnene viste dårligere tilstand. Dette gjaldt særlig Grøta og Songa.

4 Diskusjon

Tilførselselver og bekker utgjør i stadig økende grad refuger for artsmangfold, og er blitt viktigere de senere årene. Resultatene slik de framkommer i denne undersøkelsen er at 13 av 19 lokaliteter er utenfor tiltaksgrensen, mens seks bør bli gjenstand for tiltak.

Orkla er et svært viktig laksevasdrag, i tillegg er sjørrretbestandene avhengig av bekkenes forfatning. De undersøkte bekkene ligger med få unntak i et område som er svært påvirket av landbruk, bosetting og industri. Hvilke tiltak som kan gjøres er vanskelig å foreslå, uten først å gå detaljert inn på hver enkelt lokalitet og se på jordbruksavrenninger, beiteområder, kloakklekkasjer og fysiske inngrep i bekkenes dreneringsområder. Det må deretter gjøres en vurdering av størrelsen og kostnadene på eventuelle tiltak i forhold til hva en kan oppnå.

Bosetting og landbruk, og etter hvert byer, ble lagt til gunstige klimaområder og de mest fruktbare dyrkningsområdene. Dette sammenfaller ofte med utløpene av store elver, og er samtidig ofte biomangfoldets «hotspots»; de områdene som har flest arter. Å kombinere intensivt landbruk, nedbygging av arealer og urbanisering med krav til urørte økosystemer er en utfordring. Det er svært vanskelig å få både i pose og sekk. Vi er imidlertid avhengig av at økosystemenes funksjoner ikke forstyrres for mye, det kan gi uforutsette problemer på mange områder. Kunnskap om disse sammenhengene er økende, se <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>.

4.1 Metodiske usikkerheter

Hvor sikre resultatene av våre undersøkelser er, er vanskelig å fastslå. Det er flere forhold som har betydning for å tolke resultatene, og som bør nevnes i denne type undersøkelser.

Elveøkosystemer kjennetegnes av stor variasjon i antall organismer og arter gjennom året. Ideelt sett burde det derfor tas flere prøver med noen ukers mellomrom gjennom isfri sesong. Artenes livs-tykluser endres fra år til år, og dette fanges ikke opp av en enkeltprøve på ett tidspunkt.

I urørte områder vil som regel artsmangfoldet øke nedover et vassdrag. Flere nisjer og bedre klima, lengre isfri sesong og bedre tilgang på ernæring er noen av grunnene til at det generelt er slik. Dette skulle ideelt sett ligge til grunn for hva som kan forventes av artsmangfold, og som burde utgjøre standarden for Svært god økologisk tilstand. Resultatene fra denne bekkeundersøkelsen, og som oftest også tilsvarende undersøkelser de siste årene, viser et omvendt bilde, med synkende artsmangfold nedover tilløpsbekker og hovedvassdrag. Indikatoren ASPT klarer i liten grad å fange opp dette. ASPT-indikatoren kan gi God økologisk tilstand selv med få arter og lave forekomster til stede. Beregningsgrunnlaget for ASPT er i tillegg forsøksvis revidert, se: <http://www.cies.staffs.ac.uk/rscrbmwp.htm>, men Norsk Standard bruker fremdeles den gamle tabellen, tilpasset britiske og mellomeuropeiske forhold. På bakgrunn av disse usikkerhetene rundt ASPT er metodikk og indeksering for tiden gjenstand for diskusjoner og forskningsinnsats for å bedre kvaliteten på indekseringen (Furse et al. 2006, Petrin et al. 2016, Velle et al. 2018).

NINA har i mange år brukt en utvidet prøvetaking for å forbedre kartleggingen av biomangfold i elver, basert på en mer effektivt utsortering av organismene fra prøvematerialet (Bongard 2018, Bongard et al. 2011). Dermed kan prøvestørrelsen økes til det dobbelte, uten at kostnadene økes. Dette sannsynliggjør at man finner flere arter med lavere forekomster. Om man i tillegg sammenligner artsforventning direkte med hva man finner av arter, kan man bli noe sikrere på karakteriseringen av økologisk tilstand (Bongard et al. 2018). Konkret er det slik at alle de 49 artene som er funnet i denne undersøkelsen er vanlig forekommende i Midt-Norge, og var sannsynligvis til stede i alle bekker i området for noen generasjoner siden. Utløpsområdene av de store elvene i Midt-Norge var sannsynligvis artsrike hotspots i tidligere tider.

Taksonomiske registreringer på artsnivå gir den mest korrekte beskrivelsen av et økosystem (Bonada et al. 2006, Jones 2008, Resh & Rosenberg 1993). Det er stor forskjell på et økosystem med 1000 meitemark per m², kontra 500 organismer fordelt på 50 arter og grupper. Kartlegging av bunndyrsamfunn i elvemiljøer, både når det gjelder arts mangfold og forekomst av hver art, er svært krevende. Man kan få en forståelse av problemene med kartlegging og prøvetaking ved å se nærmere på hvor fragmentert en elvebunn er, helt ned på mikronivå fra stein til stein. Artene har ulike preferanser, og fordeler seg flekkvis på forsider, baksider og undersider av steiner. Andelene av ulike steinstørrelser, sedimentering og nedslamming vil derfor ha stor betydning for mikrohabitatenes nisjer og artenes leveforhold. Bunndyrartene er i ulik grad avhengige av bestemte arter alger, moser, påvekst og dødt organisk materiale, både som næring og leveområde, og disse faktorene endrer seg kontinuerlig med eutrofiering, andre påvirkninger og vannføring. Beiting og begroing på dødt organisk materiale som samles flekkvis i substratet er en viktig nisje. Innenfor få centimeterer kan derfor artsinventaret endres. Flytter man bunnprøven en halv meter til side kan man få et helt annet resultat. Å kartlegge slike fraksjonerte habitater er et metodeproblem som gjelder de fleste økosystemer, også terrestriske. Mange forsøk er gjort for å kunne beskrive elvebunn i håndterbare størrelser for å relatere det fysiske til det biologiske, men det har vist seg å være svært vanskelig å tallfeste variasjonene. Resultatene i denne undersøkelsen, og tilsvarende undersøkelser, bør vurderes med disse faktorene i mente.

5 Vedlegg

Vedlegg 1. Arter og grupper i bunndyrprøver fra de undersøkte lokalitetene oppgitt som antall per minutt prøve.

	Grøta	Minilla	Gisna nederst	Byna	Vorma øverst	Sola	Ustørja	Gisna øverst	Kanal fra Gjølme
Navn elv									
Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dato 26.10.-4.11.2018									
Taxa:									
<i>Radix balthica</i>					5	1		1	
<i>Gyraulac acronicus</i>					13				
Oligochaeta	5			1	28	8	1	1	
Acari				11	13	15	4	1	
<i>Ephemera danica</i>					1				
<i>Baetis muticus</i>	3		10	8	10	15	100	20	
<i>Baetis niger</i>			8	5	10				
<i>Baetis rhodani</i>	40	100	350	700	700	375	25	750	
<i>Heptagenia dalecarlica</i>		3		1	45	1		2	
<i>Ephemerella aroni</i>				3					
<i>Ephemerella mucronata</i>				19					
<i>Leptophlebia marginata</i>					5				
Steinfluer									
<i>Diura nanseni</i>			1	8				1	
<i>Isoperla difformis</i>					10		4		
<i>Isoperla grammatica</i>				15	50	15		1	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				10	3			1	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>					3	3	1	1	
<i>Brachyptera risi</i>	10	1		30	5	13	1	8	
<i>Amphinemura sp.</i>	8		3	8	100	25		6	
<i>Amphinemura borealis</i>					10				
<i>Nemurella pictetii</i>							3		
<i>Nemoura cinerea</i>	3					4	1	1	
<i>Nemoura avicularis</i>						1			
<i>Protonemura meyeri</i>			1		10		1		
<i>Capnia sp.</i>		3				8		4	
<i>Leuctra hippopus</i>			4	13	100	25	3	3	
Coleoptera larvae					1				
Dytiscidae	1						1		
Hydraenidae				1	1	15		1	
<i>Elmis aenea</i>					3				
<i>Limnius volckmari</i>					2	38	1		
Vårfluer									
<i>Agapetus sp.</i>					1				
<i>Rhyacophila nubila</i>		2	1	8	6	8	1	2	
<i>Hydroptila spp.</i>					8				

	Grøta	Minilla	Gisna nederst	Byna	Vorma øverst	Sola	Ustørja	Gisna øverst	Kanal fra Gjølme
Navn elv									
Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Taxa:									
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	8								
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>				3	5		1	14	
<i>Hydropsyche pellucidula</i>					8				
<i>H. siltalai</i>					13				
<i>H. silfvenii</i>					3				
<i>Lepidostoma hirtum</i>					5				
Limnephilidae					1	1	1		
<i>Apatania</i> spp.						1			
<i>Micrasema setiferum</i>					100				
<i>Sericostoma personatum</i>					1	30	1		
<i>Potamophylax latipennis</i>			1			3			
<i>P.cingulatus</i>						4			
<i>Silo pallipes</i>					3	63	3		
<i>Molannidae</i>					1				
<i>Athripsodes</i> sp.					8				
Diptera					5		1		
Ceratopogonidae					5				
<i>Pericoma</i> spp.							1		
Stankelbeinmygg samlet (-197)	1	1	1	3	10		1		
Simuliidae		10	8	5	63	50			
Chironomidae	30	13	5	250	50	188	13	213	
Sum per minutt prøve	107	131	389	1098	1416	904	162	1027	0
Antall EPT-arter	6	5	9	14	29	17	14	14	0
ASPT	5,2	6,6	6,6	7,0	7,0	7,0	6,7	7,2	0,0
Total vurdering ihht annek 5									

Vedlegg 1. Arter og grupper i bunndyrprøver fra de undersøkte lokalitetene oppgitt som antall per minutt prøve (forts.).

Navn innsjø/elv	Songa ved Ustmyran	Bekk N for Solbufeltet	Mobekken	Kjelbekken	Gautvella nederst	Gautvella øverst	Jora	Grytbekken	Sya	Vorma nederst
Stasjon	10	11	12	13	14N	14Ø	15	17	18	19
Dato 26.10.-4.11.2018										
Taxa:										
<i>Radix balthica</i>										20
<i>Gyraulus acronicus</i>				1						
Oligochaeta		4	1	1	1	1	5	1	1	23
Acari		5					3			75
<i>Ameletus inopinatus</i>						10			5	
<i>Baetis muticus</i>	3	30			10	25	20	13	10	3
<i>Baetis niger</i>								13		
<i>Baetis rhodani</i>		600	5		1500	1200	800	1075	600	50
<i>Heptagenia dalecarlica</i>		5					5			3
<i>Leptophlebia marginata</i>	25									
Steinfluer										
<i>Diura nanseni</i>		2			1		10	1	1	
<i>Isoperla difformis</i>		4								
<i>Isoperla grammatica</i>		10	3				15	1	10	88
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>					5		3		5	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		2			1					
<i>Brachyptera risi</i>		15	50		5	10	50	10	20	25
<i>Amphinemura sp.</i>		30			15	8	150	5	35	125
<i>Nemurella pictetii</i>	6	5								
<i>Nemoura cinerea</i>			125	1		1	10	4		
<i>Nemoura avicularis</i>	1									
<i>Protonemura meyeri</i>		5					5	1		10
<i>Capnia sp.</i>					3			3	3	
<i>Capnopsis schilleri</i>					1					
<i>Leuctra nigra</i>						1				
<i>Leuctra hippopus</i>		50			5	8	25	1	10	50
Dytiscidae						1				1
Hydraenidae		20	15		1					1
Scirtidae		1					1			
<i>Elmis aenea</i>		125								3
<i>Limnius volckmari</i>										3
<i>Sialis sp.</i>	1									
Vårfluer										
<i>Agapetus sp.</i>										3
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	20			3			1	1	5
<i>Hydroptila spp.</i>										5
<i>Philopotamus montanus</i>								1		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1							6		
<i>Lepidostoma hirtum</i>		5								

	Songa	Bekk N for Solbufeltet	Litjmobekken	Kjelbekken	Gautvella nederst	Gautvella øverst	Jora	Grytbekken	Sya	Voima nederst
Navn innsjø/elv										
Stasjon	10	11	12	13	14N	14Ø	15	17	18	19
Taxa:										
Limnephilidae	1	1	1	3		5	2	1		
<i>Limnephilus extricatus</i>			1	1						
<i>Limnephilus binotatus</i>				2						
<i>Micropterna lateralis</i>			1							
<i>Micropterna sequax</i>				1						
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>					1					
<i>Micrasema setiferum</i>										10
<i>Sericostoma personatum</i>		20					3	1		3
<i>Chaetopteryx villosa</i>			1							
<i>Potamophylax latipennis</i>						1		1		5
<i>Silo pallipes</i>		1	1							13
Diptera										5
Ceratopogonidae		1						3		
<i>Pericoma spp.</i>		3			1		1			
Stankelbeinmygg		10	1		1	1	10	8		5
Simuliidae	13	25	38	25		5	25	25	10	
Chironomidae	1	38	13	63	13	25	100	10	25	150
Antall per minutt prøve	50	1035	253	94	1565	1299	1241	1180	735	679
Antall EPT-arter	7	17	8	4	12	10	13	17	11	16
ASPT	5,4	7,3	6,3	5,1	7,1	6,0	7,0	6,6	6,9	6,4
Total vurdering ihht aneks 5										

Vedlegg 2. Kjemiske parametere i vannprøvene fra lokalitetene. Fargekodingen følger Tabell 2.1 og viser kvalitetstilstand for den enkelte parameter. Total karbon skiller humøs/klar elv ved verdien 5. Laveste score avgjør til slutt total tilstand.

Parameter	TKB NS 4792	pH (NS-EN ISO 10523)	Fosfor totalt	Nitrogen totalt	Karbon, totalt organisk NS-EN 1484	Jern ICP-MS	Kobber ICP-MS	Sink ICP-MS	Silisium ICP-MS	Tilstand vannkvalitet
Enhet	cfu/100 ml		µg P/L	µg N/L	mg C/L	µg Fe/L	µg Cu/L	µg Zn/L	mg Si/L	
Stasjon										
Grøta	3	6,9	3,7	210	7,6					
Minilla	13	6,9	<2,0	67	1,9					
Gisna	6	7,18	3,7	330	4,6					
Byna	10	7	3,3	420	3,8					
Sola	27	7,4	9,4	640	6,3					
Ustørja	54	7,3	32,1	830	7					
Kanal fra Gjøelme	0	10,7	12,4	280	4,5					
Songa ved Ustmyran	0	6,2	2	150	6,2					
Bekk N for Solbufeltet	7	7	10,1	440	9,4					
Mobekken	300	6,9	31	1480	7,2					
Kjelbekken	21	6,8	11,7	1870	8,1					
Gautvella	1	7,1	3,2	210	6,6					
Jora	37	7	3,6	150	5,7					
Grytbekken	5	7,05	<2,0	160	3,6	53,1	0,4	0,3	2,3	
Sya	6	7,2	4	420	3,7					
Vorma	30	7,2	4,8	640	5,1					

Vedlegg 3. UTM-kordinater for de undersøkte lokalitetene.

UTM lat/lon	NORD	ØST	Vann- lok_kode
Stasjon			
St. 1 Grøta	63.0429661	9.7180932	121-91617
St. 2 Minilla	62.8115494	9.6574528	121-91618
St. 3 Gisna	62.6958528	9.9397178	121-91619
St. 8 Gisna	62.7050815	9.9146007	121-63332
St. 4 Byna	62.652547	9.8899764	121-91620
St. 5 Vorma øverst	63.1958332	9.6665181	121-63439
St. 6 Sola	63.2078589	9.7906154	121-86081
St. 7 Ustørja	63.2858963	9.8132603	121-82294
St. 9 Kanal fra Gjølme	63.313333	9.8253886	03.20-91621
St. 10 Songa	63.3107184	9.656331	121-91622
St. 11 Bekk N for Solbufeltet	63.2198406	9.7905957	121-91623
St. 12 Mobekken	63.2517913	9.7972507	121-86080
St. 13 Kjelbekken	63.2398776	9.7636089	121-91624
St. 14 N Gautvella nederst	62.8419701	9.871724	121-31534
St. 14 Ø Gautvella øverst	62.832427	9.8942619	121-91625
St. 15 Jora	62.962226	9.7921952	121-91626
St. 17 Grytbekken	62.7017609	10.1296532	121-91627
St. 18 Sya	63.0322407	9.7071463	121-91628
St. 19 Vorma nederst	63.1999836	9.7672211	121-91629

6 Referanser

- Andersen, J.R., Jon Lasse Bratli, Eirik Fjeld, Bjørn Faafeng, Magne Grande, Lars Hem, Hans Holtan, Truls Krogh, Vidar Lund, Dag Rosland, Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. NIVA rapport.
- Anonym. 1994. NS-ISO 7828/1. Metoder for biologisk prøvetaking - Retningslinjer for prøvetaking med håv av akvatiske bunndyr.
- Anonym. 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver, p. 222, Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.
- Anonym. 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet M-608.
- Anonymous. 2016. COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY FOR THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE AND THE FLOODS DIRECTIVE. WFD Reporting Guidance 2016 Final – Version 6.0.6. Document endorsed by EU Water Directors at their meeting in Heraklion on 6 June 2014
- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J.F., 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 Res.*, 17(3), 333-347.
- Bergan 2011. Vannkjemisk og økologisk tilstand i sidevassdrag til Orkla. - Undersøkelser av vannkvalitet, bunndyr, yngel/ungfisk og hydromorfologiske påvirkninger. NIVA-rapport 6158-2011.
- Bergan 2012. Vannøkologiske undersøkelser i utvalgte vannforekomster i vannområde Orklavassdraget.. NIVA rapport 6340-2012.
- Bergan & Steen 2013. Vannøkologiske undersøkelser i vannområde Orklavassdraget i 2012. NIVA rapport 6502-2013
- Bergan & Aanes 2016. Vannøkologiske undersøkelser i små vassdrag i Vannområde Orkla- Resultater fra undersøkelser av vannkvalitet og bunndyr høsten 2016. NINA-rapport 1343.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V.H. & Stutzner, B. 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology* 51: 495-523.
- Bongard, T., Diserud, O. H., Sandlund, O. T., & Aagaard, K. (2011). Detecting Invertebrate Species Change in Running Waters: An Approach Based on the Sufficient Sample Size Principle. *Benthic Open Environmental & Biological Monitoring Journal*, 4, 72-82.
- Bongard, T., Johansen, K. & Munkeby, T.B. 2018. A New Sampling Protocol and Intercalibrated Index for Invertebrates in Running Water. NINA Report 1548. ISBN: 978-82-426-3286-9. Norwegian Institute for Nature Research
- Frost, S., Huni, A., & Kershaw, W. E. (1971). Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, 49, 167-173.
- Furse, M. T., Hering, D., Brabec, K., Buffagni, A., Sandin, L., & Verdonschot, P. F. M. (Eds.). (2006). *The Ecological Status of European Rivers - Evaluation and Intercalibration of assessment methods. Developments in Hydrobiology* (Vol. 566). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Jones, F.C. 2008. Taxonomic sufficiency: The influence of taxonomic resolution on freshwater bioassessments using benthic macroinvertebrates. *Environmental Reviews* 16: 45-69.
- Petrin, Z., Bækkelie, K. A. E., Bongard, T., Bremnes, T., Eriksen, T. E., Kjærstad, G., . . . Velle, G. (2016). *Innsamling og bearbeiding av bunndyrprøver – hva vi kan enes om. NINA Rapport 1276*.
- Resh, V.H. & Rosenberg, D.M. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.
- Velle, G., Bækkelie, K. A., Arnekleiv, J. V., Bongard, T., Bremnes, T., Hall, J., . . . Stabell, T. (2018). *Kvalitetssikring av bunndyrbestemmelser i Norge. Uni Research Miljø LFI rapport 315. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889*.
- Aagaard, K. & Dolmen, D. 1996. Limnofauna Norvegica. Tapir forlag.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3372-9

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger