

Økologisk tilstand i Norddalselva i Vanylven kommune i 2021/2022



Hovedkontor

Økernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Økologisk tilstand i Norddalselva i Vanylven kommune i 2021/2022	Løpenummer 7823-2023	Dato 10.02.2023
Forfatter(e) Jonas Persson, Jan-Erik Thrane og Susanne Schneider	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Møre og Romsdal	Sider 25 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Tussa Energi AS	Oppdragsreferanse Terje Myklebust
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 210272

Sammendrag

Det ble i 2021/2022 gjennomført biologiske og vannkjemiske undersøkelser i Norddalselva i Møre. Hensikten var å vurdere økologisk tilstand og graden av eutrofipåvirkning, og hvorvidt reguleringen av vassdraget har bidratt til redusert økologisk tilstand. Middelkonsentrasjonene av næringsalter (Tot-P og Tot-N) var lave og viste *svært god* tilstand ved alle stasjoner. Begroingsalgene viste *svært god* økologisk tilstand ved samtlige stasjoner med tanke på eutrofiering (PIT-indeksen). Andelen næringskrevende arter var lav, og det ble ikke observert unormalt høy dekningsgrad ved noen av stasjonene. Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene viste overlag god tilstand med hensyn til organisk forurensing/eutrofiering (ASPT-indeksen). Dette tyder på lite forurensing av lett nedbrytbart organisk stoff og gode oksygenforhold. Ved stasjon NK4 viste ASPT-indeksen moderat økologisk tilstand, men med en indeks-verdi veldig nær grensen til god tilstand og resultatene er basert på bare én prøvetaking. Den samlede økologiske tilstanden for biologien er *god* ved NK1, NK2 og NK3, samt moderat ved NK4. Samlet sett fremstår den økologiske tilstanden i Norddalselva som *god* med hensyn til eutrofiering (næringsaltforurensing) og organisk belastning, med små avvik fra naturtilstanden. Vi finner få tegn på at redusert vannføring som følge av reguleringen har økt konsentrasjonen av forurensing eller næringsstoffer i den grad at det har hatt tydelige negative konsekvenser for begroing eller bunndyr i elva.

Fire emneord	Four keywords
1. Økologisk tilstand	1. Ecological status
2. Vannkjemi	2. Water chemistry
3. Begroingsalger	3. Periphytic algae
4. Bunndyr	4. Macroinvertebrates

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

Jonas Persson
Prosjektleder

Åse Åtland
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-7559-9

NIVA-rapport ISSN 1894-7948

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

**Økologisk tilstand i Norddalselva i Vanylven
kommune i 2021/2022**

Forord

Det har i 2021/2022 blitt gjennomført biologisk og vannkjemiske undersøkelser i Norddalselva i Møre. Hensikten med dette arbeidet har vært å vurdere økologisk tilstand og graden av eutrofipåvirkning, og hvorvidt reguleringen av vassdraget har bidratt til redusert økologisk tilstand. Denne rapporten gjør rede for undersøkelsene og resultatene.

Prøvetaking og analyse av vannkjemi ble gjennomført av Nemko Norlab (tidligere Sintef Norlab) på oppdrag fra Tussa Energi AS. Vannkjemieresultatene er vurdert og rapportert av Jan-Erik Thrane, samt fagfellevurdert av Birger Skjelbred.

Susanne Schneider samlet inn, identifiserte og rapporterte begroingsalger, heterotrof begroing og vannplanter. Hun var assistert av Torgeir Hauso (sommerjobb i Tussa Energi AS) i felt. Resultatene er fagfellevurdert av Maia Røst Kile (begrøingsalger) og Marit Mjelde (vannplanter).

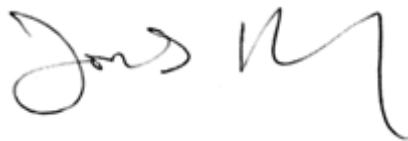
Bunndyr er samlet inn, identifisert og rapportert av Jonas Persson. Eivind Ekholt Andersen assisterte ved bunndyrprøvetakingen. Bunndyrresultatene er fagfellevurdert av Tor Erik Eriksen.

Kvalitetssikring av ferdigstilt rapport er foretatt av Tor Erik Eriksen og Åse Åtland. Alle er ansatte ved NIVA, hvis ikke annet er angitt.

Oppdragsgiver er Tussa Energi AS, og deres representant har vært Terje Myklebust.

Alle takkes for godt samarbeid!

Oslo, 10. februar 2023



Jonas Persson

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	7
1.1	Tidligere undersøkelser i Norddalselva.....	7
1.2	Formål.....	8
2	Materiale og metoder.....	9
2.1	Overvåkingsstasjoner.....	9
2.2	Vannprøvetaking og analyser	9
2.3	Vurdering av økologisk tilstand	11
2.3.1	Typifisering	11
2.3.2	Vannkjemi og bakteriologiske parametere	11
2.3.3	Begroingsalger og heterotrof begroing.....	11
2.3.4	Vannplanter.....	12
2.3.5	Bunndyr	12
2.3.6	Samlet økologisk tilstand.....	12
3	Resultater og diskusjon.....	13
3.1	Typifisering.....	13
3.2	Vannkjemi og fekale indikatorbakterier	13
3.2.1	Næringssalter	13
3.2.2	Fekale indikatorbakterier	16
3.2.3	Oppsummering av næringssalter og indikatorbakterier	17
3.3	Biologiske undersøkelser	17
3.3.1	Begroingsalger og heterotrof begroing.....	17
3.3.2	Vannplanter.....	19
3.3.3	Bunndyr	21
3.3.4	Samlet økologisk tilstand.....	23
4	Konklusjoner	24
5	Referanser.....	25
6	Vedlegg	26
6.1	Metoder	26
6.1.1	Vannkjemi.....	26
6.1.2	Begroingsalger og heterotrof begroing	26
6.1.3	Vannplanter	27
6.1.4	Bunndyr	27
6.2	Primærdata vannkjemi	30
6.2.1	Vedleggsfigurer vannkjemi	32
6.3	Taksalister	33
6.3.1	Begroingsalger	33
6.3.2	Vannplanter.....	34
6.3.3	Bunndyr	35
6.4	Bunnssubstratets utforming på de ulike stasjonene ved prøvetaking av bunndyr.....	36
6.5	Bilder av overvåkingsstasjonene ved høstprøvetakingen av bunndyr	37

Sammendrag

Det ble tatt månedlige vannprøver ved fire stasjoner i Norddalselva i perioden juli 2021 til oktober 2022. Det ble også gjort biologiske undersøkelser av begroingsalger, heterotrof begroing, vannplanter og bunndyr en gang i perioden august-november 2022. Hovedhensikten med disse undersøkelsene var å vurdere økologisk tilstand og graden av eutrofipåvirkning (økning av næringssaltinnhold), og hvorvidt reguleringen av vassdraget har bidratt til redusert økologisk tilstand.

Middelkonsentrasjonene av total-fosfor og total-nitrogen i vannprøver viste *svært god* tilstand ved alle stasjoner, noe som tyder på liten grad av næringsaltforurensing. Enkelte moderate til høye konsentrasjoner av fosfat, samt episodisk høyere nivåer av fekale indikatorbakterier indikerer imidlertid at avrenning fra dyrka mark og spredt avløp tidvis bidrar med litt ekstra næringsalter lokalt. Disse tilførslene ser derimot ut til å fortynnes ganske effektivt, trolig av de lite påvirkede og antatt næringsfattige sideelvene som kommer inn nedover Norddalselva. Næringssaltkonsentrasjonene ser ikke ut til å ha endret seg betydelig siden 1980-tallet.

Resultater fra undersøkelsene av begroingsalger viser *svært god* økologisk tilstand ved samtlige stasjoner med tanke på eutrofiering (PIT-indeksen). Andelen næringskrevende arter var lav, og det ble ikke observert unormalt høy dekningsgrad. Dette tyder på lave nivåer av næringsalter. Også forsuringindeksen AIP viste *god* til *svært god* tilstand, noe som indikerer at vassdraget er lite utsatt for forsuring.

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene viste *god* tilstand med hensyn til organisk forurensing/eutrofiering (ASPT-indeksen) ved de tre øverste stasjonene. Dette tyder på lite forurensing av lett nedbrytbart organisk stoff og gode oksygenforhold. Ved stasjon **NK4** viste ASPT-indeksen *moderat* økologisk tilstand. Men med en nEQR-verdi på 0,57 ligger indeksen veldig nær grensen til *god* tilstand (nEQR = 0,60). Forsuringindeksen (RAMI) viste *svært god* tilstand ved alle stasjoner.

Indeksene for begroingsalger og bunndyr viser, ifølge «det-verste-styrer»-prinsippet, at den samlede økologiske tilstanden for biologien er *god* ved **NK1**, **NK2** og **NK3**, samt *moderat* ved **NK4**. Men den moderate tilstanden for ASPT ved **NK4** ligger veldig nær grensen til *god* tilstand og resultatene er usikre ettersom de kun er basert på én prøvetaking.

Samlet sett fremstår den økologiske tilstanden i Norddalselva som *god* med hensyn til eutrofiering (næringsaltforurensing) og organisk belastning, med små avvik fra forventet naturtilstand. Til tross for noe påvirkning fra dyrket mark og spredt bebyggelse, viser våre undersøkelser ingen tydelige negative konsekvenser for biologien. Trolig skyldes dette at det kommer inn flere relativt upåvirkede sideelver nedover i vassdraget, som bidrar til å fortynne eventuelle forhøyede tilførsler oppstrøms. Vi finner få tegn på at redusert vannføring som følge av reguleringen har økt konsentrasjonen av forurensing eller næringsstoffer i den grad at det har hatt tydelige negative konsekvenser for begroing eller bunndyr i elva. Vi har ikke undersøkt fisk i denne rapporten, men anser det som lite sannsynlig at rekrutteringen av laksefisk er redusert som følge av forhøyede konsentrasjoner av næringsalter eller organisk forurensing. Men at reguleringen har påvirket laksefiskbestandene på andre vis, f.eks. gjennom hydromorfologiske endringer kan ikke utelukkes.

Summary

Title: Ecological status of the Norddalselva river in Vanylven municipality in 2021 and 2022

Year: 2023

Author(s): Jonas Persson, Jan-Erik Thrane and Susanne Schneider

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7559-9

Monthly water samples were taken at four stations in river Norddalselva in the period July 2021 to October 2022. Biological studies of periphytic algae, heterotrophic growth, aquatic plants and benthic macroinvertebrates were also carried out in the period August-November 2022. The main purpose of these studies was to assess ecological status and the degree of eutrophication (increased nutrient content), and whether the regulation of the river system has contributed to reduced ecological status.

The mean concentrations of total phosphorus and total nitrogen indicated *high* status at all stations, suggesting little nutrient pollution. Runoff from cultivated land and scattered sewage drains probably contributes some excessive nutrients inputs, but the effect of this seems to be diluted quite effectively, probably by the little-affected and supposedly nutrient-poor tributaries that enter the downstream river Norddalselva. Nutrient concentrations do not appear to have changed significantly since the 1980s.

Results from the surveys of periphyton show high ecological status at all stations regarding eutrophication (PIT index). The proportion of nutrient demanding species were low, and no abnormally high degree of algae coverage was observed. This indicates low levels of nutrients. The acidification index AIP also showed *good* to *high* status, indicating that the river system is little exposed to acidification.

Results from the benthic macroinvertebrates surveys show *good* to *high* status for organic pollution /eutrophication (ASPT index) at the most upstream stations. This indicates low levels of available organic matter and good oxygen levels. At the station **NK4** the ASPT-index show *moderate* ecological status. But with a nEQR value of 0.57 this is very close to the border to good ecological status (nERQ = 0.60). The acidification index (RAMI) showed *very high* status at all stations.

The indices for periphyton and benthic macroinvertebrates show, according to the "one out all out" principle, that the overall ecological status of biology is *good* at **NK1**, **NK2** and **NK3**, and *moderate* at **NK4**. But the decisive moderate status (from ASPT) at **NK4** is very close to the threshold for *good* status and the results are uncertain since they are based on only one sampling.

Overall, the ecological status of river Norddalselva river regarding eutrophication/organic load appears to be *good*, with little deviation from the natural state. Despite some impacts from cultivated land and populated areas, our studies show no clear negative consequences for biology. This is probably due to the entry of several relatively unaffected tributaries downstream into the river system, which helps to dilute any elevated inputs upstream. We find few signs that reduced water flow has increased the concentration of pollutants or nutrients to the extent that it has had clear negative consequences for periphyton or macroinvertebrates. We did not investigate fish in this in this report, but we think it is unlikely that the recruitment of salmonids is reduced due to concentrations of nutrients or organic pollution. But it cannot be excluded that regulating the river might have affected salmon fish populations in other ways, e.g., via hydromorphological changes.

1 Bakgrunn

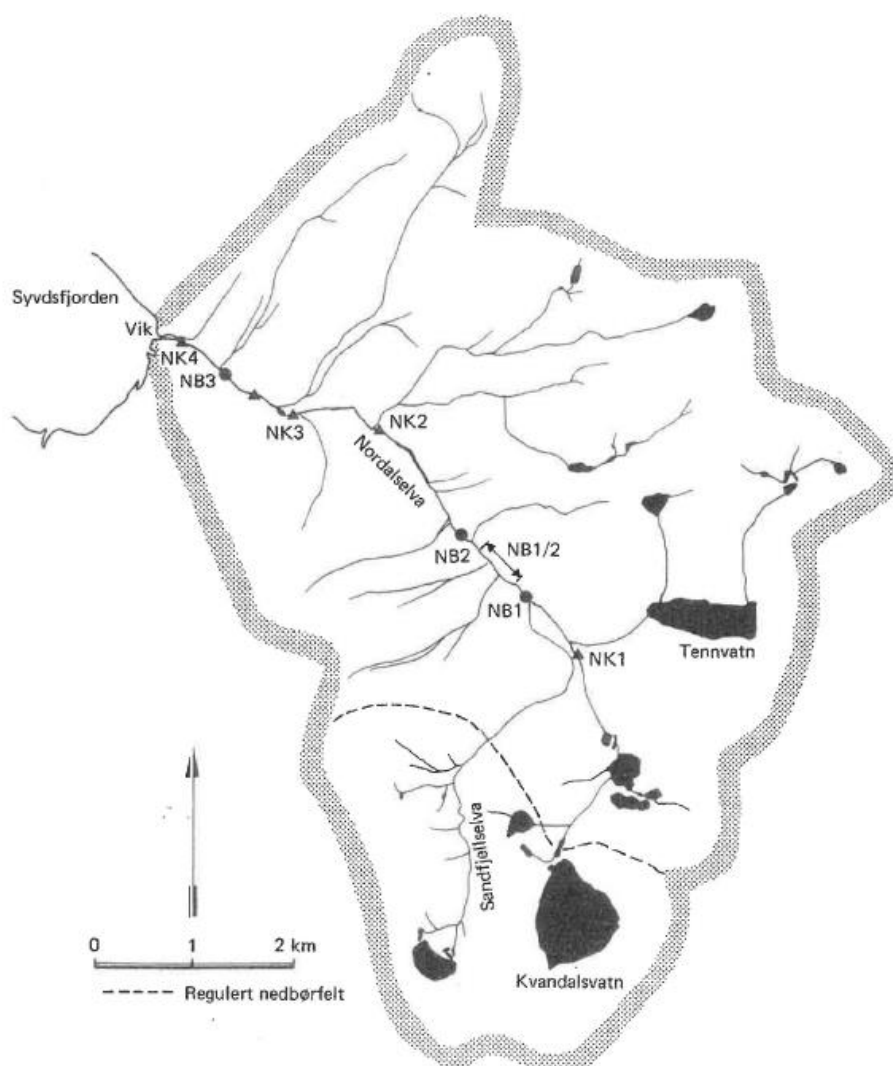
Norrdalselva (også kjent som Vikelva; Vannforekomst-ID: 093-29-R) renner ut ved tettstedet Vik i Syvdsfjorden i Møre og Romsdal fylke. Nedbørfeltet er ca. 40 km². Lengst sør i nedbørfeltet ligger Kvandalsvatn. Dette ble overført til Åmela Kraftanlegg fra desember 1976. Fra september 1979 ble også Sandfjellselva overført. Det overførte nedbørfeltet er til sammen 7,6 km², og utgjør ca. en femtedel av det totale nedbørfeltet. Ved de øverste gårdene i dalen (ca. 6 km fra sjøen) er vannføringen halvert. Etter hvert som sidebekker kommer inn, blir avviket fra opprinnelig avrenning gradvis mindre. Ved elvens utløp i sjøen er reduksjonen i vannføringen ca. en femtedel (Traaen og Rørslett 1983).

I de senere årene er det også anlagt to små vannkraftverk oppstrøms Norrdalselva i Bruelva (i drift fra 2014; <https://atlas.nve.no/>) og Tenneelva (i drift fra 2018).

1.1 Tidligere undersøkelser i Norrdalselva

For å kartlegge effektene av reguleringen på forurensingssituasjonen i Norrdalselva ble det i 1982 og 1983 prøvetatt vannkjemiske og bakteriologiske parametere på fire stasjoner (**NK1 – NK4**) og begroingsalger på tre stasjoner (**NB1 – NB3**). Ved én strekning (**NB1 – NB2**) ble det også undersøkt vannplanter (**Figur 1**). Konklusjonen var at Norrdalselva var moderat forurenset basert på vannkjemi og hygieniske parametere (bl.a. fekale indikatorbakterier), men algebegroingen i strykpartiene tydet på at forurensningsbelastningen vanligvis var lav (Traaen og Rørslett 1983). Lokalt ble det funnet innslag av heterotrof begroing og tilgroing av vannplanter som trolig var forårsaket av en kombinasjon av forurensing fra jordbruk og redusert vannføring som følge av reguleringen.

I 2018 ble det gjennomført fiskeundersøkelser av SWECO på den anadrome strekningen opp til Sarpefossen (Skei 2018). Det ble funnet lave tettheter av laks og ørret, og rapporten konkluderer med at den lave andelen gyteareal trolig er den største flaskehalsen for ungfiskproduksjon i elva.



Figur 1. Stasjonsplasseringen i 1982/1983 (fra Traaen og Rørslett 1983).

1.2 Formål

Hovedmålet med oppdraget i 2021/2022 var å kartlegge vannkvalitet og økologisk tilstand i Norddalselva og vurdere eventuelle endringer sammenliknet med undersøkelser som ble gjort 1982/1983. Det gjøres en vurdering av ulike påvirkningsfaktorer, med særlig fokus på om reguleringen av vassdraget med overføring av vann til Åmela Kraftanlegg har hatt effekter på vannkvalitet og økologisk tilstand.

Oppdraget omfattet prøvetaking og analyser av begroingsalger og bunndyr fra fire stasjoner, samt en ekspertvurdering av vannplantesamfunnet i en strekning i elva. Prøvetaking og analyse av vannkjemi ble gjennomført av Nemko Norlab (tidligere Sintef Norlab) på oppdrag fra Tussa, men resultatene ble oversendt NIVA. Undersøkelsene av biologiske kvalitetselementer og vannkjemi legger grunnlaget for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften, samt en helhetlig vurdering av miljøtilstanden i elva.

2 Materiale og metoder

En presentasjon av stasjonene som er overvåket, samt kvalitetselementene som er brukt til vurderingen, er presentert nedenfor. Detaljert informasjon om prøvetakingsmetodikk, analyser og beregning av indekser er presentert i **vedlegg 6.1**. Bilder fra hver stasjon ved høstprøvetakingen finnes i **vedlegg 6.5**.

2.1 Overvåkingsstasjoner

Tabell 1 og **Figur 2** vises en oversikt over stasjonene i 2021/2022.

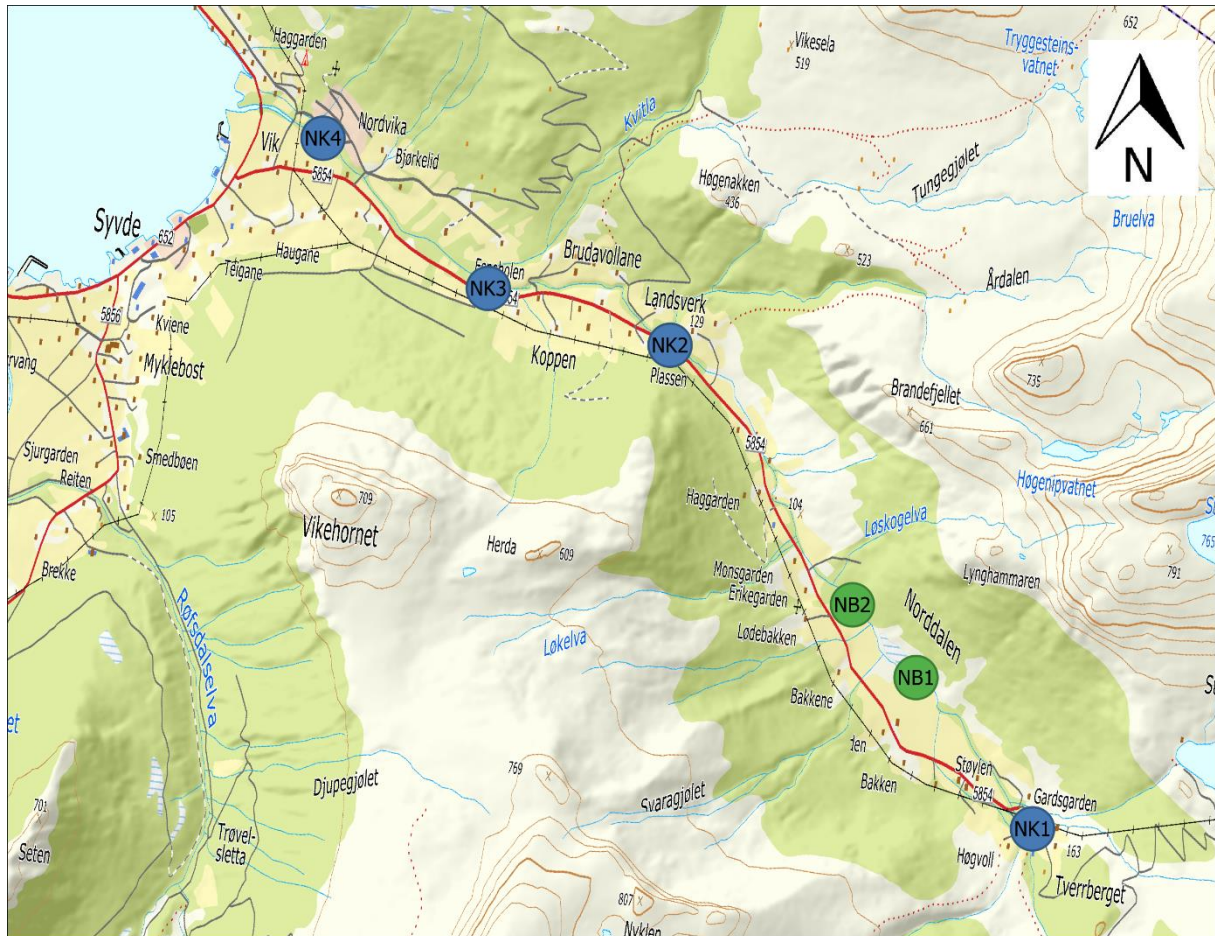
Vannkjemi og bakteriologiske parametere, begroingsalger, heterotrof begroing, samt bunndyr ble prøvetatt ved de samme fire stasjonene der det i 1982/1983 ble prøvetatt vannkjemi (**NK1-4**). Vannplantesamfunnet ble vurdert i samme strekning som i 1982, mellom stasjon **NB1** og **NB2**.

Tabell 1. Stasjonsoversikt med koordinater (WGS84).

Navn	Latitude	Longitide
NK1	62.069355	5.83169
NK2	62.088494	5.790827
NK3	62.08986	5.772836
NK4	62.095464	5.755149
NB1	62.075326	5.818604
NB2	62.078145	5.811606

2.2 Vannprøvetaking og analyser

Det ble tatt månedlige vannprøver ved **NK1-NK4** i perioden juli 2021 til oktober 2022 (16 prøver). Alle prøvene ble analyser for næringssalter (total-fosfor (Tot-P), fosfat, total-nitrogen (Tot-N), nitrat + nitritt), konduktivitet, kimtall (antall bakterier som utvikles under standard betingelser fra et bestemt vannvolum) og presumptivt koliforme bakterier. Total organisk karbon (TOC), fargetall, kalsium, pH, turbiditet og *E. coli* ble målt fra og med september 2021. Prøvene ble analysert ved det akkrediterte laboratoriet Nemko Norlab.



Tegnforklaring:

- Prøvetaking
- Vannplanter

0 1 km

NIVA
Norsk institutt for vannforskning

Figur 2. Kartutsnitt med prøvetakingsstasjoner i Norrdalselva som ble undersøkt i 2021/2022. Plasseringen tilsvarer Traaen og Rørslett (1983). Navnene i sirklene identifiserer prøvetakingsstasjonene i henhold til **Tabell 1**. Vannplantesamfunnet ble vurdert på strekning mellom stasjon **NB1** og **NB2**. Kartkilde: Norgeskart.

2.3 Vurdering av økologisk tilstand

2.3.1 Typifisering

Klassegrenser for å bestemme miljøtilstand på bakgrunn av biologiske og vannkjemiske kvalitetselementer varierer ofte avhengig av vanntype, ettersom ulike vanntyper kan ha ulike artssammensetninger, eller bakgrunns konsentrasjoner av for eksempel næringsalter. For å få en sikker bestemmelse av vanntypen i Norddalselva ble typifiseringsparameterne kalsium, TOC og farge målt i månedlige vannprøver fra september 2021 til oktober 2022. Middelerverdier fra perioden ble benyttet til å bestemme vanntypen i henhold til veilederen for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppa 2018). Målinger fra 4/10/2021 ble utelatt pga. kraftig flompåvirkning og lite representative konsentrasjoner.

2.3.2 Vannkjemi og bakteriologiske parametere

Tilstand for næringsalter (Tot-P og Tot-N) ble beregnet på bakgrunn av vanntypespesifikke grenseverdier og i henhold til veilederen (Direktoratsgruppa 2018). Som grunnlag for beregning av EQR, nEQR og tilstand benyttet vi middelerverdier av alle prøver fra 2021 og 2022. I NIVA-rapporten fra undersøkelsene i 1982/1983 (Traaen og Rørslett 1983) er det oppgitt medianverdier for de vannkjemiske parameterne. For sammenlikning med resultatene fra 1980-tallet beregnet vi også median-verdier fra målingene i 2021/2022. Nitrat + nitritt og fosfat er ikke omfattet av klassifiseringssystemet i vannforskriften, men er allikevel relevante parametere å vurdere mht. eutrofipåvirkning. De indikerer spesielt avrenning fra dyrka mark og avløp. Vi gjorde en ekspertvurdering av konsentrasjonene av disse stoffene, og sammenliknet konsentrasjonene med det som ble målt av Traaen og Rørslett (1983).

For å vurdere påvirkning fra fekal forurensing (f.eks. avløp/kloakk eller husdyrgjødsel) ble det målt konsentrasjon av *E. coli*-bakterier. Det ble også målt koliforme bakterier og kimtall, men disse parameterne er mindre egnet som indikatorer på fekal forurensing¹. Koliforme bakterier og kimtall ble derfor ikke analysert videre i denne rapporten. Den hygienisk-bakteriologiske vannkvaliteten ble vurdert ut fra 90-persentiler for *E. coli* iht. grenseverdier i SFT-Veiledning 97:04 (Andersen mfl. 1997).

2.3.3 Begroingsalger og heterotrof begroing

Basert på artsregistreringene rapporteres økologisk tilstand for hver stasjon. Dette rapporteres som avvik fra referansesituasjonen («naturtilstand») med hensyn til effekter av eutrofiering (økning av næringssaltinnhold), forsurening og organisk belastning. NIVA har utviklet sensitive og effektive metoder for å overvåke dette ved hjelp av begroingsalger og heterotrof begroing; indeksene PIT for eutrofiering (Periphyton Index of Trophic Status; Schneider mfl. 2011), AIP for forsurening (Acidification Index Periphyton; Schneider mfl. 2011) og HBI2 for organisk belastning (Heterotrof begroingsindeks) (Direktoratsgruppa 2018). PIT, AIP og HBI2 benyttes i dag som gjeldende standard for tilstandsklassifisering basert på begroingsalger og heterotrof begroing, jamfør veilederen (Direktoratsgruppa, 2010) og siste versjon av veilederen (Direktoratsgruppa 2018). Se **Vedlegg 6.1.2** for mer informasjon om metoder og indekser som er brukt i vurderingen av begroingsalger og heterotrof begroing.

¹ <https://www.fhi.no/ml/drikkevann/nasjonal-vannvakt/Hva-forteller-mikrobiologiske-drikkevannsanalyser/>

2.3.4 Vannplanter

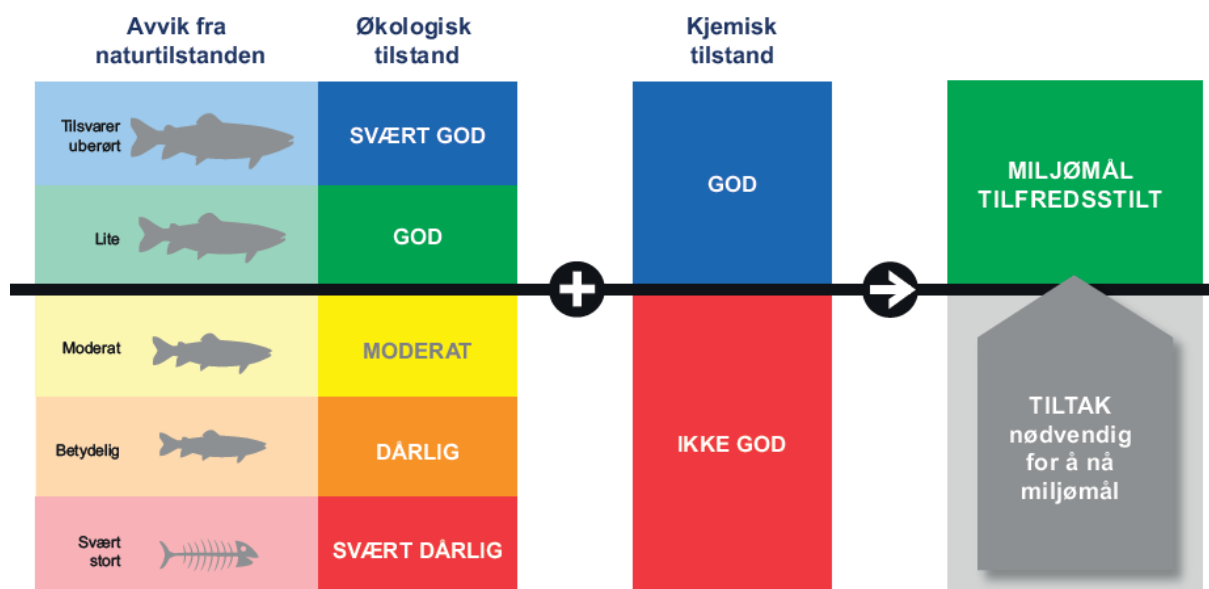
Indeks for vurdering av økologisk tilstand for vannvegetasjon i elver er under utvikling, og det finnes ikke indekser for alle elvetyper i Norge ennå. Det ble derfor foretatt en ekspertvurdering av vannplantene. Se metodebeskrivelser i **Vedlegg 6.1.3**.

2.3.5 Bunndyr

Bunndyrfaunaen omfatter en lang rekke taksonomiske grupper, fra snegler og bløtdyr til igler, fåbørstemark, krepsdyr og insekter. Deres økologiske preferanser og habitatsutnyttelse er svært ulike. Basert på artsregistreringene rapporteres økologisk tilstand for hver stasjon. Gruppesammensetning i bunndyrsamfunnet brukes kvalitativt for å studere dominansforhold der reduserte populasjonsstørrelser kan indikere ulike typer stress. De tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), såkalte EPT-taksa brukes som et lokalt mål på biologisk mangfold. ASPT-indeksen brukes for å påvise organisk belastning/eutrofiering og RAMI-indeksen for å påvise forurengning. ASPT og RAMI benyttes som gjeldende standard for tilstandsklassifisering av miljøtilstand basert på bunndyr (Direktoratsgruppa 2018). Se **Vedlegg 6.1.4** for mer informasjon om metodene som er brukt i vurderingen av bunndyr.

2.3.6 Samlet økologisk tilstand

Økologisk tilstand for en vannforekomst beregnes ved en kombinasjon av parametere og indekser for de forskjellige kvalitetselementene det finnes data for (**Figur 3**). Basert på dette beregnes den økologiske tilstanden til en av fem ulike klasser: «Svært dårlig», «Dårlig», «Moderat», «God» eller «Svært god». Miljømålet er «God» eller «Svært god». Der flere kvalitetselement benyttes beregnes samlet økologisk tilstand ved å slå sammen tilstandsklassene for hver av de ulike indeksene etter «det-verste-styrer»-prinsippet (Direktoratsgruppa 2018). Det vil si at den indeksen som viser dårligst tilstand blir gjeldende for den samlede økologiske tilstanden.



Figur 3. Klassifisering av miljøtilstand i henhold til vannforskriften (Direktoratsgruppa 2018). Vanddirektivet og den norske vannforskriften forutsetter at tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand.

3 Resultater og diskusjon

Det var månedlig prøvetaking av vannkjemi fra juli 2021 til og med oktober 2022. Feltarbeid for begroingsalger og vannplanter ble gjennomført 4. august 2022, og bunndyr ble prøvetatt 2. november 2022.

3.1 Typifisering

Basert på målinger av kalsium og total organisk karbon (TOC; **Tabell 2**) har Norddalselva en *kalkfattig* og *svært klar* vanntype. Fargetallet viser imidlertid at vanntypen grenser mot *klar*. Referanseverdier og klassegrenser for næringssalter i veilederen (Direktoratsgruppa 2018) er like for *svært klare* og *klare* vanntyper, mens det for vannkemiske forsurningsparametere (f.eks. pH) er noe «snillere» klassegrenser i *svært klare* vanntyper. Etersom forsuring ikke er den dominerende påvirkningen i dette vassdraget velger vi å følge TOC-konsentrasjonene og typifisere vannforekomsten som *kalkfattig* og *svært klar*. Siden alle stasjonene i Norddalselva ligger i lavlandet (< 200 m.o.h.) benyttes vanntype R104 (*kalkfattig, svært klar, lavland*).

Norddalselva er litt spesiell, ettersom elva ligger i lavlandet, mens mesteparten av nedbørfeltet ligger høyt og er dominert av snaufjell (66% iht. en analyse vha. <https://nevina.nve.no/>). Å benytte en vanntype for lavland for næringssalter kan dermed tenkes å gi i overkant «snille» klassegrenser. For å få en mer robust vurdering av økologisk tilstand for næringssalter beregnet vi også hva tilstanden ville vært om vi hadde benyttet klassegrenser for tilsvarende vanntyper i klimasone *skog* (200 m.o.h – tregrensa; R204) eller *fjell* (over tregrensa; R304).

I Vann-nett er Norddalselva typifisert som vanntype R102d (*svært kalkfattig type d, klar, lavland*). Våre målinger gjennom mer enn ett år viser tydelig at vannkvaliteten er *kalkfattig* (1 – 4 mg kalsium/l) og ikke *svært kalkfattig* (< 1 mg kalsium / l). Vanntype R102d bør derfor ikke benyttes.

Tabell 2. Middelkonsentrasjoner av kalsium (mg/l), total organisk karbon (TOC; mg/l) og fargetall (mg Pt/l) fra månedlige vannprøver i perioden september 2021 til oktober 2022 (en prøve ble utelatt pga. kraftig flompåvirkning; total 13 prøver). Primærdata er gitt i **Vedlegg 6.2**.

Stasjon	Kalsium (mg/l)	TOC (mg/l)	Fargetall (mg Pt/l)
NK1	1,4	1,9	13
NK2	2,3	1,8	11
NK3	1,9	1,7	10
NK4	1,7	1,9	10

3.2 Vannkjemi og fekale indikatorbakterier

3.2.1 Næringssalter

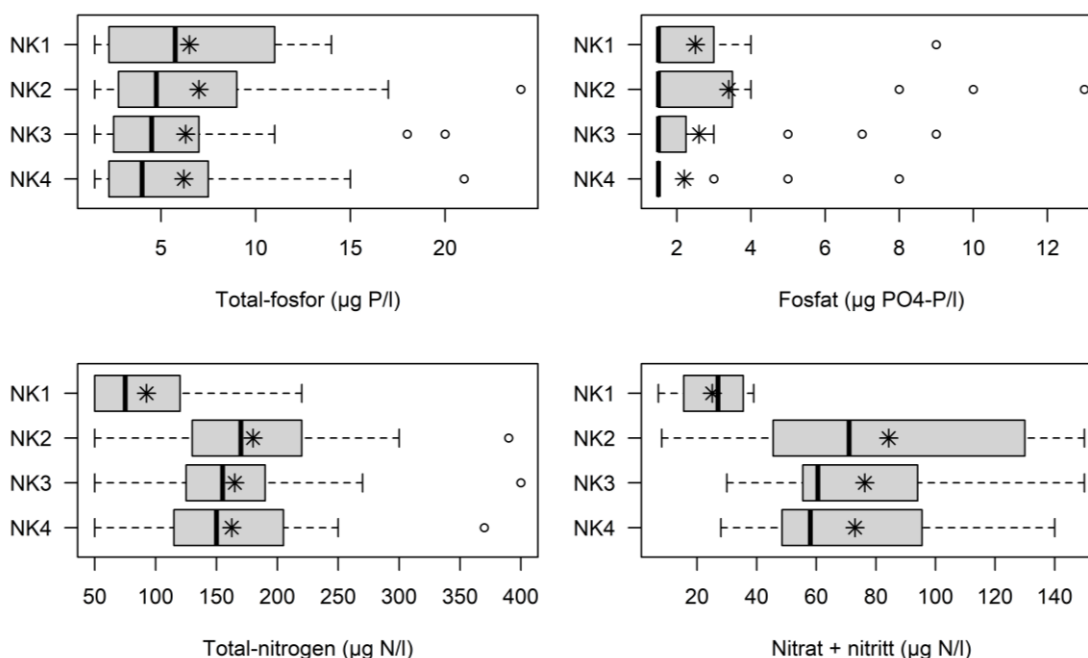
Fosfor

Middelkonsentrasjonene av total-fosfor (Tot-P) viste *svært god* tilstand ved alle stasjoner (**Tabell 3**). Om vi hadde benyttet de strengere klassegrensene for tilsvarende vanntyper i klimasone *skog* eller *fjell*, ville tilstanden fortsatt vært hhv. *svært god* eller *god*. Konsentrasjonene av fosfat var i

gjennomsnitt lave, og i 72% av prøvene var konsentrasjonen under deteksjonsgrensen på 3 $\mu\text{g P/l}$. Samlet sett tyder dette på at det vanligvis er liten tilførsel av fosfor fra antropogene kilder. Det var allikevel en del variasjon i fosforkonsentrasjon gjennom overvåkingsperioden (**Vedlegg 6.2.1**) og vi observerte enkelte moderate til høye verdier av både Tot-P (15–24 $\mu\text{g P/l}$) og fosfat (> 7–8 $\mu\text{g/l}$) (**Figur 4**). Disse sammenfalt som regel med høye verdier av turbiditet (partikkelinnhold) og fargetall (det var en signifikant korrelasjon mellom Tot-P og turbiditet [Spearman's rho = 0,40, $p < 0,01$], samt mellom Tot-P og fargetall [Spearman's rho = 0,47, $p < 0,01$]). Dette kan tyde på at mye av fosforet i Norddalselva er bundet til partikler og/eller naturlig organisk materiale (f.eks. humusstoffer) som tilføres vassdraget i forbindelse med flom eller større nedbørsepisoder. Samtidig forventes også avrenning fra dyrka mark og tilførsler fra avløp å øke ved kraftig nedbør, slik at menneskeskapte fosforkilder trolig også bidrar noe. De høyeste verdiene av fargetall og Tot-P ble målt den 4. oktober 2021, da elva steg raskt etter en lengre tørkeperiode (iht. feltnotater ved vannprøvetaking).

Tabell 3. Resultater for total-fosfor (Tot-P) og fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) fra vannprøvene tatt i 2021 og 2022. For Tot-P vises middelkonsentrasjon [median i parentes], EQR-verdi, normalisert EQR-verdi (nEQR) og økologisk tilstand. For fosfat (høyre kolonne) vises kun middelkonsentrasjon [median i parentes], ettersom parameteren ikke inngår i klassifiseringssystemet. Verdier under deteksjonsgrensa (3 $\mu\text{g P/l}$) ble satt til 1,5 (halve deteksjonsgrensen) ved beregning av gjennomsnitt og median. Primærdata ligger i **Vedlegg 6.2**.

Stasjon	Total-fosfor (Tot-P)				Fosfat (PO_4)
	Konsentrasjon ($\mu\text{g P/l}$)	EQR	nEQR	Tilstand	Konsentrasjon ($\mu\text{g PO}_4\text{-P/l}$)
NK1	6,5 [5,8]	0,92	0,97	Svært god	2,5 [1,5]
NK2	7,0 [4,8]	0,86	0,94	Svært god	3,4 [1,5]
NK3	6,3 [4,5]	0,95	0,98	Svært god	2,6 [1,5]
NK4	6,2 [4,0]	0,97	0,99	Svært god	2,2 [1,5]



Figur 4. Boxplott som viser fordelingen av næringsstoffs-konsentrasjoner i 2021 og 2022 ved stasjon **NK1** (lengst oppstrøms) til **NK4** (lengst nedstrøms). Øverst til venstre: total-fosfor ($\mu\text{g P/l}$); øverst til høyre: fosfat ($\mu\text{g PO}_4\text{-P/l}$); nederst til venstre: total-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$); og nederst til høyre: nitrat + nitritt ($\mu\text{g N/l}$)

N/l). Øvre og nedre del av hver «boks» viser første og tredje kvartil, mens vertikal, tykk strek viser medianen. Stjernene viser gjennomsnitt. Åpne punkter viser «ekstremverdier».

Vi har ikke beregnet kilder til fosfor i vassdraget, men basert på nedbørfeltets sammensetning (66 % snaufjell; 19 % skog og 3,4 % dyrket mark, samt noe spredt bebyggelse) stammer mesteparten trolig fra avrenning fra utmark, med bidrag fra dyrket mark og avløp fra spredt bebyggelse. Avrenningen av fosfor fra naturlige og menneskeskapte kilder forventes også å øke i forbindelse med større nedbørsepisoder, og enkeltmålingene med moderat til høye konsentrasjoner av fosfat i indikerer at spredt avløp og/eller husdyrgjødsel bidrar med noe ekstra fosfor. Basert på foreliggende data synes denne påvirkningen å være episodisk og relativt liten.

Det var liten forskjell i fosfor-konsentrasjoner mellom stasjonene. Det var altså ingen tegn til økende konsentrasjoner nedover i vassdraget, slik det var tendenser til i undersøkelsene fra 1980-tallet (Traaen og Rørslett 1983).

For å vurdere endringer i fosforkonsentrasjon over tid, sammenliknet vi resultatene med undersøkelsene som ble gjort i 1982–83 (Traaen og Rørslett 1983). Basert på 8 målinger mellom juni 1982 og juni 1983 oppgir Traaen og Rørslett (1983) mediankonsentrasjoner [maks-konsentrasjon i parentes] av Tot-P på hhv. 2 [10], 6 [11], 9 [24], og 6 [15] µg P/l ved stasjon **NK1–NK4**. Fosfat-konsentrasjonene var hhv. <2 [2], 3 [5], 6 [8] og 5 [7] µg PO₄-P/l. Disse konsentrasjonene ser ut til å være i samme størrelsesorden som det vi målte i 2021–2022 (**Tabell 3; Figur 4**). Unntaket er noe lavere Tot-P konsentrasjon ved stasjon **NK3** og noe høyere konsentrasjon ved **NK1** i 2021–2022. Fosfatkonsentrasjonene i 2021–2022 var i snitt noe lavere ved stasjon **NK3** og **NK4** enn på 1980-tallet.

Nitrogen

Total-nitrogen (Tot-N) benyttes vanligvis ikke i samlet tilstandsklassifisering, ettersom det som regel er fosfor som er det begrensende næringsstoffet for algevekst. I Norddalselva, spesielt ved stasjon **NK1**, er N:P-forholdet og konsentrasjonene av uorganisk nitrogen tidvis såpass lave at nitrogenbegrensning kan forekomme. Det er derfor relevant å også klassifisere Tot-N. I tillegg er forhøyede nitratkonsentrasjoner et tegn på forurensing fra jordbruk og til dels avløp.

Middelkonsentrasjonene Tot-N var nær referanseverdien og i *svært god* tilstand ved alle stasjoner (**Tabell 4**). Konsentrasjonene av nitrat + nitritt var også svært lave, og antatt nær det som er forventet i lite påvirkede vassdrag av samme type.

Konsentrasjonene av Tot-N og nitrat + nitritt i 2021–2022 var signifikant lavere ved stasjon **NK1** enn ved **NK2–NK4** ($p < 0,05$; **Figur 4**). Ved de tre nederste stasjonene var det ingen signifikant forskjell i konsentrasjonene av verken Tot-N ($p = 0,8$) eller nitrat + nitritt ($p = 0,70$). Forskjeller ble testet vha. ANOVA. Ettersom **NK1** ligger oppstrøms for området med dyrket mark og bebyggelse, skyldes trolig økningen i nitrogenkonsentrasjon mellom **NK1** og de andre stasjonene noe forhøyet avrenning fra disse kildene, men konsentrasjonene er fortsatt lave.

I undersøkelsene fra 1982-83 oppgis det mediankonsentrasjoner [maks-konsentrasjon i parentes] av Tot-N på hhv. 77 [160], 130 [190], 165 [250], og 145 [210] µg N/l ved stasjon **NK1–NK4** (Traaen og Rørslett 1983). Nitratkonsentrasjonene var hhv. 30 [45], 70 [100], 90 [130] og 100 [130] µg NO₃-N/l. Basert på tilgjengelige data og usikkerheten knyttet til variasjon mellom år i målemetoder og prøvetaking, er det ikke grunnlag for å si at nitrogenkonsentrasjonene har endret seg siden 80-tallet; konsentrasjonene som ble målt i 2021–2022 (**Tabell 4**) er i samme størrelsesorden som i 1982-83.

Tabell 4. Resultater for total-nitrogen (Tot-N) og nitrat + nitritt fra vannprøvene tatt i 2021 og 2022. For Tot-N vises middelkonsentrasjon [median i parentes], EQR-verdi, normaliser EQR-verdi (nEQR) og økologisk tilstand basert på vanntypespesifikke klassegrenser. For nitrat + nitritt (høyre kolonne) vises kun middelkonsentrasjon [median i parentes], ettersom parameteren ikke inngår i klassifiseringssystemet. Primærdata ligger i **Vedlegg 6.2**.

Stasjon	Total-nitrogen (Tot-N)			Nitrat + nitritt
	Konsentrasjon ($\mu\text{g N/l}$)	EQR	nEQR	Tilstand
NK1	93 [75]	2,15	1,00	Svært god
NK2	180 [170]	1,11	1,00	Svært god
NK3	165 [155]	1,21	1,00	Svært god
NK4	163 [150]	1,23	1,00	Svært god

3.2.2 Fekale indikatorbakterier

Konsentrasjonen *E. coli* kan benyttes som en indikator på fekal forurensing, f.eks. forurensing fra avløp/kloakk eller husdyrgjødsel. Mediankonsentrasjonene (dvs. de konsentrasjonene som er mest vanlige) i Norddalselva indikerer at graden av fekal forurensing normalt er lav. En statistisk analyse (ANOVA) av alle målingene av *E. coli* viser at det var signifikant lavere middelkonsentrasjon ved stasjon **NK1** enn de andre stasjonene ($p < 0,01$). Det var ingen signifikant forskjell mellom konsentrasjonene på de tre nederste stasjonene ($p = 0,7$).

Det observeres derimot episodisk noe høyere konsentrasjoner ved alle stasjoner, vurdert ut ifra 90-persentilen av målingene (verdien som 90% av konsentrasjonene er lavere enn). Iht. grenseverdiene i SFT-Veiledning 97:04 (Andersen mfl. 1997) tilsvarer 90-persentil konsentrasjonene i Norddalselva (69-65 *E. coli* pr 100 ml; **Tabell 5**) «mindre god» tilstand. Konsentrasjoner mellom 200 og 1000 *E. coli* pr. 100 ml tilsvarer ifølge Andersen mfl. (1997) «dårlig» tilstand, mens konsentrasjoner mellom 5 og 50 tilsvarer «god» tilstand. De episodisk høye konsentrasjonene i Norddalselva er dermed nærmere grensen til god enn dårlig tilstand, og indikerer at det forekommer episoder med moderat fekal forurensing.

Uten grundig kjennskap til avløpsløsninger, gjødslingsregime etc. er det vanskelig å si hva kilden til den fekal forurensingen er. Som for Tot-P var konsentrasjonen av *E. coli* korrelert med fargetall og turbiditet, som tyder på at *E. coli* tilføres i forbindelse med avrenning (f.eks. kraftig nedbør og under flom). Sannsynlige kilder er dermed både tilførsler fra spredt avløp, overløp/lekkasjer på avløpsnett, samt avrenning fra husdyrgjødsel (dersom dette benyttes).

Tabell 5. Median og 90-persentil fra målinger av *E. coli*-bakterier i vannprøver fra september 2021 til oktober 2022. 90-persentiler mellom 50 og 200 MPN/100 ml tilsvarer «mindre god» tilstand iht. SFT-Veiledning 97:04 (Andersen mfl. 1997).

Stasjon	<i>E. coli</i> (MPN/100 ml)	
	Median	90-persentil
NK1	3	85
NK2	22	78
NK3	12	69
NK4	22	82

3.2.3 Oppsummering av næringsalter og indikatorbakterier

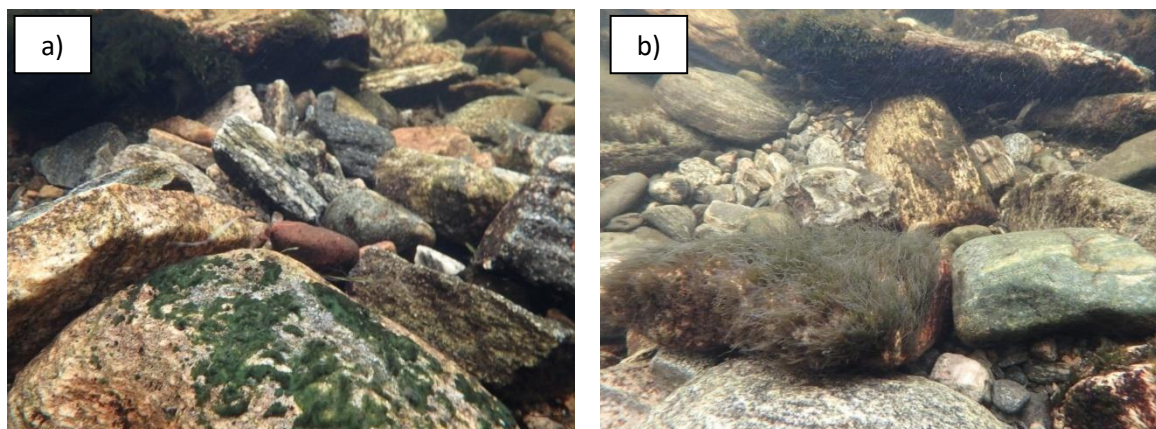
Samlet sett tyder den svært gode tilstanden for Tot-P og Tot-N (med nEQR-verdier mellom 0,94 og 1,00) på liten grad av næringssaltforurensing. Lave gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfat og nitrat støtter denne konklusjonen. Enkelte moderate til høye konsentrasjoner av fosfat, samt episodisk høyere nivåer av fekale indikatorbakterier, indikerer imidlertid at avrenning fra dyrka mark og spredt avløp tidvis bidrar med litt ekstra næringsalter lokalt. Disse tilførslene ser derimot ut til å fortynnes ganske effektivt, trolig av de lite påvirkede og antatt næringsfattige sideelvene som kommer inn nedover Norddalselva. Næringssaltkonsentrasjonene ser ikke ut til å ha endret seg betydelig siden 1980-tallet, det er heller en tendens til en svak bedring for fosfor.

3.3 Biologiske undersøkelser

3.3.1 Begroingsalger og heterotrof begroing

Det biologiske mangfoldet, målt som antall taksa av begroingsalger (ikke kiselalger; i Norddalselva forekom det cyanobakterier, grønnalger og rødalger), varierte mellom de ulike lokalitetene: Det ble observert kun fem taksa på stasjon **NK3** og 20 taksa på stasjon **NK1** (taksaliste i **Vedlegg 6.3.1**). Ved **NK2** ble det observert ni taksa og ved **NK4** 10 taksa. Generelt ble det observert flest taksa av cyanobakterier, og de vanligste slektene var *Chamaesiphon*, *Hydrococcus*, *Phormidium* og *Schizothrix* (**Figur 5**). Blant grønnalgene var slektene *Cosmarium* og *Closterium* vanlige, i tillegg til *Klebsormidium rivulare*. Det ble observert to arter rødalger, *Lemanea fluviatilis* og *Batrachospermum gelatinosum*.

Forekomst av rødalgen *Lemanea fluviatilis* på **NK3** og **NK4** tyder på at vannhastigheten på disse stasjonene er høy og nokså stabil gjennom året. *Lemanea* er en slekt som trives i hurtigstrømmende vann, og den vokser relativt sakte. *Lemanea* indikerer altså at vannhastigheten var rask over en lengre periode, og at det hverken forekom flommer som var store nok til å «spyle steinene rene» for alger eller lengre perioder med langsomt strømmende vann.



Figur 5. a) Cyanobakterien *Phormidium autumnale* på stasjon **NK2**. b) Rødalgen *Lemanea fluviatilis* på stasjon **NK4** i august 2022.

Vanligvis øker antall taksa begroingsalger nedover i et vassdrag. I Norddalselva, derimot, ble det observert flest taksa begroingsalger på den øverste stasjonen, **NK1**, mens mangfoldet på de øvrige stasjonene var forholdsvis lavt. Sedimentet besto på alle begroingsstasjoner av steiner av ulike størrelser. Uegnet sediment kan derfor utelukkes som mulig årsak til det avtagende mangfoldet begroingsalger lenger nede i vassdraget. En mulig årsak til det forholdsvis lave biomangfoldet lenger nede i vassdraget kan være vassdragets regulering. «Forstyrrelser» som flom og tørkeperioder fører

som regel til senket biomangfold av begroingsalger i rennende vann. Alle stasjoner i Norddalselva er påvirket av regulering, men **NK1** ligger i en strekning med minstevannføring. Vi hadde ikke tilgang til data for vannføring på alle stasjoner, men dersom variasjonen i vannføringen var større på **NK1** enn på de andre stasjonene, så kunne det forklart det høyere mangfoldet på denne stasjonen (NB, det er **variasjon** i vannføringen som er avgjørende, i større grad enn gjennomsnittlig vannføring).

Det ble ikke observert unormalt høy dekning med begroingsalger på noen av stasjonene.

Alle stasjoner hadde nok indikatorarter for beregning av eutrofiindeksen PIT, og samtlige lokaliteter viser *svært god* økologisk tilstand med tanke på eutrofiering (**Tabell 7**). PIT indeksen var likevel lavest på den øverste stasjonen, noe som kan indikere at denne stasjonen er minst påvirket av næringssalter. Økningen nedover i vassdraget er svært liten, og PIT indeksen ligger på alle stasjoner godt over grensen til *god* tilstand (som ligger på PIT=9,5 for elver og bekker med kalsiumkonsentrasjon > 1 mg/l). Resultatene samsvarer med vannkjemiske undersøkelser, som også viser at den øverste stasjonen har laveste konsentrasjoner av *E. coli* og nitrogen, og at totalfosforkonsentrasjoner generelt er lave i vassdraget.

Alle stasjoner hadde nok indikatorarter for beregning av forsuringindeksen AIP. Det var lite forskjell i AIP indeksen mellom stasjonene, men AIP indeksen ligger ved grensen mellom *svært god* og *god* tilstand (grensen ligger ved AIP = 6,77 for elver og bekker med kalsiumkonsentrasjon mellom 1 og 4 mg/l). Tre av fire stasjoner viser *god* tilstand i henhold til forsuring, mens **NK3** viser *svært god* tilstand (**Tabell 7**). Alle stasjoner nådde dermed målet i vannforskriften om minst *god* økologisk tilstand. AIP indeksen kan likevel tyde på at vassdraget enten er eller har vært utsatt for noe forsuring. Det er vanlig at de øverste stasjonene i et vassdrag viser tydeligere tegn på forsuring enn stasjoner lenger nede, fordi vannets bufferevne ofte øker nedstrøms. Resultatene for AIP samsvarer med vannkjemiske målinger (**Tabell 6**), som viser at ingen av stasjonene er alvorlig forsuret, men at de øverste stasjonene i vassdraget likevel er svakt surere enn stasjonene lenger nede. De vannkjemiske målingene antyder at pH har økt med 0,1 – 0,4 enheter i gjennomsnitt siden undersøkelsene gjort av Traaen og Rørslett (1983) (**Tabell 6**). Men pH varierer naturlig gjennom sesongen og kan være vanskelig å måle i ionefattige vann så det er ikke sikkert at resultatene er sammenliknbare.

Tabell 6. Middelerverdier [min - maks i parentes] av pH fra 8 målinger fra juli 1982 til juli 1983, og 14 målinger fra september 2021 til oktober 2022.

	1982-83	2021-22
NK1	6,3 [5,9 - 6,7]	6,4 [6,1 - 6,7]
NK2	6,3 [5,9 - 6,5]	6,5 [6,2 - 6,8]
NK3	6,3 [5,7 - 6,5]	6,6 [6,3 - 6,9]
NK4	6,2 [5,5 - 6,8]	6,6 [6,3 - 6,9]

Organisk belastningsindeks HBI2

Det ble ikke observert heterotrof begroing på noen av stasjonene. Alle stasjoner havner derfor i *svært god* økologisk tilstand med utgangspunkt i HBI2. Dette indikerer at organisk belastning ikke er et stort problem i Norddalselva. Resultatene må likevel betegnes som usikre fordi veksten av bakterien *S. natans* kan hemmes av UV-stråler ved vurdering i august (Mechsner, 1985). Dette betyr at lite funn av *S. natans* kan skyldes UV-stråler og ikke et tilsvarende lite utslipp av organisk materiale (**6.1.2**).

Tabell 7. Vurdering av økologisk tilstand på bakgrunn av begroingsindeksene PIT og AIP. Data brukt i klassifiseringen baseres på en prøvetaking fra fire stasjoner i Norddalselva i august 2022.

Stasjon	PIT (eutrofiering)				AIP (forsuring)			
	PIT	EQR	nEQR	Tilstand	AIP	EQR	nEQR	Tilstand
NK1	5.60	1.02	0.94	Svært god	6.74	0.93	0.76	God
NK2	5.88	1.02	0.93	Svært god	6.74	0.93	0.76	God
NK3	6.25	1.01	0.92	Svært god	6.79	0.96	0.82	Svært god
NK4	5.87	1.02	0.93	Svært god	6.77	0.95	0.80	God

I 1982 (Traaen og Rørslett 1983) ble det observert «tjafsler» av bakterien *Sphaerotilus natans* («lammehaler»), og det ble konkludert med at det «tydeligvis [var] et behov for forbedringer av utslippsanordninger fra silo/gjødselkjellere». I 2022 observerte vi ingen heterotrof begroing lenger.

3.3.2 Vannplanter

Strendene er gjennomgående bratte, med markert erosjonskant ned mot elveleiet. Generelt er det frodig kantvegetasjon, som delvis vokser inni elva. Ute i elveleiet finnes til dels betydelige mengder vannvegetasjon.

Vannvegetasjonen i det stilleflytende partiet i Norddalselva var dominert av arter innen slektene piggeknope (*Sparganium* og vasshår (*Callitriche*) (**Figur 6**). Alle artene (**Vedlegg 6.3.2**) er vanlige i ganske næringsfattige, lite sure elver med finsediment og fravær av regelmessige større flommer. Elvebunnen besto først og fremst av forholdsvis finkornet sand og slam, og vannhastigheten var betydelig lavere enn ved de fire begroingsstasjonene. Undervannsvegetasjonen var generelt tett, men ikke like tett som for eksempel massevekst av krypsiv i andre elver i Norge. Totalt sett tyder vannplantene på at vassdraget er lite utsatt for store flommer, og at vannet er lite surt.

I 1982 ble det funnet «til dels betydelige mengder vannvegetasjon» (Traaen & Rørslett 1983). De dominerende undervannsartene var krypsiv (*Juncus bulbosus*), klovasshår (*Callitriche hamulata*) og duskelvemose (*Fontinalis dalecarlica*), samtidig som det ble registrert «betydelig forekomst av flytebladsarten stautpiggeknope (*Sparganium simplex*)». Med unntak av krypsiv var alle disse artene fremdeles vanlige i 2022. Det virker som det i 2022 er mindre krypsiv enn i 1982, men at det kanskje er mer piggeknope enn i 1982. Krypsiv og piggeknope vokser ofte sammen, og begge to har potensiale til å danne massevekst. Krypsiv tåler forsuring bedre enn piggeknope, og den reduserte forekomsten av krypsiv kan derfor tyde på at forsuringsepisoder i Norddalselva i dag forekommer sjeldnere enn for 40 år siden. Det samsvarer med vannkjemiske målinger som også viser at pH minima i 2022 var høyere enn i 1982-83.

Mengden av vannplantene ble dessverre ikke kvantifisert i semi-kvantitative tall i 1982, men kun beskrevet i teksten. Det ble notert at mengden av vegetasjon var «langt større enn det som er vanlig i upåvirkede vassdrag av samme type som Norddalselva». Det ble nevnt at «næringstilgang ... nok ofte [er en] utløsende faktor» for økt tilgroing med vannplanter, men at «reduksjon av flomtopper, og dermed mindre «gjennomspyling» av vassdraget, kan gi liknende men ofte noe mindre respons i vegetasjonsmengden». Det ble konkludert med at «i Norddalselvas tilfelle er det for sparsomme opplysninger til å utpeke en enkelt årsak til den observerte frodige vegetasjon, men forekomst av relativt næringskrevende arter (som for øvrig er sjeldne på Vestlandet) kan indikere at næringstilgang er viktig».

Strekningen der vannplanter ble kartlagt ligger i et flatt parti av elva. Der er det, i motsetning til resten av elva, fint sediment (sand, slam og litt grus). Et slikt sediment er velegnet for vannplanter. I slike elvepartier er det derfor normalt å forvente plantevekst. I 2022 fremstår vannvegetasjonen som

frodig, men **ikke** «langt større enn det som er vanlig i upåvirkede vassdrag av samme type som Norddalselva». Tvert imot, kan bestandene av krypsiv i Norge bli langt tettere enn vannvegetasjonen som ble observert i Norddalselva i 2022. Sammen med fravær av heterotrof begroing og en PIT indeks som indikerer *svært god* tilstand med tanke på eutrofiering kan det tyde på at næringstilgang i Norddalselva i dag kanskje er noe lavere enn den var i 1982. De vannkjemiske målingene viser imidlertid ingen betydelig forskjell i verken fosfor- eller nitrogenkonsentrasjonene mellom 1982/83 og 2021/22. Vannvegetasjonen i dag kan betegnes som frodig, men ikke som «uvanlig». Fravær av regelmessige flommer kan likevel ha bidratt til økt mengde vannplanter i Norddalselva sammenliknet med hvordan det ville ha vært om vassdraget ikke hadde vært regulert.

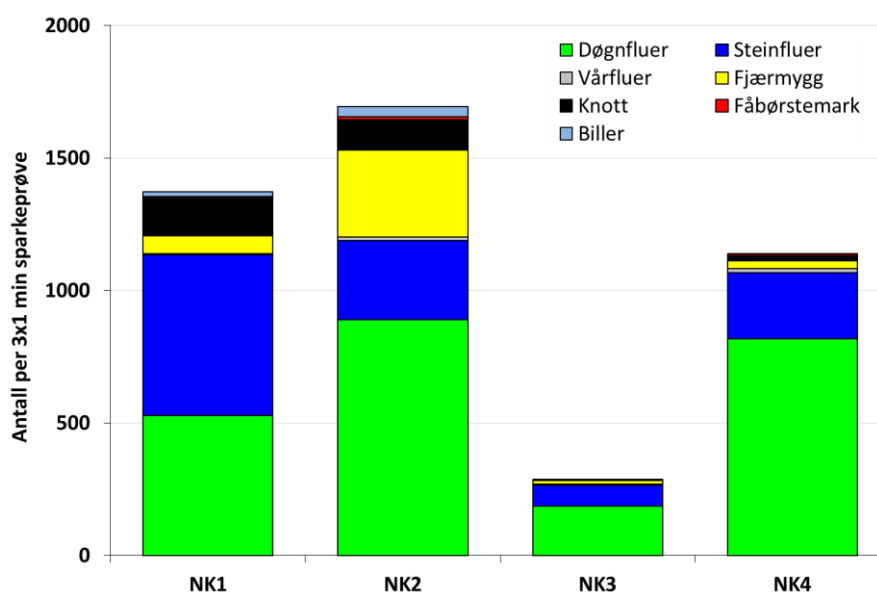


Figur 6. Tett undervannsvegetasjon bestående av piggknopp *Sparganium* sp. (lange blader) og vasshår *Callitriche* sp. (intens gulgrønne flekker) i august 2022.

3.3.3 Bunndyr

Substratet ved stasjonene var dominert av middels til stor stein (**Vedlegg 6.4**). **NK3** hadde imidlertid et større innslag av stor stein sammenlignet med de øvrige stasjonene i undersøkelser. Vi anser imidlertid prøver fra samtlige stasjoner å være av god kvalitet for å vurdere miljøtilstand på bakgrunn av bunndyr. Alle prøvene inneholdt et tilstrekkelig antall individer av indikatortaksa for å regne ut ASPT- og RAMI-indeksen til dette formålet (Direktoratsgruppa 2018).

Det ble funnet flest bunndyrtaksa (23) ved **NK2**, og minst ved **NK3** (14). Ved **NK1** og **NK4** ble det funnet hhv. 17 og 16 taksa. Det var klart lavere antall dyr i prøven fra **NK3** enn fra de andre stasjonene, noe som trolig har sammenheng med det grovere substratet ved denne stasjonen. Foruten et lavere individantall ved **NK3**, var sammensetningen av bunndyrsamfunnene ved stasjonene nokså lik. Prøvene var dominert av døgnfluer og steinfluer (**Figur 7**), med relativt liten andel av fjærmygglarver, noe som tyder på lave nivåer av eutrofiering/organisk belastning. Slekten *Baetis* dominerte blant døgnfluene (**Vedlegg 6.3.3**). *Baetis* er vanlig forekommende, og ofte tallrik, i norske vassdrag, selv ved betydelig eutrofiering og organisk belastning. *Baetis* er likevel følsomme for andre miljøpåvirkninger, som forsurening og tungmetaller, og kan være helt fraværende ved sterk påvirkning. Resultatene tyder dermed på at slik påvirkning ikke var fremtredende her.



Figur 7. Bunndyrprøvenes sammensetning ved prøvetakingen i november 2022.

Antall EPT-taksa (døgn-, stein- og vårfluer) var 11-14 taksa og relativt likt ved alle stasjoner (**Vedlegg 6.3.3**), og anses som lavt til moderat høyt. Dette er noe lavt sammenlignet med forventning fra upåvirkede stasjoner i østlandsområdet. Men i datasettet fra lite påvirkede elvelokaliteter gjennom det nasjonale overvåkingsprogrammet «Overvåking i referanseelver» i perioden 2017-2020 (Fosholt Moe mfl. 2018 og 2019, Thrane mfl. 2020, Sandin mfl. 2021) har vi observert at vannforekomster med lavt innhold av kalsium- og totalt organisk karbon i referansetilstand kan ha bunndyrsamfunn representert ved lave individantall og lavere antall EPT-taksa enn mer kalkrike vanntyper. Norddalselva tilhører en kalkfattig og svært klar vanntype (**3.1**), og basert på datasettet fra referanseelvene kan vi ikke si at antall og sammensetning av EPT-taksa som ble funnet er unaturlig lavt. Sammensetningen av bunndyr i Norddalselva indikerer dermed ingen fremtredende menneskelig påvirkning.

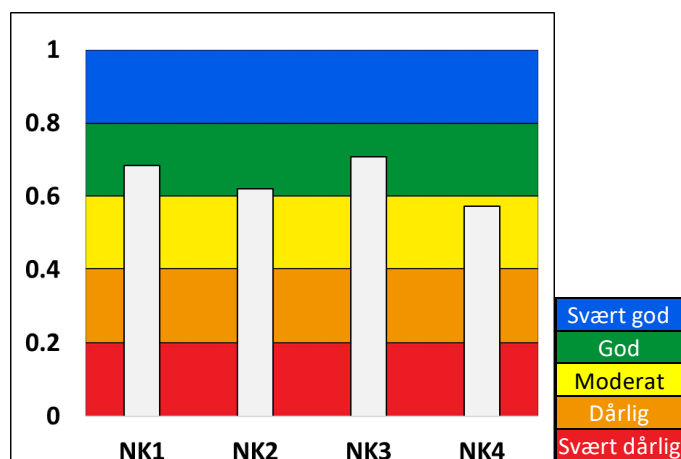
Resultat fra bunndyrsundersøkelsene viser *god* til *svært god* tilstand for eutrofiering/organisk forurensing (ASPT-indeksen) og forsuring (RAMI-indeksen) ved tre av fire stasjoner (**Tabell 8**). Unntaket er stasjonen **NK4**, der resultatene fra ASPT viser *moderat* økologisk tilstand. At økologisk tilstand ved **NK4** er i *moderat* tilstand tyder imidlertid på påvirkning ved denne stasjonen, men nEQR (0,57) ligger veldig nær grensen til *god* tilstand (0,60; **Figur 8**). RAMI viser på *svært god* tilstand ved **NK4**.

De reduserte bunndyrsamfunnene som vi observerer i datasettet fra «Overvåking i referanseelver» i perioden 2017-2020 (Fosholt Moe mfl. 2018 & 2019, Thrane mfl. 2020, Sandin mfl. 2021) kan også gi ASPT-indeks som er lavere enn forventet og årsaken til dette kan være at våre forventninger er for høye i vannforekomster med lavt innhold av kalsium- og totalt organisk karbon i referansetilstand (Sandin og Schartau 2022). Da Norddalselva tilhører en slik vanntype, er det mulig at forventningene og grenseverdiene for økologisk tilstand på bakgrunn av ASPT er noe strenge.

Det ble ikke gjort bunndyrsundersøkelser ved undersøkelsen i 1982 (Traaen og Rørslett 1983).

Tabell 8. Vurdering av økologisk tilstand på bakgrunn av bunndyrindeksene ASPT og RAMI. Data brukt i klassifiseringen baseres på en prøvetaking fra fire stasjoner i Norddalselva i november 2022.

Stasjon	ASPT (eutrofiering/organisk belastning)				RAMI (forsuring)			
	ASPT	EQR	nEQR	Tilstand	RAMI	EQR	nEQR	Tilstand
NK1	6.33	0.92	0.68	God	5.05	1.12	1.00	Svært god
NK2	6.08	0.88	0.62	God	4.95	1.10	1.00	Svært god
NK3	6.43	0.93	0.71	God	4.90	1.09	1.00	Svært god
NK4	5.89	0.85	0.57	Moderat	5.10	1.13	1.00	Svært god



Figur 8. Vurdering av økologisk tilstand på bakgrunn av bunndyrindeksen ASPT (Eutrofiering/organisk belastning). Data brukt i klassifiseringen baseres på en prøvetaking fra fire stasjoner i Norddalselva i november 2022.

3.3.4 Samlet økologisk tilstand

Middelkonsentrasjonene av total-fosfor (Tot-P) og total-nitrogen (Tot-N) viste *svært god* tilstand ved alle stasjoner (**Tabell 3, Tabell 4**), noe som tyder på liten grad av næringssaltforurensing. Lave middelkonsentrasjoner av fosfat og nitrat støtter denne konklusjonen. Til tross for dette er nok tilførselene av næringssalter til hovedvassdraget litt høyere enn hva de ville vært i naturtilstand, pga. noe avrenning fra dyrket mark og antakelig fra spredt bebyggelse (spredt avløp). Dette støttes av enkelte moderate til høye målinger av fosfat, samt episodisk høyere nivåer av fekale indikatorbakterier. Avrenning fra dyrka mark og spredt avløp bidrar antakelig lokalt med litt ekstra næringssalter, men effekten av dette ser ut til å fortynnes ganske effektivt, trolig av de lite påvirkede og antatt næringsfattige sideelvene som kommer inn nedover vassdraget.

Næringssaltkonsentrasjonene ser ikke ut til å ha endret seg betydelig siden 1980-tallet – det er heller en tendens til en svak reduksjon i fosforkonsentrasjon.

Indeksene for begroingsalger og bunndyr viser, ifølge «det-verste-styrer»-prinsippet, at den samlede økologiske tilstanden for biologien er *god* ved **NK1, NK2 og NK3**, samt *moderat* ved **NK4 (Tabell 9)**.

Tabell 9. Samlet økologisk tilstand i 2022 for de fire stasjonene i Norddalselva. Data brukt i klassifiseringen baseres på en prøvetaking.

Stasjon	Eutrofiering/organisk belastning		Forsuring		Samlet tilstand, biologi
	PIT	ASPT	AIP	RAMI	
NK1	Svært god	God	God	Svært god	God
NK2	Svært god	God	God	Svært god	God
NK3	Svært god	God	Svært god	Svært god	God
NK4	Svært god	Moderat	God	Svært god	Moderat

Mediankonsentrasjonene av *E. coli* i Norddalselva indikerer at graden av fekal forurensing vanligvis er lav, men at det episodisk (målt ved 90-persentilen) kan være en betydelig påvirkning (**Tabell 5**). Iht. grenseverdiene i SFT-Veiledning 97:04 (Andersen mfl. 1997) tilsvarer 90-persentilene av *E. coli* «mindre god» tilstand ved alle fire stasjoner.

4 Konklusjoner

Samlet sett fremstår den økologiske tilstanden i Norddalselva med hensyn til eutrofiering/organisk belastning som *god*, med små avvik fra forventet naturtilstand. Til tross for noe påvirkning fra dyrket mark og spredt bebyggelse, viser våre undersøkelser ingen tydelige negative konsekvenser for biologien. Trolig skyldes dette at det kommer inn flere relativt upåvirkede sideelver nedover i vassdraget, som bidrar til å fortynne eventuelle forhøyede tilførsler oppstrøms. Vi finner få tegn på at redusert vannføring som følge av reguleringen har økt konsentrasjonen av forurensing eller næringsstoffer i den grad at det har hatt tydelige negative konsekvenser for biologien.

At samlet økologisk tilstand ved **NK4** er *moderat* tyder på en viss påvirkning på den strekningen. Men bunndyr-indeksen (ASPT), som ifølge «det-verste-styrer»-prinsippet avgjør at tilstanden ved **NK4** blir moderat, ligger veldig nær grensen til *god* tilstand (**Figur 8**). Norddalselva tilhører dessuten en vanntype der klassegrensene for ASPT trolig er litt for «streng» (Sandin og Schartau 2022). Kombinert med at resultatene kun er basert på én prøvetaking, blir den *moderate* tilstanden usikker. Veilederen anbefaler to prøvetakinger årlig med data over 2-3 år (Direktoratsgruppa 2018) for tilstandsklassifisering. Resultatene for biologien i denne undersøkelsen er basert på en prøve per kvalitetselement og stasjon. Det forventes en del naturlig variasjon omkring et «ekte» resultat og det ville trenge prøver over flere år for å få mer sikkerhet i resultatene, framfor alt når flere resultatene ligger nær opptil grensen mellom *moderat* og *god* tilstand.

Vannplantene og begroingsalgene observert i 2022 indikerer at Norddalselva er lite påvirket av eutrofiering, organisk belastning og forsurening. Samtidig tyder både vannplanter og begroingsalger på fravær av regelmessige større flommer. Slike forhold kan, særlig i kombinasjon med litt tilførsel av næringsalter, føre til økt vannvegetasjon i stilleflytende partier, og til forholdsvis artsfattige begroingssamfunn i strykpartier. Det betyr at vi ikke kan utelukke at mengden undervannsplanter på strekningen mellom **NB1** og **NB2** er noe høyere enn den ville ha vært om vassdraget hadde vært uregulert. Vi kan heller ikke utelukke at biodiversiteten (antall arter) av begroingsalger i den nederste delen av elva i dag er lavere enn den ville ha vært om elva var uregulert. Begge effektene er imidlertid relativt små og vi anser det som usannsynlig at de påvirker fisk.

5 Referanser

- Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02: 2009 – Overvåking av miljøtilstand i vann.
- Direktoratsgruppa (2018) Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanddirektivet.
- Eriksen, T. E., Bækken, T. & Moe, J. (2010). Innsamling og bearbeiding av bunnfauna i rennende vann – et metodestudium. NIVA-rapport 6043-2010
- Eckner, K., Lunestad, B.T., Robertson, L., & Grahek-Ogden, D. (2014). Kvalitetskrav for vann til jordvanning. Uttalelse fra Faggruppen for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mattrygghet. VKM-rapport 13-107
- Fosholt Moe, T., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Garmo, Ø.A., Grung, M., Hindar, A., Calidonio, J.L.G & de Wit, H. (2019) Overvåking av referanseelver 2018. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet-rapport M-1332/2019.
- Fosholt Moe, T., Thrane, J.E., Persson, J., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Olstad, K., Grung, M. & de Wit, H. (2018) Overvåking av referanseelver 2017. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet-rapport M-1002/2018.
- Mechsner, K. (1985) The influence of seasonal light variations on the growth of *Sphaerotilus natans*. *Hydrobiologia* (120): 193-197
- NS-EN ISO 15708:2009 Vannundersøkelse – Veiledning i overvåking, innsamling og laboratorieanalyse av bentiske alger i grunne elver.
- NS-EN ISO 10870:2012. Vannundersøkelse. Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann. Standard Norge.
- NS-EN 14407:2014 Vannundersøkelse – Veiledning for identifisering og telling av prøver av bentiske kiselalger fra rennende vann og innsjøer.
- Sandin, L., Thrane, J.E., Persson, J., Røst Kile, M., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Garmo, Ø.A., Grung, M., Calidonio, J.L.G, de Wit, H. & Moe, T.F. (2021) Overvåking av referanseelver - Utprøving av klassifiseringssystemet for basisovervåking i referansevassdrag. Miljødirektoratet-rapport M-2069/2021
- Sandin, L. og Schartau, A. K. (2022) Revisjon av klassifiseringssystem for ferskvann. Sluttrapport til Miljødirektoratet.
- Schneider, S. & Lindstrøm, E.-A. (2009): Bioindication in Norwegian rivers using non-diatomaceous benthic algae: The acidification index periphyton (AIP). *Ecological Indicators* 9: 1206-1211.
- Schneider, S. & Lindstrøm, E.-A. (2011): The periphyton index of trophic status PIT: A new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia* 665(1): 143-155.
- Schneider, S.C. (2011). Impact of calcium and TOC on biological acidification assessment in Norwegian rivers. *Science of the Total Environment* (409): 1164-1171
- Skei, J. (2019) Norddalselva - Tilstand for anadrom fisk. SWECO-rapport 10210114-R01
- Thrane, J.E., Persson, J., Røst Kile, M., Bækkeli, K.A., Myrvold, K.M., Garmo, Ø.A., Grung, M., Calidonio, J.L.G, de Wit, H. & Moe, T.F. (2020) Overvåking av referanseelver 2019. Basisovervåking i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet-rapport M-1660/2020.
- Traaen, T. S. & Rørslett, B. (1983) Biologiske undersøkelser i Stårheimselva og Norddalselva 1982. NIVA-rapport 1541-1983.

6 Vedlegg

6.1 Metoder

6.1.1 Vannkjemi

Vannkjemiske prøver ble samlet inn av en lokal prøvetaker på oppdrag fra Tussa, men i dialog med NIVA. Det vær avtalt månedlig prøvetaking fra juli 2021 til og med oktober 2022. Prøvene ble sendt til SINTEF NORLAB for analyse som rapporterte resultatene til NIVA fortløpende.

6.1.2 Begroingsalger og heterotrof begroing

Feltarbeid ble gjennomført 4. august sammen med en feltassistent fra Tussa Energi.

På hver stasjon ble en elvestrekning på ca. 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av alle makroskopisk synlige bentiske alger og heterotrof begroing, og de ble lagret i separate beholdere (dramsglass). Forekomst av alle makroskopisk synlige elementer ble estimert som 'prosent dekning'. For prøvetaking av mikroskopiske alger ble 10 steiner med diameter 10-20 cm innsamlet fra hver stasjon. Et areal på ca. 8 ganger 8 cm, på oversiden av hver stein ble børstet med en tannbørste. Det avbørstede materialet ble så blandet med ca. 1 liter vann. Fra blandingen ble det tatt en delprøve som ble konservert med formaldehyd. Innsamlede prøver ble senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av de mikroskopiske algene som ble funnet sammen med de makroskopiske elementene ble estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i henhold til veilederen (Direktoratsgruppa, 2010), siste versjon av veilederen (Direktoratsgruppa 2018) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).

Basert på funnene over, rapporteres økologisk tilstand for hver lokalitet. Dette rapporteres som avvik fra referansesituasjonen («naturtilstand») mht. effekter av eutrofiering, forsuring og organisk belastning. Miljøforvaltningen har utviklet sensitive og effektive metoder for å overvåke dette ved hjelp av begroingsalger og heterotrof begroing: Indeksene PIT for eutrofiering (Periphyton Index of Trophic Status; Schneider & Lindstrøm 2011), AIP for forsuring (Schneider & Lindstrøm 2009) og HBI2 for organisk belastning (Heterotrof begroingsindeks; Direktoratsgruppa 2018). PIT og HBI2 benyttes i dag som gjeldende standard for tilstandsklassifisering basert på begroingsalger og heterotrof begroing, jamfør veilederen (Direktoratsgruppa, 2010) og siste versjon av veilederen (Direktoratsgruppa 2018).

PIT-indeksen (eutrofiering)

PIT baseres på forekomsten av 153 taksa av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av PIT (krever minst to indikatorarter for sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 1.87 – 68.91, hvor lave verdier indikerer lav fosforkonsentrasjon (oligotrofe forhold) mens høye verdier indikerer høy fosforkonsentrasjon (eutrofe forhold). Beregning av tilstandsklasse basert på PIT krever Ca-verdier for den gitte vannforekomsten (Direktoratsgruppa 2018).

AIP-indeksen (forsuring)

AIP beregnes basert på forekomsten av 108 taksa av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av AIP (krever minst tre indikatorarter for sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 5.13-7.50, hvor lave verdier indikerer sure vannforekomster mens høye verdier indikerer

nøytrale til lett basiske vannforekomster. Terskelverdiene som skiller de ulike tilstandsklassene varierer med ulike Ca- og TOC-konsentrasjoner, og for å kunne beregne tilstandsklasse er det derfor nødvendig å vite Ca- og TOC-konsentrasjonen i den gitte vannforekomsten (Schneider 2011, Direktoratgruppen 2018).

HBI2 (Heterotrof begroingsindeks)-indeksen

HBI2 beregnes med utgangspunkt i en kombinasjon av et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) og tykkelse (cm) av heterotrof begroing. Dette er et skjønnsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning og økt tykkelse av soppen *Leptomitius lacteus* og bakterien *Sphaerotilus natans* (lammehaler). Utregnede indeksverdier strekker seg fra 0 til 400 der lave verdier indikerer lite heterotrof begroing, dvs. lite organisk belastning, mens høye verdier indikerer mye heterotrof begroing og stor grad av organisk belastning. Tilstandsklassene basert på HBI2 er like for alle elvetyper. For å beregne en sikker HBI2-indeks prøvetas heterotrof begroing minimum 2 ganger i året; vår (januar-april) og høst (oktober-desember). Sommermånedene unngås ettersom veksten av bakterien *S. natans* hemmes av UV-stråler, spesielt fra mai til august (Mechsner, 1985). Dette betyr at kun et lite funn av *S. natans* i sommermånedene kan skyldes UV-stråler og ikke et tilsvarende lite utslipp av organisk materiale. Av den grunn er det ikke gunstig å ta prøver på denne tiden. Man kan likevel bruke HBI2, noe vi har valgt å gjøre i denne undersøkelsen, men da er det viktig å være klar over at de beregnede nEQR-verdiene kan være høyere (altså gir bedre tilstand) enn de ville vært dersom prøvene hadde blitt samlet inn i de anbefalte periodene. Siden HBI2 baserer seg på tilstedeværelsen av kun to arter, kan den ikke brukes alene i en samlet tilstandsvurdering ved tilfeller der det ikke er registrert heterotrof begroing. Dette fordi fravær av nevnte arter ikke er et sikkert tegn på at den samlede tilstanden er bra, bare at lett nedbrytbart organisk materiale som de er avhengige av ikke er tilgjengelig.

6.1.3 Vannplanter

Undersøkelser av vannplanter ble foretatt sammen med prøvetakingen av begroingsalger 4. august.

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter («sivvegetasjon» eller «sumpplanter») og «ekte» vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rotsystem. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflata. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortsukuddplanter), elodeider (langskuddplanter), nymphaeider (flytebladplanter) og lemnider (frittflytende planter). I tillegg inkluderes de største algene, kransalgene, blant vannplantene. I denne rapporten rapporteres det vannplanter og i tillegg vannmoser, det vil si moser som vokser helt neddykket.

Forekomst og mengde av hver art ble notert. Mengde av hver art ble kvantifisert i henhold til en 5-delt semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden (< 5 individer av arten), 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten.

6.1.4 Bunndyr

Stasjonene i denne undersøkelsen ble prøvetatt 2. november.

Prøvetaking

Bunndyr bør fortrinnsvis prøvetas to ganger i året, vår (februar – juni) og høst (september – november) i henhold til Veileder 2018 (Direktoratsgruppen 2018).

Det ble anvendt en håndholdt sparkehåv (ISO 10870 2012) med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven ble holdt mot bunnen og med åpningen mot strømmen. Bunnsubstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirvlet materiale føres inn i håven. Metoden består av ni delprøver, der hver tas fra 1 meters elvelengde i løpet av 20 sekunder. Når tre delprøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling (eller oftere ved behov). Samlet blir det da tre prøver á 1 minutt, som forsøkes tatt fra tre ulike habitater på stasjonen, og disse samles så i ett glass og utgjør hele prøven fra stasjonen. Bunn dyrtettheter som oppgis refererer dermed til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter per stasjon, som dekker et areal på om lag 2,25 m² av elvebunnen.

Mange biotiske og abiotiske faktorer kan påvirke antall individer som fanges opp i en prøve, blant annet vannføring i tiden før og under prøvetaking, habitat- og substratforhold, mattilgang og beitepress fra predatorer.

Taksonomiske bestemmelser av bunndyr

Materialet ble fiksert med etanol (96%) i felt for senere analyser i laboratoriet. Bunnfaunaprøvene ble talt opp og bestemt til lavest 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 ¼ av den samlede prøven) og telle de taksa det er få av i denne. Også denne gangen ekstrapolerer man antall individer av tallrike takson i henhold til prosedyren beskrevet over. Til sist slår man sammen de siste fire delprøvene (totalt ½ av den samlede prøven) og går frem på samme måte som over. Etter analyse ble alt materiale re-fiksert med ny etanol (70%), registrert og lagret på NIVAs langtidslager.

Grupesammensetning

Grupesammensetning i bunndyrsamfunnet brukes kvalitativt for å studere dominansforhold der reduserte populasjonsstørrelser kan indikere ulike typer stress. Noen ganger fanger en slik analyse opp påvirkninger som ikke måles av andre indekser, slik som ASPT- og EPT-indeks, der vurderinger gjøres kun på bakgrunn av om indikatorene er til stede i prøven eller ikke. Endrede dominansforhold kan dermed være et tidlig signal på påvirkning.

EPT

De tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera), såkalte EPT-taksa, ble så langt det er mulig identifisert til art/slekt. Antall EPT-taksa (også kalt EPT-indeks) brukes som et lokalt mål på biologisk mangfold. Antall og sammensetning av EPT kan vise høy naturlig variasjon mellom elvetyper og er spesielt verdifullt ved sammenligning av nærliggende elver. Selv om verdier varierer mye, er forventningen ofte ca. 20 EPT-taksa eller høyere dersom lokaliteten er upåvirket og ligger i Østlandsområdet. EPT-verdien forventes å avta med økende grad av belastninger, som gruvepåvirkning, avrenning fra fyllinger, forsurening og organisk belastning. EPT gruppene vil da påvirkes noe ulikt og dermed sannsynliggjøre forskjellige påvirkningstyper.

ASPT (Average Score Per Taxon, eutrofiering/organisk belastning)

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.

RAMI (River Acidification Macroinvertebrate Index)

RAMI-indeksen ble beregnet etter metode som beskrevet i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018). Totalt 196 taksa er i veileder for klassifisering av miljøtilstand (Direktoratsgruppa 2018) gitt en verdi som gjenspeiler toleransen for forsurening, hvor høy verdi indikerer høy sensitivitet for surt vann. I tillegg tas det hensyn til toleransebredde med hensyn til pH, hvor taksa med vid pH-toleranse tillegges lavere vekt enn taksa med smal toleransebredde. I Veileder 02:2018 – utgitt i februar 2018 – er det ifølge tabellteksten til tabell V5.3.1 inkludert 192 taksa i RAMI-indeksen. Men i ettertid har det blitt inkludert indeksverdier for *Baetis* sp., Baetidae, *Radix labiata* og *Radix* sp. (pers. med. Ann Kristin Schartau, NINA) uten at dette er oppdatert til 196 taksa i tabellteksten i veilederen som ble revidert i 2020 (Direktoratsgruppa 2018). RAMI er ikke interkalibrert, men korrelerer godt med den interkalibrerte Forsuringsindeks 2 for kalkfattige og klare elver (Sandin m fl 2021).

6.2 Primærdata vannkjemi

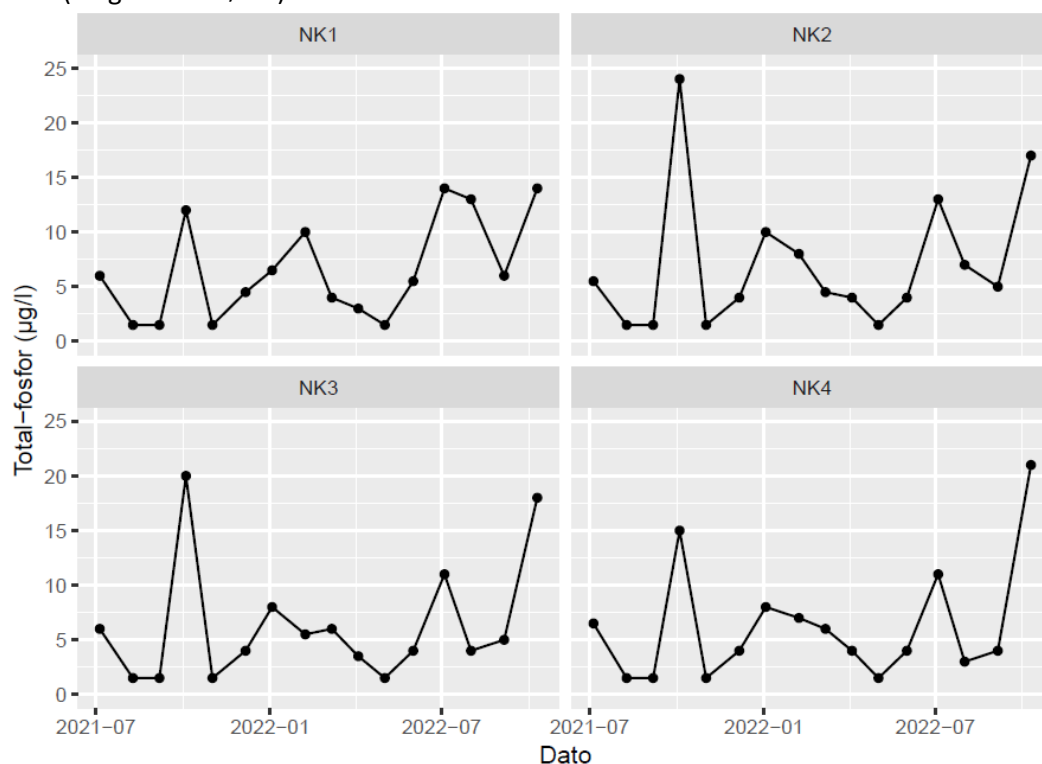
Rådata fra vannkemiske målinger gjennomført av Nemko Norlab, Sunnmøre. Kond = konduktivitet; Turb = Turbiditet; TotN = Total-nitrogen; TotP = Total-fosfor; Ca = Kalsium; KOF-Mn = Kjemisk oksygenforbruk ved mangan-metoden; TOC = Total organisk karbon. Enheter/benevninger er oppgitt i rad 2.

Prøvetakingsdato	Stasjon	E. coli MPN/100 ml	pH	Kond mS/m	Turb NTU	Farge mg Pt/l	Ortofosfat µg P/l	TotN µg N/l	TotP µg P/l	nitritt- N+nitrat-N µg N/l	Ca mg/l	KOF- Mn mg O/l	TOC mg/l
05.07.2021	NK1			2,91			<3.0	120	6	18		2,1	
09.08.2021	NK1			3,12			3	<100	<3.0	8		1,9	
06.09.2021	NK1	3	6,7	2,93	<0.5	15	<3.0	<100	<3.0	13		2,7	
04.10.2021	NK1	100	6,4	2,32	1,2	48	3	220	12	25	1	7,8	7,1
01.11.2021	NK1	2	6,3	2,62	<0.5	14	<3.0	120	<3.0	25	1,2	2,6	2,1
06.12.2021	NK1	<1	6,6	2,87	<0.5	10	<3.0	160	4,5	36	1,5	2,1	2
03.01.2022	NK1	6	6,2	2,1	<0.5	16	<3.0	<100	6,5	31	0,66	2,6	1,3
07.02.2022	NK1	<1	6,2	4,68	<0.5	4	<3.0	<100	10	7	1,7	1	0,77
07.03.2022	NK1	3	6,3	5,07	<0.5	5	3	100	4	36	2	1,3	1,8
04.04.2022	NK1	9	6,3	5,03	<0.5	5	3	<100	3	27	2	<1.0	0,54
02.05.2022	NK1	<1	6,1	3,9	<0.5	8	<3.0	<100	<3.0	39	1,2	1,8	1,6
01.06.2022	NK1	4	6,4	2,74	<0.5	11	<3.0	<100	5,5	30	1,2	1,8	1,7
04.07.2022	NK1	74	6,5	2,61	<0.5	19	<3.0	<100	14	35	1,5	1,8	3,3
01.08.2022	NK1	<1	6,5	2,5	<0.5	19	9	120	13	9	1,6	3,4	2,5
05.09.2022	NK1	<1	6,6	2,46	<0.5	21	<3.0	120	6	<5	1,6	3,8	2,5
10.10.2022	NK1	89	6,3	2	0,7	24	4	120	14	38	0,84	3,8	2,7
05.07.2021	NK2			3,74			<3.0	270	5,5	140		2,2	
09.08.2021	NK2			6,19			<3.0	130	<3.0	43		1,4	
06.09.2021	NK2	32	6,6	3,53	<0.5	8	<3.0	140	<3.0	69		1,6	
04.10.2021	NK2	870	6,4	2,48	2,2	42	10	390	24	150	1,3	7,1	5,5
01.11.2021	NK2	50	6,4	2,79	<0.5	13	<3.0	180	<3.0	72	1,5	2,2	1,9
06.12.2021	NK2	10	6,7	4,98	<0.5	6	<3.0	300	4	150	4,2	1,4	2
03.01.2022	NK2	9	6,2	2,4	<0.5	14	<3.0	<100	10	98	0,88	2,7	1,3
07.02.2022	NK2	<1	6,4	5,84	<0.5	4	<3.0	190	8	120	2,9	1,2	1,4
07.03.2022	NK2	22	6,6	6,04	<0.5	6	3	240	4,5	150	3,4	1,6	1,9
04.04.2022	NK2	12	6,4	5,07	<0.5	6	<3.0	170	4	100	2,6	1,3	0,6
02.05.2022	NK2	27	6,2	4,31	0,6	11	<3.0	130	<3.0	64	1,6	2,4	1,5
01.06.2022	NK2	5	6,4	2,9	<0.5	8	<3.0	<100	4	30	1,2	1,4	1,3
04.07.2022	NK2	53	6,6	2,75	<0.5	18	<3.0	120	13	48	1,7	3	3,4
01.08.2022	NK2	8	6,6	3,38	<0.5	11	13	150	7	70	2,6	1,9	1,3
05.09.2022	NK2	22	6,8	4,58	<0.5	10	4	170	5	8,1	4,1	2	1,6
10.10.2022	NK2	89	6,3	2,17	0,9	24	8	200	17	36	0,97	3,6	3,1
05.07.2021	NK3			3,39			<3.0	200	6	97		2	
09.08.2021	NK3			5,14			<3.0	130	<3.0	61		1,1	
06.09.2021	NK3	10	6,9	3,22	<0.5	8	<3.0	120	<3.0	59		1,5	
04.10.2021	NK3	420	6,5	2,35	1,7	40	9	400	20	120	1,2	7,3	5,5
01.11.2021	NK3	66	6,5	2,61	<0.5	11	<3.0	170	<3.0	58	1,3	2,1	3,1
06.12.2021	NK3	6	6,8	3,95	<0.5	5	<3.0	200	4	91	2,8	1,2	1,3
03.01.2022	NK3	14	6,3	2,31	<0.5	14	<3.0	<100	8	86	0,83	2,6	2,1

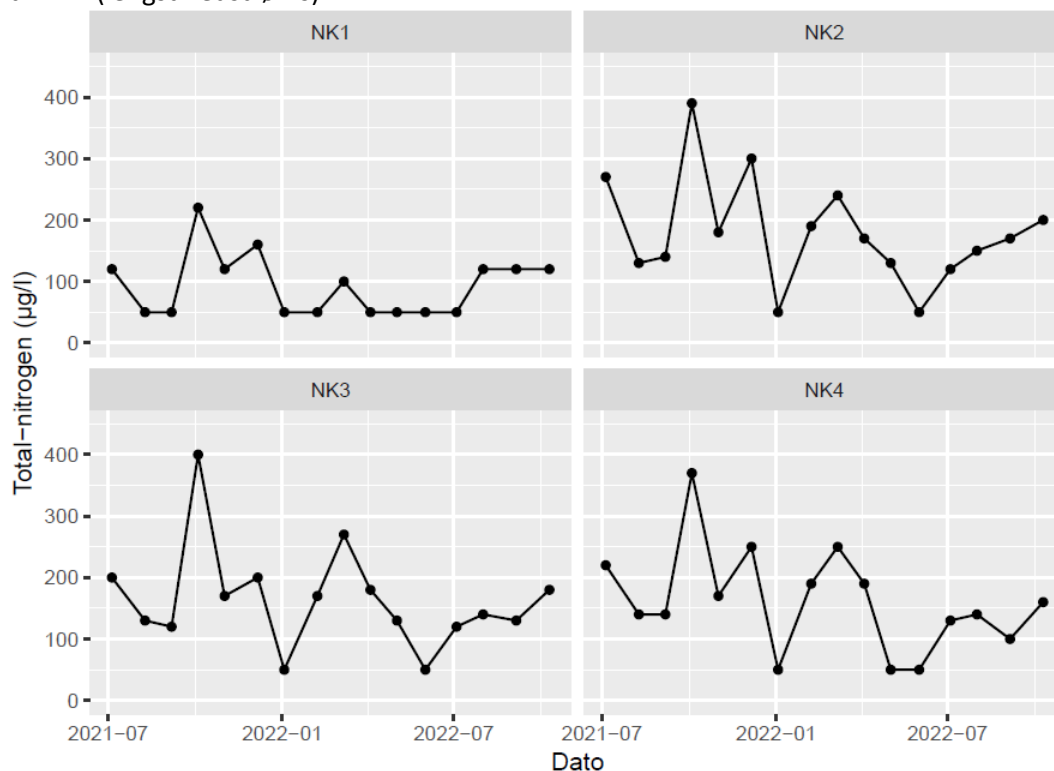
07.02.2022	NK3	9	6,5	5,42	<0.5	4	<3.0	170	5,5	120	2,5	1,1	1,4
07.03.2022	NK3	10	6,7	5,82	<0.5	5	3	270	6	150	3,1	1,3	1
04.04.2022	NK3	4	6,5	4,93	<0.5	6	<3.0	180	3,5	89	2,3	1,2	0,59
02.05.2022	NK3	21	6,3	4,11	0,5	12	<3.0	130	<3.0	57	1,5	2,4	1,3
01.06.2022	NK3	19	6,4	2,63	<0.5	7	<3.0	<100	4	30	1	1,5	1,2
04.07.2022	NK3	70	6,7	2,7	<0.5	18	<3.0	120	11	54	1,5	2,9	2,6
01.08.2022	NK3	4	6,7	3,09	<0.5	9	5	140	4	60	2,1	1,8	1,6
05.09.2022	NK3	4	6,9	3,84	<0.5	8	<3.0	130	5	52	3	1,7	1,3
10.10.2022	NK3	50	6,5	2,12	0,8	22	7	180	18	37	0,91	3,3	3
05.07.2021	NK4			3,3			<3.0	220	6,5	100		2,4	
09.08.2021	NK4			4,69			<3.0	140	<3.0	52		1,2	
06.09.2021	NK4	18	6,9	3,17	<0.5	8	<3.0	140	<3.0	46		1,2	
04.10.2021	NK4	1100	6,6	2,39	1,5	39	8	370	15	110	1,2	7,1	72
01.11.2021	NK4	36	6,5	2,64	<0.5	11	<3.0	170	<3.0	54	1,2	2,1	3,6
06.12.2021	NK4	21	6,8	3,78	<0.5	6	<3.0	250	4	87	2,4	1,1	1,7
03.01.2022	NK4	48	6,3	2,36	<0.5	15	<3.0	<100	8	91	0,82	2,5	1,5
07.02.2022	NK4	9	6,5	5,53	<0.5	4	<3.0	190	7	140	2,4	1,4	0,84
07.03.2022	NK4	6	6,7	5,8	<0.5	6	3	250	6	140	2,8	1,1	1,2
04.04.2022	NK4	78	6,6	4,99	<0.5	6	<3.0	190	4	78	2,2	1,3	1,2
02.05.2022	NK4	10	6,4	3,97	0,5	12	<3.0	<100	<3.0	51	1,3	2,4	1,9
01.06.2022	NK4	22	6,5	2,53	<0.5	7	<3.0	<100	4	28	0,92	1,7	2
04.07.2022	NK4	83	6,7	2,72	<0.5	19	<3.0	130	11	56	1,5	2,7	2,7
01.08.2022	NK4	9	6,7	3,09	<0.5	10	<3.0	140	3	60	1,9	1,9	1,4
05.09.2022	NK4	5	6,9	3,71	<0.5	9	<3.0	100	4	39	2,6	1,8	1,6
10.10.2022	NK4	56	6,4	2,21	0,7	18	5	160	21	36	0,9	3,4	2,8

6.2.1 Vedleggsfigurer vannkjemi

Tidsserie for total-fosfor ($\mu\text{g P/l}$) fra juli 2021 til oktober 2022 ved stasjon **NK1** (lengst oppstrøms) til **NK4** (lengst nedstrøms).



Tidsserie for total-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$) fra juli 2021 til oktober 2022 ved stasjon **NK1** (lengst oppstrøms) til **NK4** (lengst nedstrøms).



6.3 Taksalister

6.3.1 Begroingsalger

Begroingsorganismer (ikke kiselalger bortsett fra *Tabellaria flocculosa*) i Norddalselva i august 2022. Hyppigheten av artene er angitt som dekningsgrad. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

Taksagruppe	NK1	NK2	NK3	NK4
Kiselalger				
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx	x	x	x
Chlorophyta (grønnalger)				
<i>Closterium</i> spp.	x	x		x
<i>Cosmarium</i> spp.	x	x	x	
<i>Cylindrocystis</i> spp.	x			
<i>Euastrum</i> spp.	x			
<i>Klebsormidium rivulare</i>	<1		<1	x
<i>Mougeotia</i> a (6 -12u)	xx			
<i>Oedogonium</i> b (13-18u)	x			
<i>Staurastrum</i> spp.	x			
Uidentifiserte coccale grønnalger				<1
<i>Zygnema</i> b (22-25u)	<1			
Cyanobacterier				
<i>Chamaesiphon confervicola</i>		x	x	xx
<i>Chamaesiphon starmachii</i>				1
<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	x			
<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx			xx
<i>Homoeothrix janthina</i>	xx			
<i>Hydrococcus rivularis</i>		xx	xx	x
<i>Leptolyngbya</i> spp.	xx			
<i>Lyngbya nigra</i>	xx			
<i>Phormidium autumnale</i>	<1	<1		
<i>Phormidium heteropolare</i>	xx			
<i>Phormidium tergestinum</i>	<1			
<i>Schizothrix</i> spp.	xx	x		xx
<i>Scytonema</i> spp.				x
<i>Stigonema mamillosum</i>	<1			
<i>Stigonema ocellatum</i>		x		
Uidentifiserte coccale blågrønnalger		x		
Rhodophyta (rødalger)				
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	<1			
<i>Lemanea fluviatilis</i>		<1	5	5

6.3.2 Vannplanter

Latinske navn	Norske navn	mengde
Isoetider	Kortskuddplanter	
Ranunculus reptans	evjesoleie	1
Elodeider	Langskuddplanter	
Callitriche sp.	vasshår	3-4
Sparganium sp.	piggknopp	4
Myriophyllum alterniflorum	tusenblad	2
Juncus bulbosus	krypsiv	1
vannmoser		
Fontinalis dalecarlica	duskelvemose	2-3
Fontinalis antipyretica	elvemose	1

6.3.3 Bunndyr

Taksagruppe	Navn	NK1	NK2	NK3	NK4
Coleoptera	<i>Elmis aena lv.</i>	18	36		
Coleoptera	<i>Hydraena ad.</i>		2		1
Diptera	<i>Chironomidae</i>	66	328	12	28
Diptera	<i>Dicranota</i>		2		
Diptera	<i>Empididae</i>	1			
Diptera	<i>Limoniidae/Pediciidae</i>		1		
Diptera	<i>Prionocera</i>		1		
Diptera	<i>Simuliidae</i>	148	116	5	20
Ephemeroptera (E)	<i>Baetidae</i>	1	2	6	
Ephemeroptera (E)	<i>Baetis</i>	500	560	78	464
Ephemeroptera (E)	<i>Baetis niger</i>			2	2
Ephemeroptera (E)	<i>Baetis rhodani</i>	26	328	100	352
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia</i>		1	1	
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i>	1	12		6
Plecoptera (P)	<i>Amphinemura</i>	32	52	12	160
Plecoptera (P)	<i>Amphinemura borealis</i>		8		
Plecoptera (P)	<i>Amphinemura sulcicollis</i>				1
Plecoptera (P)	<i>Brachyptera risi</i>	556	196	58	68
Plecoptera (P)	<i>Dinocras cephalotes</i>	2			
Plecoptera (P)	<i>Diura nanseni</i>		2		
Plecoptera (P)	<i>Isoperla</i>	6			
Plecoptera (P)	<i>Isoperla difformis</i>		1	1	1
Plecoptera (P)	<i>Leuctra</i>		8		
Plecoptera (P)	<i>Leuctra hippopus</i>	2	6		
Plecoptera (P)	<i>Protonemura</i>				2
Plecoptera (P)	<i>Protonemura meyeri</i>	10	26	7	18
Plecoptera (P)	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			1	
Trichoptera (T)	<i>Hydropsyche siltalai</i>	3			
Trichoptera (T)	<i>Limnephilidae</i>				1
Trichoptera (T)	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1		
Trichoptera (T)	<i>Rhyacophila</i>	1	1	3	6
Trichoptera (T)	<i>Rhyacophila nubila</i>	1	10	2	8
	Totalt antall individer	1374	1700	288	1138

Antall taksa	17	23	14	16
---------------------	----	----	----	----

Antall E-taksa	3	3	4	3
Antall P-taksa	6	8	5	6
Antall T-taksa	3	3	2	3
Totalt antall EPT-taksa	12	14	11	12

6.4 Bunnsstratets utforming på de ulike stasjonene ved prøvetaking av bunndyr

Stasjonsnavn	Substrat						
	Blokk >512 mm	Stor stein 256-512 mm	Middelsstein 64-256 mm	Små stein 16-64 mm	Grus 2-64 mm	Sand 0.063-2 mm	Silt/leire <0.063 mm
NK1	10 %	20 %	50 %	10 %	10 %		
NK2		15 %	50 %	15 %	10 %	10 %	
NK3	10 %	50 %	30 %	10 %			
NK4		20 %	50 %	20 %	10 %		

6.5 Bilder av overvåkingsstasjonene ved høstprøvetakingen av bunndyr

Alle bilder tatt av Eivind Ekholt Andersen, NIVA.



NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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