



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

## E16 Bjørum-Skaret

Vannkjemiske og biologiske undersøkelser gjennom anleggsfasen 2023

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 31 | 2024



Roger Roseth og Yvonne Rognan

Divisjon for miljø- og naturressurser – Hydrologi og vannmiljø



## TITTEL/TITLE

E16 Bjørum-Skaret - Vannkjemiske og biologiske undersøkelser gjennom anleggsfasen 2023

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Roger Roseth og Yvonne Rognan

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
29.02.2024	10/31/2024	Åpen	10625-18	19/00513
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03480-3	2464-1162	108	6	

## OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Statens Vegvesen

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Ida Viddal Vartdal/Halldis Fjermestad

## STIKKORD/KEYWORDS:

Vannmiljø, samferdsel, fisk

Water environment, infrastructure, fish

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannmiljø

Water environment

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Etter oppdrag fra Statens vegvesen og prosjektet E16 Bjørum - Skaret har NIBIO med samarbeidspartnere utført undersøkelser av vannkjemi og biologi i vannforekomstene som påvirkes av anleggsvirksomheten. De høye verdiene for nitrogen i Damtjernbekken synes å normaliseres etter avsluttet tunneldriving. Tilsvarende avtar nitrogenavrenningen til Rustanbekken.

Bekkene viste lave konsentrasjoner av tungmetaller. Unntaket var Damtjernbekken, som tidvis viste forhøyede konsentrasjoner av krom fram til tunneldrivingen ble avsluttet i august 2023. De biologiske undersøkelsene viste *god* eller *svært god* tilstand for bunndyr, begroing og fisk i alle bekkene, men *moderat* for begroingsalger i Rustanbekken. Samlet ble økologisk tilstand i bekkene vurdert som *moderat* som følge av forhøyede konsentrasjoner av totalnitrogen.

## LAND/COUNTRY:

Norge

## FYLKE/COUNTY:

Viken


## KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Bærum og Hole

## STED/LOKALITET:

E16 Bjørum-Skaret

## GODKJENT /APPROVED



ANJA CELINE WINGER

## PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ROGER ROSETH



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Etter oppdrag fra Statens vegvesen og prosjektet E16 Bjørum - Skaret har NIBIO og samarbeidspartnere (tabell 1) utført vannkjemiske og biologiske undersøkelser i Isielva og Rustanbekken i Bærum kommune samt Holsfjorden med bekkefelt i Hole kommune. Undersøkelsene gjøres som en del av miljøoppfølgingsprogrammet gjennom anleggsfasen 2021 – 2026.

Undersøkelsene ble gjennomført i samarbeid med fagansvarlige for ytre miljø hos Statens vegvesen, Ida Viddal Vartdal og Halldis Fjermestad.

Asker og Bærum Vannverk IKS har velvillig lånt ut båt til undersøkelsene i Holsfjorden.

Kvalitetssikring av rapporten er utført av avdelingsleder Anja Celine Winger, i henhold til kvalitetsrutiner i NIBIO.

Deler av teksten i rapporten mht. stasjoner og metoder er tilsvarende som for tidligere årsrapporter fra prosjektet (se f.eks. Skrutvold og Roseth 2023).

**Tabell 1.1. Personell**

Firma	Navn	Utført arbeid
NIBIO	Roger Roseth	Prosjektleder
		Rapportering
		Feltarbeid og pilotanlegg N-rensing
	Yvonne Rognan	Prosjektleder
		Rapportering
		Hovedansvar feltarbeid resipienter
	Robert Kozera	Måleteknisk arbeid:
	Thor Endre Nytrø	Montering og vedlikehold av automatiske målestasjoner. Oppsett og vedlikehold av
	Kari-Anne Dingstad	nettbasert database for lagring og presentasjon av
	Elise Myhre Sverdrup	automatiske målinger.
Øistein Johansen		
Faun	Silje Hereid	Prøvetaking av plankton
		Analyser og rapportering bunndyr
	Anne Engh	Prøvetaking av plankton
		Rapportering innsjøundersøkelser
Naturplan	Ingar Aasestad	Bistand fiskeundersøkelser
Norsk institutt for naturforskning	Frode Fossøy	Analyser og presentasjon av eDNA-prøver
	Markus Majaneva	
Norconsult	Trond Stabell	Analyser av planteplankton og begroingsalger
	Elisabeth Skautvedt	Analyser og rapportering dyreplankton
Eurofins AS		Analyser vannprøver

Ås, 29.02.24

Roger Roseth

# Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
1.1 Anleggsarbeid 2023 .....	7
<b>2 Metode</b> .....	<b>8</b>
2.1 Prøvetakingsstasjoner .....	8
2.2 Vannprøver .....	16
2.3 Automatiske målinger .....	17
2.4 Bunndyr .....	18
2.5 Begroingsalger .....	18
2.6 Fisk .....	19
2.7 Plankton.....	19
2.8 eDNA.....	20
<b>3 Resultater</b> .....	<b>22</b>
3.1 Nedbør og temperatur .....	22
3.2 Vannprøver .....	24
3.2.1 Isielva .....	24
3.2.2 Rustanbekken.....	26
3.2.3 Bekker til Holsfjorden.....	29
3.2.4 Holsfjorden.....	32
3.3 Automatiske målinger .....	35
3.3.1 Isielva .....	35
3.3.2 Rustanbekken.....	39
3.3.3 Bekker til Holsfjorden.....	46
3.4 Biologi .....	52
3.4.1 Bunndyr.....	52
3.4.2 Begroingsalger.....	57
3.4.3 Fisk .....	59
3.4.4 Plankton, klorofyll og næringsstoffer i Holsfjorden .....	63
3.4.5 Dyreplankton i Holsfjorden .....	63
3.4.6 eDNA i Kjaglielva .....	64
<b>4 Diskusjon og konklusjon</b> .....	<b>65</b>
4.1 Rustanbekken .....	65
4.2 Isielva.....	65
4.3 Damtjernbekken .....	66
4.4 Nordlandsbekken.....	66
4.5 Holsfjorden .....	66
4.6 Anleggsaktiviteter i 2023 .....	67
4.7 Videreføring.....	67
<b>5 Vedlegg</b> .....	<b>70</b>
Vedlegg I – Bilder 2023.....	71
Vedlegg II – Fisk .....	79
Vedlegg III – Begroingsalger i 2022 og 2023.....	80

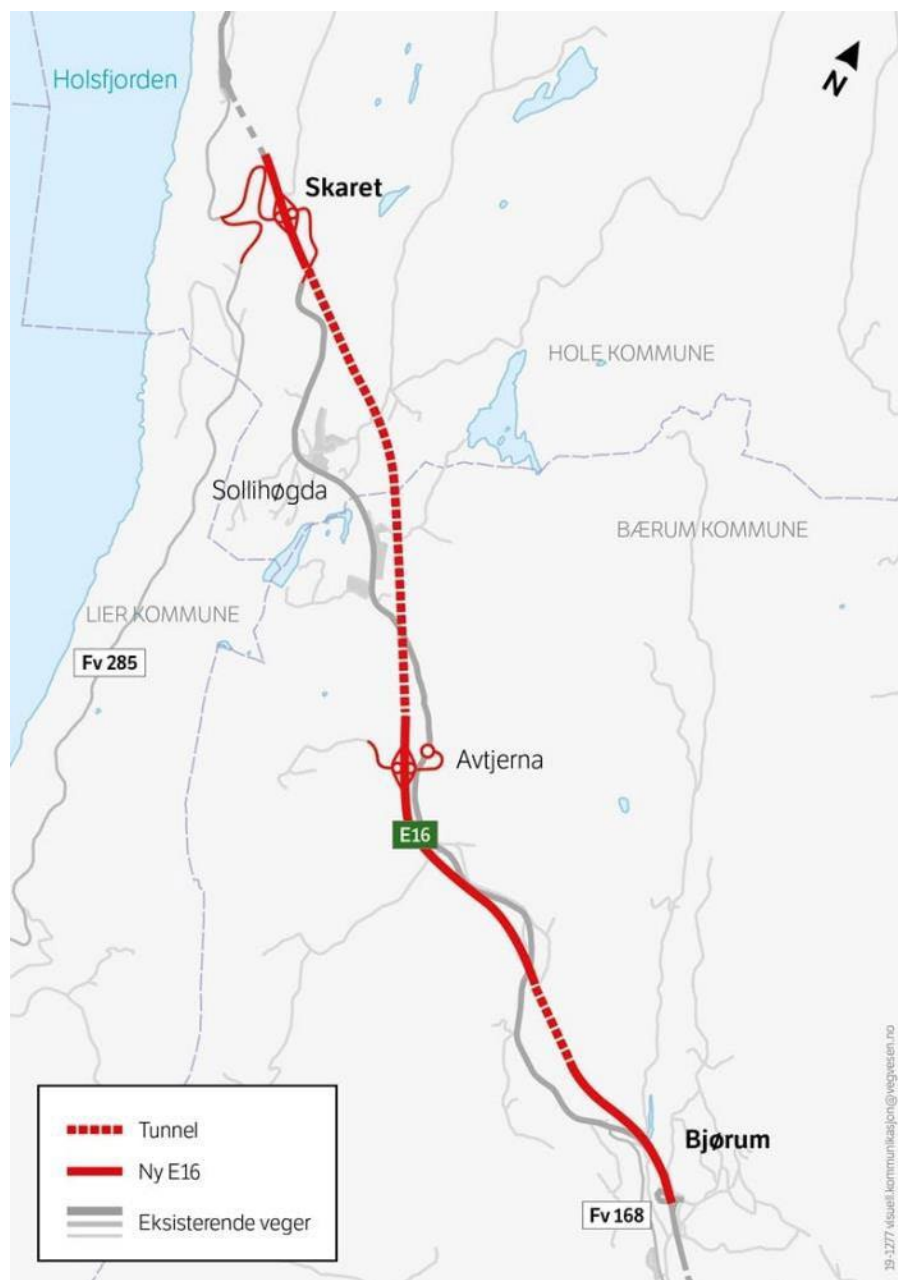


Vedlegg IV – Notat Faun Holsfjorden .....	81
Vedlegg V – pH og turbiditet ISI oktober 2023 .....	101
Vedlegg VI – Miljø-DNA analyser NINA .....	102
<b>Referanser .....</b>	<b>104</b>

# 1 Innledning

Det bygges ny vei mellom Bjørum og Skaret i Bærum og Hole kommune (figur 1.1). Parsellen inngår som en del av en planlagt sammenhengende firefelts motorvei mellom Hønefoss og Sandvika. Anleggsarbeidene startet opp i 2021 og veien antas å stå ferdig i 2026.

Bygging av veien vil medføre arbeid som kan påvirke vannkvaliteten og biologien i nærliggende vassdrag. Vassdrag som kan påvirkes er Isielva og Rustanbekken (som er en del av Sandviksvassdraget) samt to mindre bekker til Holsfjorden. Sandvikselva er det viktigste lakse- og sjørretvassdraget i Indre Oslofjord og Holsfjorden blir en av landets viktigste råvannskilder for drikkevannsproduksjon, med dagens forsyning til Asker og Bærum vannverk (ABV), og som framtidig råvannskilde for Oslo kommune.



Figur 1.1. Parsell E16 Bjørum-Skaret i Hole og Bærum kommune. Kilde: Statens Vegvesen.

I dette prosjektet vil aktiviteter som tunneldriving med utslipp av rensset anleggsvann, dagsprenging, deponering av sprengstein og generelt stor dagsoneaktivitet nært vassdrag kunne påvirke hydrologien og vannkvaliteten i vassdragene rundt.

Om lag halve veien vil gå i tunnel. Det skal bygges to tunneler, en gjennom Sollihøgda (3400 m), og en gjennom Bukkesteinshøgda (800 m). Dette medfører at rundt 0,6 mill. m<sup>3</sup> skal tas ut og deponeres i en fylling i Nordlandsdalen sammen med 1,4 mill. m<sup>3</sup> med masser fra dagsonesprenging. Fyllinga ligger over Nordlandsbekken med avrenning til Holsfjorden. Under tunneldrivingen blir også sprekker i fjellet tettet med injeksjonssement som presses inn med høyt trykk. Injeksjonssementen kan slå ut i bekker og vassdrag og påvirke vannkvaliteten i form av høy pH og sementpartikler. Ved høy pH og høy vanntemperatur kan ammonium-nitrogen omdannes til ammoniakk som er giftig for fisk.

Det skal bygges flere broer, blant annet over Isielva som vil erstatte dagens kryssing. Arbeid med støping av fundamenter til ny bru og riving av den gamle kan gi avrenning med partikler og høy pH.

Mye av dagsonearbeidene foregår nær Rustanbekken, som renner langs dagens E16 fra Bjørum til Avtjerna. Tidlig i anleggsfasen vil anleggsområdene bestå av store åpne flater med blottlagt jord. I regnværperioder og flom kan jordpartikler vaskes ut til nærliggende elver og bekker.

NIBIO med samarbeidspartnere har hatt ansvar for miljøovervåking i prosjektet. Arbeidene har omfattet månedlige vannprøver i alle bekker og elver, automatiske målinger av blant annet partikler og pH, samt undersøkelser av fisk, bunndyr og begroingsalger i henhold til veileder 02:2018 for vannforskriften. Overvåkingsprogrammet blir oppdatert fortløpende etter behov og i samråd med oppdragsgiver og kommunene. Resultater fremstilt i denne rapporten har blitt sammenlignet relevante grenseverdier for tilstandsvurdering av vannkvalitet samt med resultater fra forundersøkelsene utført i 2018-2020 og oppfølging av anlegget 2021-2022 (Skrutvold m.fl. 2019a, 2019b, 2020a, 2020b, 2021 og 2022).

## 1.1 Anleggsarbeid 2023

Følgende arbeider relevante for ytre miljø, har blitt gjennomført på E16 Bjørum-Skaret i 2023:

- Sprenging og demolering av gammel bro over Isielva
- Støping av nye brospenn over Isielva samt bropillarer
- Driving av Sollihøgdatunnelen ble ferdigstilt i august
- Utkjøring og deponering av bunnrensk fra Sollihøgdatunnelen høsten 2023
- Sprenging av stor fjellskjæring dagsone ved Bjørkåsen
- Utlegging av sprengstein i fyllinger i Nordlandsdalen og på Skaret (tabell 1.1)
- Utlegging av bunnrensk på to lokaliteter i vegfylling på Skaret

**Tabell 1.1. Totalt volum anbragt sprengstein (m<sup>3</sup>) i Nordlandsdalen og Skaret per 31.12.23. (Faktor anbrakt/fast fjell=1,4).**

Fylling	Dagsprengt stein	Tunnelsprengt stein	Totalt volum
Nordlandsdalen	1 009 000	679 000	1 688 000
Skaret	323 000	277 000	600 000



## 2 Metode

### 2.1 Prøvetakingsstasjoner

Figur 2.1 og tabell 2.1 viser prøvetakingsstasjonene i prosjektet. Tabell 2.2. viser hvilke undersøkelser som er gjort ved lokalitetene. Detaljerte kart over alle stasjonene er i figurene 2.2-2.8. Se Skrutvold m.fl. (2021) for mer detaljert beskrivelse av vassdragene.

Tabell 2.1 Prøvetakingsstasjoner gjennom anleggsfasen 2023. Kursiv = Ikke i bruk i 2023

Vannforekomst	Vanntype	Navn	Beskrivelse	Stasjoner	GPS UTM 32	VannmiljøID
008-90-R	Middels Moderat kalkrik Klar (R107)	Isielva	Hovedstasjon	ISI	6645230, 579873	008-91965
			Fiskestasjon	ISIF	6645018, 580074	008-91952
			Kjaglidalen	KJA	6645378, 579806	008-82053
008-83-R	Middels moderat kalkrik humøs (R108)	Rustanbekken	Nedre	RUS1	6645312, 579342	008-82052
			Nedre med logger	RUS1.1	6645322, 579625	-
			Midt	RUS2	6646295, 578170	008-92817
			Referansestasjon	RUS3	6647454, 576467	008-91940
			Referansestasjon logger	RUS3.1	6655363, 576782	-
			Ved injeksjon i tunnel ved RUS3	RUS_INJ	6647453, 576460	-
012-2622-R	Små Kalkrik Klar (R109)	Nordlandsbekken	Hovedstasjon	NOR	6649094, 573822	012-91966
			Utløp	NORUT	6648850, 573403	-
		Damtjernbekken	Hovedstasjon	DAM	6648686, 574214	012-91968
			Utløp	DAMUT	6648339, 573703	012-92932
			<i>Tunnvelvann før utløp til basseng</i>	<i>REN</i>	6649272, 574282	
			<i>Utløp rensed tunnelvann</i>	<i>DAM-T</i>	6649243, 574292	
			<i>Etter samløp DAM-T og REN</i>	<i>DAM-Ø</i>	6649205, 574289	
			<i>Oppstrøms hovedstasjonen DAM</i>	<i>DAM-M</i>	6648938, 574277	
		Vefsrudbekken	<i>Ved kulvert under Fjulsrudveien</i>	<i>DAM-F</i>	6648655, 574152	
			Hovedstasjon	VEF	6648379, 574379	012-91967
			Utløp	VEFUT	6647757, 574013	012-92931
			<i>Ved injeksjon i tunnel</i>	<i>VEF-INJ</i>	6647975, 574198	-
012-522-2-L	Svært stor Moderat kalkrik Klar (L107)	Holsfjorden	Utløp Nordlandsbekken	HOL-N	6648815, 573321	012-91961
			Krepsdyr littoral, beskyttet	ZLV	6648045, 573846	012-108607
			Krepsdyr littoral, stein	ZLS	6643988, 574523	012-108608
			Ved Toverud	HOL-T	6642970, 574480	012-91962

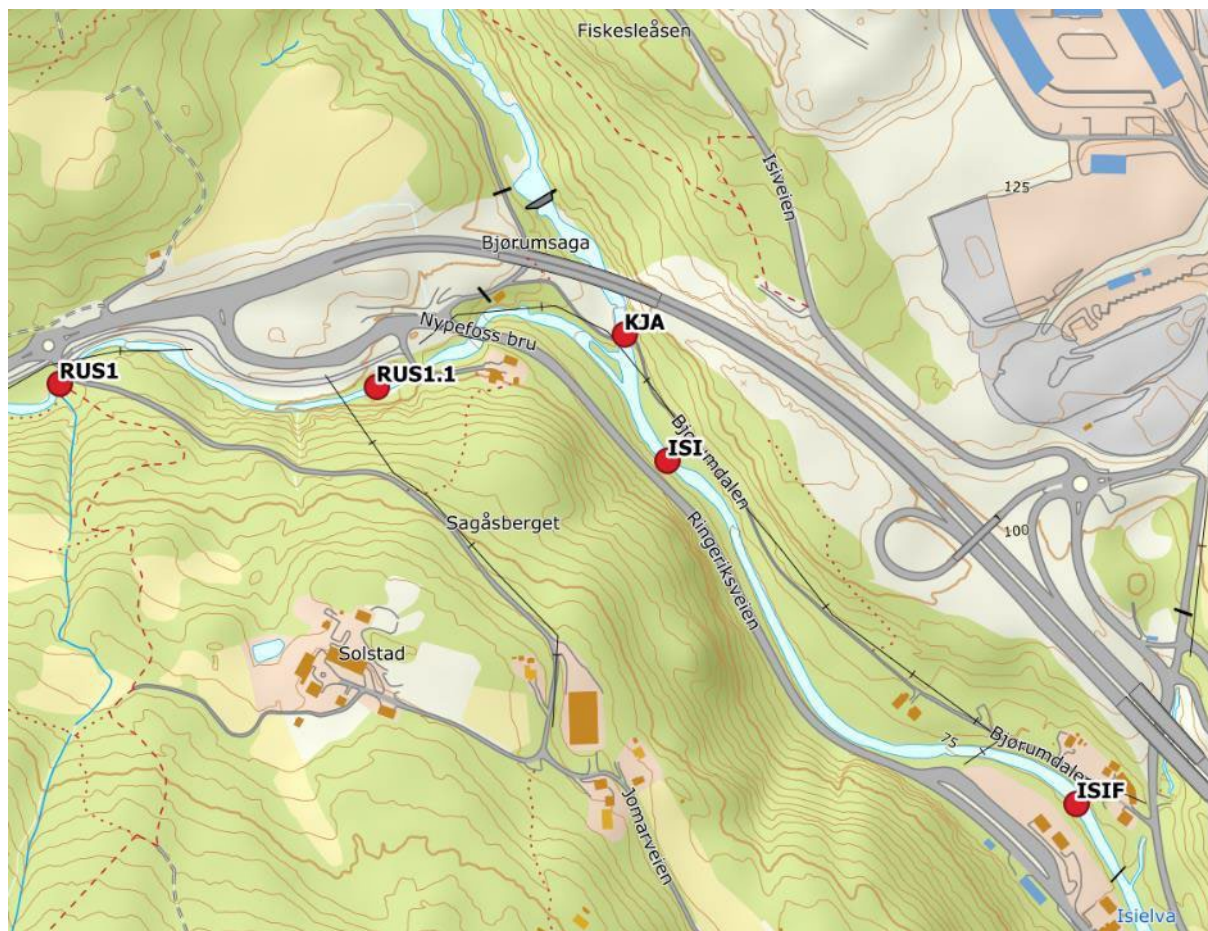
Tabell 2.2. Undersøkelser gjennom anleggsfasen 2023.

	Stasjoner	Vannprøver	Bunndyr	Begroingsalger	Fisk	eDNA	Planteplankton	Krepsdyr	Sensor
Isielva	KJA								Mai-Nov
	ISI	Månedlig	Vår og høst	August					Mai-Nov
	ISIF				September				
Rustanbekken	RUS1	Månedlig	Vår og høst	August	August				Mai-Nov
	RUS2	Månedlig	Vår og høst						Hele 2023
	RUS3	Månedlig			August				Mai-Nov
Bekker Holsfjorden	NOR	Månedlig	Vår og høst	August					Apr-Nov
	NORUT	Jun-Okt							
	DAM	Månedlig	Vår og høst	August					Hele 2023
	DAMUT	Jun-Okt	Vår og høst	August	August				
Holsfjorden	HOL-N	Mai-Okt					Mai-Okt	Mai, Jul, Sep	
	ZLV							Mai, Jul, Sep	
	ZLS							Mai, Jul, Sep	
	HOL-T	Mai-Okt					Mai-Okt	Mai, Jul, Sep	

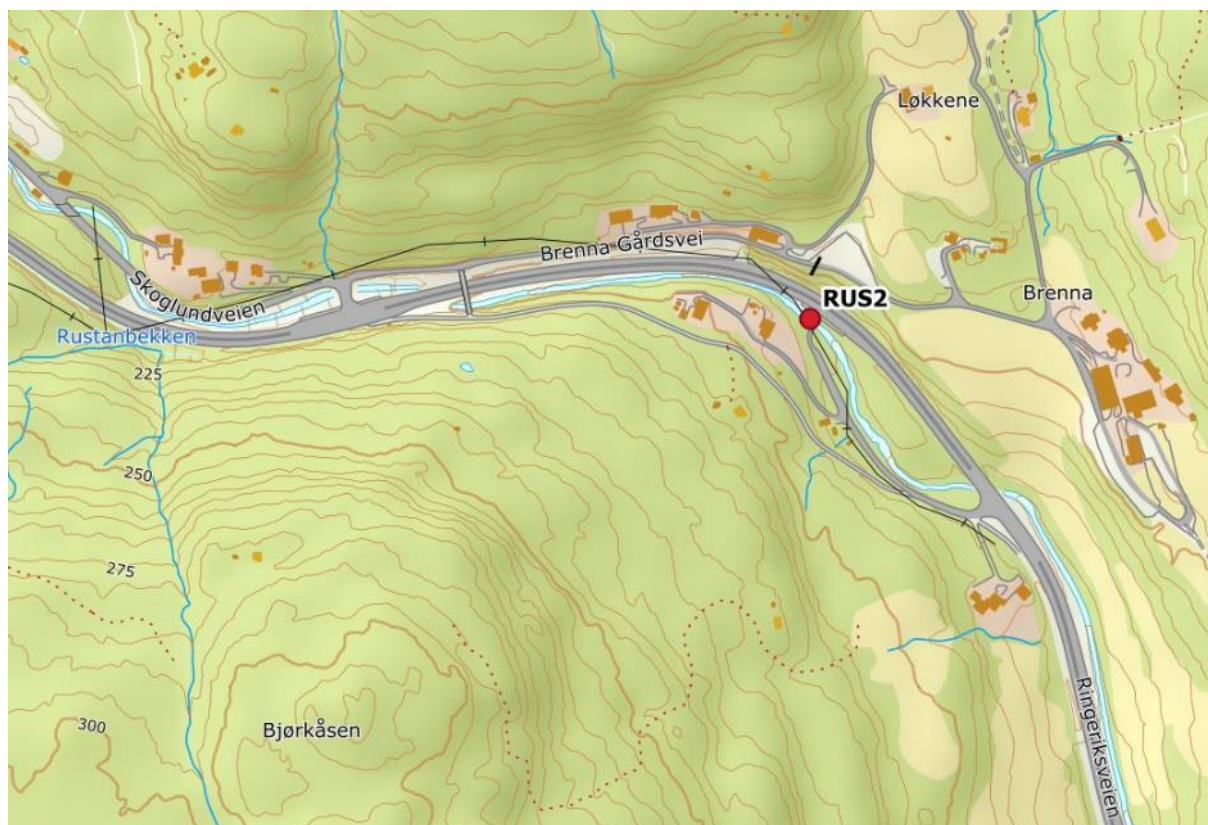






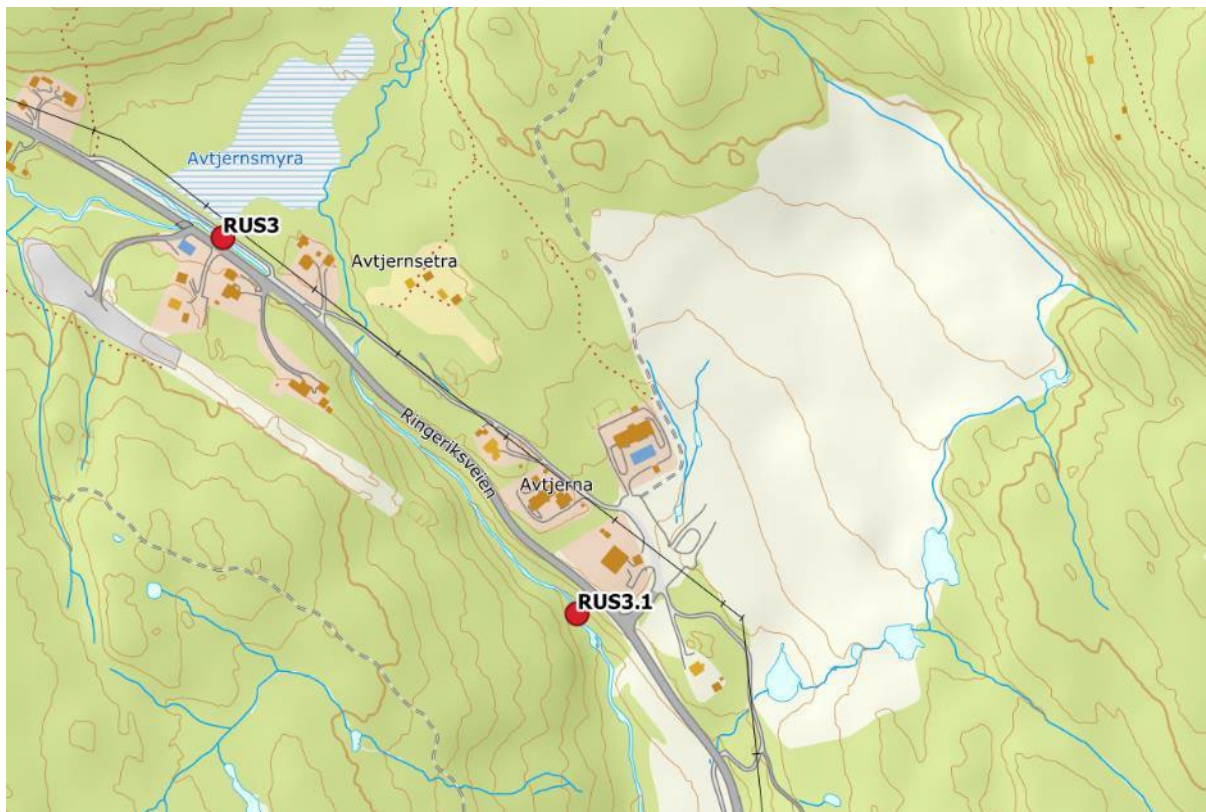


Figur 2.2. Prøvetakingsstasjoner i øvre del av Isielva og nedre del av Rustanbekken.



Figur 2.3. Prøvetakingsstasjon i midtre del av Rustanbekken.



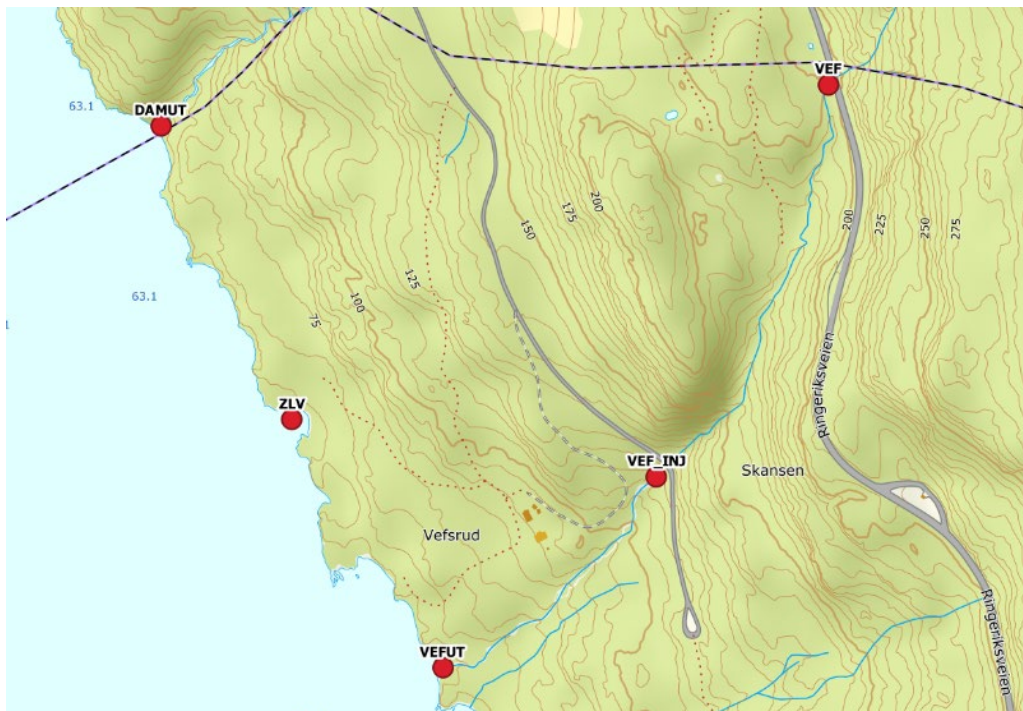


Figur 2.4. Prøvetakingsstasjon (RUS3) for vannprøver samt stasjon for automatisk måling av vannkvalitet i øvre del av Rustanbekken (RUS3.1).

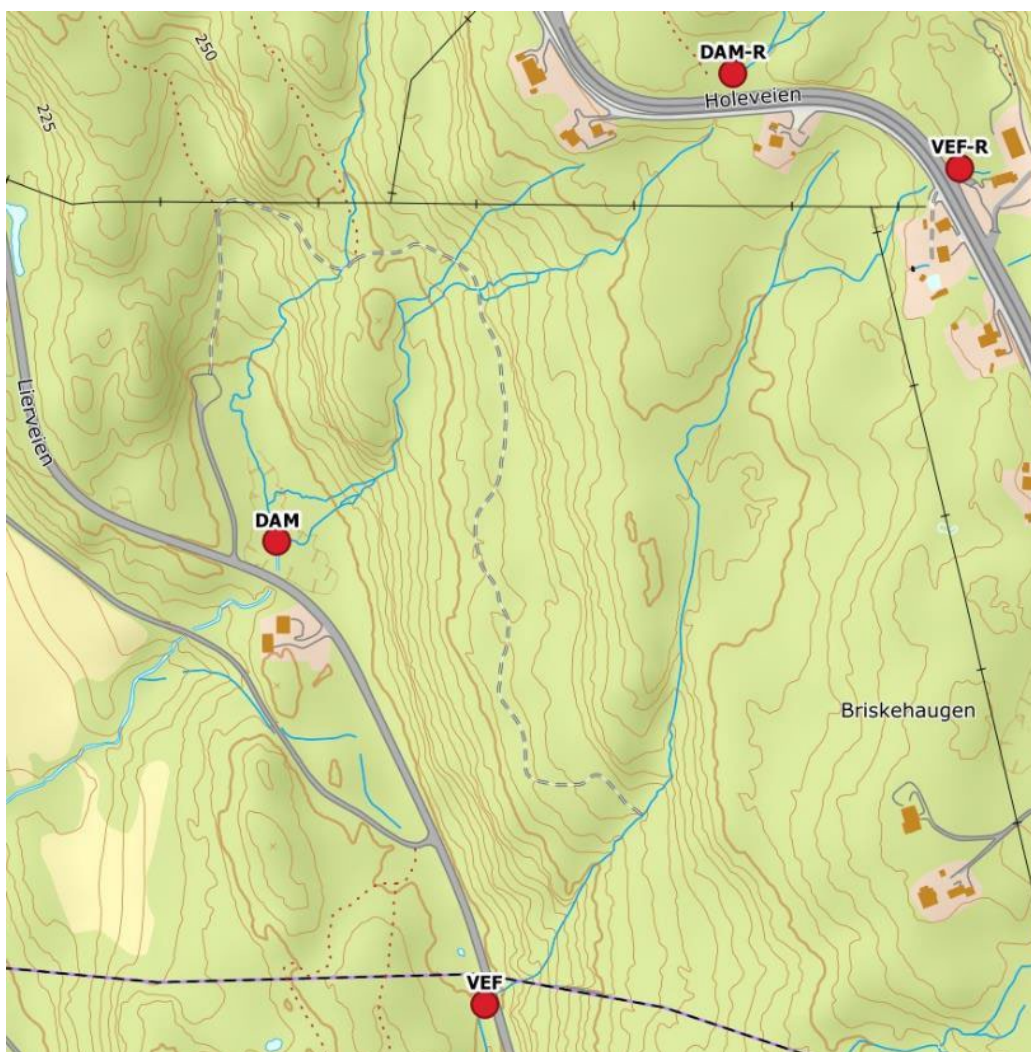


Figur 2.5. Prøvetakingsstasjoner i Nordlandsbekken og Holsfjorden.

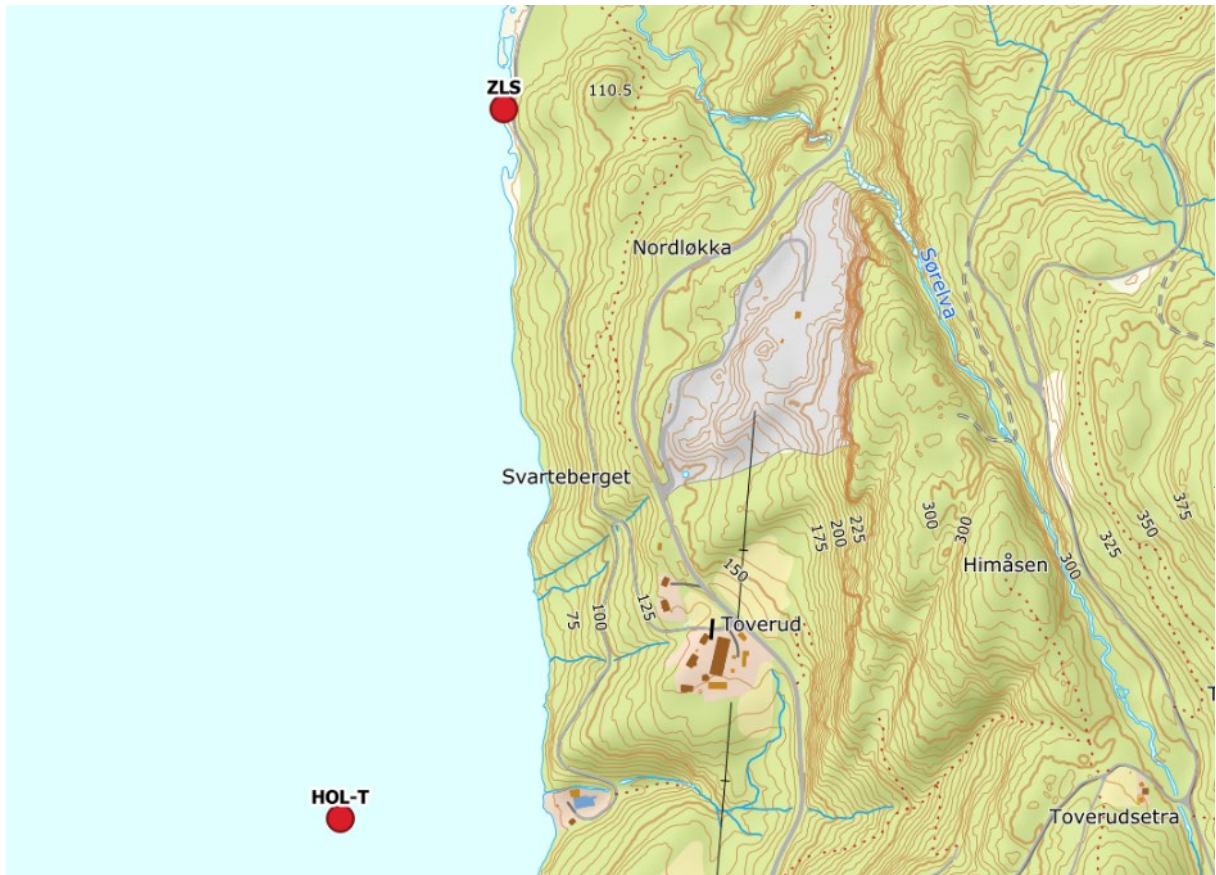




Figur 2.6. Prøvetakingsstasjoner i Damtjernbekken, Vefsrudbekken og Holsfjorden.



Figur 2.7. Prøvetakingsstasjoner i Damtjernbekken og Vefsrudbekken.



Figur 2.8. Prøvetakingsstasjoner i sørlig del av Holsfjorden.

## 2.2 Vannprøver

Det ble tatt månedlige vannprøver ved en stasjon i Isielva, tre i Rustanbekken, en i Nordlandsbekken og en i Damtjernbekken (tabell 2.2). Ved prøvetakingsstasjonene i Holsfjorden (HOL-N og HOL-T) ble det tatt ut månedlige vannprøver i perioden mai – oktober.

Vannprøvene i bekkene ble tatt 19.01, 22.02, 23.03, 28.04, 24.05, 21.06, 19.07, 30.08, 27.09, 24.10, 24.11 og 19.12. I Holsfjorden ble prøvene tatt 24.05, 21.06, 19.07, 30.08, 27.09 og 25.10. Vannprøvene fra utløpet av Damtjern- og Nordlandsbekken ble tatt samtidig med prøvene i Holsfjorden.

Vannprøvene ble levert til Eurofins sitt prøvemottak på Skøyen straks etter prøvetaking.

Vannprøvene har i all hovedsak blitt analysert etter samme analysepakke der blant annet pH, næringsstoffer, vegsalt (NaCl), tungmetaller, suspendert stoff, olje og PAH er inkludert. System for klassifisering av vannprøver basert på grenseverdier er vist i tabell 2.3. Næringsstoffer samt metaller og miljøgifter har blitt vurdert og klassifisert etter veileder 2:2018 og M608 (tabell 2.4) for gjeldende vanntype spesifisert i tabell 2.1. Metallene har blitt analysert på filtrerte prøver. Ved beregning av middelveidier der målte verdier er under deteksjonsgrensen er halvparten av deteksjonsgrensen benyttet som verdi.

For prøvene fra Holsfjorden har analysepakken blitt supplert med analyse av klorofyll A og gløderest.

Tabell 2.3. Tilstandsklasser etter veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018).

Bakgrunn I	God II	Moderat III	Dårlig IV	Svært dårlig V
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter

Tabell 2.4. Klassegrenser for analyseparametere (µg/l). Tilpasset etter tabellene 7.9a, 7.10, 7.14 og 11.10.1 i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018).

Parameter	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
<b>Tot-N</b>					
L107/R107/R109	425	675	950	1425	>1425
R108	550	775	1325	2025	>2025
<b>Tot-P</b>					
R107/R109	15	25	38	65	>65
R108	20	29	58	98	>98
L107	10	17	26	42	>42
<b>Ammonium (NH<sub>4</sub>)</b>	30	60	100	160	>160
<b>Arsen (As)</b>	0,15	0,5	8,5	85	>85
<b>Kadmium (Cd)</b>	0,003				
<40 mg CaCO <sub>3</sub> /l		<0,08	<0,45	<4,5	>4,5
40-50 mg CaCO <sub>3</sub> /l		0,08	0,45	4,5	>4,5
50-100 mg CaCO <sub>3</sub> /l		0,09	0,6	6	>6
100-200 mg CaCO <sub>3</sub> /l		0,15	0,9	9	>9
>200 mg CaCO <sub>3</sub> /l		0,25	1,5	15	>15
<b>Krom (Cr)</b>	0,1	3,4			>3,4
<b>Kopper (Cu)</b>	0,3	7,8		15,6	>15,6
<b>Kvikksølv (Hg)</b>	0,001	0,047	0,07	0,14	>0,14
<b>Nikkel (Ni)</b>	0,5	4	34	67	>67
<b>Bly (Pb)</b>	0,02	1,2	14	57	>57
<b>Sink (Zn)</b>	1,5	11		60	>60



## 2.3 Automatiske målinger

Det har blitt gjennomført automatiske målinger av vannkvalitet med multiparametersensor i Rustanbekken, Isielva, Damtjernbekken og Nordlandsbekken (tabell 2.5).

I Isielva har det blitt gjennomført automatiske målinger ved to stasjoner; en rett under Bjørumbua (KJA) og en rett nedstrøms samløpet med Rustanbekken (ISI). I Rustanbekken har det blitt gjennomført automatiske målinger ved tre stasjoner; RUS3 rett oppstrøms anleggsområdet ved Avtjerna, RUS2 ved Brenna Gårdsvei og RUS1 helt nederst i Rustanbekken. I Nordlandsbekken ble målestasjonen plassert ca. 50 m fra Fjulsrud gård. Hovedstasjonen i Damtjernbekken er lokalisert rett oppstrøms Ringeriksveien.

Tabell 2.5. Tidsperioder for automatisk overvåking av vannkvalitet.

Vassdrag	Stasjon	Nitrat	Vinterdrift	Dato
Isielva	ISI			16.05 - 15.11
	KJA			05.05 - 15.11
Rustanbekken	RUS1	X	X	04.05 - 15.11
	RUS2		X	Hele 2023
	RUS3			16.05 - 13.11
Nordlandsbekken	NOR	X		13.04 - 13.11
Damtjernbekken	DAM	X	X	Hele 2023

For on-line målinger av vannkvalitet ble det benyttet multiparametersensor (MPS) med SEBA UnilogCom logger og MPS-D8 sonde (figur 2.9).

Sondene var utstyrt med sensorer for vannhøyde, vanntemperatur, ledningsevne, pH og turbiditet. Ved stasjonene RUS1, NOR og DAM ble det i tillegg benyttet optisk sensor for online måling av nitrat, TriOS NICO nitrate sensor med wiper (figur 2.10), som måler konsentrasjon av nitrat basert på adsorpsjon av UV-lys. Nitratsensorene hadde ulikt måleområde; RUS1 0-12 mg NO<sub>3</sub>-N/l, NOR 0-30 mg NO<sub>3</sub>-N/l og DAM 0-60 mg NO<sub>3</sub>-N/l. Nitratsensorene har intern korrigering av feil skapt av turbiditet.

Vedlikehold og oppfølging av sensorene ble utført hver uke.

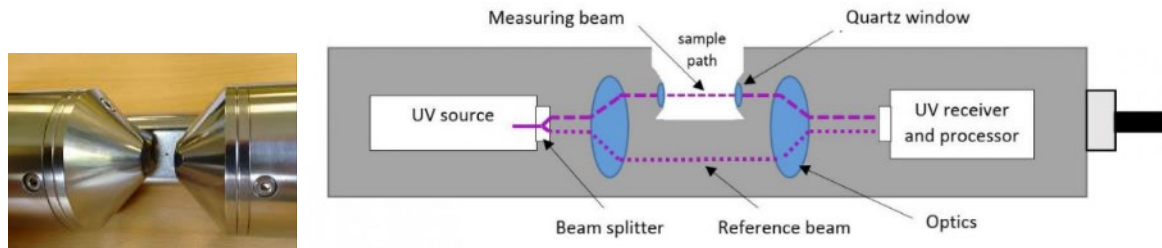
For alle automatiske stasjoner ble det utført automatiske målinger med MPS hvert 30. minutt. Data ble sendt til server, via mobilnettet, for presentasjon på egen nettbasert overvåkningside 1 gang i døgnet. Rådata fra målingene lagres på NIBIOs database <http://bioweb08.bioforsk.no/seba/projects/login.php>.

Det ble satt opp SMS-alarmer ved overskridelser av grenseverdier for pH (<6, >9) og turbiditet (>50 NTU, tre gjentak) ved alle målestasjoner. Alarmene ble sendt ut til entreprenør, byggherre og NIBIO.



Figur 2.9. Multiparametersonde (MPS-D8) som er benyttet på stasjonen for kontinuerlige automatiske målinger.





Figur 2.10. Måleprinsipp for TriOS NICO nitratsensor testet ut på stasjon RUS1 sammen med multiparameter MPS-D8.

## 2.4 Bunndyr

Vårprøvene ble tatt 11.05 og 16.05.23. Høstprøvene ble tatt 24.10.23.

Det ble tatt prøver ved en stasjon i Isielva, to stasjoner i Rustanbekken, to stasjoner i Nordlandsbekken og to stasjoner i Damtjernbekken. Referansestasjonene i Nordlandsbekken (NOR-R) og Damtjernbekken (DAM-R) ble kun prøvetatt våren 2021. Se tabell 2.2.

Bunndyrprøvene ble tatt ut ved bruk av sparkemetoden (NS-ISO 10870). Det ble benyttet håv med maskevidde på 250 µm, montert i en ramme på 25 cm x 25 cm. Det ble tatt ut prøver som i sum representerte bekkens habitatfordeling på best mulig måte. Det ble sparket i om lag 1 minutt per prøve over en strekning på 3 meter. Det ble tatt ut tre delprøver som ble slått sammen til en blandprøve. Prøven ble fiksert med etanol og lagret mørkt. Bunndyrprøvene ble analysert av Faun Naturforvaltning.

Graden av organisk belastning (forurensningstype eutrofiering) ble vurdert ved bruk av ASPT-indeksen (Average Score per Taxon; Brittain (1988)). ASPT-indeksen benyttes til å vurdere den økologiske tilstanden i bunndyrsamfunnet, med utgangspunkt i toleranseverdier på familienivå (Armitage m.fl. 1983);

$$ASPT = \frac{\sum_{i=1}^n S_k}{n}$$

der  $n$  er antall indikatortaksa og  $S_k$  er score til den  $i$ -te indikatorer.

I veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018) til vannforskriften er det en tabell med klassegrenser og referanseverdi for ASPT for fastsettelse av økologisk tilstand i elver. Verdiene i denne tabellen har blitt brukt for å vurdere økologisk tilstand på bakgrunn av bunndyrprøvene.

I tillegg til ASPT-indeksen, ble EPT-indeksen beregnet for å kunne gi en enkel vurdering av biologisk mangfold. Indeksen benytter summen av (total taksonomisk antall) for døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) (Lenat og Penrose, 1996).

## 2.5 Begroingsalger

Prøvetaking av begroingsalger ble utført 25.08.23 ved stasjonene ISI, RUS1, RUS2 og NOR og 30.08 ved DAM og DAM-UT.

Prøvetaking og dekningsgrad for makroalger ble gjennomført ved hjelp av vannkikkert der en strekning på ca. 10 meter blir undersøkt. Alle synlige makroskopiske bentiske alger ble samlet inn og lagret i hver sine prøveglass (dramsglass). Under feltarbeidet ble det notert dekningsgrad, tetthet og andre forhold som karakteriserte lokaliteten. Prøvene av mikroskopiske alger ble tatt ved å samle 10 steiner med diameter 10-20 cm fra områder av elvebunnen som ligger dypere enn laveste vannstands nivå. Oversiden av hver stein ble børstet (areal ca. 8 x 8 cm), materialet blandes med ca. 1

liter vann og overføres til prøveglass. Alle prøvene tilsettes så konserveringsmiddel (lugol) og oppbevares deretter mørkt og kjølig frem til analyse.

Vannforekomstens tilstand med hensyn til aktuell påvirkning har blitt vurdert etter fastsatte indekser angitt i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018). Ved klassifisering av analyseresultatene for begroingsalger beregnes PIT-indeksen (Periphyton Index of Trophic status) mht. eutrofiering og AIP (Acidification Index Periphyton) mht. forsuring. AIP registreres kun dersom det observeres tre eller flere indikatortaksa. Det er PIT-indeksen som er av interesse for de relativt kalkrike bekkene og elvene øst og vest for Sollihøgda.

## 2.6 Fisk

Fiskeundersøkelsene ble gjennomført 22.08 for RUS<sub>1</sub>, RUS<sub>3</sub> og DAM-UT. ISIF ble fisket 06.09.23. Undersøkelsene ble gjennomført på samme stasjoner som tidligere.

Fiskeundersøkelsen ble utført som kvantitativt el-fiske. Et el-fiskeapparat fra Terik Technology AS ble benyttet. For de fleste stasjonene har det blitt gjennomført full fiskeundersøkelse, med overfiske i tre omganger. For stasjoner med få fisk ble det kun utført enkelt overfiske.

Elektrisk fiske ble utført etter standardisert metode (NS-EN 14011) der valgt bekkeavsnitt ble overfisket i tre omganger med 30 minutters mellomrom. For de ulike lokalitetene ble det avfisket et areal på mellom 37 og 125 m<sup>2</sup>. Tettheten av fisk ( $y$ ) ble beregnet med Bohlins metode (jf. Zippin 1956; Bohlin m.fl. 1989):

$$y = \frac{T}{1 - \left(\frac{T - C_1}{T - C_3}\right)^3}$$

der  $y$  er tettheten av fisk,  $T$  er totalt antall fisk fanget, og  $C_1$  og  $C_3$  er antall fisk fanget ved hhv første og tredje gangs overfiske.

Usikkerheten i et slikt estimat kan være betydelig, særlig om metoden benyttes for en fangst på færre enn 50 fisk, jf. Forseth og Forsgren (2009). Det har bare blitt beregnet total tetthet, og det er ikke gitt separate estimater for tetthet av årsyngel og eller andre årsklasser. Fangbarheten ( $p$ ) ble beregnet ut fra estimert tetthet og totalt antall fanget fisk via følgende formel:

$$p = 1 - \sqrt[3]{1 - \frac{T}{y}}$$

Det er skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ), basert på lengdefordelingen.

## 2.7 Plankton

Planteplankton er følsomme for økning av næringssalttilførsler (eutrofiering). Med økende eutrofiering øker biomassen samtidig som artssammensetningen endres mot grupper som er tolerante for næringstilførsel. Med økende grad av eutrofiering kan artssammensetningen til slutt gå i en retning mot giftproduserende arter (cyanobakterier) som ikke blir spist av andre organismer lenger opp i næringskjeden.

Det ble tatt månedlige prøver av planteplankton ved stasjonene HOL-N og HOL-T i Holsfjorden i perioden mai-oktober.

Prøvene av planteplankton ble tatt fra en blandprøve hentet med vannhenter fra 0-10 m dyp. Samtidig ble det tatt vannprøver for analyse av klorofyll som brukes som mål på total biomasse av planteplankton. Det ble også tatt ut vannprøver som ble analysert for parametere beskrevet i kapittel

3.1, deriblant næringsstoffer. Forekomsten og artssammensetningen av planteplankton ble vurdert etter Planteplankton Trofisk Indeks (PTI):

$$PTI = \frac{\sum_{j=1}^n a_j s_j}{\sum_{j=1}^n a_j}$$

$a_j$  = andel av taxon  $j$  i prøven  $s_j$  = indikatorverdi for taxon  $j$  i prøven

Indeksen uttrykker økningen og reduksjonen av artsgrupper (taksa) som er henholdsvis tolerante og følsomme for næringstilførsel (fosfor). Indeksverdien for innsjøer varierer mellom 1,5 og 4,0 der lave verdier indikerer god status med hensyn på eutrofiering. Klassegrensene er tilpasset sju vanntyper. Basis for samlet vurdering av økologisk tilstand i Holsfjorden er vist i tabell 2.6.

**Tabell 2.6 . Klassegrenser for økologisk tilstand i innsjøtype LN1. Tilpasset etter tabell 4.2 i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen 2018).**

Parameter	Ref. verdi	Maks-verdi	I (Svært god)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,28	6,00	< 0,64	1,04	2,35	5,33	> 5,33
PTI	2,09	4,00	< 2,26	2,43	2,60	2,86	> 2,86
Cyano <sub>max</sub>	0,00	10,00	< 0,16	1,00	2,00	5,00	> 5
Klorofyll $a$	3		< 6	6 - 9	18	36	> 36
Totalfosfor	6		< 10	17	26	42	> 42
Totalt nitrogen	275		< 425	675	950	1425	> 1425

I tillegg til planteplankton, ble det også tatt ut prøver av dyreplankton i mai, juli og oktober. Sammensetningen av dyreplanktonsamfunnet er viktig for næringskjeden og avgjørende for nedbeiting og dynamiske variasjoner av ulike arter av planteplankton. Referanseundersøkelsene av dyreplankton vil kunne vise seg viktige og nødvendige for å avklare eventuelle endringer og økologiske sammenhenger ved økt belastning av nitrogenforbindelser og partikler i anleggsfasen i prosjektet.

Prøvene ble tatt ut ved håvtrekk fra 10-15 m dyp. I veileder 02:2018 har det blitt innført to forsuringsindekser basert på småkrepser og indikatortaksa med ulik følsomhet for forsurening (LAC1) sammen med diversitet av krepser (LAC2). I dette prosjektet er det hovedsakelig eutrofieringsproblematikken som er relevant. Det ble tatt littorale håvtrekk av dyreplankton på stasjonene ZLV og ZLS.

Eutrofieringsindekser basert på småkrepser og zooplankton har blitt anbefalt utviklet for bruk innenfor EUs vannrammedirektiv (Jeppesen m.fl. 2011), med basis i kunnskap om arter som er følsomme og tolerante for eutrofiering (Haberman and Halda 2014).

## 2.8 eDNA

Det ble samlet inn miljø-DNA-prøver for DNA metastrekkoding fra en stasjon i Isielva (KJA) 28.08.22 og ved to stasjoner i renseanlegget i Nordlandsdalen 21.09.22. Fem liter vann ble filtrert gjennom et kapselfilter (5,0  $\mu$ m GF-forfilter og 0,8  $\mu$ m PES-filter, NatureMetrics) ved hjelp av en batteridrevet peristaltisk pumpe (Bürkle Vampire). Filtrene ble tilsatt ATL-buffer (Qiagen) frem til videre analyser på genetikklaboratoriet. NIBIO samlet inn prøvene sendte inn til NINA som utførte analyser og rapportering (tabell 1.1). Se vedlegg for notat fra NINA som gir en nøyere omtale av metodikk og resultater.

Det ble brukt både arts-spesifikke markører for å påvise enkeltarter og arts-generelle markører for å beskrive artsmangfoldet av artsgrupper i bekkene. Artsspesifikke markører ble brukt for å se etter laksefiskparasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae*.

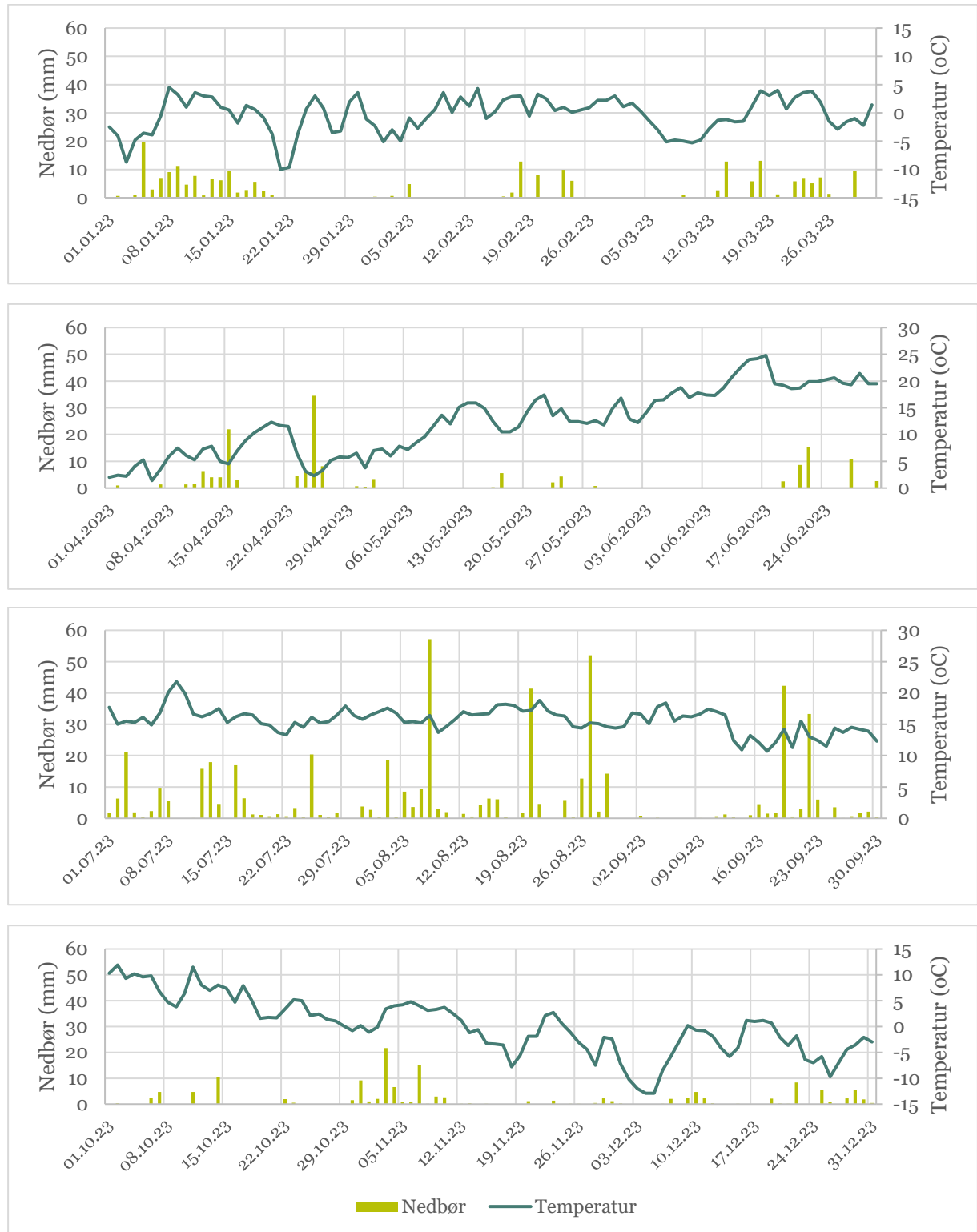
Artsgenerelle markører ble brukt for å få et bilde av artsmangfoldet i bekkene og nærområdene. Det ble brukt to markører hvor den ene er spesielt tilpasset insekter (EPTD) og den andre er mer generell for virvelløse dyr (BF3BR2).

Resultatene for prøven som ble tatt ut i Kjaglielva (KJA) 28.08.22 blir omtalt i denne årsrapporten. Prøvene fra renseanlegget i Nordlandsdalen, som har blitt undersøkt for mangfold av bakterier, blir omtalt i rapport om renseanlegget som ferdigstilles våren 2024.

# 3 Resultater

## 3.1 Nedbør og temperatur

Figur 3.1 og tabell 3.1 viser nedbør og lufttemperatur gjennom 2023 (Fra SN18700, Blindern).



Figur 3.1. Nedbør (døgn) og lufttemperatur (døgnmiddel) per dag 2023 (data fra seklima.met.no 20.02.24).



Figur 3.1 viser døgnnedbør og døgnmiddel for lufttemperatur for målestasjon Blindern gjennom 2023. Data er presentert med en delfigur for hvert kvartal. I første kvartal var det mange dager med nedbør og særlig i januar, da det samlet kom 101 mm (tabell 3.1). I andre kvartal kom det mye nedbør 25. april, til sammen 35 mm. Det var lite nedbør i mai og juni, men noen nedbørshendelser i slutten av juni. Det kom 15 mm den 25. juni og 11 mm den 27. juni.

August var uvanlig nedbørsrik med en samlet månedsnedbør på 260 mm. Herunder to uvanlig kraftige nedbørshendelser 8. og 27., da det kom henholdsvis 57 og 52 mm. Disse nedbørshendelsene skapte flommene «Hans» og «Lillehans», som ga uvanlig høy vannføring i undersøkte bekker og elver.

I september var det to store nedbørshendelser 19. og 22.09, med henholdsvis 42 og 33 mm.

Oktober og desember var relativt nedbørfattig, mens det var noe mer nedbør i november. To nedbørshendelser 3. og 7.11 ga henholdsvis 22 og 15 mm nedbør.

Samlet nedbør i 2023 var 1024 mm (tabell 3.1), noe som er vesentlig høyere enn årsnedbøren i 2022 (861 mm) og 2021 (644 mm). Middeltemperaturen i 2023 var 7 °C, noe som er høyere enn 5,8 °C i 2022 og 4,8 °C i 2021.

**Tabell 3.1 Nedbør og lufttemperatur per måned i 2023 (data fra 2023 lastet fra seklima.met.no 20.02.24)**

Måned	Nedbør (mm)			Temperatur		
	Snitt	Maks	Sum	Min	Snitt	Maks
Januar	3,2	19,8	100,5	-10	-1,1	4,5
Februar	1,6	12,8	46,0	-5,1	0,4	4,3
Mars	2,3	13,1	72,6	-5,3	-0,5	4,0
April	3,3	34,5	99,7	1,4	6,1	12,3
Mai	0,5	5,6	17,0	3,8	11,9	17,4
Juni	1,3	15,4	39,9	12,2	19,0	24,8
Juli	4,7	21,1	146,9	13,3	16,3	21,8
August	8,4	57,2	259,8	13,7	16,2	18,8
September	3,5	42,3	105,8	10,7	14,4	18,4
Oktober	1,1	10,5	35,6	-0,8	5,4	11,9
November	2,0	21,7	60,5	-7,8	-0,4	4,8
Desember	1,3	8,4	39,2	-12,9	-4,6	1,2
<b>2023</b>	<b>2,8</b>	<b>57,2</b>	<b>1024</b>	<b>-12,9</b>	<b>7,0</b>	<b>24,8</b>
2022	2,4	42	861	-11,8	5,8	20,3
2021	1,8	36	644	-14,7	4,8	21
2020	3,0	39	1088	-15,7	6,7	22
2019	3,1	43	1000	12,8	5,6	24,8
2018	1,8	43	644	-6,8	5,0	22,3

## 3.2 Vannprøver

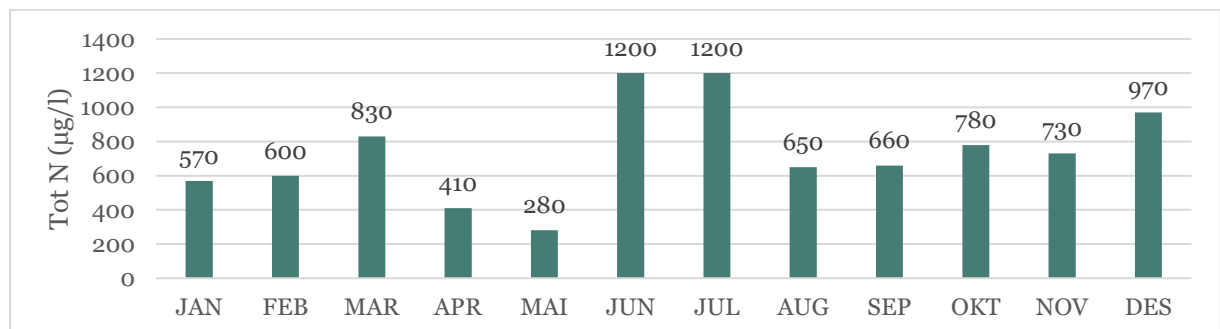
### 3.2.1 Isielva

Tabell 3.2 og figur 3.2 og 3.3 viser oppsummering av næringsstoffer i vannprøver tatt i Isielva i 2023. Innholdet av totalnitrogen (Tot-N) varierte mellom 0,3 og 1,2 mg/l. Med en snittkonsentrasjon på 0,7 mg/l havnet elva innenfor *moderat* tilstand for vanntype R107. Det er en forbedring fra 2022, da snittkonsentrasjonen var 1,3 mg/l, tilsvarende *dårlig* tilstand. Konsentrasjonene var høyest i perioder med liten vannføring og begrenset fortykning, dvs. i juni, juli og desember (figur 3.2). Det meste av nitrogenet forekom som nitrat (NO<sub>3</sub>). Det ble ikke påvist nitritt (NO<sub>2</sub>) i noen av vannprøvene.

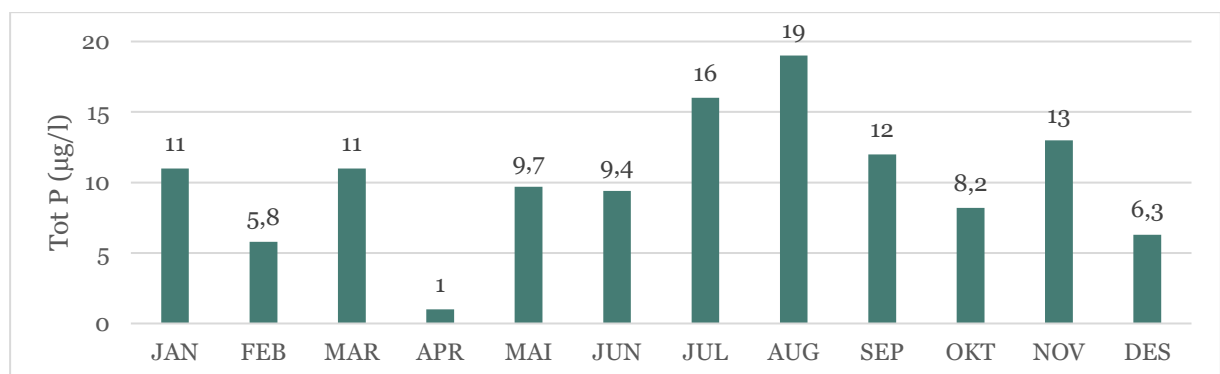
Konsentrasjonene av fosfor var lave gjennom hele året med en snittverdi tilsvarende *svært god* tilstand. Høyeste konsentrasjon (19 µg/l) ble påvist i august ved høy vannføring (figur 3.3).

**Tabell 3.2. Min-, snitt- og maksverdier for næringsstoffer (µg/l) i vannprøver tatt i Isielva 2023 (n=12). Nitrogen og fosfor fra forundersøkellesperioden 2018-2020 og anleggsperioden 2021-2022 er tatt med til sammenligning.**

		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N				Tot-P				
				2023	2022	2021	2018-2020	2023	2022	2021	2018-2020	
ISI	Min	<5	130	280	660	340	330	<2	7,6	4,1	0,003	
	Snitt	13	546	740	1291	1000	610	508	10	11	11	8,2
	Maks	61	710	1200	2000	2300	710	19	20	28	24	



**Figur 3.2. Totalnitrogen i Isielva i 2023.**



**Figur 3.3. Totalfosfor i Isielva i 2023.**

Tabell 3.3 viser innhold av tungmetaller i vannprøver tatt i Isielva i 2023. Som tidligere var det lave konsentrasjoner av alle metallene som tilsvarte *god* eller *svært god* tilstand. Det ble ikke påvist PAH eller THC i vannprøvene tatt i Isielva 2023.

**Tabell 3.3. Min-, snitt- og maksverdier (µg/l) av aluminium (Al), arsen (As), bly (Pb), jern (Fe), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn), thorium (Th) og uran (U) i vannprøver tatt i Isielva i 2023. n=12**

		Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Cr6	Hg	Mn	Ni	Zn	Th	U
SI	Min	21	0,11	0,01	7,7	0,002	0,23	0,09	<0,2	<0,002	0,15	0,07	0,43	<0,01	0,11
	Snitt	61	0,14	0,01	22	0,005	0,39	0,13	<0,2	<0,002	1,2	0,14	1,06	0,01	0,28
	Maks	110	0,20	0,04	40	0,008	0,57	0,19	<0,2	<0,002	2,5	0,20	1,5	0,03	0,67

pH i Isielva varierte mellom 7,3 og 8,0 (tabell 3,4). Ledningsevnen var høyest under perioder med lav vannføring, som i juni og desember. Det var lite partikler i vannprøvene, i all hovedsak under 2 mg SS/l.

**Tabell 3.4. pH, ledningsevne, turbiditet, suspendert stoff (SS) og total organisk karbon (TOC) i vannprøver tatt i Isielva i 2023. Ved beregning av snitt av suspendert stoff er halve deteksjonsgrensen brukt som verdi dersom SS <2 mg/l.**

		pH	Ledningsevne (mS/m)	Turbiditet (NTU)	SS (mg/l)	TOC (mg/l)
SI	Min	7,3	5,8	0,1	<2	2,8
	Snitt	7,7	11	0,8	1,1	5,2
	Maks	8,0	18	1,5	2,6	8,7

Tabell 3.5 viser innhold av basekationer og anioner i Isielva i 2023. Kalsiumkonsentrasjoner i vannprøvene varierte mellom 9 og 23 mg/l, og med et snitt på 16 mg/l. Konsentrasjonen av klorid varierte mellom 1,5 og 13 mg/l. Den høyeste verdien ble målt i mars i forbindelse med vegsalting og utvasking av vegsalt fra snøsmelting langs vegen. Påviste kloridkonsentrasjoner er ikke problematiske for vannlevende organismer i Isielva Sulfatverdiene var lave og viste liten variasjon gjennom året.

**Tabell 3.5. Min-, snitt- og maksverdier (mg/l) av kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), sulfat (SO<sub>4</sub>) og klorid (Cl) i Isielva 2023.**

		Ca	K	Mg	Na	Cl	SO <sub>4</sub>
SI	Min	8,6	0,05	0,8	2,1	1,5	1,4
	Snitt	16	0,45	1,5	4,7	5,0	3,2
	Maks	23	0,71	2,2	8,1	13	5,8

### 3.2.2 Rustanbekken

Tabell 3.6 viser innhold av næringsstoffer i Rustanbekken i 2023 sammenlignet med tidligere. De anleggsbelastede stasjonene RUS1 og RUS2 viste lavere nitrogenkonsentrasjoner enn i 2022. Snittkonsentrasjonene i 2023 tilsvarte *dårlig* tilstand for vanntype R108, med hhv. 1,8 og 1,9 mg/l. I 2022 tilsvarte de *svært dårlig* tilstand, med snittverdier på hhv. 2,7 og 3,3 mg/l.

De høyeste nitrogenkonsentrasjonene på RUS1 og RUS2 ble målt i juni og juli (figur 3.4), ved lav vannføring og mindre fortykning av tilført nitrogen.

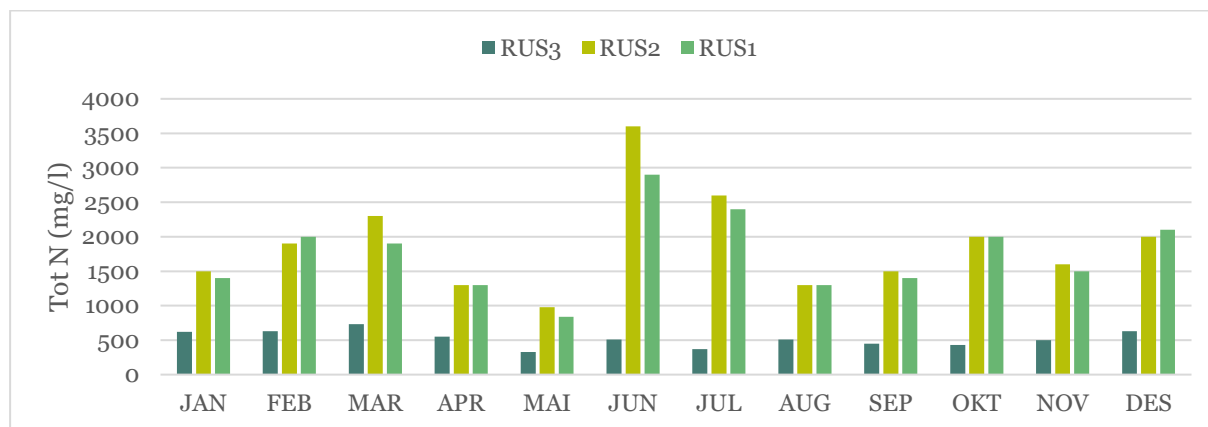
Referansestasjonen RUS3 viste betydelig lavere nitrogenkonsentrasjoner enn RUS1 og RUS2 (tabell 3.6 og figur 3.4), og snittverdien på 0,5 mg/l tilsvarte *god* tilstand. Referansestasjonen RUS3 viste også lavere konsentrasjoner i 2023 enn i 2022.

Nitrogenet forekom i hovedsak som nitrat (tabell 3.6). Det ble påvist lave konsentrasjoner av nitritt på alle stasjoner.

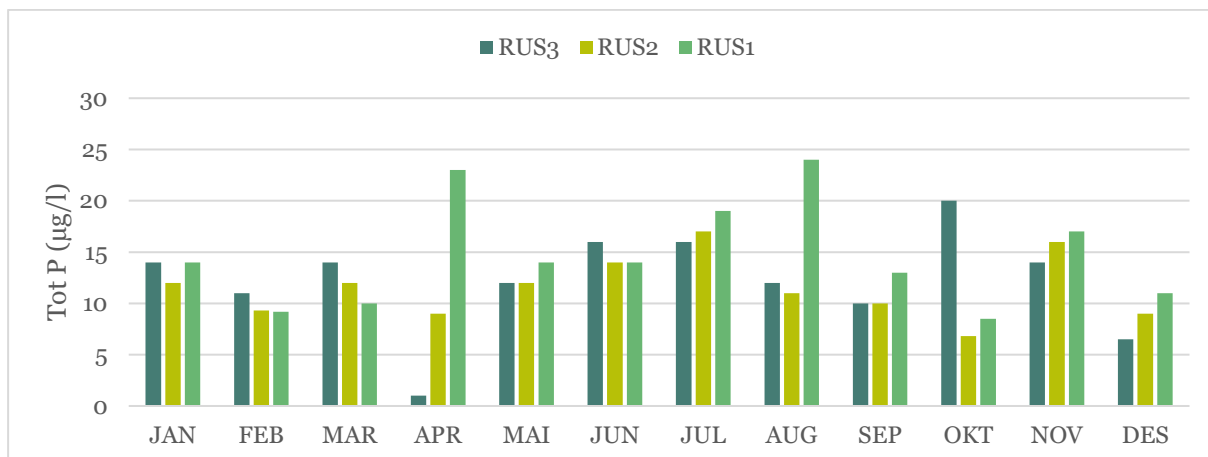
Fosforkonsentrasjonene var lave, og snittverdien tilsvarte *svært god* tilstand ved alle tre stasjonene (tabell 3.6). Månedsprøvene viste omtrent samme fosforkonsentrasjoner for alle tre stasjoner i Rustanbekken (figur 3.5).

Tabell 3.6. Min-, snitt- og maksverdier for ammonium (NH<sub>4</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), totalnitrogen og totalfosfor (µg/l) i Rustanbekken 2023. n=12. \*Beregnete snittverdier uten prøven tatt i september 2021.

		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	Tot-N				Tot-P				
					2023	2022	2021		2018-2021	2023	2022	2021	2018-2021
RUS1	Min	<5	650	<2	840	1500	580		400	8,5	8,7	6,6	< 3
	Snitt	16	1328	2,9	1753	2717	2000	1293*	724	15	13	21,1	14
	Maks	38	2100	8,1	2900	4700	4800		1100	24	16	66	22
RUS2	Min	<5	880	<2	980	1600	780		410	6,8	11	1,5	3,9
	Snitt	66	1551	4,5	1882	3292	2000	1356*	832	12	15	22	14
	Maks	650	2600	13	3600	6500	5700		3000	17	33	65	35
RUS3	Min	5,8	100	<2	330	350	310		400	<2	9,9	9,3	< 3
	Snitt	21	271	2,2	522	650	1000	536*	601	12	15	17	14
	Maks	57	540	7,3	730	1200	2300		970	20	26	36	23



Figur 3.4. Totalnitrogen i vannprøver ved tre stasjoner i Rustanbekken i 2023.



Figur 3.5. Totalfosfor (Tot-P) i vannprøver ved tre stasjoner i Rustanbekken i 2023.

Tabell 3.7 viser innhold av tungmetaller i vannprøver i Rustanbekken. Alle klassifiserte metaller viste *god* eller *svært god* tilstand. Som i 2022 viste RUS3 et noe forhøyet innhold av jern og mangan sammenlignet med RUS1 og RUS2. Det har sammenheng med at RUS3 mottar avrenning fra myrterreng langs bekkeløpet, samt at bekken er sakteflytende i dette området.

Det ble ikke påvist verken PAH eller oljeforbindelser (THC) i vannprøvene fra RUS1, RUS2 og RUS3 i 2023.

Tabell 3.7. Minimum, snitt- og maksverdier (µg/l) av aluminium (Al), arsen (As), bly (Pb), jern (Fe), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn), thorium (Th) og uran (U) i Rustanbekken i 2023.

		Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Cr6	Hg	Mn	Ni	Zn	Th	U
RUS 1	Min	24	0,13	0,005	2,6	0,004	0,41	0,18	<0,2	<0,002	0,07	0,09	0,46	<0,01	0,29
	Snitt	55	0,17	0,013	15	0,005	0,56	0,36	0,33	<0,002	0,83	0,15	1,09	0,01	0,67
	Maks	88	0,23	0,033	34	0,007	0,83	0,70	0,63	<0,002	2,00	0,22	1,50	0,03	1,40
RUS2	Min	29	0,13	0,005	3,6	0,002	0,45	0,21	<0,2	<0,002	0,15	0,09	0,49	<0,01	0,32
	Snitt	63	0,18	0,020	19	0,003	0,63	0,52	0,52	<0,002	1,13	0,16	0,97	0,01	0,80
	Maks	100	0,26	0,086	42	0,006	1,30	0,90	1,00	<0,002	2,40	0,25	1,50	0,04	1,70
RUS3	Min	13	0,17	0,005	18	0,002	0,37	0,07	<0,2	<0,002	0,46	0,15	1,00	<0,01	0,26
	Snitt	90	0,22	0,038	50	0,003	0,57	0,11	<0,2	<0,002	27,7	0,20	1,90	0,02	0,46
	Maks	150	0,29	0,060	76	0,005	0,76	0,17	<0,2	<0,002	230	0,27	3,90	0,04	0,95

Tabell 3.9 viser pH, ledningsevne, partikkelinnhold og organisk karbon i vannprøver 2023. pH i vannprøvene varierte mellom 7,5 og 8,1 ved RUS1 og RUS2 og mellom 7,3 og 7,7 for RUS3. Det var generelt lite partikler i vannprøvene. Høyeste turbiditet på RUS2 var 20 NTU og høyeste innhold av SS på 4,5 mg/l. Høyeste turbiditet på referansestasjonen RUS3 var 25 NTU og med tilhørende SS-verdi på 7,2 mg/l.

Innholdet av TOC varierte mellom 2,4 og 16 mg/l, med et snitt på omtrent 5 mg/l ved RUS1 og RUS2 og 10 mg/l ved RUS3.



Tabell 3.9. pH, ledningsevne, turbiditet, suspendert stoff (SS) og total organisk karbon (TOC) i Rustanbekken i 2023.

		pH	Ledningsevne (mS/m)	Turbiditet (NTU)	SS (mg/l)	TOC (mg/l)
RUS1	Min	7,5	9,5	0,6	<2,0	2,4
	Snitt	7,7	17	2,4	<2,0	4,5
	Maks	8,1	30	5,6	<2,0	8,1
RUS2	Min	7,5	9,1	0,5	<2	2,7
	Snitt	7,8	17	4,8	1,9	5,1
	Maks	8,1	31	20	4,5	9,2
RUS3	Min	7,3	6,7	0,5	<2	6,5
	Snitt	7,5	16	3,2	1,8	9,8
	Maks	7,7	38	25	7,2	16

Tabell 3.10 viser innhold av basekationer og anioner i vannprøver i Rustanbekken 2023. Innholdet av kalsium varierte mellom 10 og 29 mg/l, med et snitt på 16-20 mg/l. Det er noe lavere enn i 2022. Rustanbekken er påvirket av vegsalt. Kloridinnholdet lå i snitt på rundt 20 mg/l med høyeste målte verdi i vannprøven tatt i mars (56 mg/l). Snittet i 2023 var lavere enn i 2022. Påviste konsentrasjoner av klorid er ikke problematiske for fisk og vannlevende organismer i Rustanbekken.

Sulfatinnholdet varierte mellom 1 og 10 mg/l, med snittverdier mellom 3 og 6 mg/l. Sulfatverdiene var noe lavere enn i 2022.

Tabell 3.10. Minimum, snitt- og maksverdier (mg/l) av kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg), natrium (Na), sulfat (SO<sub>4</sub>) og klorid (Cl) i Rustanbekken i 2023. n=12

		Ca	K	Mg	Na	SO <sub>4</sub>	Cl
RUS1	Min	12	<0,1	1,3	5,3	1,0	3,9
	Snitt	20	0,9	2,2	13	5,7	18
	Maks	29	1,3	3,2	31	10	56
RUS2	Min	11	<0,1	1,2	4,1	2,8	3,7
	Snitt	20	0,9	2,4	12	5,3	17
	Maks	28	1,3	3,7	31	8,6	57
RUS3	Min	10	0,5	1,0	4,1	1,9	4,6
	Snitt	16	0,7	2,3	13	2,8	22
	Maks	28	1,0	4,3	42	3,9	80

### 3.2.3 Bekker til Holsfjorden

Tabell 3.11 og figur 3.6 viser innhold av næringsstoffer i Nordlandsbekken og Damtjernbekken i 2023.

Bekkene viste *god* tilstand for totalfosfor med gjennomsnittskonsentrasjoner gjennom året på hhv. 16 og 17 µg/l. Begge bekkene viste forhøyede konsentrasjoner av fosfor under snøsmelting og vårflom i april, hhv. 66 og 64 µg/l.

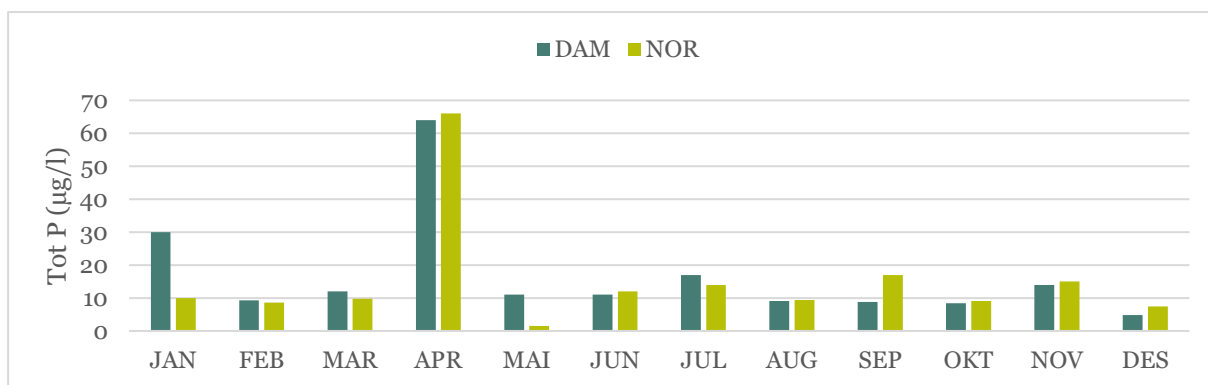
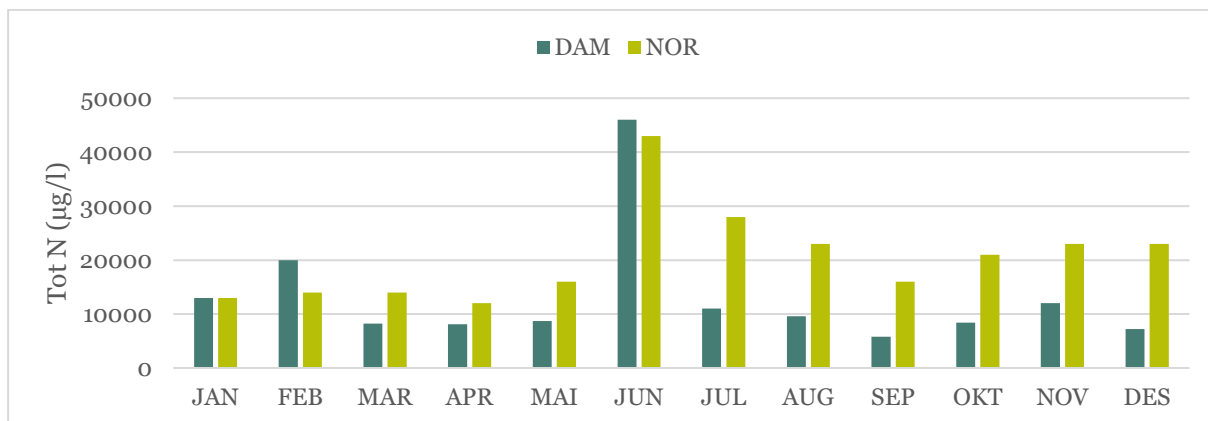
Begge bekkene viste høye konsentrasjoner av totalnitrogen tilsvarende *svært dårlig* tilstand, med snittkonsentrasjoner for NOR og DAM på hhv. 21 og 14 mg/l. Maksimale konsentrasjoner var 43 og 46 mg/l. NOR viste høyere snitt- og maksverdier for nitrogen enn i 2022, mens det var omvendt for DAM. Utover høsten 2023 viste NOR vesentlig høyere konsentrasjoner av nitrogen enn DAM. Begge bekkene viste de høyeste nitrogenkonsentrasjonene for prøvene som ble tatt i juni.

Nitrogenet forekom i hovedsak som nitrat. For DAM var det også noe ammonium (snitt 1,2 mg/l) og litt nitritt (snitt 0,1 mg/l) som følge av at bekken ble tilført rensert tunneldrivevann. Nitritt viste lavere konsentrasjoner i 2023 enn i 2022, da det var et snitt på 362 µg/l og en maksverdi på 990 µg/l. I henhold til Akvakulturforskriftens paragraf 22 skal nitritt-N for smoltoppdrett i ferskvann ikke overstige 0,1 mg/l, da høyere konsentrasjoner kan gi økt dødelighet (Fjellheim mfl. 2017). Sterkt forhøyede konsentrasjoner av nitritt kan gi kroniske eller akutte effekter på flere typer av vannlevende organismer. Det ble imidlertid påvist både ørretunger og normal bunndyrfauna i DAM både i 2022 og 2023.

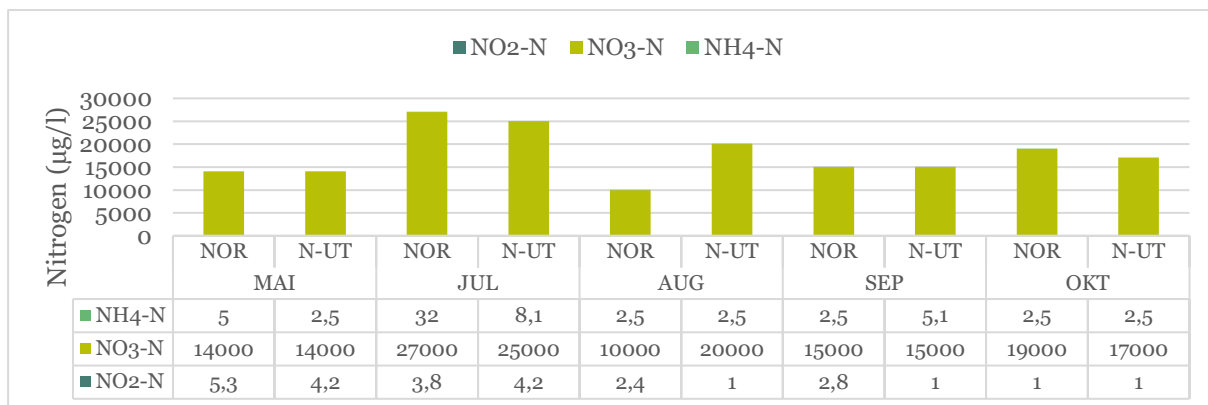
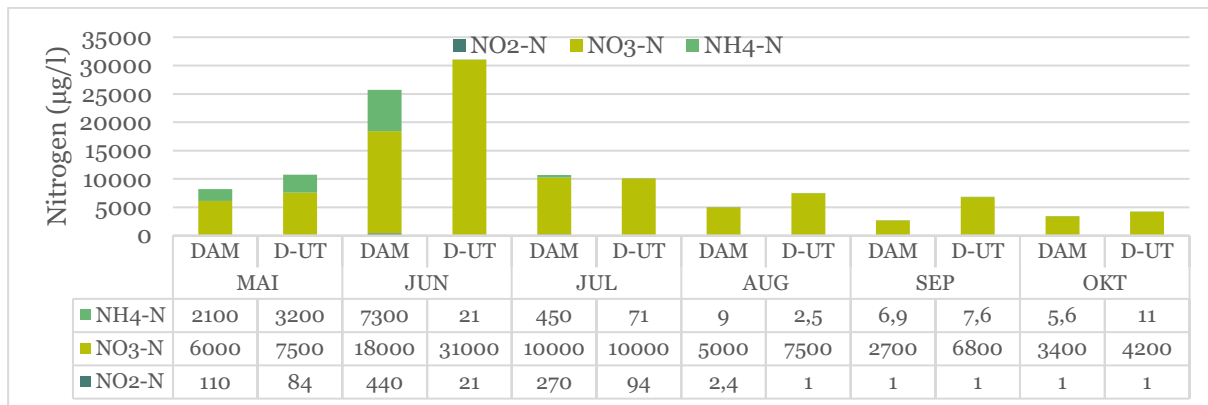
Ved utløpet av Damtjernbekken (DAM-UT) var konsentrasjonene av ammonium og nitritt lavere enn i DAM (figur 3.7). Dette har sammenheng med nitrifikasjon og omsetning av nitrogen i bekkeløpet samt fortykning.

**Tabell 3.11. Minimum, snitt og maksverdier for ammonium (NH<sub>4</sub>-N), nitrat (NO<sub>3</sub>-N), totalnitrogen (Tot-N) og totalfosfor (Tot-P) (µg/l) i Nordlandsbekken: NOR (n=12) og NOR-UT (n=5) og Damtjernbekken: DAM (n=12) og DAM-UT (n=6) i 2023.**

		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	Tot-N				Tot-P			
					2023	2022	2021	2018-2020	2023	2022	2021	2018-2020
NOR	Min	<5	7200	<2	12000	1700	390	460	<3	6,1	5,7	<1,5
	Snitt	6,4	16067	2,7	20500	9407	2408	546	16	18	17,6	12
	Maks	32	36000	7,5	43000	23 000	8200	700	66	46	54	36
NOR-UT	Min	<5	14000	<2	16000	4200			12	7,0		
	Snitt	4,1	18200	2,3	19000	8775			15	29		
	Maks	8,1	25000	4,2	25000	12000			22	46		
DAM	Min	5,6	2700	<2	5800	1800	410	350	8,4	1,5	1,5	<1,5
	Snitt	1219	8092	104	13567	27827	3693	525	17	18	11,5	11
	Maks	7300	18000	440	46000	56000	11000	820	64	60	27	40
DAM-UT	Min	<5	4200	<2	6700	10000			8,7	3,4		
	Snitt	552	11167	34	12200	28000			12	25		
	Maks	3200	31000	94	29000	35000			16	45		



Figur 3.6. Totalnitrogen og totalfosfor i vannprøver tatt i Damtjernbekken og Nordlandsbekken 2023.



Figur 3.7. Nitritt (NO<sub>2</sub>-N), nitrat (NO<sub>3</sub>-N) og ammonium (NH<sub>4</sub>-N) i vannprøver tatt ved hovedstasjonene i Damtjernbekken (DAM) og Nordlandsbekken (NOR) samt ved utløpene ut til Holsfjorden (D-UT og N-UT).

Tabell 3.12 viser metaller i vannprøver fra Damtjern- og Nordlandsbekken i 2023. Alle snittverdier for klassifiserte metaller havnet i *god* eller *svært god* tilstand. Prøven tatt i DAM i juni viste en konsentrasjon av seksverdig krom på 11 µg/l. Dette tilsvarer *svært dårlig* tilstand. Den samtidige prøven ved utløpet av Damtjernbekken (DAM-UT) viste 3,1 µg/l, tilsvarende *god* tilstand. Fortynning og retensjon har bidratt til å beskytte den nedre og fiskeførende delen av Damtjernbekken mot toksiske verdier av seksverdig krom fra tunnelvann.

**Tabell 3.12. Minimum, snitt- og maksverdier (µg/l) av aluminium (Al), arsen (As), bly (Pb), jern (Fe), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn), uran (U) og thorium (Th) i vannprøver tatt ved NOR (n=12) og NOR-UT (n=5) Nordlandsbekken og ved DAM (n=12) og DAM-UT (n=4) Damtjernbekken i 2023.**

		Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Cr6	Hg	Mn	Ni	Zn	Th	U
NOR	Min	13	0,12	<0,010	2,2	<0,004	0,36	<0,05	<0,2	<0,002	<0,05	0,10	0,35	<0,010	0,8
	Snitt	29	0,14	0,017	7,0	0,003	0,63	0,08	<0,2	<0,002	0,7	0,14	0,82	0,007	4,6
	Maks	51	0,19	0,061	15	0,004	1,10	0,12	<0,2	<0,002	2,10	0,19	1,10	0,019	2,8
NOR-UT	Min		0,12	<0,010		<0,004	0,36	<0,05		<0,002		0,11	0,53		
	Snitt		0,16	0,025		0,003	0,55	0,08		<0,002		0,16	0,72		
	Maks		0,19	0,051		0,006	0,71	0,13		<0,002		0,24	1,10		
DAM	Min	53	0,13	<0,010	0,8	<0,004	0,24	0,11	<0,2	<0,002	0,6	0,09	0,23	<0,010	0,3
	Snitt	104	0,21	0,016	39	0,006	0,52	1,85	1,82	<0,002	6,2	0,16	0,89	0,014	1,0
	Maks	160	0,52	0,037	84	0,009	0,98	11,0	11,0	<0,002	17	0,22	1,40	0,034	3,1
DAM-UT	Min		0,14	<0,010		<0,004	0,27	0,08		<0,002		0,09	0,48		
	Snitt		0,21	0,032		0,004	0,45	1,03		<0,002		0,17	0,70		
	Maks		0,26	0,074		0,007	0,75	3,10		<0,002		0,28	1,20		

Tabell 3.13 viser pH, ledningsevne, organisk karbon og partikler i vannprøver tatt i Damtjern- og Nordlandsbekken i 2023. Begge bekkene har tidvis høy ledningsevne som følge av forhøyede konsentrasjoner av nitrat tilført fra sprengsteinsavrenning og tunnelvann. Bekkene har relativt høy pH, delvis som følge av kalkrike forhold og som følge av anleggspåvirkning med betongarbeider. Vannprøvene viste lav turbiditet og lavt innhold av partikler (SS).

**Tabell 3.13. pH, ledningsevne, turbiditet, suspendert stoff (SS) og total organisk karbon (TOC) i vannprøver tatt i Nordlandsbekken og Damtjernbekken (n=12) i 2023.**

		pH	Ledningsevne (mS/m)	Turbiditet (NTU)	SS (mg/l)	TOC (mg/l)
NOR	Min	7,6	35	0,3	<2	2,3
	Snitt	7,9	48	2,0	1,4	4,5
	Maks	8,0	75	14	4,8	6,6
DAM	Min	7,1	14	0,2	<2	3,2
	Snitt	7,5	28	3,0	3,0	7,5
	Maks	7,9	73	13	14	14

Tabell 3.14 viser innhold av basekationer og anioner i vannprøver tatt i Damtjernbekken og Nordlandsbekken i 2023. Begge bekkene er naturlig kalkrike, men har hatt høyere konsentrasjoner av kalsium under anleggsperioden. I slutten av juli opphørte tilførselen av rensset tunnelvann til Damtjernbekken, noe som førte til avtakende konsentrasjoner av kalsium og sulfat i bekkevannet sammenlignet med 2022. For Nordlandsbekken har kalsium økt som følge av bruk av skjellsand og knust kalkstein i rensefiltre for nitrogen.



Tabell 3.14. Min-, snitt- og maksverdier (mg/l) av kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), sulfat (SO<sub>4</sub>) og klorid (Cl) i vannprøver tatt i Nordlands- (n=12) og Damtjernbekken i 2023.

		Ca	K	Mg	Na	SO <sub>4</sub>	Cl
NOR	Min	38	0,8	3,7	16	8,0	21
	Snitt	60	1,5	5,3	29	15	49
	Maks	93	3,4	8,4	52	26	110
DAM	Min	16	0,7	1,5	5,5	6,3	8,8
	Snitt	33	3,5	2,9	13	14	22
	Maks	81	15	5,0	33	46	39

Det har ikke blitt påvist olje (THC) i prøvene fra DAM eller NOR i 2023. For Damtjernbekken gir dette trygghet for at det ikke vaskes ut oljeforbindelser fra bunnrenskmasser deponert på Skaret. I oktober ble det utført en analyse av BTEX for DAM, men det ble ikke påvist noen BTEX-forbindelser

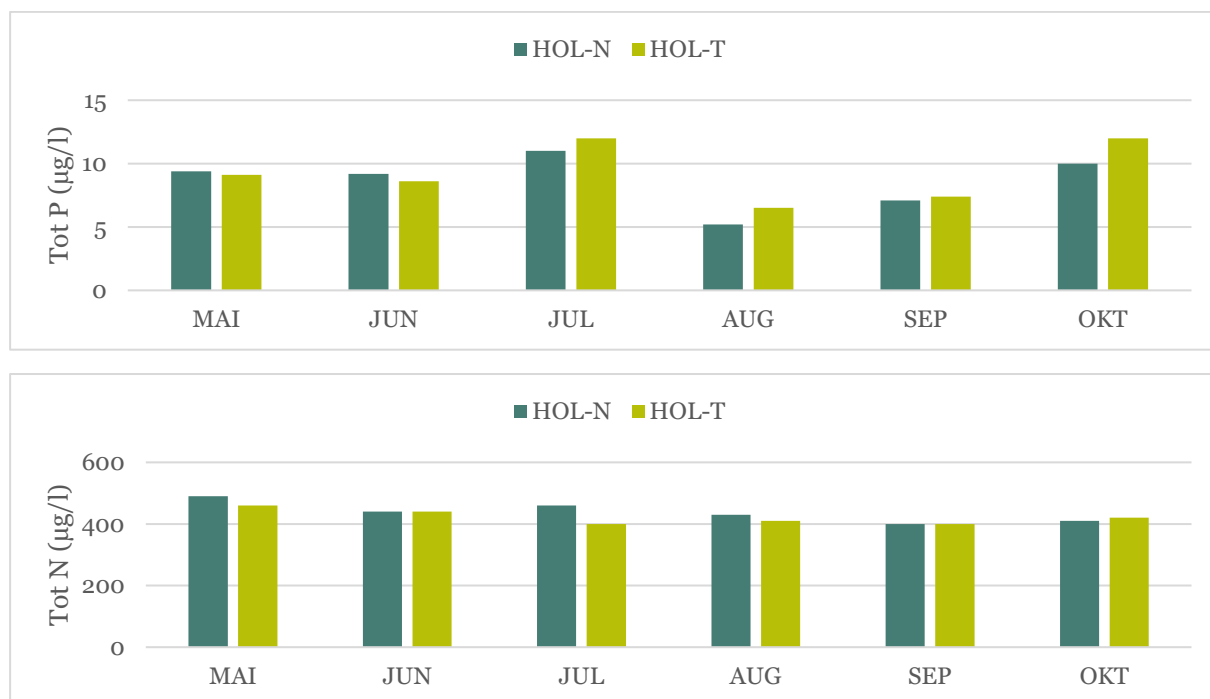
For DAM ble det påvist lave konsentrasjoner av PAH i fire av de 12 månedsprøvene, dvs. januar, april, juni og august. Naftalen ble påvist i alle fire prøver i konsentrasjoner fra 18-25 ng/l. For prøven i juni ble det i tillegg påvist acenaftylen og flouren, henholdsvis 13 og 14 ng/l. Konsentrasjonene av påviste PAH-forbindelser tilsvarer tilstandsklasse *god* i henhold til veileder M608 (rev. 2020). Påviste PAH-forbindelser kan stamme fra tunneldrivevann eller trafikkpåvirket overvann fra E16.

### 3.2.4 Holsfjorden

Tabell 3.15 og figur 3.8 viser innhold av næringsstoffer i vannprøver tatt i Holsfjorden. Både HOL-N og HOL-T viste *god* eller *svært god* tilstand for både nitrogen og fosfor. Snittkonsentrasjonene var omtrent som tidligere, men noe lavere enn i 2022. Endringen ga ingen forskjell for tilstandsvurderingen. Stasjonene viste omtrent samme min-, maks- og snittverdier for nitrogen og fosfor, og forskjellene er godt innenfor usikkerhet for analysene. Tendensen var likevel at HOL-N viste marginalt høyere nitrogenverdier enn HOL-T, noe som kan ha sammenheng med nitrogenavrenning fra Nordlands- og Damtjernbekken.

Tabell 3.15. Minimum, snitt og maksverdier for ammonium, nitrat, totalnitrogen og totalfosfor (µg/l) i Holsfjorden 2023 (n=6). Tot-N og Tot-P er sammenlignet med forundersøkelsesperioden 2018-2020 og anleggsfasen 2021.

		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N				Tot-P			
				2023	2022	2021	2018-2020	2023	2022	2021	2018-2020
HOL-N	Min	<5	240	400	400	400	370	5,2	3,4	5,3	<3
	Snitt	15	285	438	486	443	462	8,7	6,8	8,9	8,1
	Maks	38	340	490	560	500	590	11	12	13	24
HOL-T	Min	<5	250	400	400	370	340	7	6,1	3,8	<3
	Snitt	10	292	422	463	435	459	9	11	8,3	7,8
	Maks	17	340	460	530	540	560	12	13	12	22



Figur 3.8. Totalnitrogen og totalfosfor ved HOL-N og HOL-T i Holsfjorden 2023.

Tabell 3.16 viser innhold av tungmetaller i Holsfjorden i 2023. Alle klassifiserte metaller viste verdier tilsvarende *god* eller *svært god* tilstand.

Tabell 3.16. Minimum, snitt- og maksverdier (µg/l) av aluminium (Al), arsen (As), bly (Pb), jern (Fe), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn) og uran (U) i vannprøver tatt i Holsfjorden i 2023 (n=6).

		Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Cr6	Hg	Mn	Ni	Zn	U
HOL-N	Min	23	0,12	<0,010	7,7	<0,004	0,54	0,06	<0,20	<0,002	0,23	0,35	1,40	0,14
	Snitt	36	0,15	0,025	15	0,004	0,70	0,08	<0,20	<0,002	0,40	0,46	2,00	0,16
	Maks	46	0,18	0,085	22	0,008	1,00	0,11	<0,20	<0,002	0,76	0,60	3,90	0,17
HOL-T	Min	28	0,11	<0,010	7,0	<0,004	0,49	0,07	<0,20	<0,002	0,25	0,39	1,10	0,13
	Snitt	38	0,14	0,019	15	0,003	0,58	0,07	<0,20	<0,002	0,42	0,43	1,50	0,15
	Maks	45	0,16	0,057	21	0,006	0,67	0,08	<0,20	<0,002	0,97	0,48	2,10	0,18

Tabell 3.17 viser pH, ledningsevne, turbiditet, SS og TOC i vannprøver fra Holsfjorden. Min-, maks- og snitt for disse parameterne var omtrent som tidligere, og HOL-N og HOL-T viste omtrent samme verdier. Snittet for TOC for begge stasjoner var 4 mg/l, mens det var 3,1 og 3,7 i 2022. Det kan ha sammenheng med mange flommer gjennom 2023.

Tabell 3.17. pH, ledningsevne, turbiditet, suspendert stoff (SS) og total organisk karbon (TOC) i Holsfjorden 2023 (n=6).

		pH	Ledningsevne (mS/m)	Turbiditet (NTU)	SS (mg/l)	TOC (mg/l)
HOL-N	Min	7,0	3,7	0,5	<2	3,4
	Snitt	7,2	4,0	1,0	1,5	4,0
	Maks	7,3	4,4	2,1	2,6	4,6
HOL-T	Min	6,9	3,4	0,5	<2	3,5
	Snitt	7,2	4,0	1,1	2,7	4,0
	Maks	7,4	4,9	2,9	3,4	4,7

Tabell 3.18 viser innhold av basekationer og anioner i vannprøver i Holsfjorden. Kalsiuminnholdet varierte mellom 4,5 og 5,9 mg/l med lite forskjell mellom de to stasjonene. Holsfjorden er lite saltpåvirket i de øvre lagene med lavt innhold av natrium og klorid. Det ble ikke tatt prøver fra bunnvannet. Innholdet av sulfat er også lavt.

**Tabell 3.18. Minimum, snitt- og maksverdier (mg/l) av kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), sulfat (SO<sub>4</sub>) og klorid (Cl) i vannprøver tatt i Holsfjorden i 2023 (n=6).**

		Ca	K	Mg	Na	SO <sub>4</sub>	Cl
<b>HOL-N</b>	Min	4,5	0,47	0,66	1,2	2,7	1,5
	Snitt	5,0	0,52	0,72	1,6	3,0	2,0
	Maks	5,9	0,61	0,78	2,3	3,3	2,7
<b>HOL-T</b>	Min	4,5	0,47	0,64	1,2	2,6	1,5
	Snitt	4,9	0,50	0,70	1,5	2,9	1,8
	Maks	5,4	0,56	0,77	2,1	3,2	2,1

Det ble ikke påvist olje (THC) eller PAH i prøvene fra HOL-N og HOL-T i 2023.

## 3.3 Automatiske målinger

### 3.3.1 Isielva

#### 3.3.1.1 ISI

Stasjonen ISI i Isielva har vist normale variasjoner for ledningsevne, pH, turbiditet, vannhøyde, vanntemperatur og oksygenmetning gjennom 2023 (tabell 3.19, figur 3.9-3.12).

Det var flere flomepisoder høsten 2023, blant annet uværet «Hans» som ga en maksimal vannhøyde på 2,2 m over laveste vannstand (07.08.23). Flommen tre uker senere ga en maksimal vannhøyde 2,1 m over laveste vannstand (27.08.23).

Høyeste døgnmiddel for turbiditet under disse flommene var hhv. 65 og 61 NTU (figur 3.9). De høyeste døgnmiddelveidene for turbiditet gjennom 2023 ble registrert under mer moderate flommer 16.07 og 19.09.23, og var hhv. 104 og 103 NTU.

ISI har vist lave verdier for turbiditet, med en snittverdi for 2023 på 7 NTU (tabell 3.19). Snittverdien for turbiditet kan være noe overestimert siden bobler under flom registreres som forhøyet turbiditet. Turbiditetsmålingene har vist normale variasjoner med vannføring.

Unntaket var to episoder 03.10 og 16.10.23, der turbiditet og pH (figur 3.10) var kortvarig forhøyet. Hendelsene ble undersøkt av entreprenør og Statens vegvesen etter SMS-alarmer fra måleren, og det ble konkludert med at verdiene hadde sammenheng med avrenning fra støpearbeider oppstrøms. Registrerte maksverdier var 82 NTU og pH 8,5.

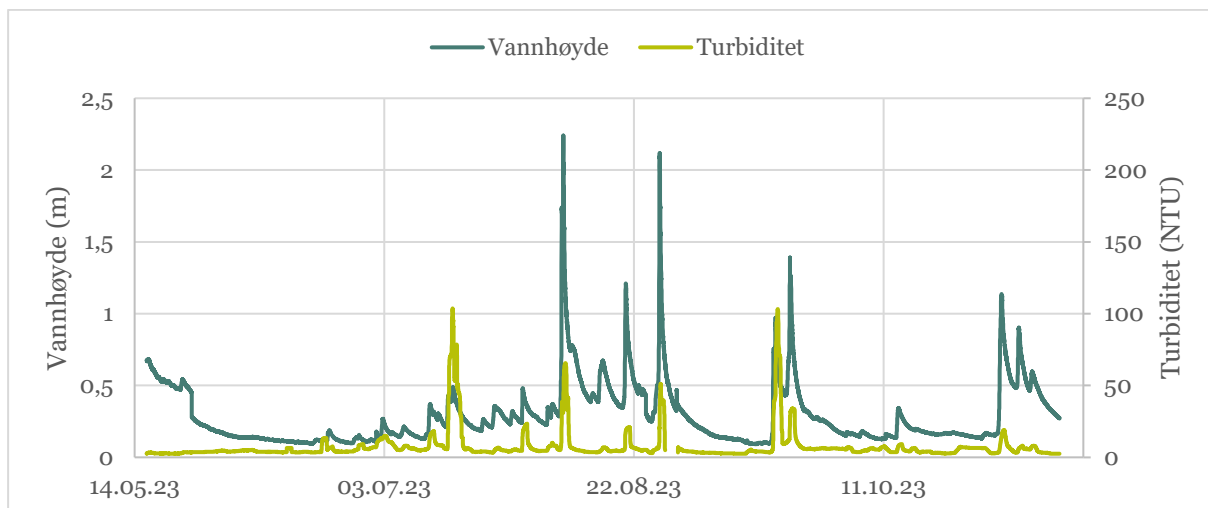
Ledningsevnen har variert mellom 1,3 og 25 mS/m (figur 3.11). De høyeste verdiene ble registrert under lav vannføring i juni og de laveste verdiene under flom. En forhøyet verdi 03.11.23 vurderes å ha sammenheng med utvasking av vegsalt fra dagens veg.

Oksygenmetningen var høy gjennom hele måleperioden, og målingene viste normale vanntemperaturer (figur 3.12).

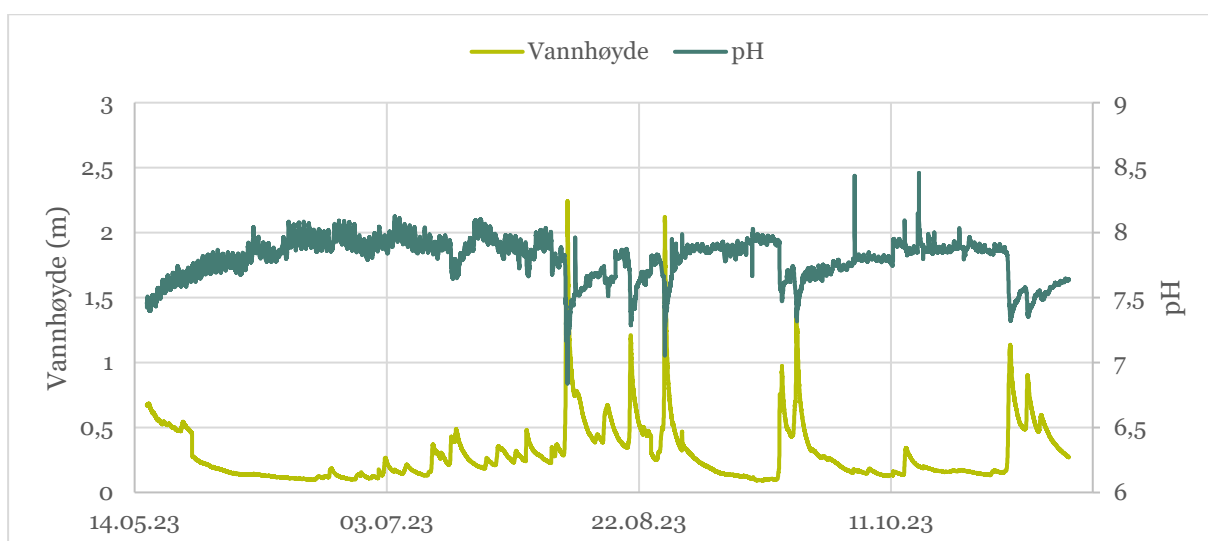
Tabell 3.19. Årlige min-, snitt- og maksverdier for automatiske målinger i Isielva (ISI) i perioden 2018-2023.

	Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Vannhøyde (cm)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
<b>2023</b>	<b>1,3</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>6,8</b>	<b>7,8</b>	<b>8,5</b>	<b>1,8</b>	<b>7,0</b>	<b>393</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>224</b>	<b>0,2</b>	<b>10,3</b>	<b>16,9</b>
2022	4,7	17	27	7,0	7,7	8,2	1,0	6,1	393	0	20	115	0,6	9,9	16,7
2021	4,1	13,3	22,0	7,1	7,9	8,3	0,7	7,2	393	2	22	168	-0,1	9,6	18,0
2020	0,0	12,3	21,5	6,4	7,9	8,4	1,4	14,8	-	10	42	148	0,1	8,3	18,1
2019	0,10	12,8	20,9	7,2	7,8	8,1	3,0	-	-	16	44	154	-0,3	8,7	18,8
2018	<5	18,5	32,2	6,4	8,2	8,8	0,0	3,6	-	0	17	147	0,1	10,3	26,5

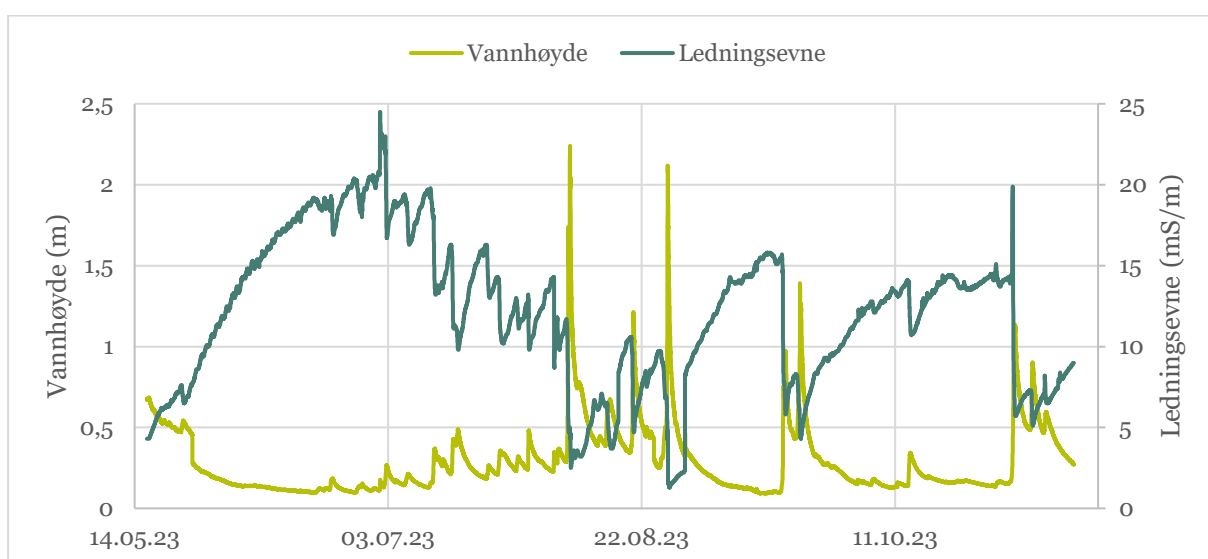




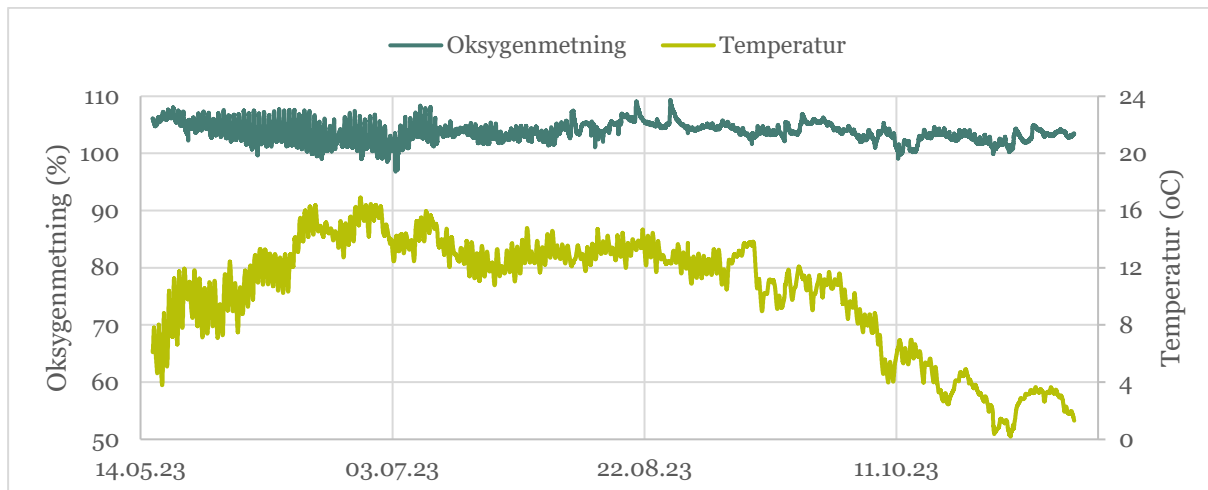
Figur 3.9. Turbiditet (døgnmiddel) og vannhøyde for ISI i perioden 17.05. – 15.11.23.



Figur 3.10. pH (døgnmiddel) og vannhøyde for ISI i perioden 17.05. – 15.11.23.



Figur 3.11. Ledningsevne og vannhøyde for ISI i perioden 17.05.-15.11.23.



Figur 3.12. Oksygenmetning og vanntemperatur for ISI i perioden 17.05.-15.11.23.

### 3.3.1.2 KJA

Stasjonen KJA rett nedstrøms Bjørumdammen viste resultater for ledningsevne, pH, turbiditet, vannhøyde og -temperatur omtrent som beskrevet for ISI (tabell 3.20). KJA har noe lavere snittverdier for ledningsevne og pH enn ISI, siden Kjaglielva kommer fra uberørte skogsområder på Krokskogen. KJA har periodisk tjent som en referansestasjon, men har blitt påvirket av anleggsaktivitet i forbindelse med riving og bygging av bruer i 2022 og 23.

Ledningsevnen viste lavere snitt- og maksverdi i 2023 enn i 2022 og 2021, mens pH viste marginalt høyere snitt- og maksverdi i 2023. Turbiditeten viste lavere snittverdi i 2023 enn i 22 og 21. Vannhøyden viste en maksverdi på 2 m over laveste vannstand, noe som var vesentlig høyere enn tidligere. Endringene i snitt- og maksverdier i 2023 antas å ha sammenheng med nedbørshendelsene høsten 2023.

Det har vært problemer med turbiditetsmålingene for KJA under og etter flom, som følge av at foringsrøret for sensoren har fylt seg opp med sand og stein. Perioder med feil har blitt fjernet i presenterte resultater (figur 3.13). Døgnmiddelverdiene for turbiditet har gjennomgående vært lave, med en snittverdi på 7 NTU. Høyeste verdi på 62 NTU ble målt i forbindelse med en mindre flom 17.07.

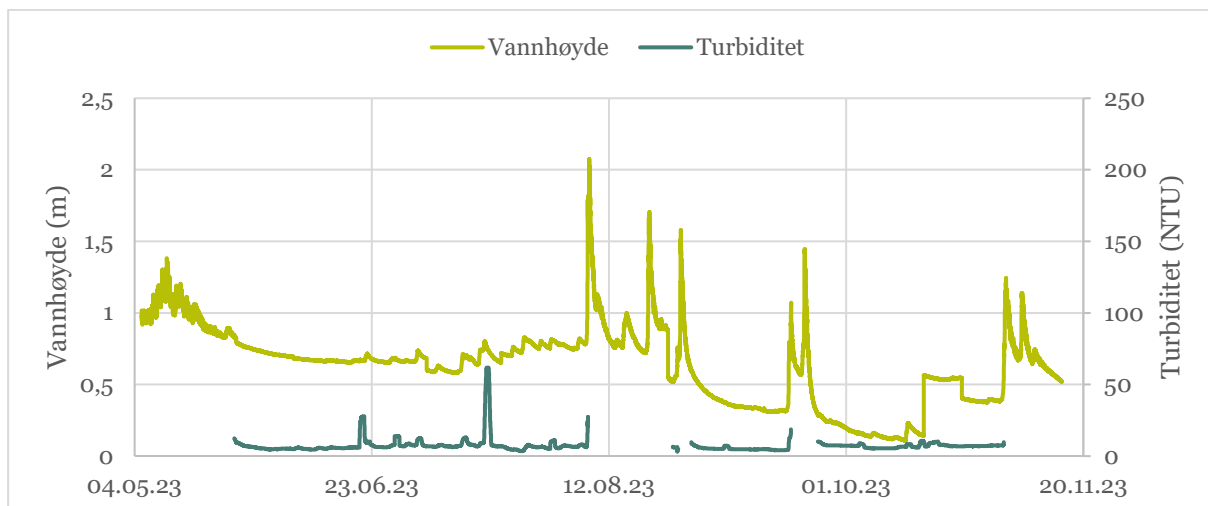
pH har variert mellom 6,9 og 8,4 (figur 3.14). De laveste verdiene ble registrert under flom og de høyeste i episoder med påvirkning fra betongarbeid. Det ble registrert 7 kortvarige hendelser med økt pH gjennom 2023. Registrerte økninger i pH vil ikke gi biologiske effekter nedstrøms i Isielva.

Ledningsevnen har variert mellom 2 og 16 mS/m (figur 3.15). De laveste verdiene inntraff under flom og de høyeste i perioder med lav vannføring. KJA blir ikke påvirket av vegsalt siden nedbørfeltet i hovedsak er skog.

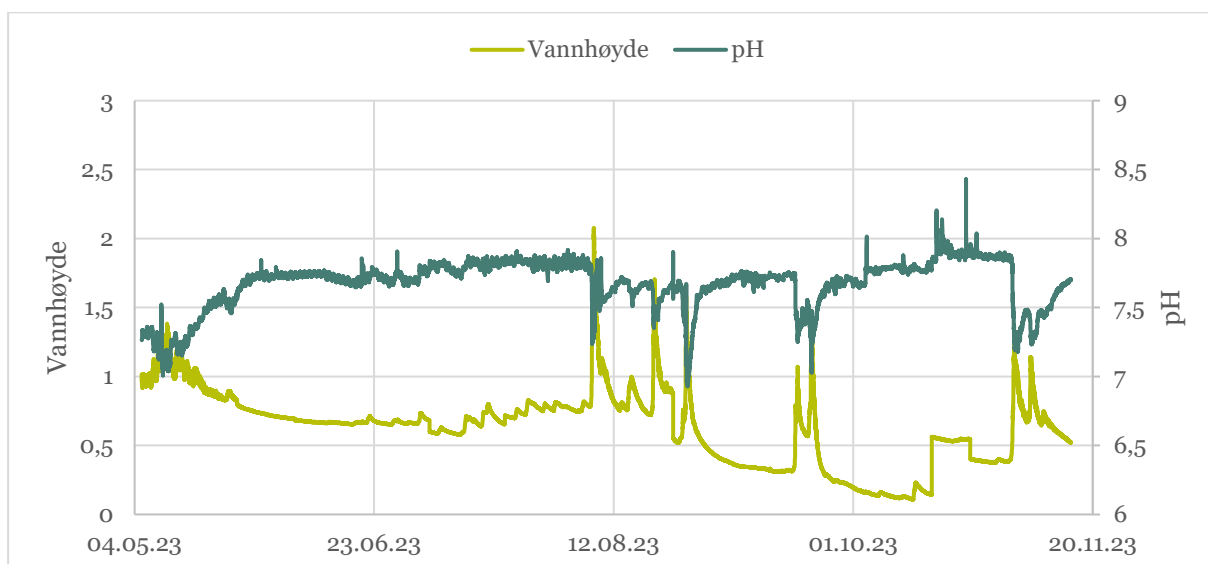
Høyeste vanntemperatur på 18,3 °C ble påvist i en varm og tørr periode 26.06 (figur 3.16).

Tabell 3.20. Årlige min-, snitt- og maksverdier for automatiske målinger for KJA i perioden 2021-2023.

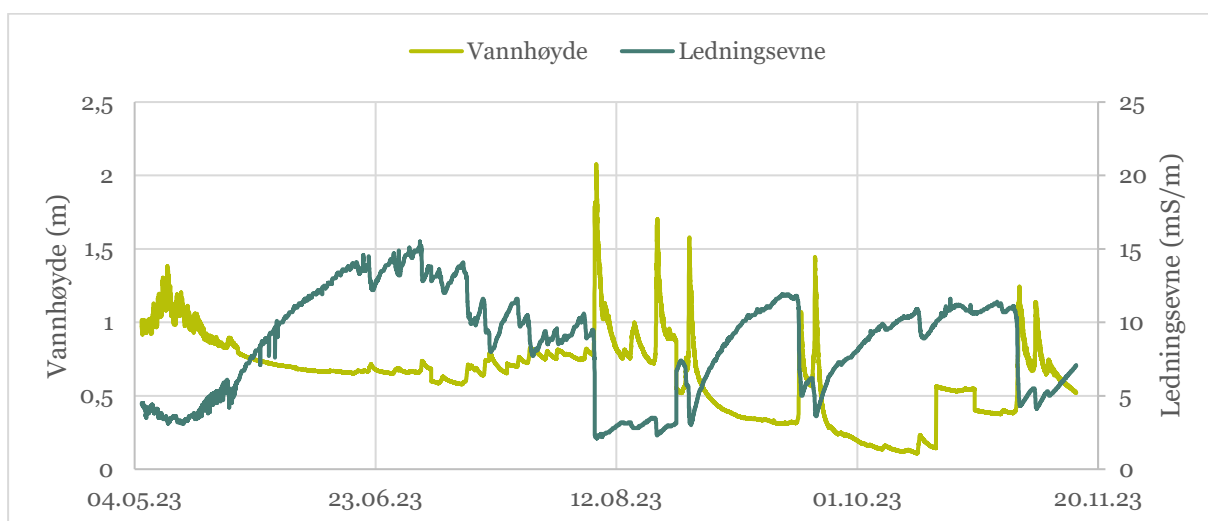
	Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Vannhøyde (m)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
<b>2023</b>	<b>2,1</b>	<b>8,6</b>	<b>15,5</b>	<b>6,9</b>	<b>7,7</b>	<b>8,4</b>	<b>2,8</b>	<b>7,4</b>	<b>490</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	<b>197</b>	<b>0,4</b>	<b>10,8</b>	<b>18,3</b>
2022	1,0	11,2	18,8	6,4	7,5	8,3	1,0	28	3000	0	30	119	-2,4	9,2	19,0
2021	1,0	11,0	17,1	7,1	7,8	8,1	3,0	20	3000	9	20	105	0,1	10,4	18,6



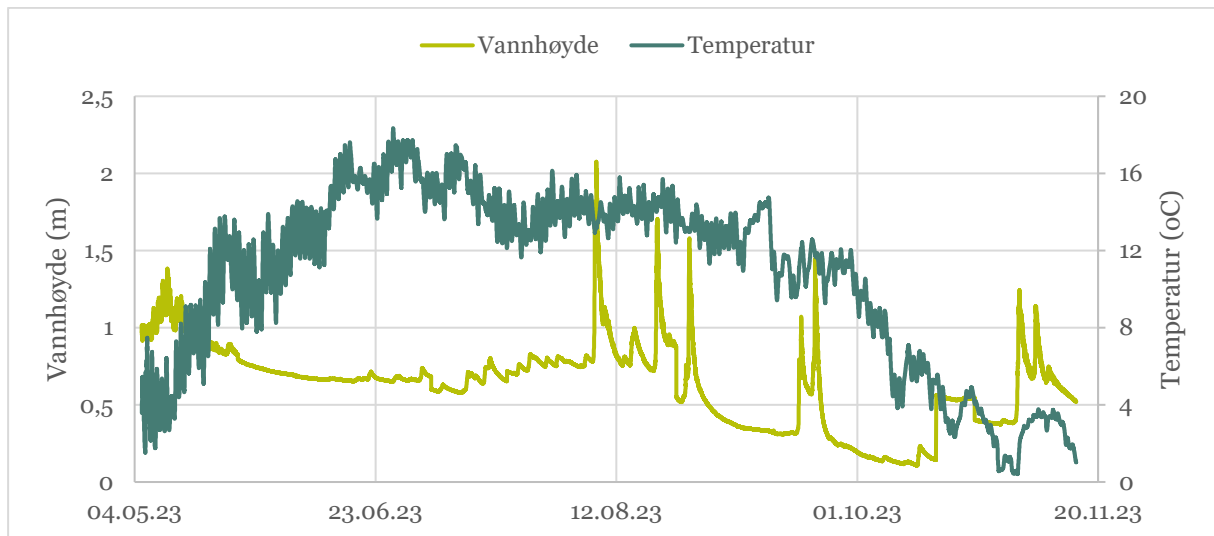
Figur 3.13. Turbiditet (døgnmiddel) og vannhøyde for KJA i perioden 05.05. - 15.11.23.



Figur 3.14. pH og vannhøyde for KJA i perioden 05.05. - 15.11.23.



Figur 3.15. Ledningsevne og vannhøyde for KJA i perioden 05.05.- 15.11.23.



Figur 3.16. Vanntemperatur og vannhøyde for KJA i perioden 05.05.- 15.11.23.

### 3.3.2 Rustanbekken

#### 3.3.2.1 RUS1

Snittverdien for ledningsevne var nesten halvert i 2023 sammenlignet med 2022 (tabell 3.21). Det antas å ha sammenheng med redusert utvasking av nitrat og andre anleggsskaptede salter til Rustanbekken. Noe av reduksjonen kan også skyldes flommer og økt fortykning av avrenning fra anleggsområdene.

De automatiske målingene av pH viste vesentlig høyere verdier enn pH målt i månedsprøvene fra RUS1. Sammenligningen indikerer at målte pH-verdier ligger 0,5 for høyt, noe som tilsier at beregnet snittverdi for automatiske målinger skulle vært rundt 8.

Turbiditet viste en snittverdi på 6,9, som er lavere enn i 2022 og tidligere år. Maksverdien for turbiditet er usikker, da det ble målt under flommen «Hans» der måleutstyret ble revet løs fra innfesting. 1070 NTU er målemaks for turbiditetssonden som ble brukt på denne stasjonen.

Maksimal vannhøyde inntraff under flommen «Hans» 07.08.23, og var 1 m over laveste vannhøyde. Høyeste vanntemperatur var 16 °C.

Under perioder med lav og normal vannføring viste døgnmiddel turbiditet verdier mellom 2 og 10 NTU (figur 3.17). Under flom var de høyeste verdiene mellom 20 og 55 NTU. Under «Hans» ble høyeste døgnmiddel beregnet til 260 NTU, men grunnlagsmålingene under denne flommen vurderes som usikre.

Ledningsevnen varierte mellom 5 og 29 mS/m (figur 3.18). De høyeste målingene ble registrert ved tørke og lav vannføring i slutten av juni og de laveste målingene under flom. I begynnelsen av november var det en forhøyet verdi som antas å skyldes utvasking av vegsalt.

pH har variert mellom 7,7 og 8,8 (figur 3.19). De laveste verdiene ble målt under flom og de høyeste ved lav vannføring i slutten av oktober og begynnelsen av november. Som omtalt tidligere så synes det som pH ligger 0,5 enheter for høyt sammenlignet med vannprøvene fra RUS1.

Optisk målte nitratverdier varierte fra 0,3 til 6,9 mg NO<sub>3</sub>-N/l (figur 3.20). De laveste verdiene ble målt under avtakende flom, og den laveste verdien ble målt etter «Hans». De høyeste verdiene ble målt under tørke og lav vannføring i juni samt som «first flush» etter mindre nedbørshendelser i den samme perioden. Det generelle mønsteret synes å være at nitratkonsentrasjonen stiger raskt ved



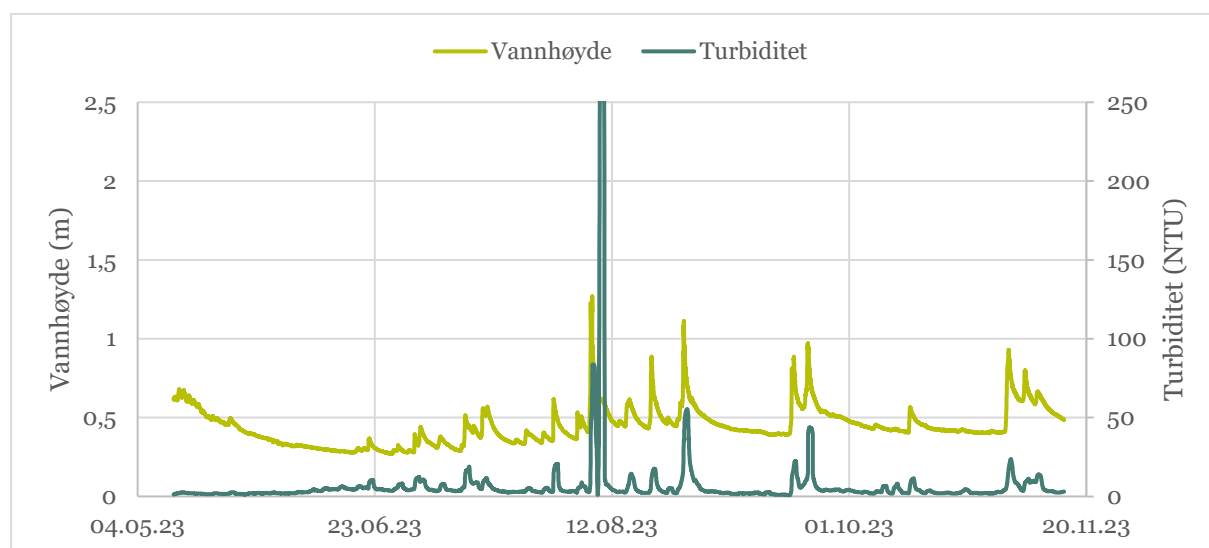
begynnende flom for så å avta under og mot slutten av flommen. Når avrenningen normaliseres etter flom kan nitratkonsentrasjonen øke igjen, som følge av forsinket utvasking fra nitrogenholdig sprengstein samt redusert fortynning. De automatiske målingene indikerer at nitratkonsentrasjonene på RUS1 er i ferd med å avta og «normaliseres» som følge av at det meste av nitrogenet er vasket ut av sprengsteinen langs veglinja. Middelkonsentrasjonen ved lav vannføring i oktober var rundt 1,7, mens tilsvarende konsentrasjon i juni var 2,5.

Oksygenmetningen har variert mellom 90 og 105 % (figur 3.21). Det har vært gode oksygenforhold ved RUS1 gjennom hele måleperioden. De laveste verdiene ble målt ved tørke og lav vannføring i slutten av juni og de høyeste under kiselalgeblomstring i begynnelsen av mai. Høyeste vanntemperatur på 15,7 °C ble målt 26. juni.

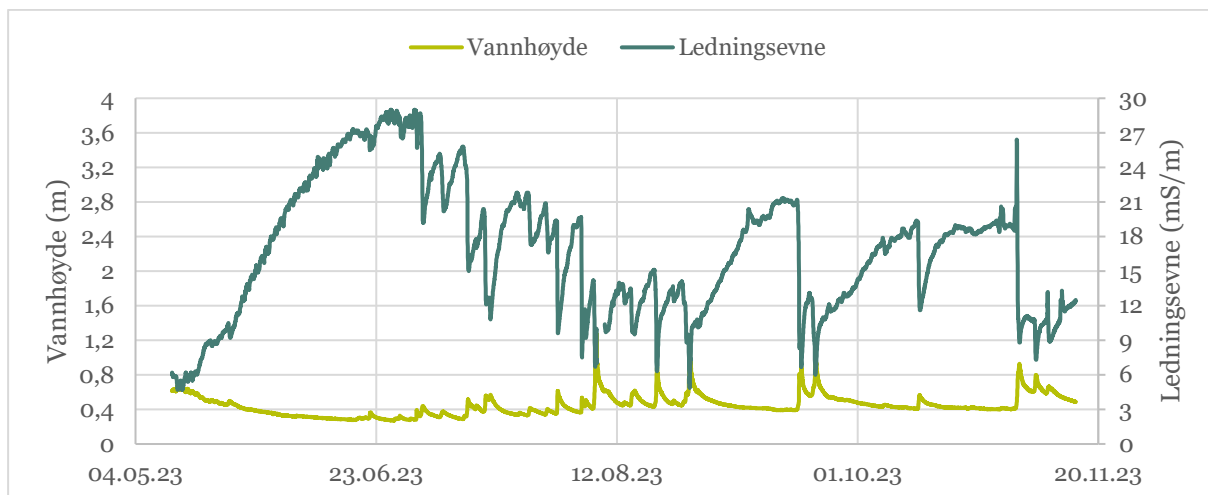
Tabell 3.21. Årlige min-, snitt- og maksverdier for automatiske målinger ved RUS1 i perioden 2021-2023.

År	Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Vannhøyde (cm)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
2023	4,7	16	29	7,7*	8,4*	8,8*	1,0	6,9	1070	0	18	100	0,7	10	16
2022	1,0	27	70	7,0	7,8	8,1	1,8	9,1	125	0	18	73	-0,7	6,7	17
2021	6,7	18	30	7,2	7,7	7,9	2,1	61	1070	11	23	74	0,01	8,6	17
2020	-	16	41	7,5	8,2	8,6	2,3	17	1070	0	26	86	0,0	6,5	17
2019	-	14	41	7,3	7,8	8,0	1,8	57	1070	0	28	95	0,0	3,6	9,8

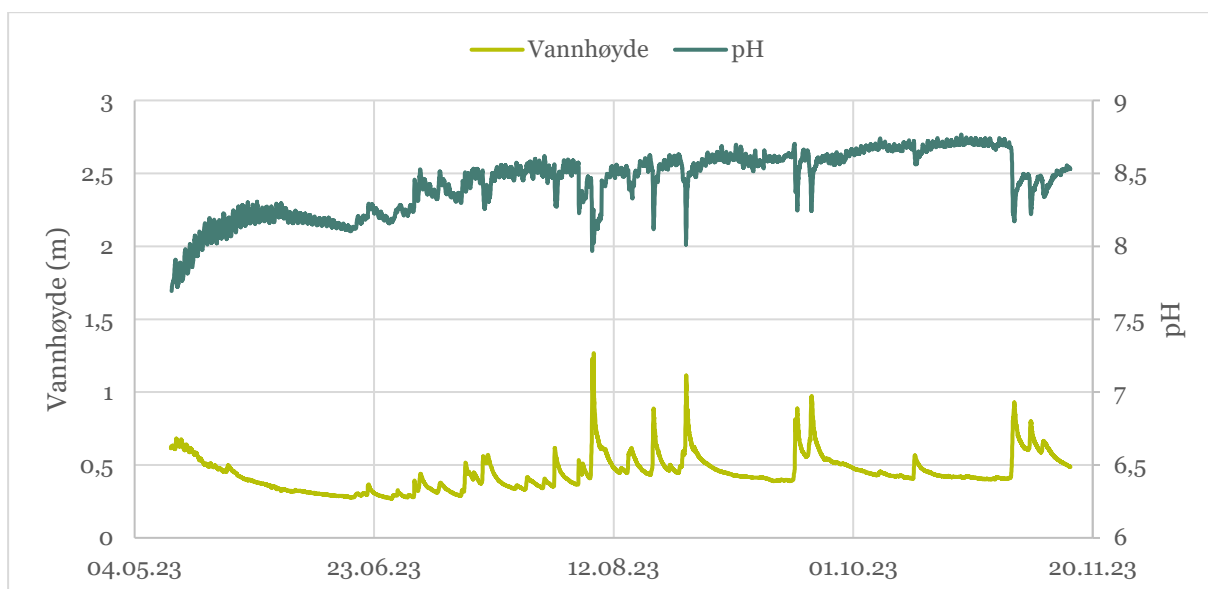
\* pH er sannsynligvis for høy



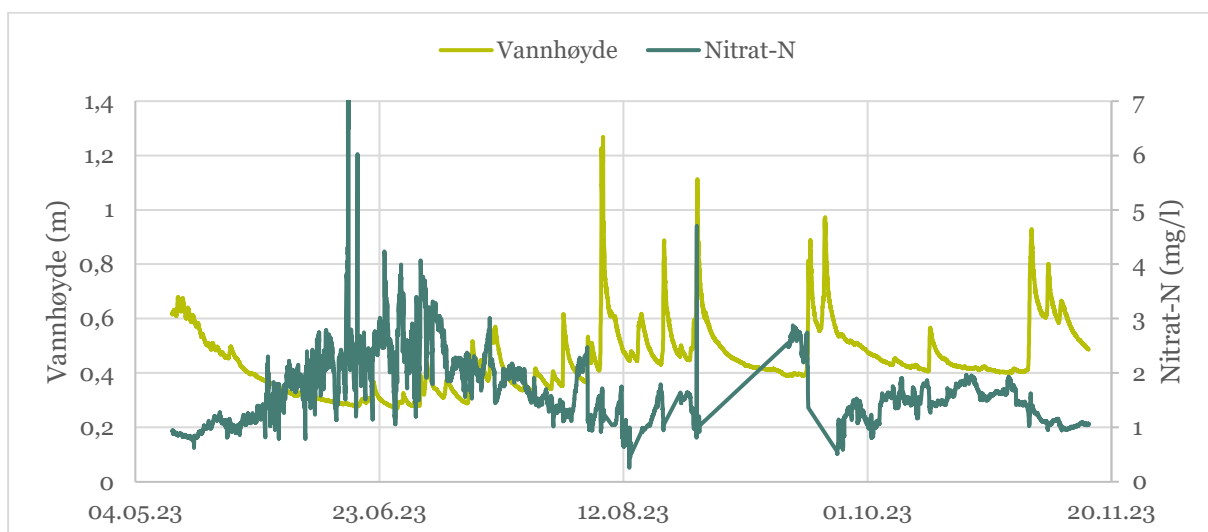
Figur 3.17. Turbiditet (døgnmiddel) og vannhøyde for RUS1 i perioden 11.05. - 15.11.23.



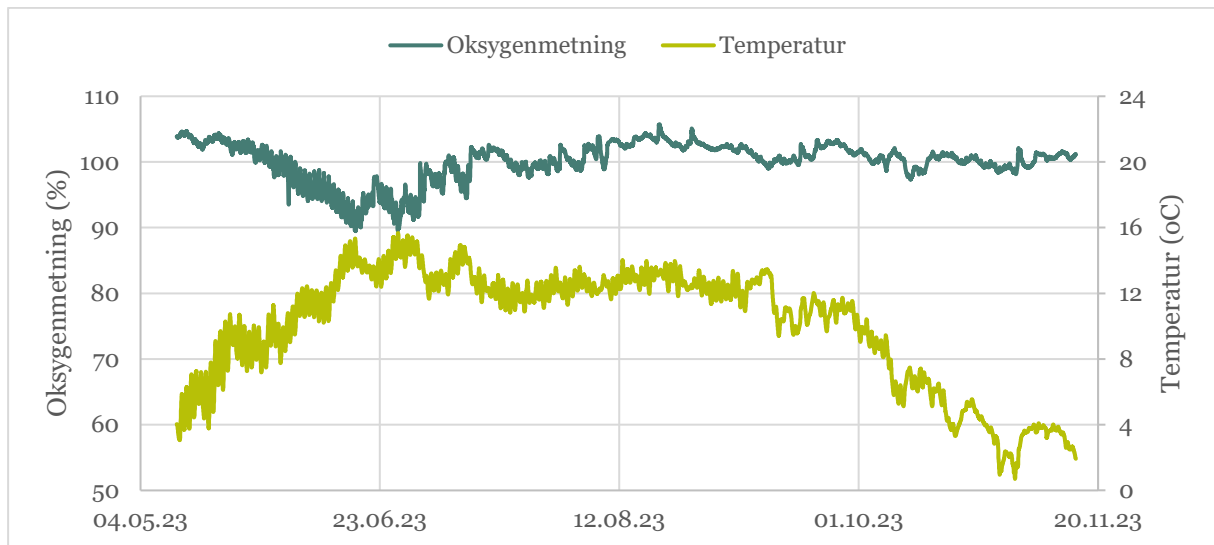
Figur 3.18. Ledningsevne og vannhøyde for RUS1 i perioden 11.05.- 15.11.23.



Figur 3.19. pH og vannhøyde for RUS1 i perioden 11.05.- 15.11.23.



Figur 3.20. Nitrat-N og vannhøyde for RUS1 i perioden 11.05.- 15.11.23.



Figur 3.21. Oksygenmetning og vanntemperatur for RUS1 i perioden 11.05.- 15.11.23.

### 3.3.2.2 RUS2

Målingene ved RUS2 har vært i drift siden 2017, og har samlet verdifulle resultater om salt- og partikkelavrenning fra dagens veg samt endringer i vannkjemi som følge av anleggspåvirkning. Oppstrøms bekk ligger nær dagens E16, og mottar direkte avrenning fra vegbanen.

Årlig snittverdi for ledningsevne har variert mellom 14 og 35 mS/m i perioden 2017 til 2023 (tabell 3.22), avhengig av forbruk av vegsalt og avrenning fra anleggsområder.

pH har vist stabile snittverdier rundt 8 i hele måleperioden, og årlige maksverdier over eller opp mot 9.

Årlig snittverdi for turbiditet har variert fra 2 til 20 NTU, og med de høyeste verdiene gjennom anleggsfasen. Snittverdien for 2023 var noe lavere enn for 2021 og 2022.

Største vannhøyde gjennom hele perioden ble målt i forbindelse med «Hans» i 2023, da maksimal vannhøyde var 1,3 m over laveste vannstand.

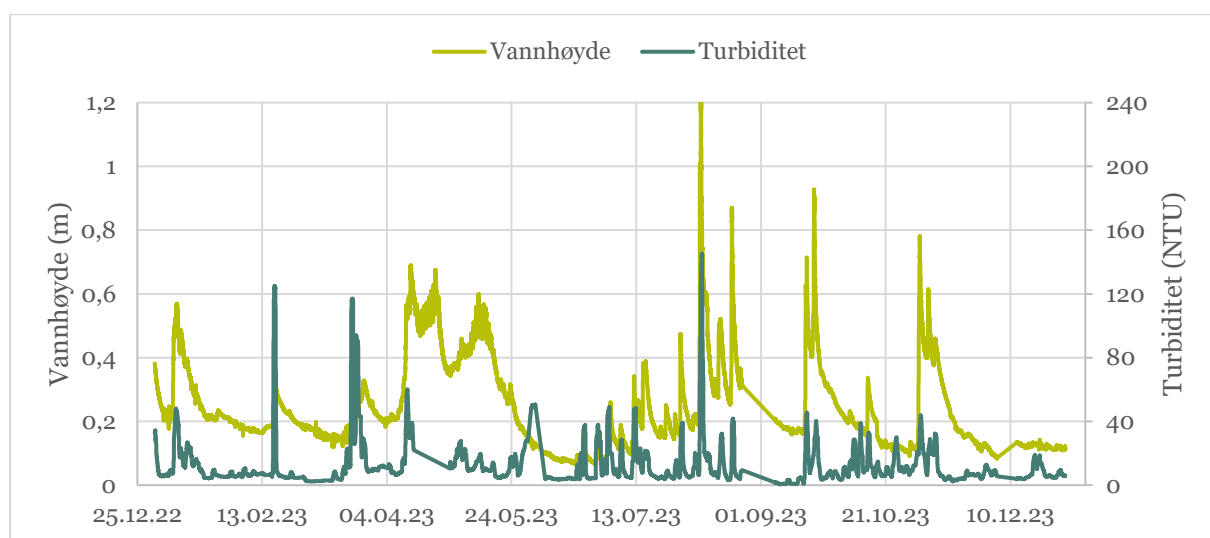
I perioder med normal og lav vannføring er bekken som oftest klar og med lav turbiditet. I perioder med nedbør eller snøsmelting øker turbiditeten raskt som følge av utvasking av trafikkskapt partikler fra dagens E16 (figur 3.22). De høyeste døgnmiddelverdiene for turbiditet inntraff under to episoder med nedbør og snøsmelting i februar og mars, med verdier på ca. 120 NTU. Under flommen «Hans» ble det målt en maksimal døgnmiddelverdi på ca. 140 NTU.

Hendelsene med høy ledningsevne på RUS2 har sammenheng med avrenning av vegsalt (figur 3.23). Gjennom vårvinteren 2023 er det flere episoder med ledningsevne mellom 60 og 80 mS/m og i desember ble det målt 87 mS/m. Under snøsmelting vaskes vegsaltet selektivt ut av snøen tidlig i smelteprosessen. Det var lav ledningsevne på RUS2 under avsluttende snøsmelting i april og mai. Gjennom sommeren og tidlig høst avtar ledningsevnen under flom, med minimumsverdier ned mot 2 mS/m.

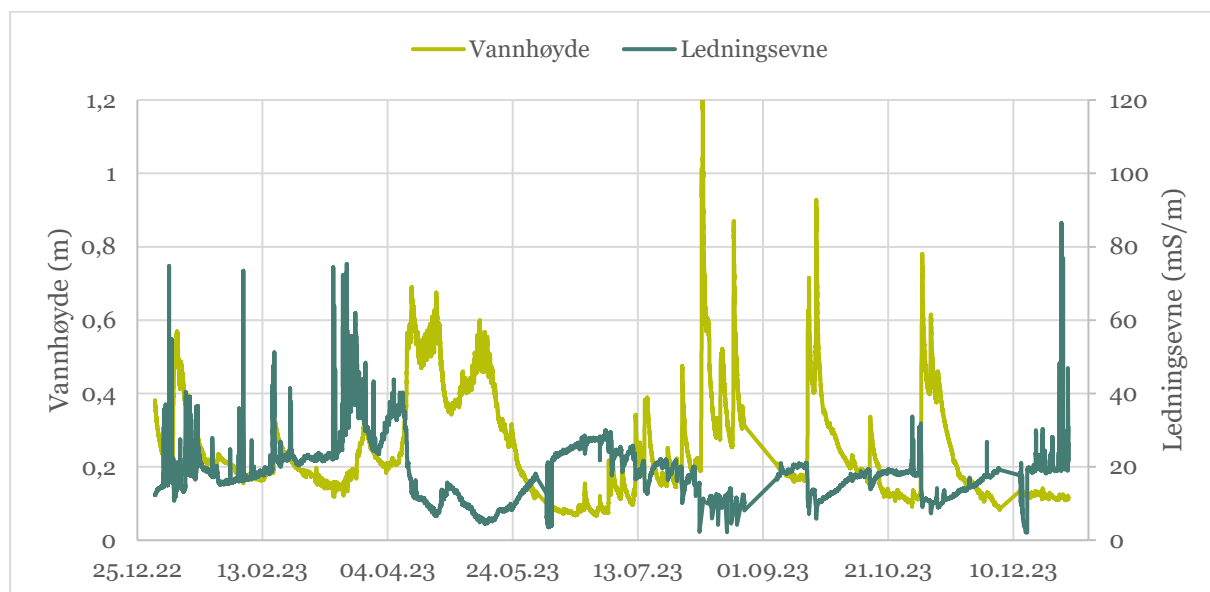
pH har variert mellom 7,2 og 8,9 (figur 3.24). De høyeste verdiene ble registrert rett før skifte av pH-sonde 6. juni, og det kan se ut til at målingene ligger 0,8 pH-enheter for høyt i denne perioden. Vårvinteren 2023 var det noen enkeltmålinger av pH som var litt høyere enn normalt. Det kan ha sammenheng med støpearbeider oppstrøms. Påviste endringer i pH vil ikke gi biologiske effekter i bekken.

Tabell 3.22. Årlige min-, snitt- og maksverdier for automatiske målinger ved RUS2 i perioden 2017-2023. 430 NTU er målemaks for turbiditetssensor brukt i 2022 og 2023.

	Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Vannhøyde (cm)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
2023	2,1	19	87	7,2	8,1	8,9	0	13	430	0	18	126	0	4,8	15
2022	0,0	25	155	7,4	7,9	8,6	-1,0	14	430	-3,7	13	84	0	6,0	18
2021	0,2	18	67	6,3	7,9	9,1	0,6	20	421	1	30	150	0	7,0	19
2020	0,00	13,6	60,7	7,4	8,1	9,2	0,1	14	834	-5	26	109	0	6,6	25
2019	5,90	21,0	97,5	7,0	7,8	8,3	0	3,6	521	5	24	92	0	5,6	17
2018	6,70	34,6	181	7,3	8,4	9,7	0	4,0	1374	-3	14	90	0	5,8	18
2017	0,00	17,6	118	7,0	8,2	8,7	0	2,2	331	5	20	89	0	7,4	13

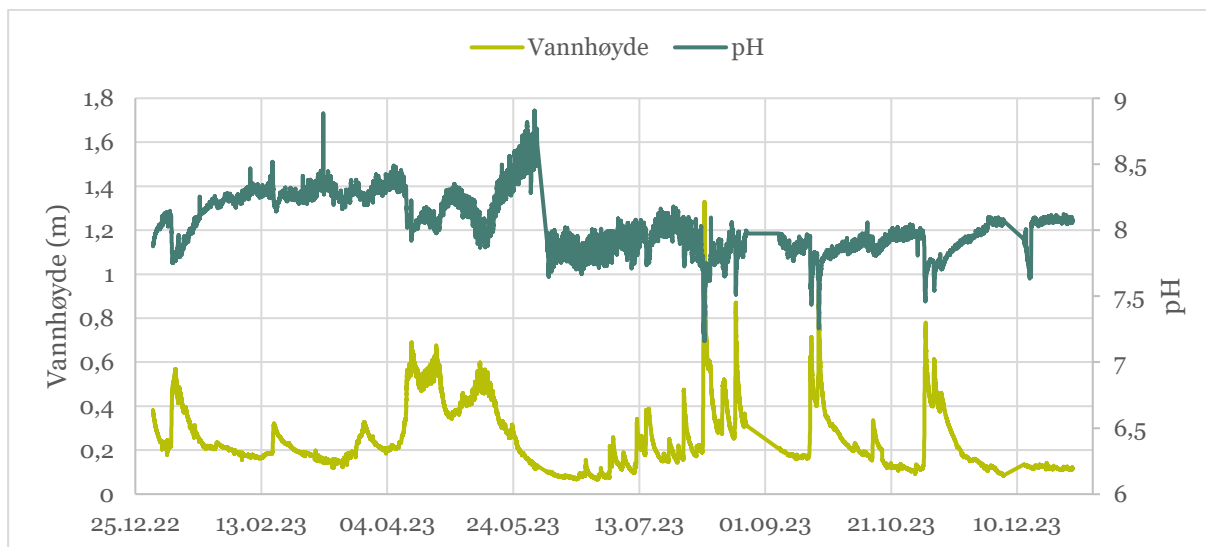


Figur 3.22. Turbiditet (døgnmiddel) og vannhøyde for RUS2 i perioden 01.01. - 31.12.23.



Figur 3.23. Ledningsevne og vannhøyde for RUS2 i perioden 01.01. - 31.12.23.





Figur 3.24. pH og vannhøyde for RUS2 i perioden 01.01. - 31.12.23.

### 3.3.2.3 RUS3

Stasjonen RUS3 er lokalisert oppstrøms tunneldriving ved Avtjerna og tjener som en referanse for å kunne avdekke anleggseffekter nedstrøms. Snittverdien for ledningsevne er omtrent som for RUS1 og RUS2 (tabell 3.23). Midlere pH er noe lavere enn for det anleggspåvirkede stasjoner nedstrøms. Snittverdien for turbiditet er noe høyere på RUS3, men det har mest sannsynlig sammenheng med at det er vanskelige turbiditetsmålinger på lokaliteten.

Døgnmiddel turbiditet har variert mellom 0 og 624 NTU (figur 3.25). Den høyeste verdien inntraff i forbindelse med en mindre flom 12. juli. I den første delen av juni ser det ut til å ha vært måleproblemer for turbiditet, med registrering av urealistisk høye verdier. Tilsvarende kan være tilfelle midt i august rett etter flommen «Hans». Ved lav og normal vannføring er det lav turbiditet på stasjonen, mellom 1 og 10 NTU.

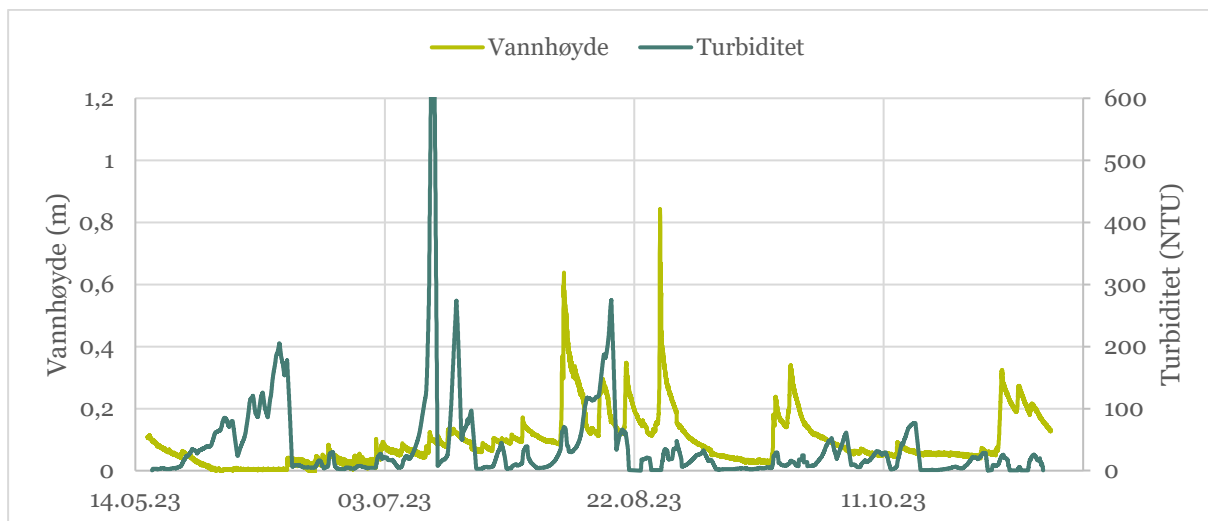
Ledningsevnen var variert mellom 6 og 46 mS/m (figur 3.26). De laveste verdiene ble registrert i siste del av snøsmeltinga i slutten av mai. De høyeste ble registrert i en varm og tørr periode i slutten av juni, samt en hendelse med avrenning av vegsalt 3. november.

I perioder med lav vannføring var det en tydelig syklisk variasjon i ledningsevne på denne stasjonen (figur 3.27), som kan indikere at det er en jevnlig pumping av vann til bekken. Målepunktet ligger nedstrøms avløpsrensaneanlegget for Sollihøgda, og variasjonen kan ha sammenheng med pumping av rensset avløpsvann.

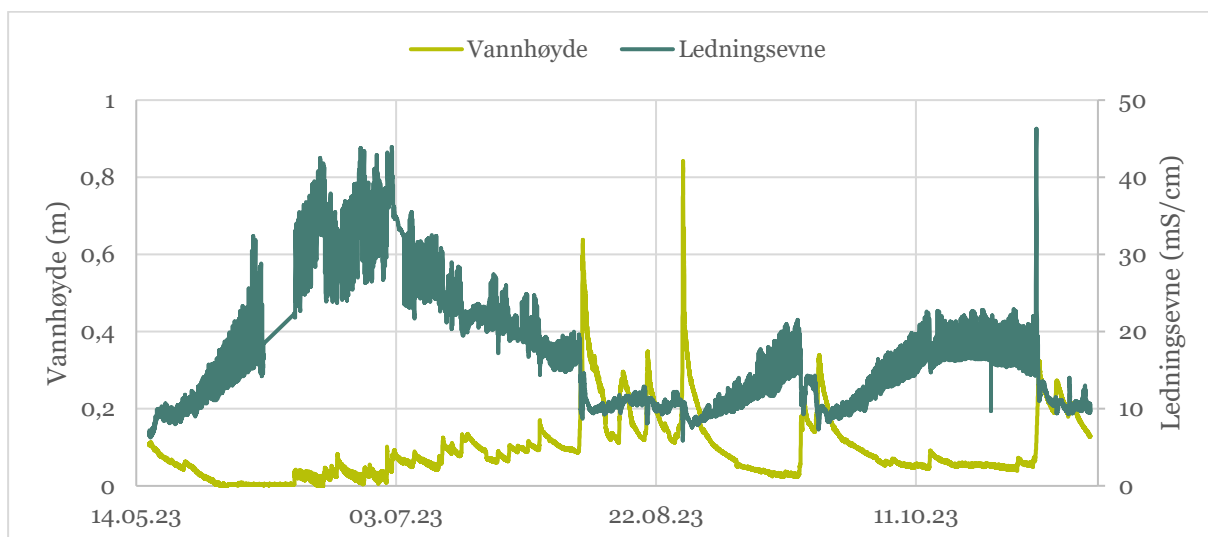
pH har variert mellom 6,8 og 8,2 (figur 3.28). Laveste pH inntraff i slutten av snøsmeltinga samt under flom. Høyeste pH ble registrert ved lav vannføring i slutten av oktober.

Tabell 3.23. Årlige min-, snitt- og maksverdier for automatiske målinger ved RUS3 i perioden 2021-2023. 1070 NTU er målemaks for turbiditetssensor.

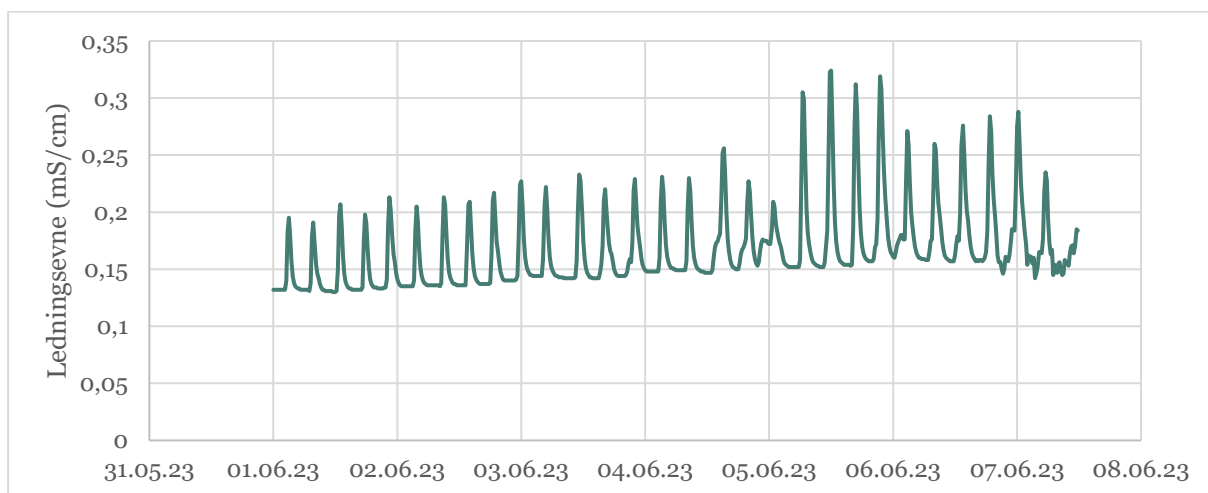
	Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Vannhøyde (cm)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
2023	6	17	46	6,9	7,6	8,2	0	39	1070	0	9	84	0	11	17,4
2022	0	20	133	6	7,7	8,9	0	22	1070	0	2,7	67	0	7,1	19,6
2021	0	23,2	80,2	5,5	7,7	8,1	0	22,3	1070	0	13	56	0	8,8	17,5



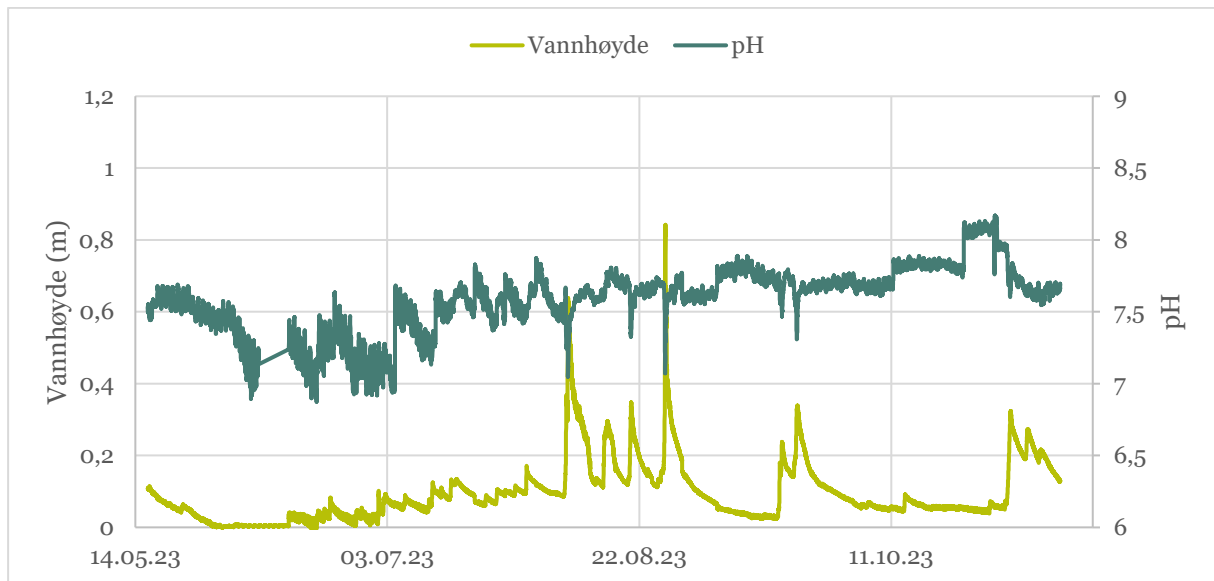
Figur 3.25. Turbiditet (døgnmiddel) og vannhøyde for RUS3 i perioden 16.05.- 13.11.23.



Figur 3.26. Ledningsevne og vannhøyde for RUS3 i perioden 16.05.- 13.11.23.



Figur 3.27. Ledningsevne for RUS3 i perioden 01.06.- 07.06.23.



Figur 3.28. pH og vannhøyde for RUS3 i perioden 16.05.- 13.11.23.

### 3.3.3 Bekker til Holsfjorden

#### 3.3.3.1 Nordlandsbekken (NOR)

Midlere årlig ledningsevne har økt gradvis i perioden 2017-2023 (tabell 3.24). Økningen er sammenfallende med økende utvasking av nitrogenforbindelser fra steinfyllingen i Nordlandsdalen. Den høyeste snitt- og maksverdien for ledningsevne, hhv. 48 og 86 mS/m, ble påvist i 2023.

pH har vist en stabil snittverdi på 8 i perioden 2021-2023.

Snittverdien for turbiditet har endret seg lite i perioden 2017-2023, men maksverdiene har blitt høyere etter oppstart av anleggsaktivitet og utlegging av steinfylling. Grunnlagsarbeidene for steinfyllingen samt bygging av renseløsning for nitrogen foregikk i 2021, noe som synes å ha økt turbiditeten i Nordlandsbekken.

Høyeste vannhøyde i perioden, 83 cm over laveste vannstand, ble registrert i 2023 i forbindelse med flommen «Hans». Vanntemperaturen på NOR synes ikke å ha endret seg vesentlig i perioden 2017-2023.

Døgnmiddel turbiditet på NOR har variert fra 0 til 500 NTU (figur 3.29). I perioder med liten eller normal avrenning har NOR klart vann med lav turbiditet. Det er normalsituasjonen i bekken, også etter at steinfylling har blitt etablert. Under flom øker turbiditeten, men verdiene kan overestimeres siden luftbobler registreres som turbiditet.

Ledningsevnen ved NOR har variert mellom 13 og 86 mS/m (figur 3.30). Lavest ledningsevne ble målt mot slutten av flommen 22. september. Høyest ledningsevne ble målt ved lav vannføring 13. juni når vannføringen var avtakende i slutten av snøsmeltingen. Ledningsevnen i Nordlandsbekken har vist akkurat samme mønster som målt nitratkonsentrasjon (se figur 3.32).

pH har variert mellom 7,4 og 8,5 (figur 3.31). Laveste pH ble målt under flommen «Hans». Høyeste pH ble målt i en kort periode i begynnelsen av oktober med forhøyede pH-verdier. Endringene må antas å ha sammenheng med anleggsarbeid eller fylling av masser i nærheten av bekken.

Nitrat-N har vist konsentrasjoner mellom 0,1 og 36 mg/l (figur 3.32). Snittverdien for 2023 var 19 mg/l, mens snittverdiene for 2021 og 2022 var hhv. 2,6 og 4,2 mg/l. Nitrogenutvaskingen til Nordlandsbekken har dermed vært betydelig større i 2023 enn i 2022 og 2021. Høsten 2023 var

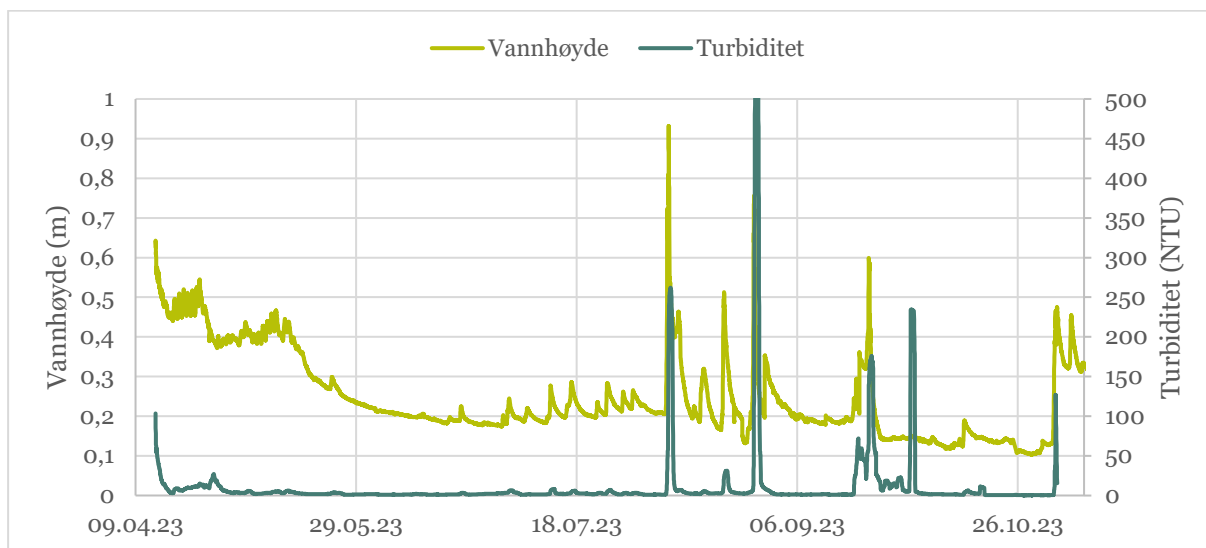
konsentrasjonene lavere enn våren 2023, noe som kan indikere at utvaskingen av nitrogen fra steinfyllingen er avtakende. De laveste nitratverdiene ble påvist under flom.

Vanntemperaturen ved NOR varierte fra 0,8 til 12,1 °C (figur 3.33).

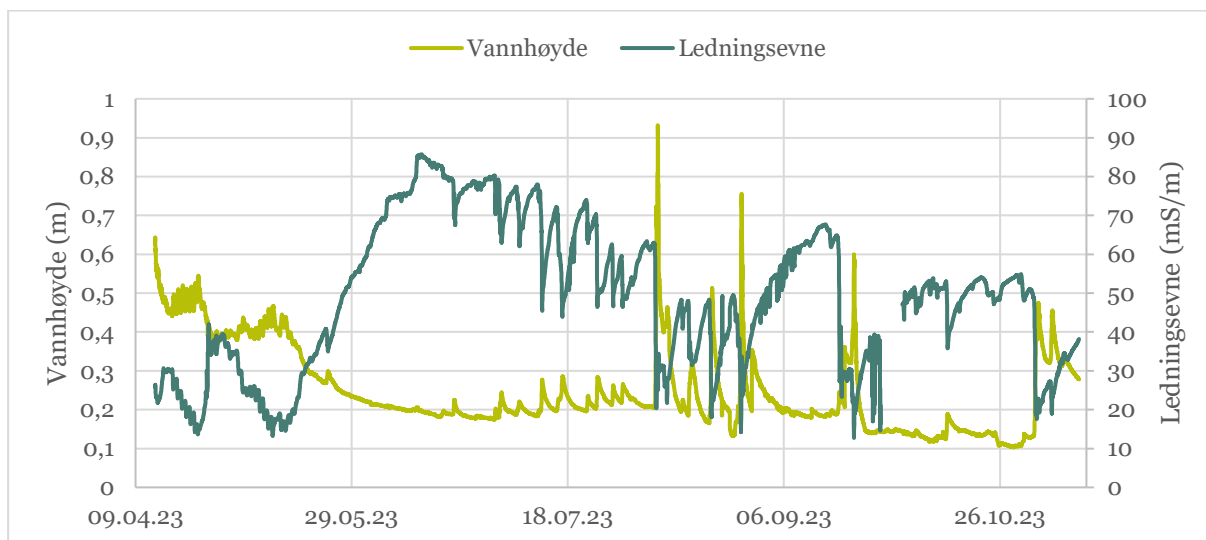
Tabell 3.24. Årlige min-, snitt- og maksverdier for automatiske målinger ved NOR for 2017 og perioden 2021-2023.

	Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Vannhøyde (cm)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
2023	13	48	86	7,4	8,0	8,5	0	9	1639*	0	15	83	0,8	8,0	12,2
2022	17	45	67	7,6	8,0	8,2	0,20	4,35	698	4	13	49	1,0	7,6	14,1
2021	13	30	51	7,6	8,0	8,2	0,2	24	1281	0	21	73	1,6	8,8	14,0
2017	0	24	38	6,34	7,84	8,17	1,47	5,23	417	-7	-3	25	1,0	8,5	13,0

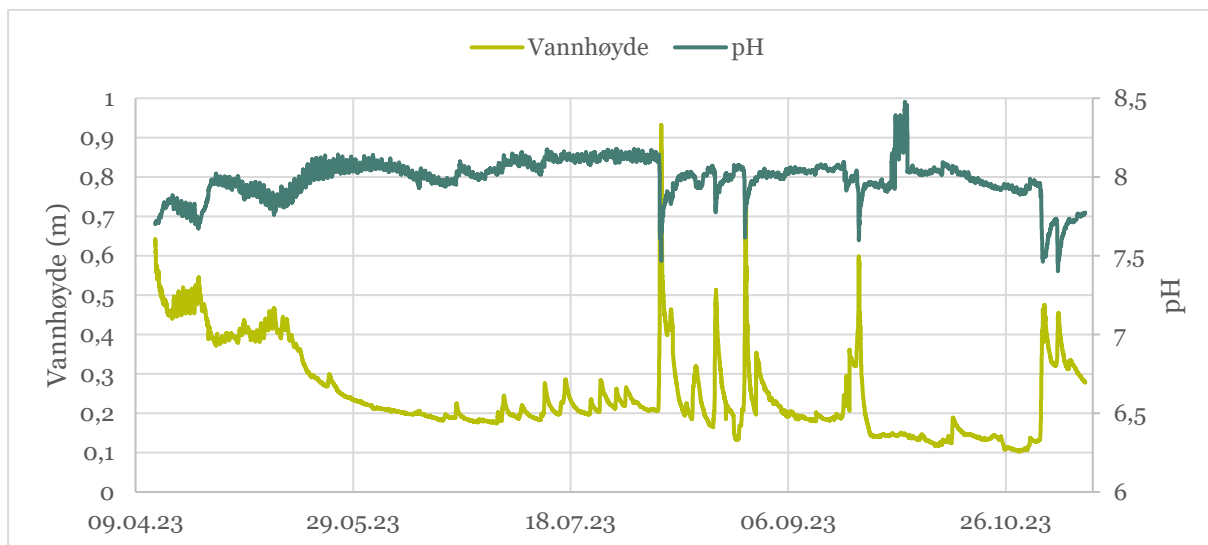
\* Maks verdi for turbiditet er usikker



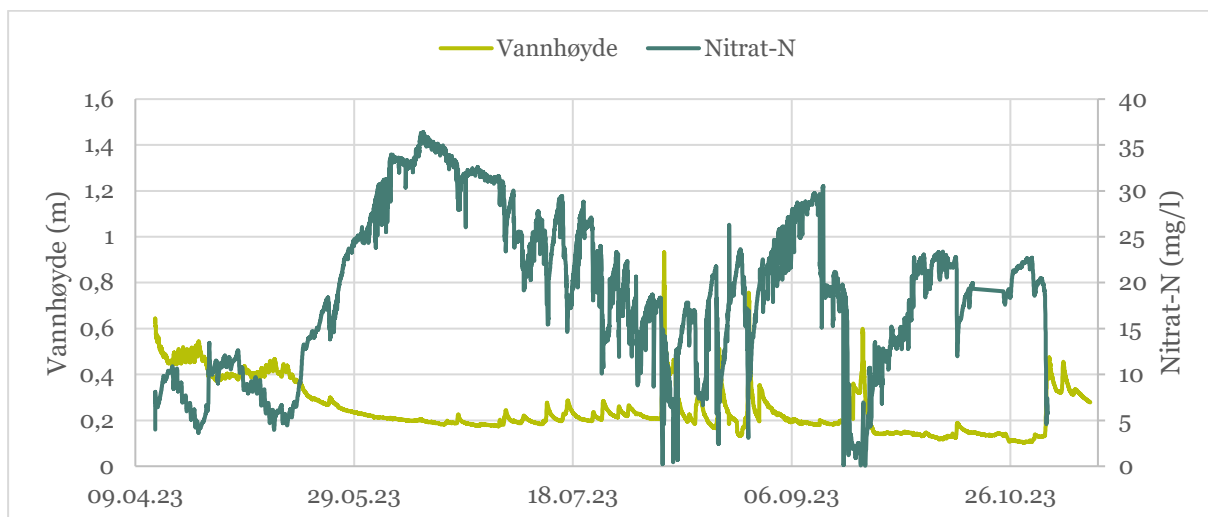
Figur 3.29. Turbiditet (døgnmiddel) og vannhøyde for NOR i perioden 13.04.- 11.11.23.



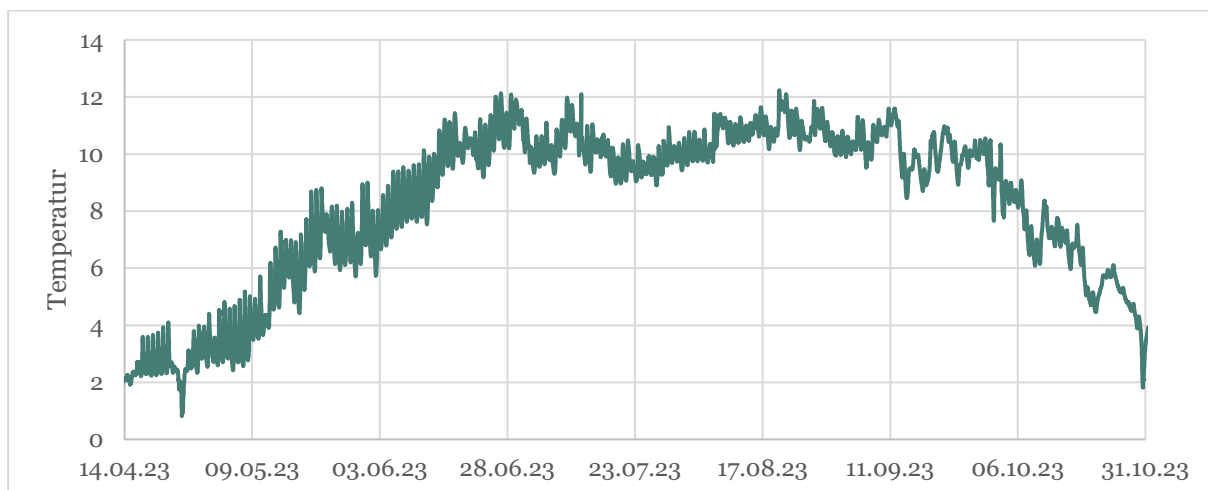
Figur 3.30. Ledningsevne og vannhøyde for NOR i perioden 13.04.- 13.11.23.



Figur 3.31. pH og vannhøyde for NOR i perioden 13.04.- 13.11.23.



Figur 3.32. Nitrat-N og vannhøyde for NOR i perioden 13.04.- 13.11.23.



Figur 3.33. Vanntemperatur for NOR i perioden 13.04.- 13.11.23.



### 3.3.3.2 Damtjernbekken (DAM)

Ledningsevnen viste en snittverdi på 36 mS/m i 2023, mens den var 55 mS/m i 2022 (tabell 3.25)

pH varierte mellom 7,1 og 8,7 med en middelvei på 7,7. Verdiene var omtrent som for 2022.

Turbiditeten viste en snittverdi på 24 NTU for 2023, mens den var 5,9 NTU i 2022. Endringene kan ha sammenheng med flom og en del måleproblemer for turbiditet i 2023.

Maksimal vannhøyde på 74 cm inntraff i forbindelse med flommen «Hans». Vanntemperaturen i DAM var omtrent som i 2022.

Døgnmiddelveidien for turbiditet har vist lave verdier (< 5 NTU) i perioder med lav og normal vannføring og svært høye verdier under flom (figur 3.34). Under og rett etter flom vurderes målingene som usikre. Det har vært vanskelig å opprettholde gode målinger av turbiditet på dette målepunktet gjennom 2023.

Ledningsevnen ved DAM har variert mellom 7 og 99 mS/m (figur 3.35). De høyeste verdiene ble registrert i perioder med lav eller normal vannføring og de laveste under flom. Damtjernbekken har mottatt rensed tunnelvann fra driving av Sollihøgdtunnelen samt avrenning fra fyllinger med sprengstein på Skaret. Disse tilførselene har bidratt til at bekken har hatt høy ledningsevne gjennom anleggsfasen. Tilførselene av rensed tunnelvann opphørte i slutten av juli 2023, noe som førte til at ledningsevnen i bekken avtok. Ledningsevnen er påvirket av mengden nitrat som blir tilført med tunnelvann og vasket ut fra sprengstein.

De høyeste pH-verdiene med et snitt på 8,3 ble målt våren 2023 i perioder med lav eller normal vannføring (tabell 3.36). Etter at tilførselene av rensed tunnelvann opphørte i slutten av juli 2023, viste bekken lavere pH-verdier med et snitt rundt 7,5.

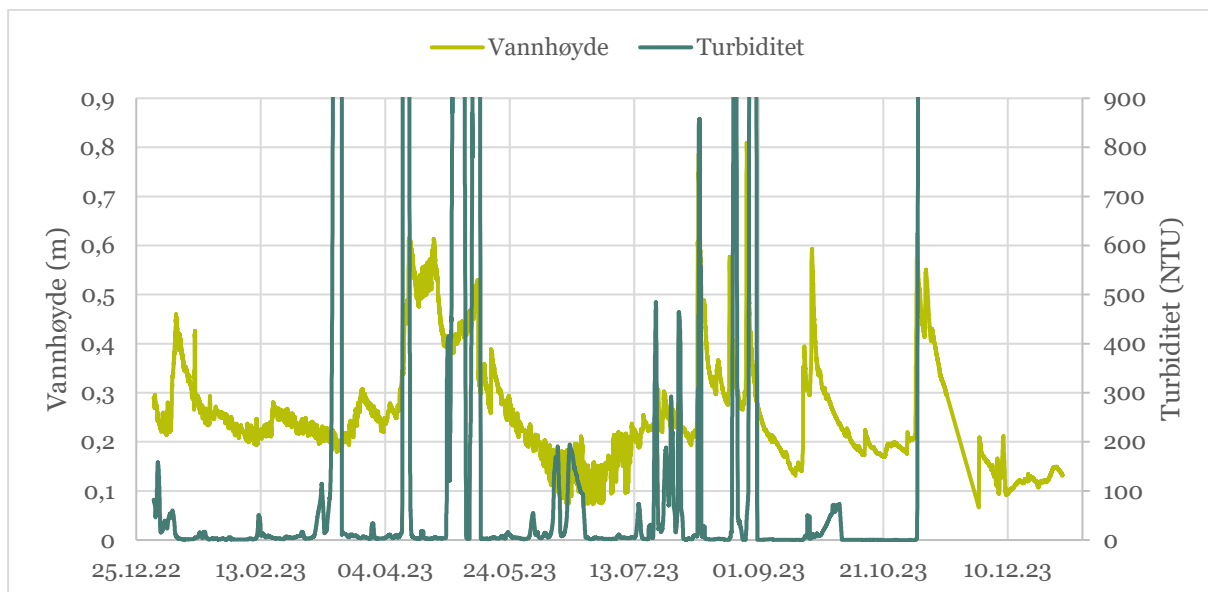
Nitrat-N viste verdier mellom 0 og 98 mg/l, og en snittverdi gjennom året på 13 mg/l (figur 3.37). På våren viste målingene en snittverdi på 25 mg/l i perioder med lav eller normal vannføring, mens høsten viste en snittverdi på ca. 10 mg/l samme vannføring. I begynnelsen av august, rett etter at renseanlegget for tunnelvann ble avsluttet, ble det registrert flere høye nitratverdier i bekken og maksimalt 98 mg/l. Denne verdien er svært usikker siden den optiske nitratsensoren har et kvalifisert måleområde 0-60 mg/l. Snittverdiene for nitrat-N var 16 mg/l i 2022 og 5,6 mg/l i 2021.

Nitrat-N og ledningsevne har vist nesten identiske mønstre for variasjon i målte verdier (figur 3.38). Resultatene indikerer at ledningsevne kan brukes som en proxy for nitrat-N, og styrke datagrunnlaget for nitrat i perioder med usikre målinger.

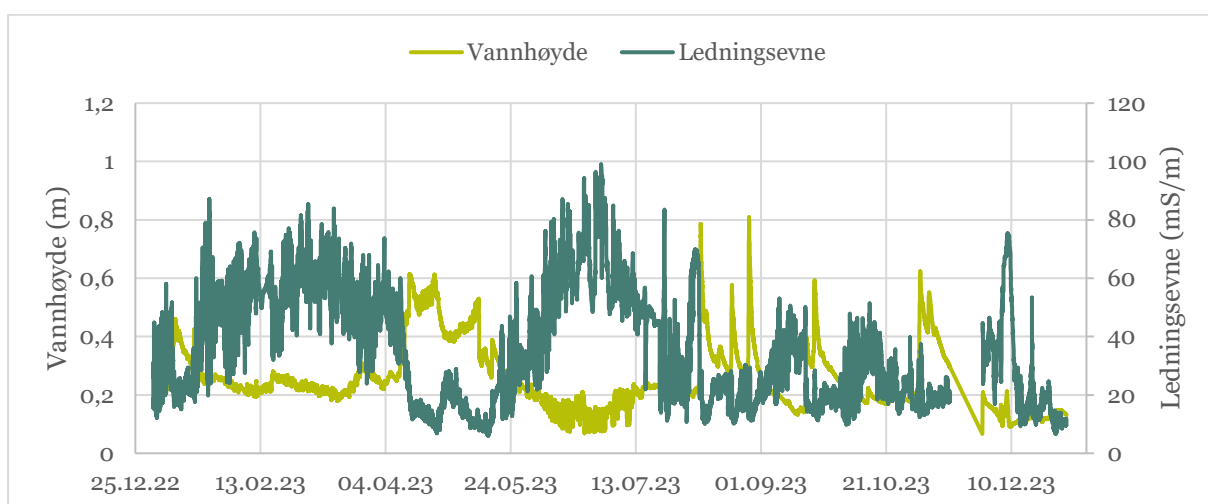
Oksygenmetningen ved DAM var nær 100 % gjennom det meste av måleperioden (figur 3.39). Metningen var lavere i tre perioder med lav vannføring, en i mars, en i begynnelsen av april samt en periode i slutten av juni og begynnelsen av juli. Lavere oksygenverdier i disse periodene kan skyldes oksygenforbruk ved nitrifikasjon av ammonium tilført med tunneldrivevann. Det kan også skyldes at oksygensonden har blitt dekket med slam som har lavt oksygeninnhold. Bekken viste relativt lave vann temperaturer, noe som kan skyldes at mye av vannet var tunnelvann som ble tilført etter infiltrasjon gjennom en stor steinfylling. Maksimal temperatur var rett under 16 °C.

Tabell 3.25. Årlige min-, snitt- og maksverdier for automatiske målinger ved DAM for perioden 2021-2023.

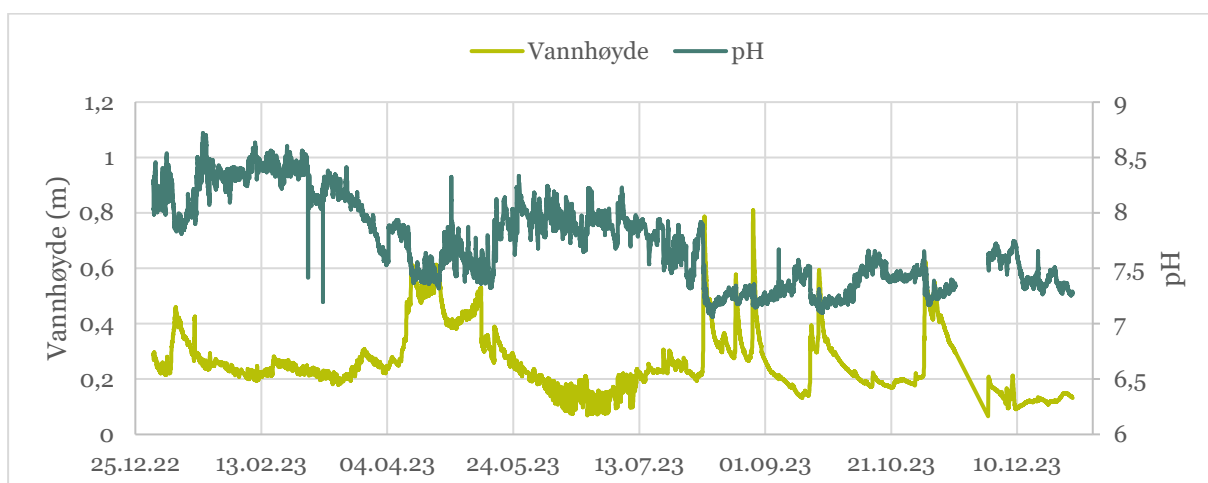
	Ledningsevne (mS/m)			pH			Turbiditet (NTU)			Vannhøyde (cm)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
2023	7	36	99	7,1	7,7	8,7	0	24	5971*	0	19	74	-0,4	6,2	15,9
2022	0	55	177	7,1	7,8	8,8	0	5,9	4131*	0	7,9	50	-0,1	6,3	16,6
2021	0	27	63	7,0	7,4	8,4	0	5,6	1256	-2	9	62	0,0	8,4	17,5



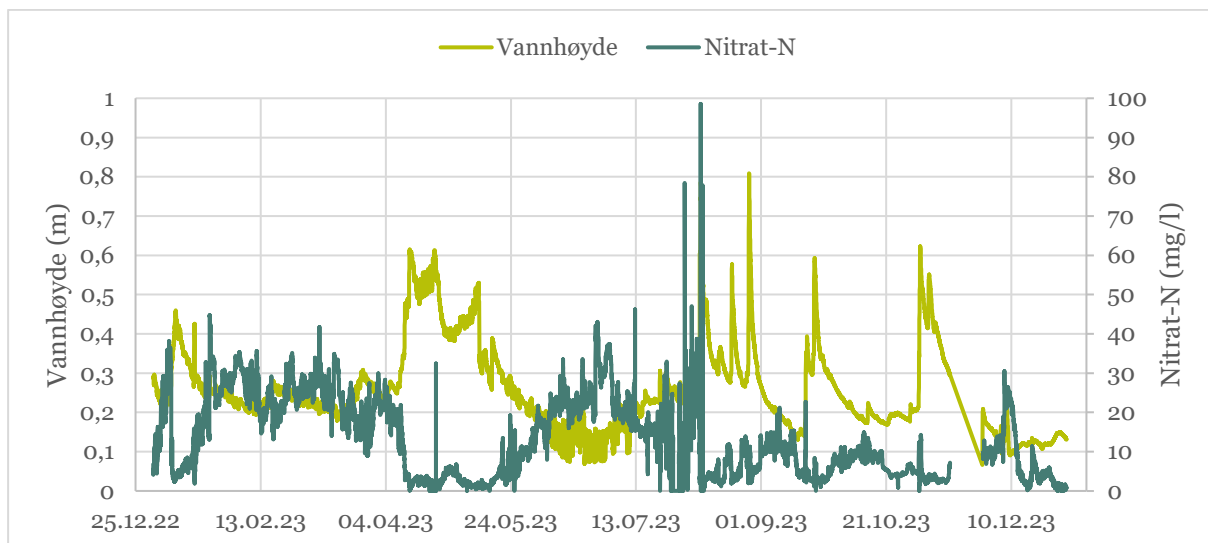
Figur 3.34. Turbiditet (døgnmiddel) og vannhøyde for DAM i perioden 01.01.- 31.12.23.



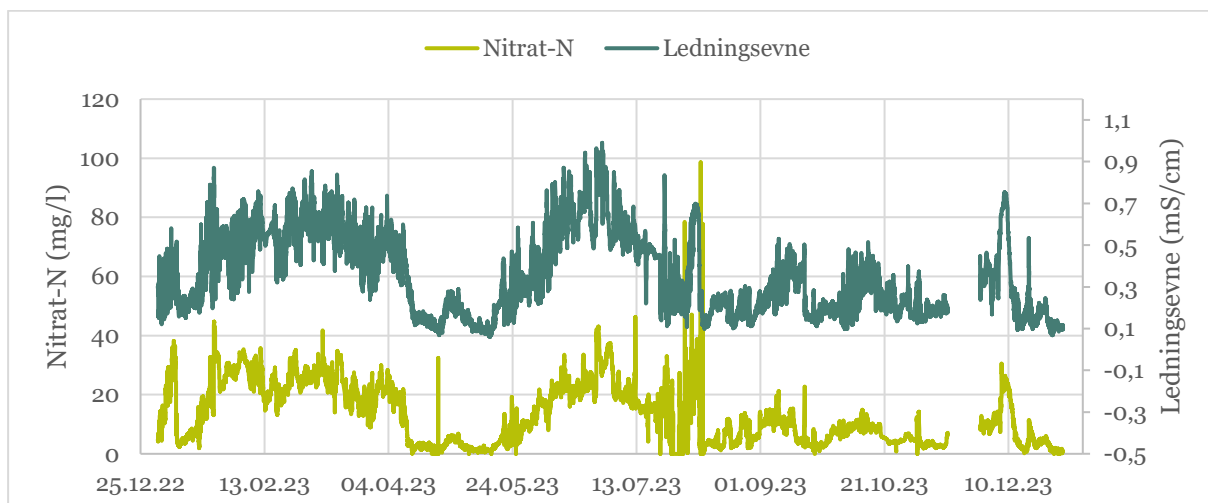
Figur 3.35. Ledningsevne og vannhøyde for DAM i perioden 01.01.- 31.12.23.



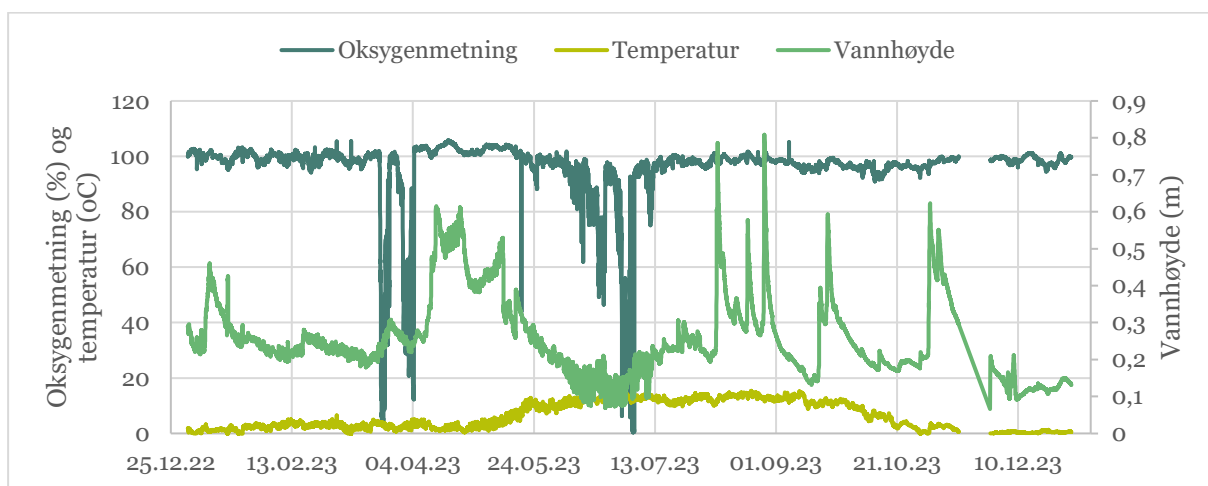
Figur 3.36. pH og vannhøyde for DAM i perioden 01.01.- 31.12.23.



Figur 3.37. Nitrat-N og vannhøyde for DAM i perioden 01.01.- 31.12.23.



Figur 3.38. Nitrat-N og ledningsevne for DAM i perioden 01.01.- 31.12.23.



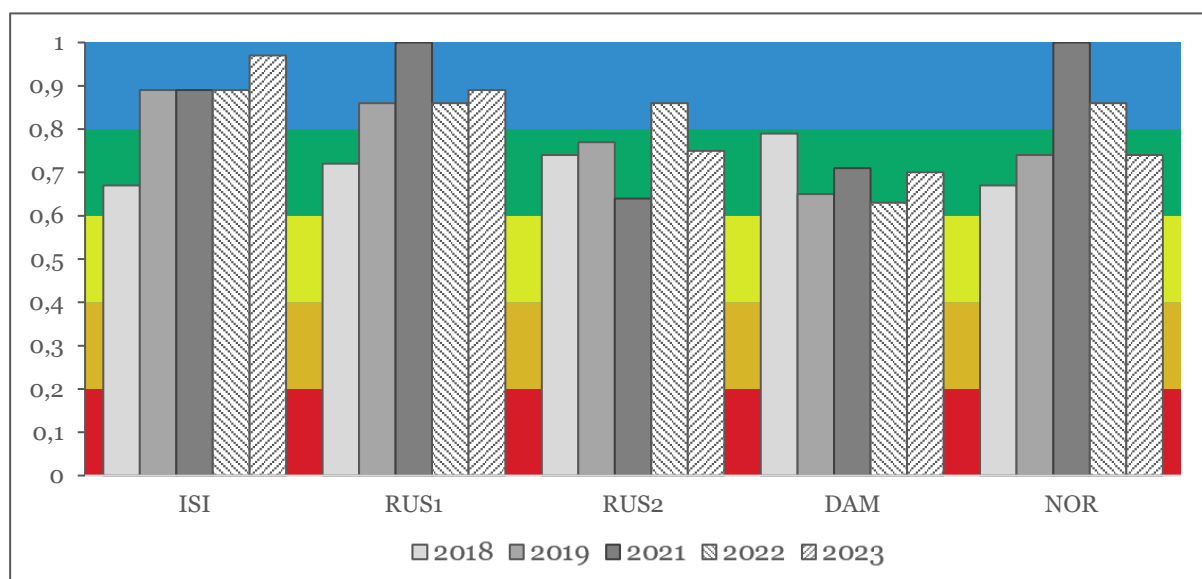
Figur 3.39. Oksygenmetning, vanntemperatur og vannhøyde for DAM i perioden 01.01.- 31.12.23.

## 3.4 Biologi

### 3.4.1 Bunndyr

Bunndyrundersøkelsene for 2023 viste *god* eller *svært god* økologisk tilstand for alle stasjoner (figur 3.40 og tabell 3.26). Kvalitetsэлементet bunndyr indikerer at økologisk tilstand påvist under forundersøkelsene (2018 og 2019) ikke har blitt forverret under anleggsperioden (2021-2023). De høyeste verdiene for økologisk tilstand (nEQR=1) ble påvist for RUS1 og NOR i 2021, som var det første anleggsåret.

ASPT-indeksen som ligger til grunn for vurderingen, er laget for å beskrive saprobiering, og vil ikke nødvendigvis gi en sikker vurdering av endringer av økologisk tilstand for bunndyr under påvirkning av vegbygging. Økt mengde partikler, nitrogen, endret vannkjemi og pH vil kunne påvirke arter og sammensetning av bunndyr som ikke ivaretas av ASPT-indeksen.



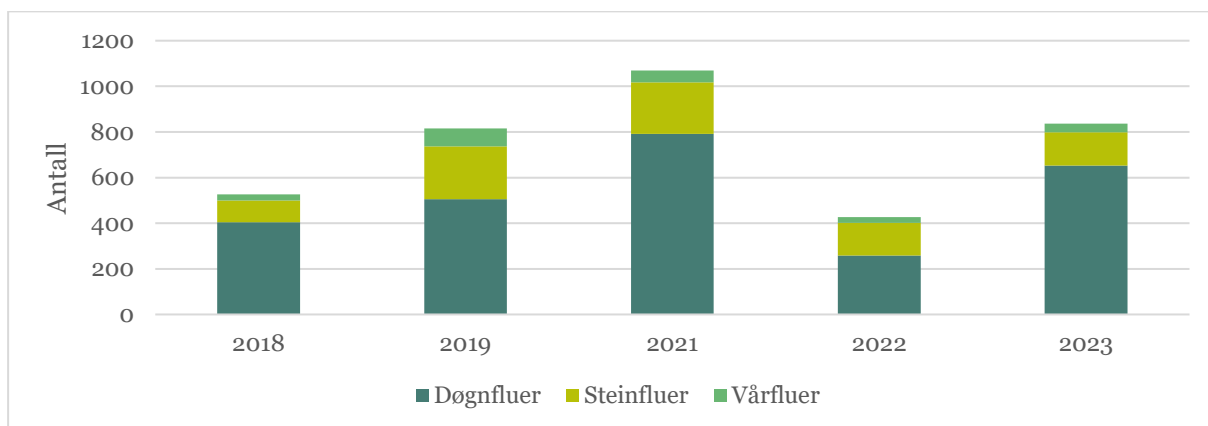
Figur 3.40. Økologisk tilstand (nEQR) for bunndyr ved ISI, RUS1, RUS2, DAM og NOR i perioden 2018-2023.

Tabell 3.26. Økologisk tilstand basert på kvalitetsэлементet bunndyr og eutrofieringsindeksen ASPT for 2018 til 2023.

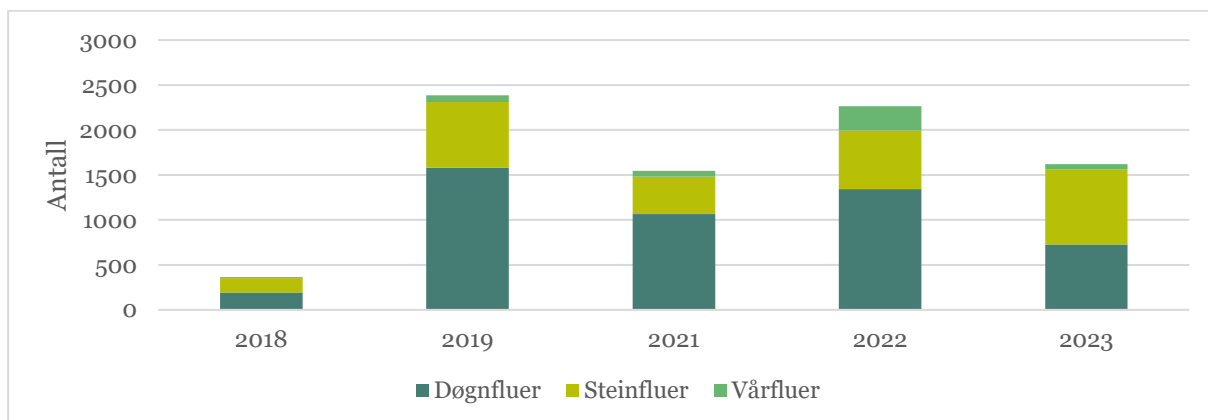
	År	ISI		RUS1		RUS2		DAM		DAMUT		NOR		NOR2	
		Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst
ASPT	2018	6,31		6,5		6,56	-	6,55	-			6,33	-	-	
	2019	7	6,67	6,5	7,35	-	6,72	6,06	6,27			6,55	-	-	
	2020	-	-	-	-	-	-	6,85	6,53			-	-	-	
	2021	6,73	7,06	7,07	7,18	5,67	6,63	-	6,44	6,75	6,75	7,29	7,28	-	
	2022	7,30	6,70	6,50	6,95	7,08	6,45	6,20	6,00	6,50	6,53	7,60	6,45	7,07	6,63
	2023	6,87	7,46	6,72	7,19	6,50	6,67	6,53	6,24	6,77	6,75	6,63	7,00	6,53	6,62
nEQR	2018	0,67		0,72		0,74		0,79				0,67		-	
	2019	0,89		0,86		0,77		0,65				0,74		-	
	2020	-		-		-				0,81*		-		-	
	2021	0,89		1,0		0,64		0,71		0,79		1,0		0,74	
	2022	0,89		0,86		0,86		0,63		0,73		0,86		0,88	
	2023	0,97		0,89		0,75		0,70		0,79		0,88		0,74	

Totalt antall EPT individer og fordeling mellom døgnfluer, steinfluer og vårfluer kan gi tilleggsm informasjon om tilstand og forhold i undersøkte vassdrag. For stasjonen ISI i Isielva har det vært omtrent samme fordeling mellom disse gruppene i perioden 2018-2023 (figur 3.41). Totalantallet individer har variert fra 427 (2022) til 1070 (2021).

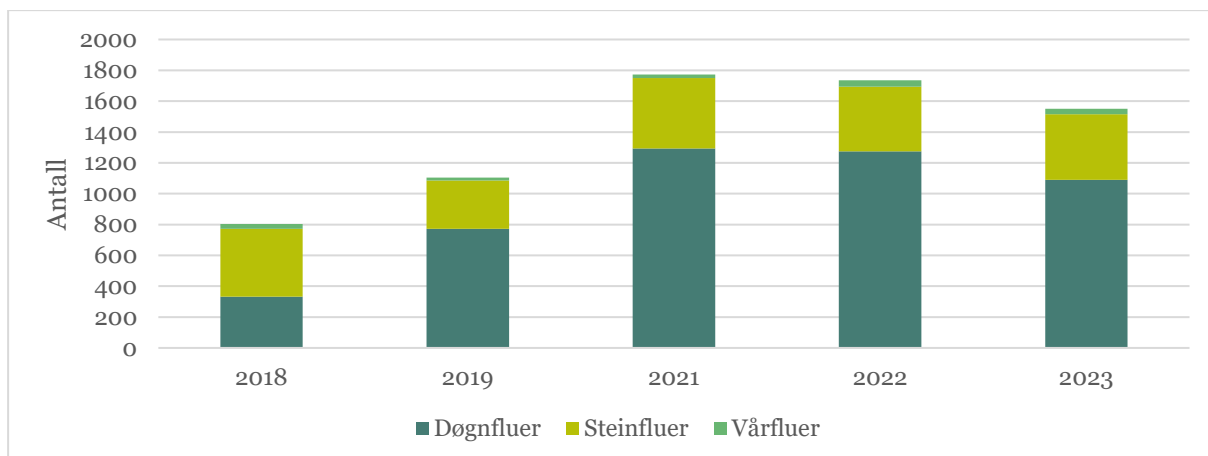
For Rustanbekken (RUS1 og RUS2) var det omtrent samme fordeling mellom EPT-gruppene som i Isielva. Det høyeste individtallet var 2385 og ble påvist på RUS1 i 2019 (figur 3.42). På RUS2 ble det høyeste individtallet på 1772 påvist i 2021 (figur 3.43).



Figur 3.41. Antall døgn- stein- og vårfluer i Isielva (ISI) i perioden 2018-2023.



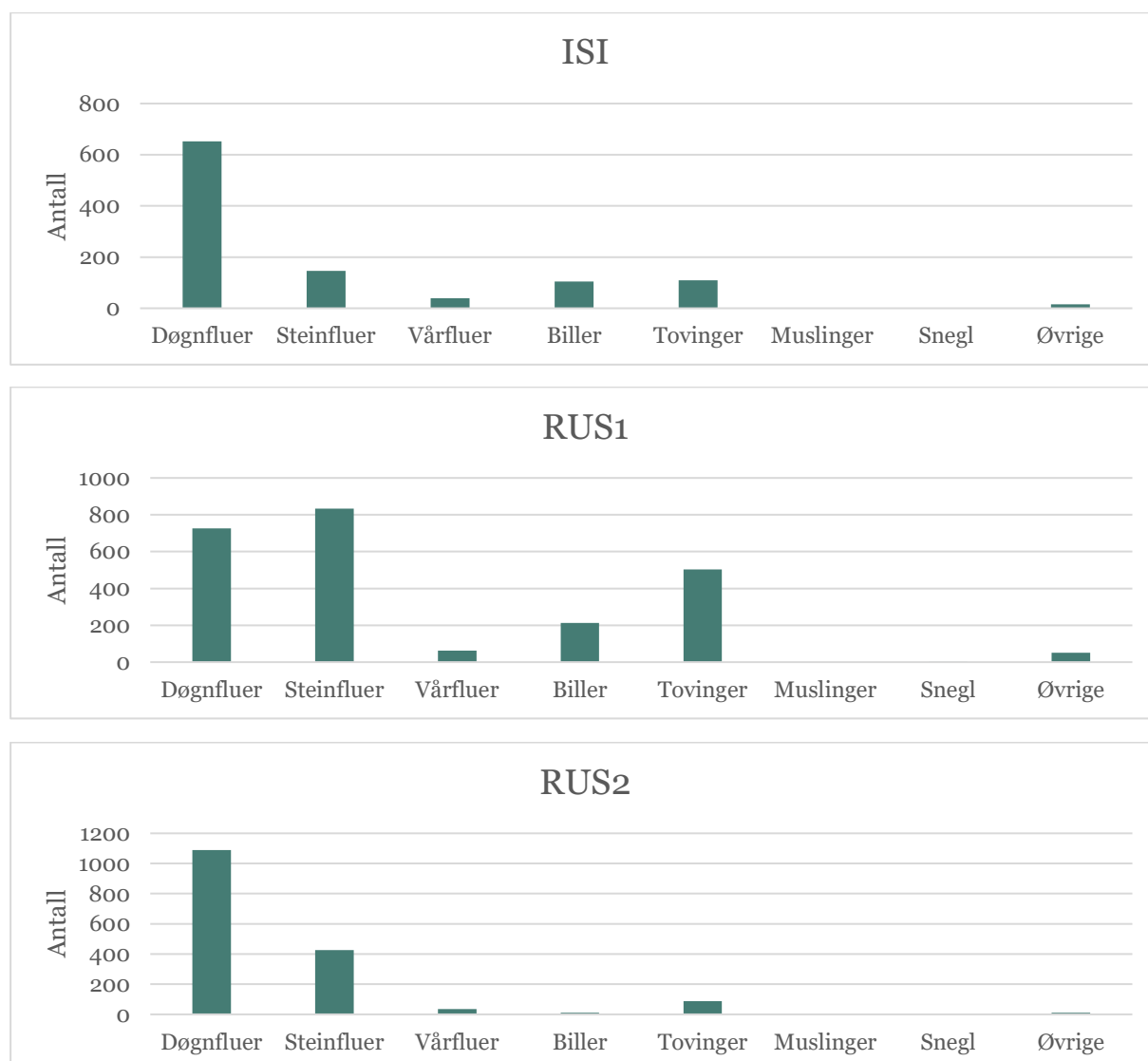
Figur 3.42. Antall døgn- stein- og vårfluer på RUS1 i Rustanbekken i perioden 2018-2023.



Figur 3.43. Antall døgn- stein- og vårfluer på RUS2 i Rustanbekken i perioden 2018-2023.



Individtallet for ulike grupper av bunndyr på stasjonene ISI, RUS1 og RUS2 i 2023 er vist i figur 3.44.



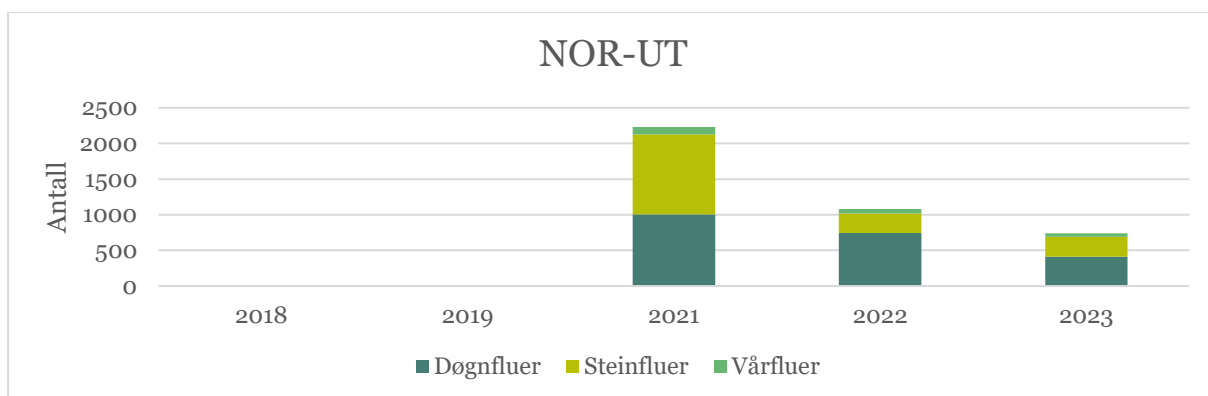
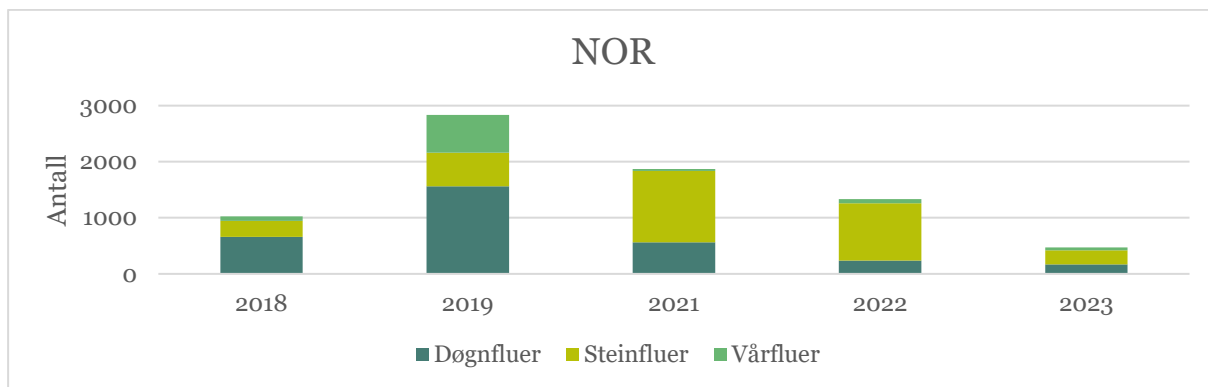
Figur 3.44. Viser fordeling av antall individer innenfor grupper av bunndyr for ISI, RUS1 og RUS2 i 2023.

Stasjonene i Nordlandsbekken (NOR og NOR-UT) viste det laveste individtallet for EPT-artene i 2023 (figur 3.45). Årsaken er mest sannsynlig at de uvanlig store flommene har vasket med seg en del av bunndyrene. Det ser ut til at andelen steinfluer har økt i NOR gjennom anleggsfasen (2021-2023). For NOR-UT som ligger ca. 400 m nedstrøms NOR er det fortsatt en stor andel døgnfluer i perioden 2021-2023. Det kan være ulike og sammensatte årsaker til disse endringene.

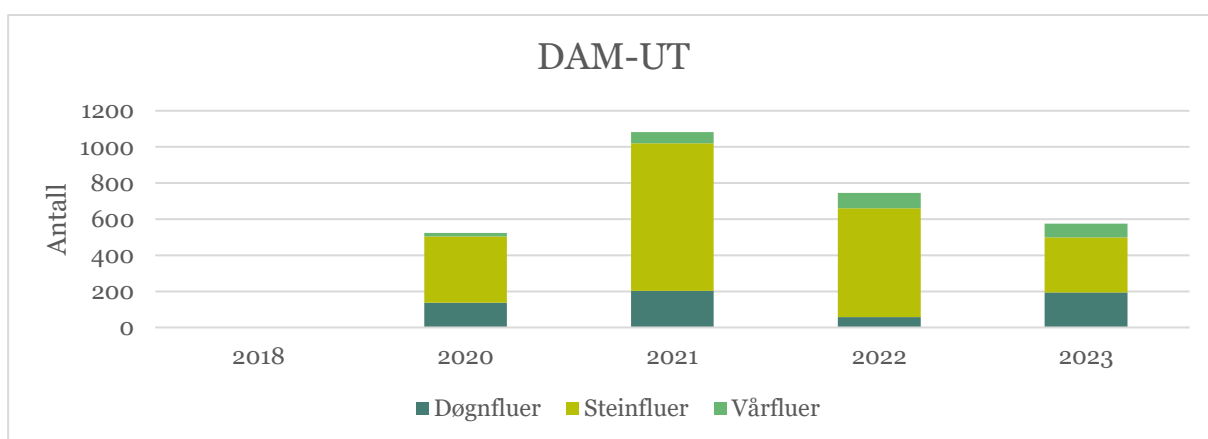
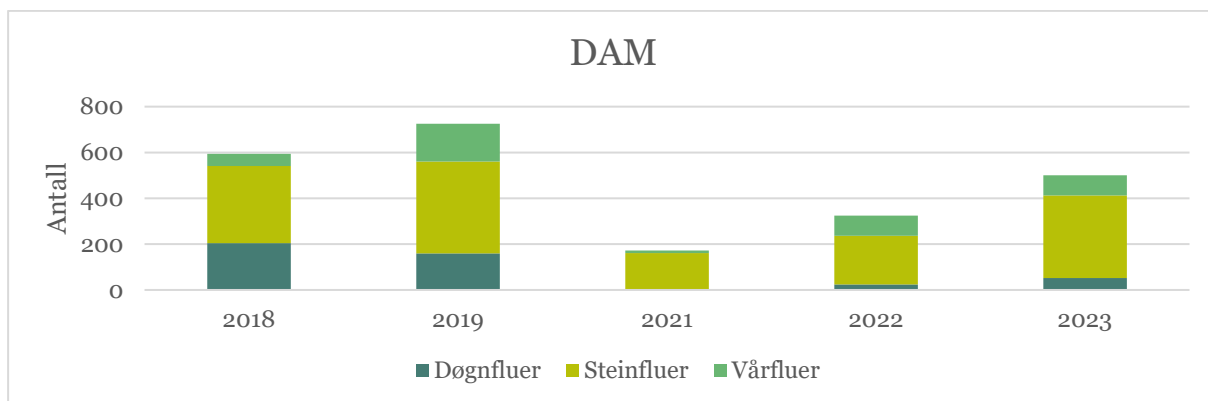
For stasjonen DAM i Damtjernbekken ble det laveste antallet EPT-individer påvist i 2021, og en stor andel var steinfluer (figur 3.46). For stasjonen DAM-UT nær utløpet av Damtjernbekken ble det høyeste antallet EPT-individer påvist i 2021, og med en «normal» fordeling mellom døgnfluer, steinfluer og vårfluer.

Tovinger, og særlig knottlarver, utgjør en stor andel av bunndyrsamfunnet i Nordlandsbekken og Damtjernbekken (figur 3.47 og 3.48).

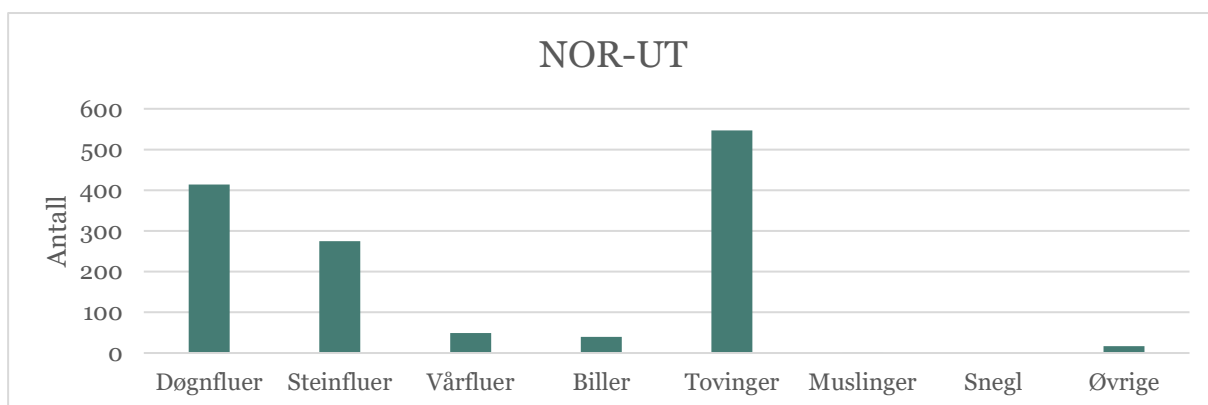
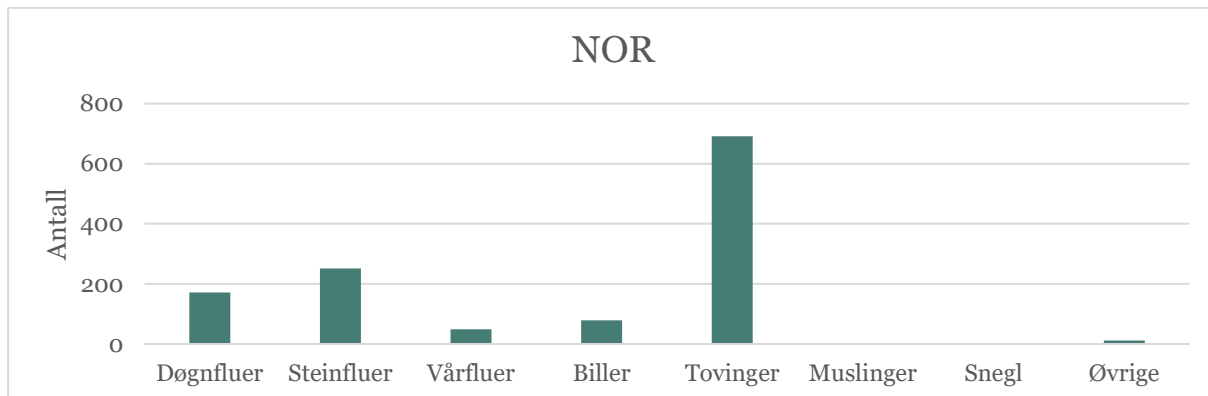
Vårfluen *Wormaldia occipitalis*, som er sterkt truet (EN) på rødlista, ble påvist i vårprøven fra DAM i 2023. Den har blitt påvist i bekken gjentatte ganger i perioden 2018-2023.



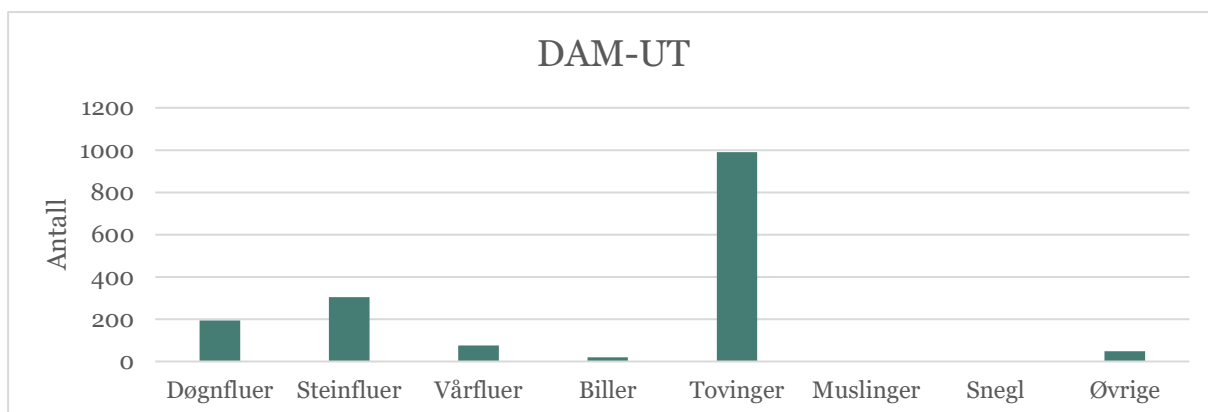
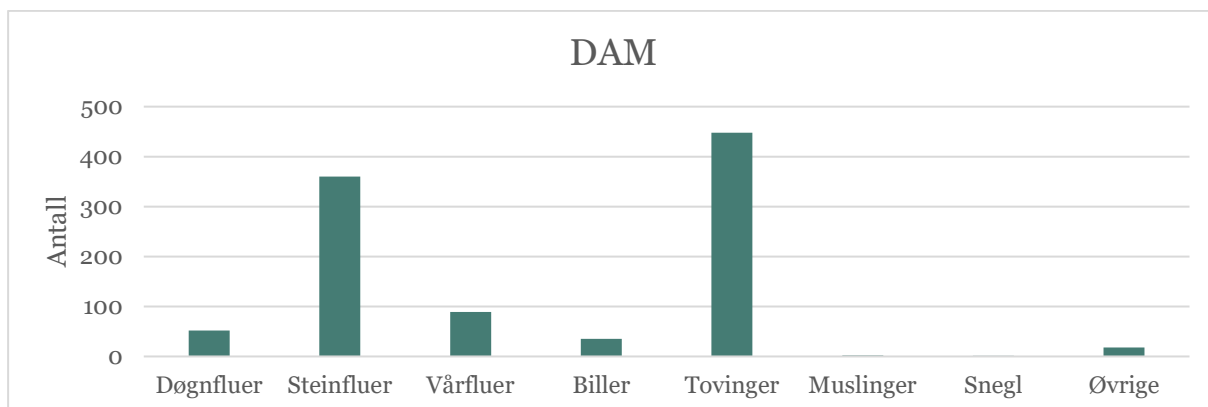
Figur 3.45. Antall døgn- stein- og vårfluer på NOR og NOR-UT i Nordlandsbekken i perioden 2018-2023.



Figur 3.46. Antall døgn- stein- og vårfluer på DAM og DAM-UT i Nordlandsbekken i perioden 2018-2023.



Figur 3.47. Viser fordeling av antall individer innenfor grupper av bunndyr for NOR og NOR-UT i Nordlandsbekken i 2023.



Figur 3.48. Viser fordeling av antall individer innenfor grupper av bunndyr for NOR og NOR-UT i Nordlandsbekken i 2023.

### 3.4.2 Begroingsalger

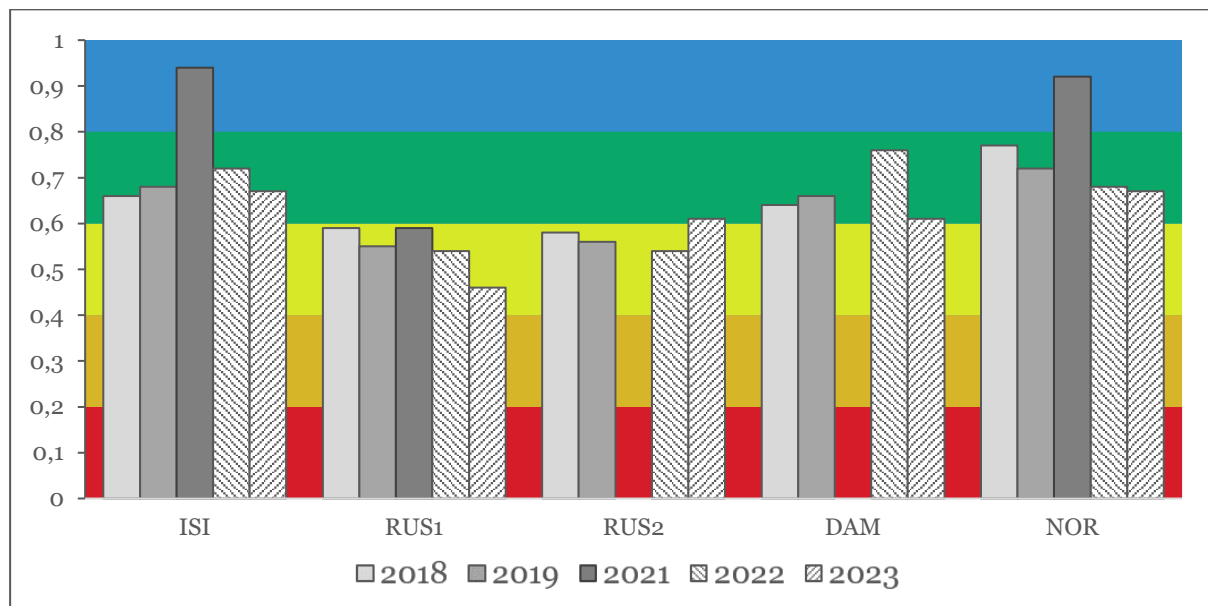
Figur 3.49 og tabell 3.27 viser utvikling i økologisk tilstand i bekkene basert på kvalitetselementet begroingsalger. De undersøkte stasjonene har opprettholdt omtrent samme tilstand gjennom perioden 2018 til 2023. Det er ingen tydelig negativ påvirkning gjennom anleggsperioden 2021 til 2023, selv om nitrogenkonsentrasjonene og partikkelbelastningen har økt. I 2023 ble prøvene tatt etter flommen «Hans», noe som kan forklare at det ble registrert færre arter enn vanlig.

Isielva (ISI) har stort sett vist *god* tilstand, men viste *svært god* tilstand i 2021, som var det første anleggsåret.

Begge stasjonene i Rustanbekken (RUS1 og RUS2) viste i hovedsak *moderat* tilstand. Unntaket var RUS1 i 2023 som viste *god* tilstand.

Damtjernbekken (DAM) og Nordlandsbekken har vist *god* tilstand for alle prøver.

I 2022 var det mer synlige makroalger enn tidligere år, noe som kan skyldes naturlige variasjoner eller økt tilførsel av nitrogen. I 2023 var det liten forekomst av synlige makroalger da substratet var blitt «skuret» under flom.



Figur 3.49. nEQR for begroingsalger ved hovedstasjonene i Isielva, Rustanbekken, Damtjernbekken og Nordlandsbekken.

Begroingen i Isielva, Rustanbekken og Nordlandsbekken var i hovedsak grønnalger, mens cyanobakterier var vanlig i Damtjernbekken.

Det ble påvist lite heterotrof begroing i bekkene, og HBI2-indeksen viste i all hovedsak *svært god* tilstand (tabell 3.27).

Fullstendig artsliste er vist i vedlegg.

Tabell 3.27. Økologisk tilstand i bekkene basert på eutrofieringsindeksen PIT, forsuringsindeksen AIP og indeksen for organisk belastning HBI2.

Stasjon	År	PIT	AIP	HBI2	Tilstand
ISI	2023	0,67	1,00	0,80	God
	2022	0,72	1,00	1,00	God
	2021	0,94	1,00	-	Svært god
	2019	0,68	1,00	0,90	God
	2018	0,66	1,00	1,00	God
RUS1	2023	0,46	1,00	1,00	Moderat
	2022	0,54	1,00	1,00	Moderat
	2021	0,59	1,00	-	Moderat
	2019	0,55	1,00	0,90	Moderat
	2018	0,59	0,96	1,00	Moderat
RUS2	2023	0,61	1,00	1,00	Moderat
	2022	0,54	1,00	0,80	Moderat
	2021	-	-	-	-
	2019	0,56	1,00	0,90	Moderat
	2018	0,58	0,96	1,00	Moderat
DAM	2023	0,61	0,83	1,00	God
	2022	0,76	0,83	1,00	God
	2021	-	-	-	-
	2019	0,66	-	0,90	God
	2018	0,64	0,78	1,00	God
NOR	2023	0,67	1,00	1,00	God
	2022	0,68	1,00	1,00	God
	2021	0,92	0,59	-	Svært god
	2019	0,72	-	0,90	God
	2018	0,77	0,78	1,00	God



### 3.4.3 Fisk

#### 3.4.3.1 Habitat, tetthet og økologisk tilstand

Fiskestasjonen i Isielva (ISIF) har kun naturlig rekruttering av laks og sjøørret. I henhold til Morten Merkesdal i Bærum kommune så settes det ikke ut årsyngel på denne elvestrekningen. Det er derfor relevant å vurdere økologisk tilstand basert på habitat og tetthet av laks- og ørretunger. Det settes ut årsyngel av laks- og sjøørret i Kjaglielva, oppstrøms Bjørumdammen, men disse antas ikke å migrere nedover vassdraget før de er smolt.

Habitatvurderingen har vist at ISIF gir godt skjul for ungfisk og gode gytemuligheter (habitatklasse A3). Det er et tett løvtak over strekningen som gir god skyggeeffekt. Avfisket strekning er relativt grunn med substrat av mindre og større stein iblandet noe grus. Det er mindre kulper og hvileplasser bak større steiner.

ISIF har vist stor tetthet av laks- og sjøørretunger i hele undersøkelsesperioden fra 2018 til 2023. Høyeste tetthet (287 fisk per 100 m<sup>2</sup>) ble påvist i 2018 og laveste tetthet (106 fisk per 100 m<sup>2</sup>) ble påvist i 2023. I 2022, som var året med den høyeste nitrogenavrenningen fra anleggsaktiviteten, ble det påvist 251 fisk per 100 m<sup>2</sup>. Påvist tetthet av ungfisk på ISIF (og habitat A3) tilsvarer svært god økologisk tilstand i hele undersøkelsesperioden 2018 til 2023. Den lavere tettheten i 2023 kan ha sammenheng med at årsyngel har blitt spylt ut av området under flommen «Hans». Det er usikkert om tettheten kan ha blitt negativt påvirket av arbeidene med midlertidig elvekulvert og bruarbeider oppstrøms. Laks er den dominerende arten på ISIF, og har som hovedregel vist 2 til 3 ganger flere ungfisk enn ørret.

På stasjon RUS1 i Rustanbekken har det normalt blitt satt ut årsyngel av laks og sjøørret, for å utnytte bekken som oppvekstområde, selv om strekningen ikke er anadrom. Gytefisk av laks- og sjøørret stopper ved Nypefoss rett nedstrøms. Gjennom anleggsperioden for E16 synes det å ha vært variabel praksis med hensyn til utsetting av årsyngel. I noen år har det ikke blitt satt ut fisk. Dette forklarer den variable tettheten på stasjonen, der 2018 indikerte svært god tilstand med 287 fisk per 100 m<sup>2</sup>. I 2023 ble det bare fanget årsyngel av laks, mens all ettårig fisk var ørret. Det viser at det bare ble satt årsyngel av laks på stasjonen våren 2023, mens det bare ble satt årsyngel av ørret våren 2022. Siden tettheten av fisk på denne stasjonen er basert på utsetting, så er det lite relevant å vurdere økologisk tilstand basert på tetthet og habitat (vurderes som A3). Økologisk tilstand er likevel indikert i tabell 3.28.

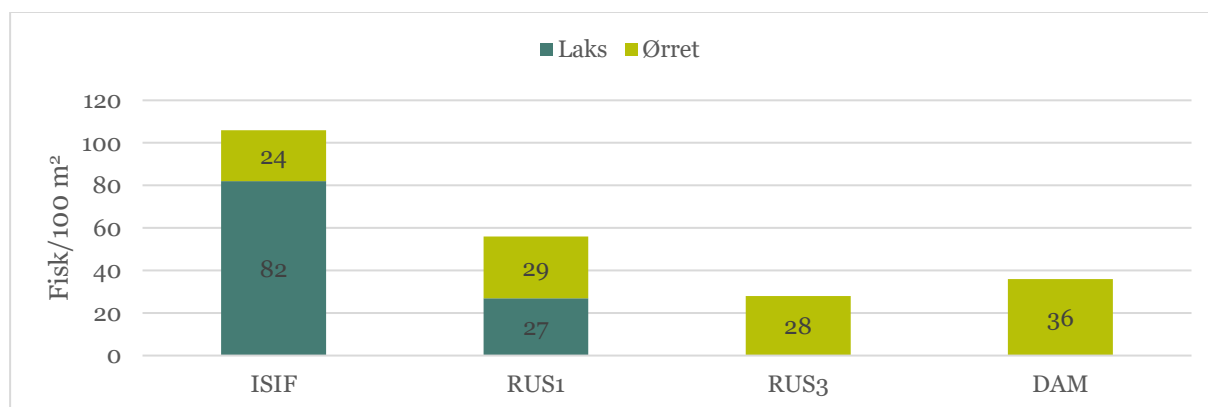
På stasjon RUS3 i Rustanbekken er det stasjonær stedegen ørret samt ørekyt. Her er det kun naturlig rekruttering. Avfisket område med stilleflytende vann og et mer rasktstrømmende parti i en kulvert under E16 gir godt skjul, men dårlige gyteforhold. Siden det er to arter til stede, er bestanden sympatrisk, og habitatklasse vurderes som SS3. I henhold til tabell 6.15 i veileder 02-2018 vurderes registrert tetthet av ørret å tilsvare svært god økologisk tilstand i hele undersøkelsesperioden 2018-2023. Tettheten har vært relativt stabil gjennom hele perioden, og anleggsarbeidet påvirker ikke vannkvaliteten i bekken i dette området. RUS3 tjener dermed som en referansestasjon i Rustanbekken.

Damtjernbekken har liten vannføring og kan tørke helt ut i år med lite nedbør på sommeren, slik som i 2018. Men i de fleste år opprettholder den tilstrekkelig vannføring for overlevelse av yngel og ungfisk i de nedre 60 m av bekkeløpet. Fiskeførende sone avgrenses av et vandringshinder rett oppstrøms, som gytefisken fra Holsfjorden ikke klarer å passere. Det ble påvist ørretunger på fiskestasjonen i 2019 samt i perioden 2021 til 2023. Bekken ble ikke elfisket i 2018 og 2020. Bekken har godt skjul og dårlige gyteforhold, og vurderes å ha habitatkvalitet SA2. Det har blitt fanget få fisk under elfiske, og bekken har blitt overfisket bare en gang. Beregnet tetthet er dermed svært usikker. Ved fiskeundersøkelsen i 2023 ble det fanget 7 ørret, hvorav en var en gytefisk fra Holsfjorden med lengde 30 cm. Økologisk tilstand fra *dårlig* (2022) til *god* (2019). I 2023 var den *moderat*. Som nevnt har

bekken tidvis litt vann samt at den tørker inn enkelte år. Vurderingen av økologisk tilstand har dermed begrenset relevans.

**Tabell 3.28. Tetthet av fisk og økologisk tilstand for elfiskede stasjoner i Isielva, Rustanbekken og Damtjernbekken i perioden 2018-2023. Blå=Svært god, grønn=God, gul=Moderat, oransje=Dårlig og rød= Svært dårlig.**

Vannforekomst	Stasjon	Habitatklasse	Fisk (x/100 m <sup>2</sup> )					
			2018	2019	2020	2021	2022	2023
Isielva	ISIF	A3	287	-	177	152	251	106
Rustanbekken	RUS1	A3	244	86	-	47	39	56
	RUS3	SS3	36	20	-	24	29	28
Damtjernbekken	DAM-UT	SA2	-	42	-	36	16	36



**Figur 3.50. Tetthet av fisk i Isielva (ISIF), Rustanbekken (RUS1 og RUS3) og Damtjernbekken (DAM) høsten 2023, og fordeling mellom laks og ørret på ISIF og RUS1.**

### 3.4.3.2 Lengdefordeling

Lengdefordelingen av laksunger i Isielva (ISIF) indikerer at det er tre årsklasser av fisk; årsyngel samt ett- og toårig fisk (figur 3.51). Det ble påvist 11 årsyngel (19 %) og 47 eldre fisk (81 %).

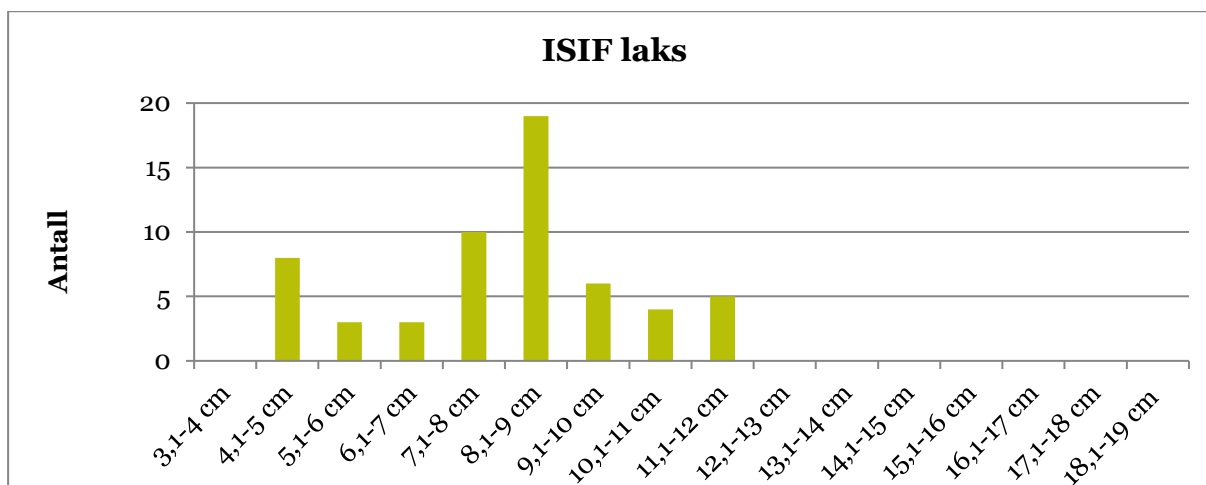
Lengdefordelingen av ørret indikerer tre til fire årsklasser (figur 3.52). Her var det 3 årsyngel (12 %) og 23 eldre fisk (88 %).

Sammenlignet med 2022 var det få årsyngel på ISIF i 2023. Det kan ha sammenheng med gyting, oppvekstforhold samt utvasking av årsyngel under flommen «Hans» i august.

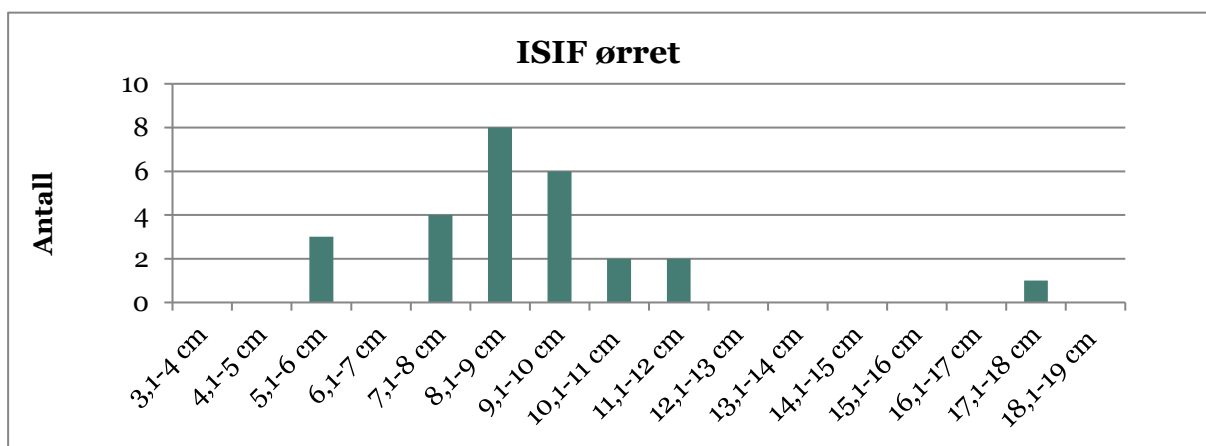
Lengdefordelingen for laksunger fra Rustanbekken ved RUS1 viste bare årsyngel (figur 3.53). Årsyngelen hadde vokst bedre enn i Isielva. Gjennomsnittslengden var 62 mm, mens den var 48 mm i Isielva. Lengdefordelingen for ørret på RUS1 viste at det i hovedsak ble fanget ett- og toårig fisk, og bare en årsyngel (figur 3.54).

På stasjon RUS3 i Rustanbekken ble det bare fanget eldre fisk og ingen årsyngel (figur 3.55). Det var stor spredning i alder og størrelse slik det er i stasjonære bestander. Den største fisken var en hanfisk på 320 mm.

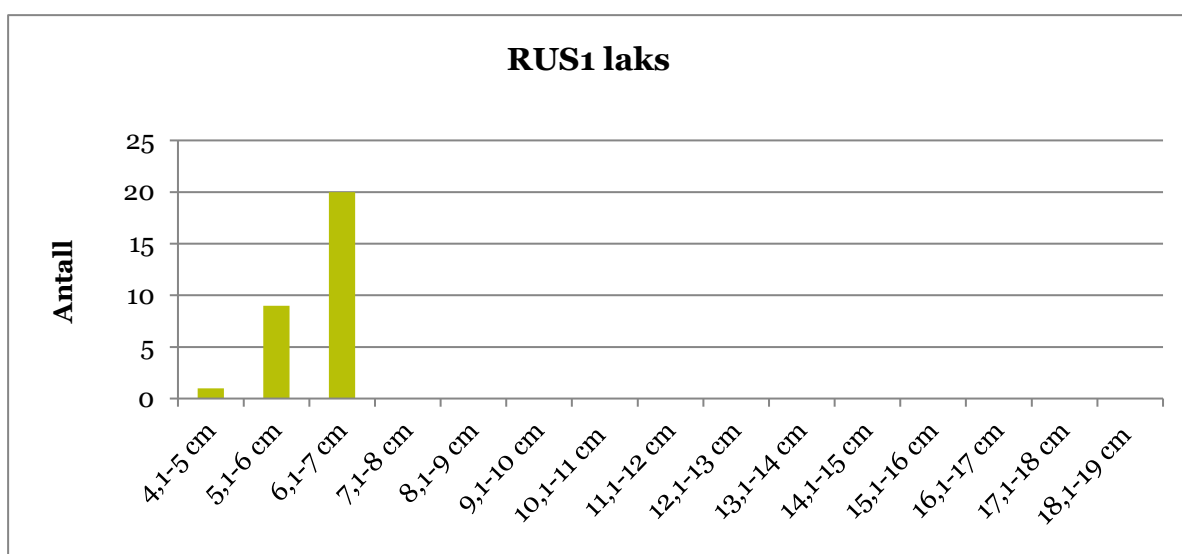
I Damtjernbekken (DAM) ble det bare fanget eldre fisk i 2023 (figur 3.56). I tillegg ble det fanget en gytefisk fra Holsfjorden med lengde 298 mm.



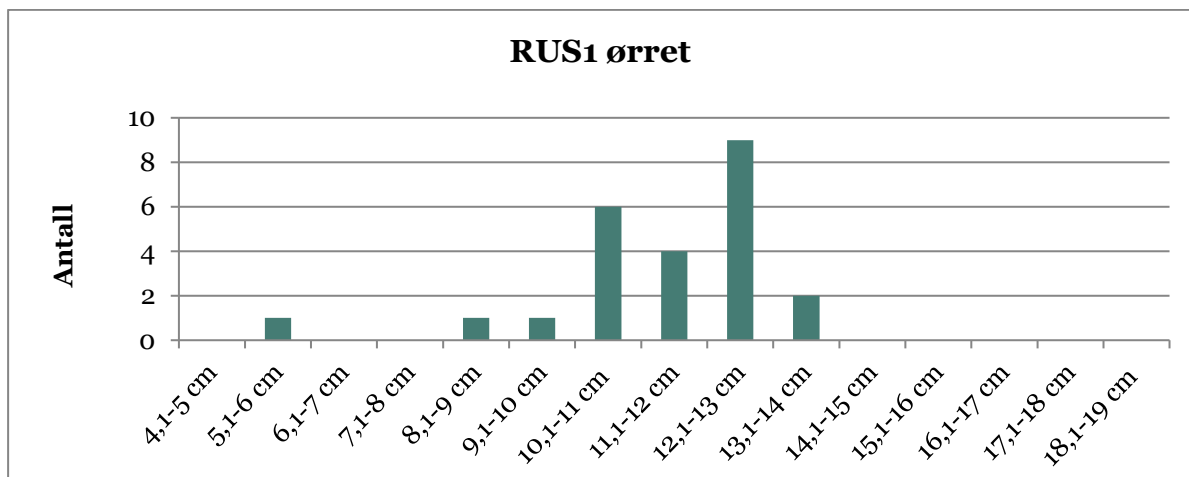
Figur 3.51. Lengdefordeling for laksunger i Isielva (ISIF) under elfiske høsten 2023.



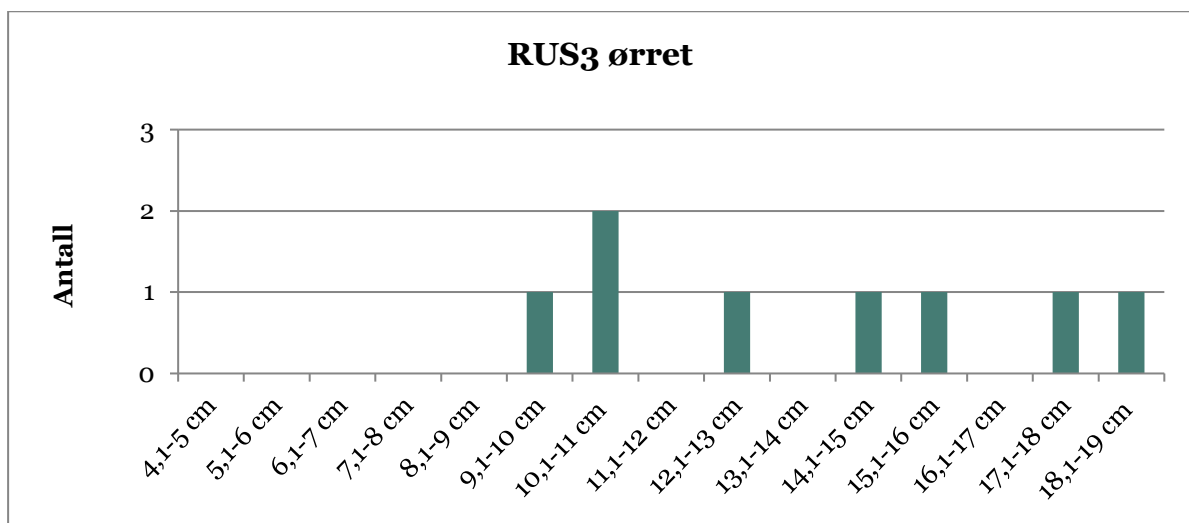
Figur 3.52. Lengdefordeling for ørretunger i Isielva (ISIF) under elfiske høsten 2023.



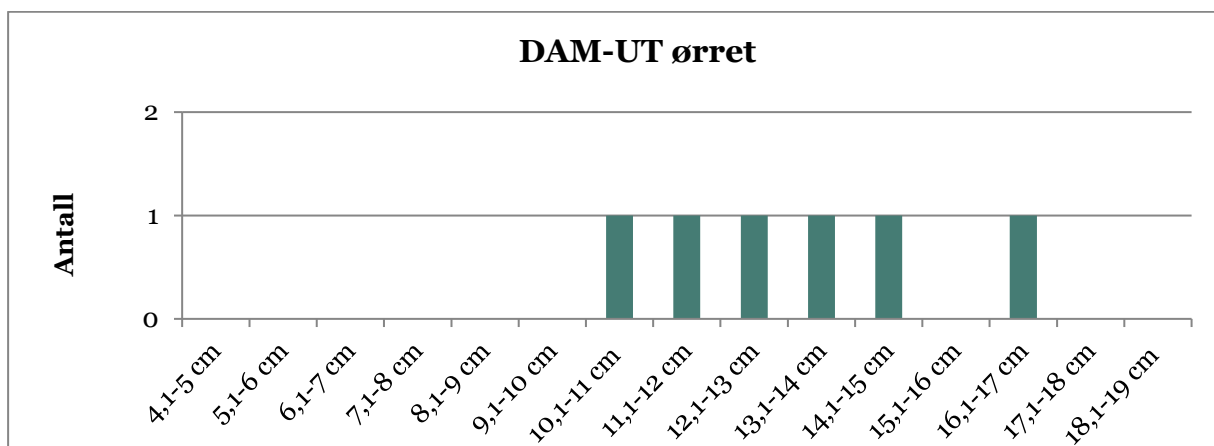
Figur 3.53. Lengdefordeling for laksunger i Rustanbekken ved RUS1 under elfiske høsten 2023.



Figur 3.54. Lengdefordeling for ørretunger i Rustanbekken ved RUS1 under elfiske høsten 2023.



Figur 3.55. Lengdefordeling for ørretunger i Rustanbekken ved RUS3 under elfiske høsten 2023.



Figur 3.56. Lengdefordeling for ørretunger i Damtjernbekken (DAM-UT) under elfiske høsten 2023.

### 3.4.4 Plankton, klorofyll og næringsstoffer i Holsfjorden

Tabell 3.29 og 3.30 viser resultatene fra undersøkelser av økologisk tilstand i Holsfjorden i 2023 sammenlignet med tidligere år. Den økologiske tilstanden for anleggsbelastet stasjon (HOL-N) og referansestasjon (HOL-T) er fortsatt *svært god*. Se vedlegg for en nærmere beskrivelse av resultatene.

Tabell 3.29. Økologisk tilstand i Holsfjorden ved HOL-N i 2023 sammenlignet med anleggsfasen i 2021 og 2022 samt forundersøkellesperioden 2018-2020.

HOL-N	2023		2022		2021		2020		2019		2018	
	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR
Tot-N	438	0,78	500	0,67	443	0,78	487	0,73	458	0,76	-	-
Tot-P	9,0	0,85	7,4	0,91	8,9	0,87	4,7	1,0	15,7	0,81	3,9	
Siktedyp	4,8		6		5		5,5		5,56		-	
Klorofyll a (µg/l)	1,4	1,0	1,3	1,0	1,7	1,0	1,3	1,09	2,1	0,95	2,0	
Biomasse (mg/l)	0,137		0,094		0,106		0,076		0,119		0,117	
PTI	2,136		2,1		2,138		2,140		2,187		2,130	
Cyanomax (mg/l)	0,0013	1,0	0,0041	1,0	0,0024	1,0	0,0174	1,0	0,00374	1,0	0,0025	0,99
Økologisk tilstand	Svært god		Svært god		Svært god		Svært god		Svært god		Svært god	

Tabell 3.30. Økologisk tilstand i Holsfjorden ved HOL-T i 2022 sammenlignet med anleggsfasen i 2021 og 2022 samt forundersøkellesperioden 2018-2020.

HOL-T	2023		2022		2021		2020		2019		2018	
	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR	Snitt	nEQR
Tot-N	422	0,80	473	0,69	435	0,79	478	0,74	411	0,81	-	-
Tot-P	9,0	0,83	10,1	0,96	8,3	0,90	5,6	1,0	13	0,84	2,9	
Siktedyp	4,6		6,6		5,2		5,6		5,9		-	
Klorofyll a (µg/l)	1,2	1,0	1,4	1,0	1,7	1,0	1,5	1,0	1,98	1,0	2,0	
Biomasse (mg/l)	0,111		0,082		0,084		0,085		0,159		0,215	
PTI	2,093		2,149		2,154		2,146		2,091		2,166	
Cyanomax (mg/l)	0,0038	1,0	0,0061	1,0	0,0016	1,0	0,00184	1,0	0,00363	1,0	0,08	0,98
Økologisk tilstand	Svært god		Svært god		Svært god		Svært god		Svært god		Svært god	

### 3.4.5 Dyreplankton i Holsfjorden

Detaljerte resultater for undersøkelsene av dyreplankton i Holsfjorden er vist i FAUN-notat i vedlegg. Totalantallet krepsdyr registrert på pelagiale og littorale stasjoner i Holsfjorden i perioden 2019-2023 har variert mellom 25 og 34, med det høyeste antallet i 2020 og det laveste i 2022 og 2023. Den «anleggspåvirkede» lokaliteten HOL-N har over tid vist omtrent samme krepsdyrarter som referanselokaliteten HOL-T. I 2023 ble det påvist en høyere individtall av krepsdyr (5001 ind.) på HOL-N sammenlignet med HOL-T (1801 ind.). Det ble påvist flere arter av vannlopper på HOL-T (13 arter) enn på HOL-N (9 arter) i 2023.



### 3.4.6 eDNA i Kjaglielva

Det ble filtrert vann for ekstrahering og eluering av ferskvanns-DNA på en stasjon i Kjaglielva (KJA-O) ca. 500 m oppstrøms Bjørumdammen (figur 3.57). Målsetting for prøvetaking var å klarlegge mangfold og evt. uønskede organismer oppstrøms Bjørumdammen som grunnlag for å vurdere negative og positive konsekvenser av å fjerne dammen som vandringshinder.

Forekomst av den uønskede fiskeparasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae* ble undersøkt med en artspesifikk qPCR analyse. Parasitten, som gir sykdommen PKD (Proliferative Kidney Disease) hos fisk, ble ikke påvist.

Evertebrater i ferskvann ble undersøkt med en generell COI markør. Markøren er generell og amplifiserer også andre grupper, blant annet eggsporesopper og alger.

Resultatene fra KJA-O var dominert av insekter, og særlig tovinger. Alle de vanlige gruppene av bunndyr ble påvist. Av rødlistede vannlevende insekter ble det påvist to vårfluer som vurderes som nært truet (NT), *Hydroptila occulta* og *Lype reducta*. Det ble påvist noen *Phytophthora* arter i KJA-O, men ikke *P. cambivora* som vurderes som en art med høy risiko (HI).

Algesamfunnet var dominert av kiselalger, men det var også grønnalger og gullalger. Det ble ikke overraskende påvist laks (*Salmo salar*), siden det settes ut årsyngel av laks i Kjaglielva.



Figur 3.57. Stasjon KJA-O for eDNA undersøkelse i Kjaglielva utført 28.08.22.

## 4 Diskusjon og konklusjon

Hovedtrekket er at de fleste av bekkene og elvene som har blitt påvirket av utbyggingen av E16, er i ferd med å gjenvinne «normal» vannkvalitet. Dette gjelder særlig for nitrogen, der årlige snitt-, middel- og makskonsentrasjoner er på vei ned. Men det gjelder også for ledningsevne og ekstra tilførsel av kalsium og sulfat fra støpearbeid, tunneldriving og avrenning fra sprengstein. Utvasking av partikler fra anleggsområder synes å vise en nedadgående trend. Dersom utviklingen fortsetter, så kan Rustanbekken, Isielva og Damtjernbekken nærme seg en vannkvalitet som før oppstart av anlegg i løpet av 2024/25. Nordlandsbekken har fremdeles høye konsentrasjoner av nitrogen, og forventes å bruke lengre tid på å nærme seg opprinnelig vannkvalitet. Biologien i bekkene synes å ha blitt lite påvirket av endringene i vannkvalitet gjennom anleggsperioden, og har for en stor del opprettholdt *god* og *svært god* økologisk tilstand for bunndyr, fisk og begroingsalger. Det gjelder også for Damtjernbekken som har vært betydelig belastet med rensset tunnelvann og avrenning fra steinfyllingene ved Skaret. Oppfølging med månedlige vannprøver, automatisk overvåking samt biologiske kvalitetsparametere har gitt god oversikt over endringer i vannkjemi og økologisk tilstand i undersøkte resipienter. Undersøkelsene av planteplankton, krepsdyr og vannkvalitet i Holsfjorden har som vanlig vist *svært god* økologisk og kjemisk tilstand for både stasjonen utenfor Nordlandsbekken (HOL-N) og referansestasjon utenfor vannverket ved Toverud (HOL-T). I det følgende er det gitt mer detaljerte beskrivelser for hver enkelt resipient.

### 4.1 Rustanbekken

I Rustanbekken er det tre stasjoner for uttak av vannprøver og automatisk overvåking av vannkvalitet, herav to stasjoner påvirket av veganlegget (RUS1 og RUS2) og en referansestasjon (RUS3). Månedsprøvene fra RUS1 og RUS2 fra 2023 har vist avtakende nitrogenkonsentrasjoner sammenlignet med 2022, der snittverdien har endret seg fra «svært dårlig» ( $\approx 3$  mg/l) til «dårlig» ( $\approx 1,8$  mg/l). Min- og maks-verdiene viste også avtakende konsentrasjoner sammenlignet med 2022. Automatiske målinger av nitrat på RUS1 bekrefter avtakende nitrogenkonsentrasjoner og viser samtidige verdier i samme størrelsesorden som vannprøvene. De høyeste nitrogenkonsentrasjonene ble målt ved lav vannføring i juni og juli. Ledningsevnen i bekken har avtatt med redusert anleggspåvirkning. Det synes å ha vært noen kortvarige hendelser med mindre pH-endringer i bekken, som kan ha sammenheng med støpearbeider oppstrøms. Påviste endringer vil ikke gi biologiske effekter i bekken. Bunndyrundersøkelsene fra vår og høst viste ASPT-verdier tilsvarende *svært god* (RUS1) eller *god* (RUS2) økologisk tilstand. Fiskeundersøkelsene på RUS1 og RUS3 viste omtrent samme tetthet av fisk som tidligere år, tilsvarende henholdsvis *moderat* og *god* tilstand. Fisketettheten på RUS1 var preget av utsetting av årsyngel. Fiskeundersøkelsen høsten 2023 indikerte utsetting av årsyngel av laks våren 2023. All ettårig fisk var ørret, som ble satt ut som årsunger våren 2022. Undersøkelsene av begroingsalger indikerte *god* økologisk tilstand på RUS1 og *moderat* tilstand på RUS2. Samlet vurderes den anleggsbelastede delen (RUS1 og RUS2) å ha *moderat* økologisk tilstand med bakgrunn i forhøyede konsentrasjoner av nitrogen.

### 4.2 Isielva

I Isielva er det to stasjoner med automatisk overvåking, hvorav det tas vannprøver og bunndyr på den ene. I tillegg er det en egen stasjon for fiskeundersøkelser. Nitrogenkonsentrasjonene i Isielva er i ferd med å avta. Sammenlignet med resultatene fra 2022 er snitt-, min- og maksverdiene nesten halvert i 2023. Snittverdien tilsvarte *moderat* i 2023, mens den var *dårlig* i 2022. Bunndyrundersøkelsen vår og høst 2023 viste *svært god* økologisk tilstand, slik den har gjort de siste årene, men med en noe bedre score enn i 2022. Begroing viste *god* tilstand. Fiskeundersøkelsen viste god produksjon av laks- og ørretunger med en tetthet tilsvarende *svært god* økologisk tilstand. Til forskjell fra RUS1 i Rustanbekken, er det kun naturlig rekruttering av laks og ørret på ISIF-stasjonen i Isielva.

Vurderingen av økologisk tilstand er dermed reell, og ikke basert på utsetting. I forbindelse med støping av nye bruer over Isielva har det blitt registrert kortvarige hendelser med økt pH rett nedstrøms arbeidene, men verdiene har ikke gitt fare for biologiske effekter nedstrøms.

### 4.3 Damtjernbekken

Damtjernbekken har to stasjoner for uttak av vannprøver og bunndyrprøvetaking, en rett oppstrøms Rv.285 og en ved utløpet av bekken. Ved utløpet er det en kort ørretførende strekning (60 m) der det utføres årlige fiskeundersøkelser. Automatiske målinger gir løpende oversikt over endringer i vannkjemien. Damtjernbekken har mottatt rensset tunnelvann fra Sollihøgdtunnelen samt nitrogenholdig avrenning fra steinfyllinger på Skaret, og har vist høy ledningsevne og høye konsentrasjoner av nitrogen gjennom anleggsperioden. Etter gjennombrudd i Sollihøgdtunnelen opphørte tilførslene av rensset tunnelvann i slutten av juli 2023. Det ga forbedret vannkvalitet i bekken, og snittverdien for nitrogen i månedsprøvene ble halvert sammenlignet med 2022 (14 mg/l i 2023 og 28 mg/l i 2022). Til tross for dårlig vannkvalitet har bunndyrundersøkelsene på de to stasjonene i bekken, DAM og DAM-UT, vist *god* økologisk tilstand gjennom hele anleggsperioden, med stadige funn av den rødlistede vårfluen *Wormaldia occipitalis*. Bunndyrresultatene for 2023 viste noe bedre score enn i 2022. Begroing viste god tilstand både på DAM og DAM-UT. Det ble påvist ørretunger og en gytefisk i den nedre delen av bekken høsten 2023, og tettheten var høyere enn i 2022. De automatiske målingene viste at vannkvaliteten er i ferd med å forbedres etter avsluttet utslipp av tunneldrivevann samt gradvis mindre nitrogenutvasking fra sprengstein. Det har ikke blitt påvist oljeforbindelser i månedsprøvene fra DAM gjennom 2023.

### 4.4 Nordlandsbekken

I Nordlandsbekken er det to stasjoner for vannprøvetaking, to bunndyrstasjoner samt automatiske målinger av vannkvaliteten i bekken nedstrøms steinfylling og renseanlegg. Til forskjell fra de andre bekkene har Nordlandsbekken vist økende nitrogenkonsentrasjoner i 2023. Snittverdien for nitrogen i 2023 var 21 mg/l, mens den var 9 mg/l i 2022. Bunndyrundersøkelsene på stasjon NOR, rett nedstrøms utløpet fra steinfylling og renseanlegg har vist *svært god* økologisk tilstand gjennom hele anleggsperioden, også i 2023. På stasjon NOR-UT (300 m nedstrøms NOR) har bunndyrene vist *god* økologisk tilstand gjennom hele anleggsperioden. Begroing viste *god* økologisk tilstand.

De automatiske målingene på NOR2 har gitt oversikt over hvordan vannkjemien i Nordlandsbekken har variert som følge av nedbør, utvasking og vannføring. Det er ikke fisk i Nordlandsbekken. Det har ikke blitt påvist oljeforbindelser i månedsprøvene fra Nordlandsbekken gjennom 2023.

### 4.5 Holsfjorden

Holsfjorden har blitt overvåket på stasjon HOL-N lokalisert 50 m fra utløpet til Nordlandsbekken. Tilsvarende overvåking har blitt utført på referansestasjonen HOL-T utenfor Asker og Bærums vannverk (ABV) på Toverud. Overvåkingen har omfattet vannprøvetaking og undersøkelse av planteplankton og krepsdyr. Undersøkelsene gjennomføres månedlig mai til oktober, og i henhold til metodikk for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i innsjøer som beskrevet i veileder 02:2018. I hele perioden fra 2018 til 2023 har disse undersøkelsene vist «svært god» økologisk tilstand og god kjemisk tilstand både for HOL-N og HOL-T. Økte tilførsler av nitrogen fra Nordlands- og Damtjernbekken har ikke gitt merkbar påvirkning av vannkjemi, planteplankton eller krepsdyr på HOL-N, sammenlignet med referansestasjonen HOL-T. Nitrogen tilført fra anleggsaktivitet i nevnte bekker synes foreløpig å bli effektivt fortynnet og omsatt i Holsfjorden, uten lokale effekter på vannkjemi og økologi. Det har ikke vært lave partikkeltransport i Damtjernbekken i 2022 og 2023.

## 4.6 Anleggsaktiviteter i 2023

De viktigste anleggsaktivitetene i 2023 er som følger: (1) Sprenging og demolering av gammel bro ved Isielva, (2) Støping av bropillarer og to nye brospenn Isi, (3) Gjennombrudd for Sollihøgdatunnelen i august, deretter nedrigging av renseanlegg (4) Utkjøring bunnrensk Sollihøgdtunnelen høsten 2023, (5) Sprenging av stor fjellskjæring Bjørkåsen, (6) Utlegging av sprengstein i fyllinger i Nordlandsdalen og på Skaret og (7) Utlegging av bunnrensk fra tunneler på lokalitet på Skaret.

Arbeidene med sprenging og demolering av gammel bru ved Isi samt støping av to nye har blitt overvåket med to automatiske målere nedstrøms i Isielva. Kortvarige endringer for pH og partikler ble registrert nedstrøms, men uten at det forventes biologiske effekter.

Avrenning fra Sollihøgdtunnelen etter nedrigging av renseanlegg for drivevann og under utkjøring av bunnrensk har blitt overvåket av to automatiske målere i Rustanbekken, RUS1 og RUS2, samt med uttak av noen ekstra prøver av tunnelavrenning og bekkevann. Avrenning fra tunnelen viste svakt basisk vann med pH rett under 9, men de automatiske målerne viste ingen større effekter i Rustanbekken. Avrenning fra fjellskjæringen i Bjørkåsen overvåkes av målere og vannprøver på omtalte stasjoner.

Avrenning fra fylling av sprengstein på Skaret og i Nordlandsdalen overvåkes av automatiske målere i Damtjern- og Nordlandsbekken med sonder for turbiditet, pH, ledningsevne og optisk nitrat.

Avrenning fra bunnrensk overvåkes med automatisk måler i Damtjernbekken samt uttak av vannprøver som analyseres for oljeforbindelser. Det har ikke blitt detektert oljeforbindelser i Damtjernbekken i månedsprøvene for 2023.

## 4.7 Videreføring

Overvåkingsprogrammet videreføres med samme stasjoner og i hovedsak samme opplegg for 2024. I fortsettelsen vil det være lite aktive anleggsaktiviteter, noe som forventes å bidra til gradvis forbedret vannkvalitet i undersøkte bekker og elver.

# Litteratur

- Alonso, A. og Camargo, J. A. 2008. Ameliorating effect of chloride on nitrite toxicity to freshwater invertebrates with different physiology: a comparative study between amphipods and planarians. *Arch Environ Contam Toxicol.* 2008 Feb;54(2):259-65. doi: 10.1007/s00244-007-9034-0. PMID: 17851627.
- Armitage, P., Nov 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.
- Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. 2000. Chromium in Freshwater and Marine water. Toxicant default guideline for protecting aquatic ecosystems. Oktober 2000.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. og Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing -Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Brittain, J. E. 1988. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåkning med vekt på organisk forurensing i rennende vann. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 108: 1-70.
- Camargo, J. A., og Alonso, Á. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environment International*, 32(6), 831-849.
- Camargo, J. A., Alonso, Á. og Salamanca, A. 2005. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. *Chemosphere*, 2005, 58.9: 1255-1267.
- Direktoratsgruppen. 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Fjellheim, A., Hess-Erga, O-K., Attramadal, K. og Vadstein, O. 2017. Resirkulering av vann i settefiskproduksjon. Bakgrunnshefte til kurs i resirkuleringsteknologi for settefiskproduksjon. Utgave 2, 2016. NIVA-rapport 7127-2017. ISBN 978-82-577-6862-1.
- Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) 2008. El-fiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. 74 s.
- Haberman, J. and Haldna, M. 2014. Indices of Zooplankton Community as Valuable Tools in Assessing the Trophic State and Water Quality of Eutropic Lakes: Long Term Study of Lake Vörtsjärv. *Journal of Limnology* 2014.828/985.
- Jeppesen, E., Nøges, P., Davidson, T. A., Haberman, J., Nøges, T., Blank, K. & Amsinck, S. L. (2011). Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*, 676(1), 279-297.
- Lenat, D. R., & Penrose, D. L. 1996. History of the EPT taxa richness metric. *Bulletin of the North American Benthological Society*, 13(2), 305-306.
- Rødsand, T. Krom (VI) bestemmelser i faststoff. ALS-presentasjon. PPT.
- Skrutvold, J. og Roseth, R. 2023. E16 Bjørum-Skaret – Vannkjemiske og biologiske undersøkelser gjennom anleggsfasen 2022. NIBIO Rapport 9 (36) 2023.
- Skrutvold, J., Roseth, R., Hereid, S., Engh, A., Fossøy, F. og Majaneva, M. 2022. E16 Bjørum-Skaret – Vannkjemiske og biologiske undersøkelser gjennom anleggsfasen 2021. NIBIO Rapport 8 (33) 2022.



- Skrutvold, J., Roseth, R., Øritsland Våge, K., & Aasestad, I. 2021. E16 Bjørum-Skaret - Forundersøkelser av vannkvalitet og biologi 2018-2020. NIBIO Rapport 7 (82) 2021.
- Skrutvold, J., Roseth, R., Aasestad, I., Våge, K., Skautvedt, E., E16 Bjørum - Skaret. 2020. Forundersøkelser i vassdrag som kan påvirkes av anleggsaktivitet. Årsrapport 2019. NIBIO Rapport 6(48) 2020.
- Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2020. E16 Bjørum-Skaret Forundersøkelser av fisk som kan påvirkes av anleggsarbeid. NIBIO Rapport 6(75) 2020.
- Skrutvold, J., Roseth, R., Greipsland, I., Aasestad, I., Reinemo, J., Stabell, T., Engh, A., Bremnes, T. 2019. E16 Bjørum – Skaret. Forundersøkelser i Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden, samt i noen mindre bekker. NIBIO Rapport 5(60) 2019.
- Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2019. E16 Bjørum – Skaret. Forundersøkelser av fisk i vassdrag som kan påvirkes av anleggsarbeid. NIBIO Rapport 5 (54) 2019.
- Zipin, C. 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics* 12, 163-189.
- Velma, V., Vutukuru, S.S., Tchounwou, P.B. 2009. Ecotoxicology of hexavalent chromium in freshwater fish: a critical review. *Rev Environ Health*. 2009 Apr-Jun;24(2):129-45. doi: 10.1515/reveh.2009.24.2.129. PMID: 19658319; PMCID: PMC2860883.



## 5 Vedlegg

- Vedlegg I Bilder 2023
- Vedlegg II Fisk
- Vedlegg III Begroingsalger
- Vedlegg IV Notat Faun Holsfjorden
- Vedlegg V Figur pH og turbiditet ISI oktober 2023
- Vedlegg VI Miljø-DNA analyser NINA

## Vedlegg I – Bilder 2023



NOR1 ved prøvetaking av bunndyr 11.05.23. Foto: Roger Roseth.



NOR2 ved prøvetaking av bunndyr 11.05.23. Foto: Roger Roseth.





DAM-UT ved prøvetaking av bunndyr 11.05.23, Foto: Roger Roseth



Damtjernbekken (DAM) ved prøvetaking av bunndyr 11.05.23. Foto: Roger Roseth.





Automatiske målere for nitrat og multiparameter i Damtjernbekken (DAM) 24.05.23. Foto: Johanna Skrutvold.



Stor stasjonær hannfisk fanget på RUS3 under elfiske 22.08.23. Rustanbekken (RUS3) ved gjennomføring av fiskeundersøkelser 09.08.22. Foto: Johanna Skrutvold





Fiskestasjon på RUS3 under elfiske 22.08.23. Foto: Roger Roseth.



Bunndyrundersøkelse på RUS2 16. mai 2023. Foto: Johanna Skrutvold.





Rustanbekken (RUS2) ved bunndyrprøvetaking 16.05.23. Foto: Roger Roseth.



RUS1 under elfiske 22.08.23. Ingar Aasestad setter ut igjen fisk etter elfiske. Foto: Roger Roseth.





Målestasjon RUS2 med nitratsonde og multiparameter 09.08.23, rett etter HANS. Foto: Roger Roseth.



Årsunge av laks og eldre ørretunge fra RUS1 under elfiske 22.08.23 Foto: Roger Roseth.





Isielva ved KJA rett etter storflommen Hans 08.08.23. Foto: Roger Roseth.



Holsfjorden ved lokalitet for prøvetaking av littorale krepsdyr 26.05.23. Foto: Johanna Skrutvold





Isielva (ISI) ved prøvetaking av beggroingsalger 24.08.22. Foto: Johanna Skrutvold.



Isielva (ISI) ved vannprøvetaking 21.06.23. Foto: Johanna Skrutvold.

## Vedlegg II – Fisk

Tabell. Lengde (mm) på fisk fanget i Isielva (ISIF), Rustanbekken (RUS1 og RUS3) og Damtjernbekken (DAMUT) i 2023.

ISIF						RUS1						RUS3			DAMUT
1		2		3		1		2		3		1	2	3	1
L	Ø	L	Ø	L	Ø	L	Ø	L	Ø	L	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
44	55	42	57	44	57	54	56	50	88	55	116	98	123	-	107
49	58	44	90	55	90	56	92	51	101	69	127	105	145		112
49	71	47	101	65	101	60	105	60	104		129	107	171		124
55	72	50	105	79		60	109	60	110		131	157	230		140
70	79	55	173	81		60	110	61	111			181			143
71	80	61		81		61	121	62	117			320			165
75	82	72		87		61	121	63	118						298
77	84	74		90		62	122	68	123						
78	84	80		91		63	127	68							
78	88	81				64	128	70							
80	90	81				64	129								
81	90	85				64	134								
82	90	86				65									
83	96	89				65									
85	99	90				65									
86	100	90				67									
90	111	91				67									
90	119	101				68									
90		107													
95		120													
95															
100															
100															
101															
110															
117															
118															
119															
120															

## Vedlegg III – Begroingsalger i 2022 og 2023

### 2022

	Damtjernbekken	DAMUT	ISI	Nordlandsbekken	NORDUT	RUS1	RUS2
<b>Cyanobakterier</b>							
<i>Heteroleibleinia</i> sp.	+						
<i>Leptolyngbya</i> sp.	+			+			+
<i>Tolypothrix</i> sp.	+		+				
<b>Grønnalger</b>							
<i>Cladophora glomerata</i>						< 1	< 1
<i>Cladophora</i> sp.		+					
<i>Cosmarium</i> sp.			+				+
<i>Microspora amoena</i>			+	+			
<i>Mougeotia</i> c (21-24 µ)			+				+
<i>Oedogonium</i> a/b (19-21 µ)		+	+				+
<i>Oedogonium</i> c (23-28 µ)		++				++	
<i>Oedogonium</i> d (29-32 µ)		+		+			+
<i>Oedogonium</i> e (35-43 µ)			+			+	+
<i>Ulothrix zonata</i>	+	< 1	+	+	+	+	+
<b>Gulgrønnalger</b>							
<i>Vaucheria</i> sp.							20
<b>Rødalger</b>							
<i>Audouinella hermannii</i>	< 1		< 1	< 1		10	< 1
<i>Batrachospermum</i> sp.	++						
<b>Gulgrønnalger</b>							
<i>Vaucheria</i> sp.							20
<b>Øvrige</b>							
<i>Leptomitilus lacteus</i>							< 1

### 2023

	Damtjernbekken	DAMUT	ISI	Nordlandsbekken	RUS1	RUS2
<b>Cyanobakterier</b>						
<i>Leptolyngbya</i> sp.			++			
<i>Phormidium</i> cf <i>favosum</i>	+					
<i>Tolypothrix</i> sp.	+					< 1
<b>Grønnalger</b>						
<i>Cladophora</i> sp.		+			< 1	< 1
<i>Cosmarium</i> sp.			+			
<i>Microspora amoena</i>		+	+	+	+	
<i>Oedogonium</i> a/b (19-21 µ)		+				+
<i>Oedogonium</i> c (23-28 µ)						< 1
<i>Oedogonium</i> d (29-32 µ)						< 1
<i>Ulothrix zonata</i>				+		+
<b>Rødalger</b>						
<i>Audouinella hermannii</i>	< 1	++	+	+	+	+
<i>Batrachospermum</i> sp.	< 1					
<b>Øvrige</b>						
<i>Sphaerotilus natans</i>			+			



## Biologiske analyser i Holsfjorden og bekker i prosjektområdet, 2023

FAUN NOTAT 002-2024 | 2024 | Fiske- og vassdragsforvaltning |  
Anne Engh (Faun), Elisabeth Skautvedt (Norconsult), Yvonne Rognan (Nibio) og  
Silje Hereid (Faun)



Foto: Anne Engh, Faun Naturforvaltning



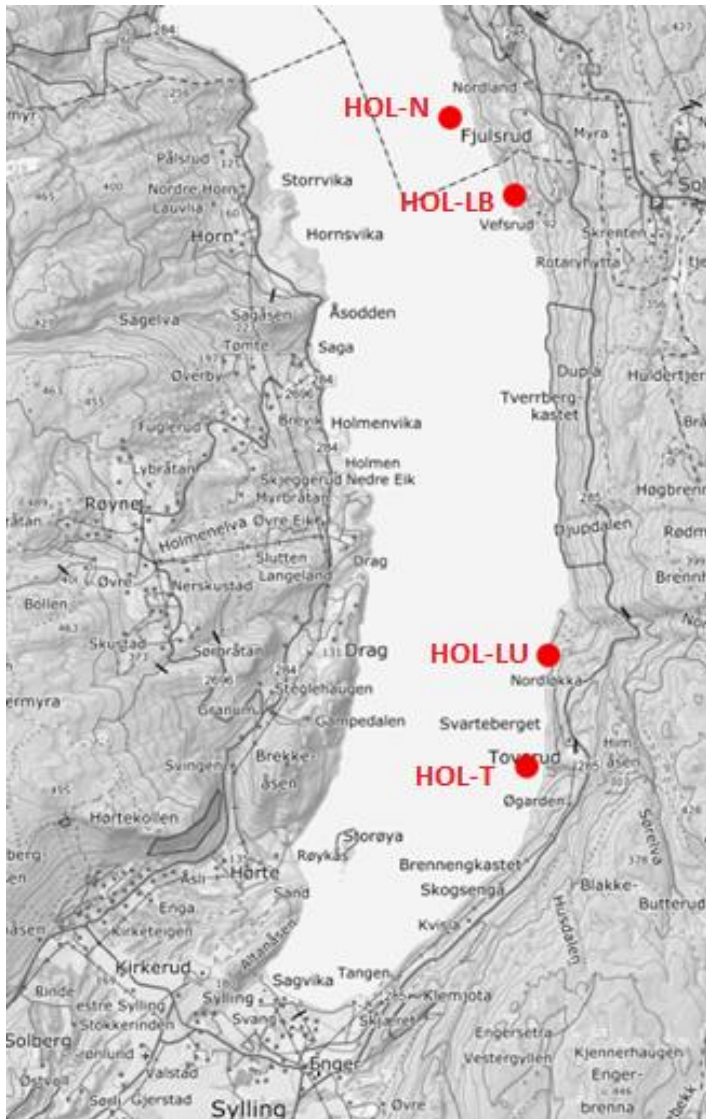
# 1 Bakgrunn

I forbindelse med utbygging/utbedring av E16 strekning Bjorum-Skaret, gjennomføres det miljøovervåking av Tyrifjorden og bekker i anleggsområdet. De biologiske undersøkelsene har pågått i perioden 2018-2023.

Det tas planteplanktonprøver og prøver av vannkjemi fra to stasjoner i Holsfjorden, som er en fjordarm av Tyrifjorden. Stasjonen HOL-N, ligger like ved utløpet av Nordlandsbekken og stasjonen HOL-T, ligger utenfor området Toverud, ikke langt fra Sylling (figur 1). I tillegg tas det prøver av dyreplankton fra de to pelagiske stasjonene HOL-N og HOL-T, i tillegg til to litorale stasjoner ved beskyttet (HOL-LB) og ubeskyttet (HOL-LU) habitat i vannkanten.

I tillegg er det tatt bunndyrprøver fra sju stasjoner i fire bekker tilknyttet prosjektområdet. Disse er Damtjernbekken, Nordlandsbekken, Rustanbekken og Isielva.

Oversikt over stasjoner, samt ytterligere informasjon er gitt i figur 1 og tabell 1.



**Figur 1:** Oversikt over stasjonene i Holsfjorden.

**Tabell 1:** Informasjon om stasjonene som er prøvetatt i Holsfjorden, 2022. PP = planteplankton, SK = småkreps, VK = vannkjemi og BD = bunndyr.

Stasjonsnavn	Kode	Parametere	Koordinater, UTM 33	Vanntype	Vann-nett ID
Holsfjorden-N	HOL-N	PP, SK, VK	238520, 6657363	L107	012-91961
Holsfjorden-T	HOL-T	PP, SK, VK	239079, 6651342		012-91962
Litoral beskyttet	HOL-LB	SK	238956, 6656540		-
Litoral ubeskyttet	HOL-LU	SK	239264, 6652435		-
Damtjernbekken	DAM	BD	239385, 6657147	R109	012-91968
Damtjernbekken utløp	DAM-UT	BD	238838, 6656841	R109	012-92932
Nordlandsbekken	NOR1	BD	239025, 6657561	R109	012-91966
Nordlandsbekken	NOR2	BD		R109	
Rustanbekken	RUS1	BD	244180, 6653307	R108	008-91945
Rustanbekken	RUS2	BD	243117, 6654393	R108	008-92817
Isielva	ISI	BD	244671, 6653233	R107	008-91965

## 2 Metode

### 2.1 Feltarbeid og analyser

Alle analyser av vannkjemi er gjennomført av Eurofins. Temperatur, oksygen, pH og dybde ble målt *in situ* med en YSI EXO1 sonde med tilhørende sensorer. Det ble målt siktedyp med en secchi-sikteskive ved hver prøvetaking.

Været i 2023 var preget av ekstremer. Fra svært kjølig mai, til veldig varm juni, deretter ekstreme nedbørmengder og flomsituasjon i august og september.

#### **Planteplankton**

Det er tatt prøver av planteplankton hver måned i vekstsesongen (mai-oktober) etter standard metodikk gitt i klassifiseringsveilederen. Prøvetakingen i innsjøene ble gjennomført 24. mai, 28. juni, 26. juli, 30. august, 27. september og den 25. oktober 2023.

Planteplankton- og vannprøver ble tatt som en blandprøve fra eufotisk sone, som tilsvarer 2x siktedyp. Hvis eufotisk sone (lysdypet) var dypere enn epilimnion (temperatursjiktet), ble prøven tatt fra epilimnion (over temperatursjiktet).

Prøver for planteplankton ble samlet på 60 - 100ml plastflasker og konservert med 0,5 -1 ml (ca. 1 %) Lugols løsning. Et volum på 3 – 10 ml ble sedimentert ved bruk av Utermöhls metode (se f.eks. Tikkanen & Willén 1992). Planktonalgene ble bestemt til art, slekt eller gruppe. Enkelte taxa ble inndelt i ulike størrelseskategorier. Planteplankton er analysert av Trond Stabell (Norconsult).

#### **Småkreps**

Det ble tatt prøver av dyreplankton fra to pelagiske stasjoner, i tillegg til to litorale stasjoner i mai, juli og september. De pelagiske prøvene ble tatt som vertikale håvtrekk fra 20 meters dyp til vannoverflaten. Materialet ble så overført til en egen prøveflaske. Prøvene fra litoralsonen ble tatt som horisontale trekk i vannkanten ved to punkter i Holsfjorden (ubeskyttet og beskyttet habitat), jf. metodikk gitt i klassifiseringsveilederen 02:2018 (Direktoratsgruppa, 2018). Trekkklengde for de litorale stasjonene var totalt ni-tolv meter (3-4 kast x 3 meter avhengig av observert mengde dyr i innsamlet materiale). Prøvene ble konservert med Lugols løsning og analysert av Elisabeth Skautvedt (Norconsult).

#### **Bunndyr**

Prøver av bunndyr i tilløpselver ble samlet inn 22. april og 19. og 20. oktober 2022 av NIBIO. Prøvetaking av bunndyr ble gjennomført ved sparkeprøver, jf. metodikk beskrevet i klassifiseringsveileder 02:2018. Prøvene ble tilsatt 99,9 % etanol for konservering og dyrene ble bestemt i mikroskop. Arter og slekter som inngår i ASPT-indeksen ble identifisert. Disse utgjorde grunnlaget for klassifisering av lokalitetene ut fra kvalitetselementet «bunndyr». Artsbestemmelsen ble utført av Silje W. Hereid (Faun).

### 2.2 Tilstandsklassifisering

Grenseverdier for inndeling i ulike kvalitetsklasser for de ulike kvalitetselementene finnes i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). En viktig forandring mellom denne versjonen av veilederen, hvor første versjon ble utgitt i 2013, og tidligere norske klassifiseringssystemer, er at det her ved klasseinndelingen blir tatt hensyn til naturlige karaktertrekk. Områder med ulik geologi vil for eksempel naturlig ha ulik bakgrunnstilførsel av næringssalter, og selv uten noen menneskelig påvirkning ville vannforekomstene framstå forskjellig både med hensyn til kjemiske og biologiske parametere. I stedet for å benytte målte verdier som utgangspunkt for klassifiseringen, benyttes derfor heller *anviket* fra en definert referansetilstand. Dette forholdstallet mellom målt verdi og referanseverdi kalles økologisk kvalitetskvotient (ecological quality ratio, EQR), og varierer fra 0 til 1, der 1 er best. Til slutt normaliseres EQR-verdiene

(nEQR) for de ulike parametere på en slik måte at klassegrensene for nEQR alltid blir 0,8, 0,6, 0,4 og 0,2, og verdiene kan sammenlignes mellom ulike kvalitetselementer. For mer utdypende forklaring om EQR-verdier og normalisering av disse, henvises det til veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa, 2018).

### Plantep plankton og vannkjemi

I henhold til informasjonen på portalen Vann-nett ligger Tyrifjorden 63 moh., har et middeldyp på 93 meter, er moderat kalkrik (Ca: 4 – 20 mg/l), og klar (TOC: 2 – 5 mg/l). Den havner dermed i norsk vanntype L107 («lavland, moderat kalkrik, klar» og såkalt NGIG-type L-N1. I tabell 2 er klassegrensene for denne innsjøtypen gitt for alle komponentene som er relevante i kvalitetselementene «plantep plankton», samt støtteparametere «total fosfor», «siktedyp», og «total nitrogen». Klassifiseringen av siktedyp er gjort på bakgrunn av dette årets gjennomsnittlige fargetall (21 på begge stasjoner) og klassegrensene etter denne kategorien. Basert på fargetall havner HOL-N og HOL-T i undertype «d» for L107 for siktedyp. Siden Holsfjorden er typifisert som «moderat kalkrik, klar», kan ikke indeksene for småkreps (LACI-1 og LACI-2) benyttes i tilstandsklassifiseringen. Likevel kan artsinventaret gi oss en indikasjon om forholdene i innsjøen.

**Tabell 2.** Kvalitetselementet «plantep plankton». Klassegrenser for innsjøtype L-N1 (L107) som er relevant for denne undersøkelsen. For siktedyp er klassegrensene tatt fra undertype «d».

Parameter	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)	
Plantep plankton	Total biomasse	0,28	6,00	< 0,64	0,64 – 1,04	1,04 – 2,35	2,35 – 5,33	> 5,33
	PTI	2,09	4,00	< 2,26	2,26 – 2,43	2,43 – 2,60	2,60 – 2,86	> 2,86
	Cyano <sub>max</sub>	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
	Klorofyll <i>a</i>	3		< 6	6 – 9	9 – 18	18 – 36	> 36
Støtteparametere	Total fosfor	6		< 10	10 – 17	17 – 26	26 – 42	> 42
	Total nitrogen	275		< 425	425 – 675	675 – 950	950 – 1425	> 1425
	Siktedyp	4,5		>3,8	3,8 – 3,4	3,4 – 2,4	2,4 – 1,6	< 1,6

Utrekning av normalisert EQR-verdi (nEQR) for kvalitetselementet «plantep plankton» som helhet gjøres på følgende måte:

- 1) Ta gjennomsnittet av nEQR for klorofyll *a* og for nEQR for totalbiomasse av plantep plankton. Gjennomsnittet benyttes fordi disse to analysene begge er et mål på mengden av plantep plankton.
- 2) Artssammensetningen, uttrykt som PTI-verdi, skal tas med i betraktning. Ta derfor gjennomsnittet av nEQR verdi i 1). og nEQR-verdi for PTI.
- 3) Hvis nEQR for cyano<sub>max</sub> er større enn nEQR-verdi fra 2), blir verdien fra 2) den endelige nEQR-verdien for kvalitetselementet. Hvis nEQR for cyano<sub>max</sub> er mindre enn nEQR-verdi fra 2): Ta gjennomsnittet av nEQR-verdiene i 1) og 2) og nEQR-verdi for cyano<sub>max</sub>.

Det regnes også ut EQR- og nEQR-verdi for alle støtteparametere (TOT P, TOT N og siktedyp), som anvist i klassifiseringsveilederen. Parametere som er sensitive for samme påvirkning, i dette tilfelle eutrofiering, kombineres ved å beregne gjennomsnitt av nEQR-verdier for hver parameter.

## Bunndyr

Bunndyr som kvalitetselement brukes for å identifisere graden av organisk belastning i en elv. Klassifisering av bunndyr gjøres ved å bruke indeksen ASPT, hvor ulike familier av bunndyr blir gitt en verdi i forhold til ulik toleranse for påvirkning av organisk belastning. Indeksen gjelder for alle elvetyper og klassegrensene er som angitt i tabell 3.

**Tabell 3.** Klassegrensener for bunndyrindeksen ASPT. Klassegrensene gjelder for alle elvetyper.

Parameter	Referanse-verdi	Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
ASPT	6,9	>6,8	6,8 – 6,0	6,0 – 5,2	5,2 – 4,4	< 4,4

YSI-målingene vi gjorde blir bl.a. brukt til å se på løst oksygen, fordeling av klorofyll i vannsøylen og temperatursjiktning.

## 3 Resultat

### 3.1 Referansestasjon- Holsfjorden (HOL-T)

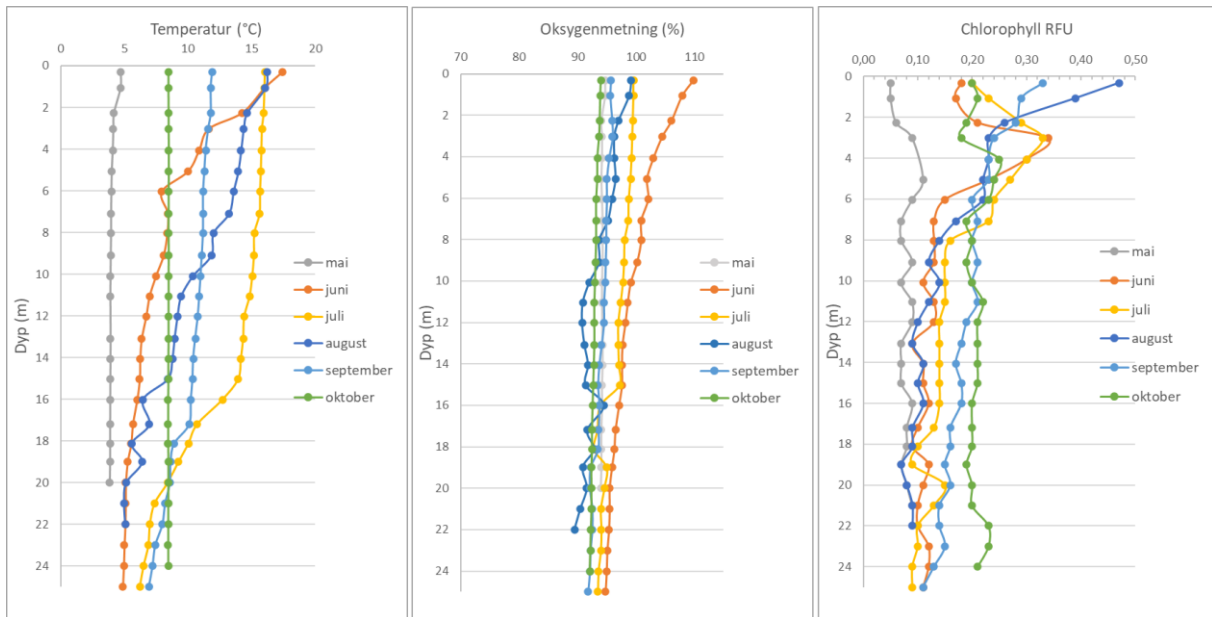
Det ble målt temperatur (C°), oksygen (%) og klorofyll (µg/l) fra overflaten og ned til 25 meter med YSI EXO-1 multiparametersonde (figur 2, vedlegg 3). Som vanlig er i store innsjøer, så var mai og oktober uten noe temperatursjiktning, også september har svært liten endring nedover i vannmassene. I juni var det varmt i overflaten, men temperaturen sank raskt og jevnt ned til ca. 6 meters dybde. I juli har det opparbeidet seg et nokså dypt sjikt med høyere temperatur, med 15-16 grader ned til ca. 15 meter. Det er i denne sommerperioden med et tydelig temperatursjikt at vannmassene er som mest stabile, og hvor man kan tydeligst se om det evt. er en ekstern næringstilførsel, da denne perioden med termisk sjiktning gjør at tilgangen på næringssalter fra innsjøens egne sedimenter er begrenset (Stabell, 2018). Tidlig i august satte uværet Hans inn, og Holsfjorden var preget av store vannmengder til godt utpå høsten. I 2022 så vi et stabilt temperatursjikt ned til ca 14 meter i hele perioden juli, august og september før en tydelig omrøring av vannmassene i oktober. I 2023 derimot ser vi starten på en omrøring, eller forstyrrelser i vannmassene ovenfor temperatursjiktningen, allerede i august. I september og oktober er det full omrøring. Den tidlige omrøringen skyldes nok tilførsel av enorme mengder vann fra hele nedbørsfeltet, både med kjøligere/ulike temperaturer, men også fordi selve tilførselen gir strømninger og omrøring.

I vertikalsekene av klorofyll-målinger ser det ut som tydelige økninger av planteplankton innen temperatursjiktet i juni og juli, og i helt øvre sjikt i august og september. Målingene fra august og utover er mer usikre pga. partikler i flomvannet, og at sensoren for klorofyll ikke kan skille eksakt mellom levende organismer og andre partikler. Siktedypet ved HOL – T var så lite som 2,6 m i august 2023 mot for hele 7,5 m i august 2022.

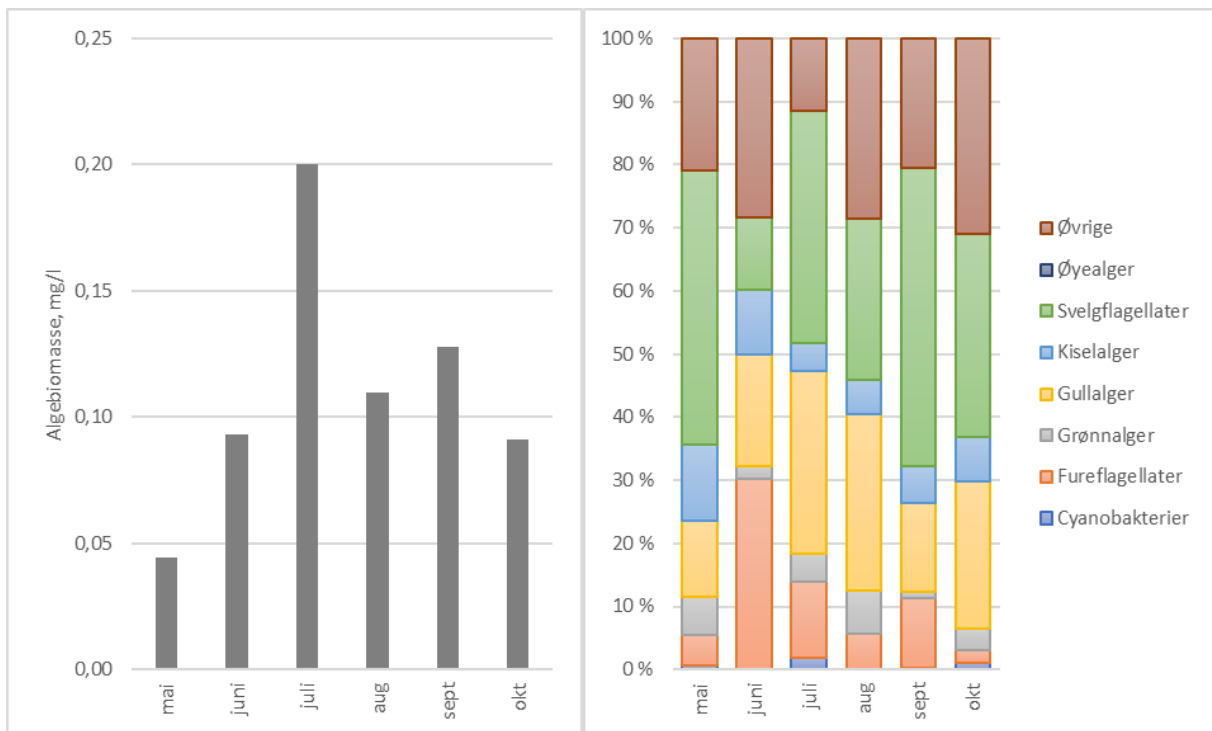
Planteplankton som driver aktiv fotosyntese, vil samtidig produsere oksygen. Så der vi får et positivt utslag både på klorofyll- og oksygensensoren, har vi en sterk indikasjon på et sjikt med betydelig forekomst av planteplankton. I juni har vi betydelig høyere oksygenmetning i helt øvre sjikt, der det også er større utslag på klorofyll-tetthet og gode temperaturer, men det er ingen klare utslag f.eks. rett under sprangsjiktet hvor man typisk kan ha svaktlysadapterte arter som utnytter næringssaltene som «stanger i temperaturtaket».

Oksygenmålingene viser jevnt over høy metning/gode nivåer i hele vannsøylen, men juni skiller seg ut med enda høyere oksygenmetning ned til om lag 4 m dybde, hvor vi også har høyere aktivitet på klorofyllsensoren. I juli er det også større utslag på klorofyll, men lite utslag/endring i oksygen nedover i søylen. Der vi kan se et sammenfall, er i juli ved 17(16-18)m dybde, hvor det er fall i oksygen, et dropp etterfulgt av opphopning i klorofyll, om lag 1-2 meter under temperatursjiktet. Dette ser i 2023 ut til å være den

tydeligste, og eneste, antydning til utvikling av en større populasjon av planteplankton basert på vertikallprofilene.



**Figur 2:** Vertikalprofiler av temperatur (°C), oksygenmetning i % og klorofyll RFU ved referansestasjonen Toverud i Holsfjorden (HOL-T) i månedene mai-oktober 2023.



**Figur 3:**Holsfjorden, stasjon HOL-T. Biomasse og sammensetning av planteplankton i månedene mai-oktober 2023.

### Planteplankton

Algebiomassen var klart høyest i juli med total algebiomasse (0,20 mg/l) (figur 3). Sesongen begynner med en klassisk oppbygging utover vekstsesongen som topper seg i juli. Men istedenfor å holde seg nokså høy i august som flere år tidligere, gir august en drastisk drop i algebiomasse før det øker litt igjen til september, før en avtagning i oktober. Her skiller HOL-T seg ganske kraftig fra HOL N i 2023 hvor det



øker på videre også i august, fortsatt høye verdier i september før en forventet avtagning i oktober. Den totale algebiomassen er på topp betydelig høyere i 2023 enn 2022. Der det i 2022 startet i mai på litt over 0,06 mg/l og toppet seg på litt over 0,12 mg/l i juli, begynte sesongen 2023 på under 0,05 mg/l i kjølige mai, og toppet i juli på 0,20 mg/l. Det som pga. høye verdier i juli i år ser ut som en kraftig nedgang i august til oktober er allikevel betydelig høyere total algebiomasse sammenlignet med 2022 hvor september og oktober var nede på godt under 0,06 mg/l. I hele 2022 var kun de tre mest produktive månedene over 0,09 mg/l, mens i 2023 var alle måneder unntatt mai over 0,09 mg/l.

Fosforverdiene øker utover i sesongen, men har et klart fall i august og september. I juli er fosforverdien høyere enn grenseverdien mellom klassene «svært god» og «god». Økningen utover sommermånedene indikerer tilførsel av næringsstoffer fra eksterne kilder. Verdiene for klorofyll-a fra blandprøvene samsvarer godt med biomasseverdiene, dvs. veldig økning de tre første månedene, deretter nedgang.

Planteplanktonsamfunnet endrer sammensetning igjennom sesongen, og starter med dominans av svelgflagellater som skal være ypperlig føde for dyreplankton, men kan ved masseoppblomstring gi usmak på drikkevann (miljølære.no). Disse utgjør også en stor del av planteplanktonsamfunnet i de andre månedene, men i juni er det fureflagellater som er i flertall. Fureflagellater er gjerne store og vokser sakte, men fordi de er store og lite beibare av dyreplankton kan de allikevel ha en eksponentiell vekst, noe vi kan se antydning til fra mai til juni.

Cyanobakterier ble påvist i mai, juli, september og oktober. I juli og oktober ble den potensielt giftige/problematiske *Planktothrix* påvist. Det var klart størst forekomst av cyanobakterier i juli.

Gjennomsnittsverdiene for klorofyll a og total biomasse viste «svært god» tilstand, det samme gjorde algesammensetningen (PTI). Tilstandsvurdering basert på «planteplankton» for stasjonen blir «svært god» med en nEQR-verdi på 0,83 (fosfor «dårligste verdi»). Månedlige verdier, gjennomsnittsverdier og nEQR-verdier vises i tabell 2.

**Tabell 2:** Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton» og tilstandsklassifisering av HOL -T. Fargekodene er i samsvar med tabell 1. Verdiene er gjennomsnitt for alle parametrene, unntatt cyanobakterier (Cyano-max) hvor det brukes maks-verdien av målingene.

Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Siktedyp (m)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano <sub>max</sub> (mg/l)	Økologisk tilstand
24.05.2023	460	9,1	5,9	0,4	0,044	2,088	0,0003	
21.06.2023	440	8,6	5,7	0,8	0,093	1,989		
19.07.2023	400	12	4,9	1,7	0,200	2,152	0,0038	
30.08.2023	410	6,5	2,6	1,3	0,110	2,084		
27.09.2023	400	7,4	4	1,3	0,128	2,139	0,0003	
25.10.2023	420	12	4,5	1,1	0,091	2,104	0,0010	
Gjennomsnitt	422	9	4,6	1,16	0,111	2,093		
nEQR				1,00	1,00			
		0,83	0,82	1,00		1,0		
	0,80	0,83		1,00			1,00	Svært god

Nitrogeninnhold i ferskvann har som regel liten betydning for forekomsten av planteplankton i ferskvann, siden det sjelden er begrensende for vekst. Total nitrogen kan likevel fortelle oss om eventuelle påvirkninger fra avløp/landbruk/sprengstein dersom verdiene er høye. Total nitrogen var i snitt 422 µg/L og kom ut med en nEQR verdi på 0,80 – akkurat på grensen «god»/«svært god» tilstand.

### 3.2 Hovedstasjon Holsfjorden (HOL-N)

Som ved referansestasjonen Toverud (HOL-T) ble det målt temperatur (C°), oksygen (%) og klorofyll ( $\mu\text{g/l}$ ) fra overflaten og ned til 25 meter med YSI EXO-1 multiparametersonde (figur 4, vedlegg 3). Også her var det, som vanlig er i store innsjøer, lite til ingen temperatursjiktning i mai og oktober, og også september hadde svært liten endring nedover i vannmassene. I juni var det varmt, med over 17 grader i overflaten og temperaturen holdt seg over 10 grader ned til ca. 6 m. I juli har det opparbeidet seg et nokså dypt og tydelig sjikt med høyere temperatur, med 15-16 grader ned til ca. 13 meter. Tidlig i august satte uværet Hans inn, og temperatursjiktet ved referansestasjonen Toverud forsvant mer eller mindre i løpet av august, mens det her ved Nordlandsbekken er beholdt i større grad, men noe utvisket/forstyrret. Temperaturen begynner å dale ved 6 m dybde men gjør ikke et tydelig hopp før ved 12 m. Holsfjorden var preget av store vannmengder til godt utpå høsten.

I 2022 så vi et stabilt temperatursjikt ned til ca. 14 meter i hele perioden juli, august og september før en tydelig omrøring av vannmassene i oktober. I 2023 derimot ser vi, som ved Toverud, starten på en omrøring, eller forstyrrelser i vannmassene ovenfor temperatursjiktningen, allerede i august. I september og oktober er det full omrøring. Den tidlige omrøringen av vannmassene er antagelig tilførsel av enorme mengder vann fra hele nedbørsfeltet på grunn av ekstremværet Hans. NIVA har gjort tilleggsundersøkelser i Holsfjorden i 2023, som kan belyse påvirkningen fra Hans når publisert (NIVA pressemelding).

I vertikalseriene av klorofyll-målinger ser det ut som tydelige økninger av planteplankton innen temperatursjiktet i juni, juli og august, og i helt øvre sjikt i september. Målingene fra august og utover er mer usikre pga. partikler i flomvannet, og at sensoren for klorofyll ikke kan skille eksakt mellom levende organismer og andre partikler. Siktedypet ved HOL – N var kun 2,9 m i august 2023 mot for 5,5 m i august 2022.

I juni har vi en tydelig høyere oksygenmetning i helt øvre sjikt, der det også er større utslag på klorofylltetthet og gode temperaturer.

Oksygenmålingene viser jevnt over høy metning/gode nivåer i hele vannsøylen, men juli og august har litt variasjon nedover i vannsøylen som særlig for juli sammenfaller med et temperaturdripp og en økning i klorofyll rundt 14 m. Det virker ellers å være høye forekomster av klorofyll/planteplankton i de øvre sjikt av vannmassene, fra juni og ut sesongen.

#### Planteplankton

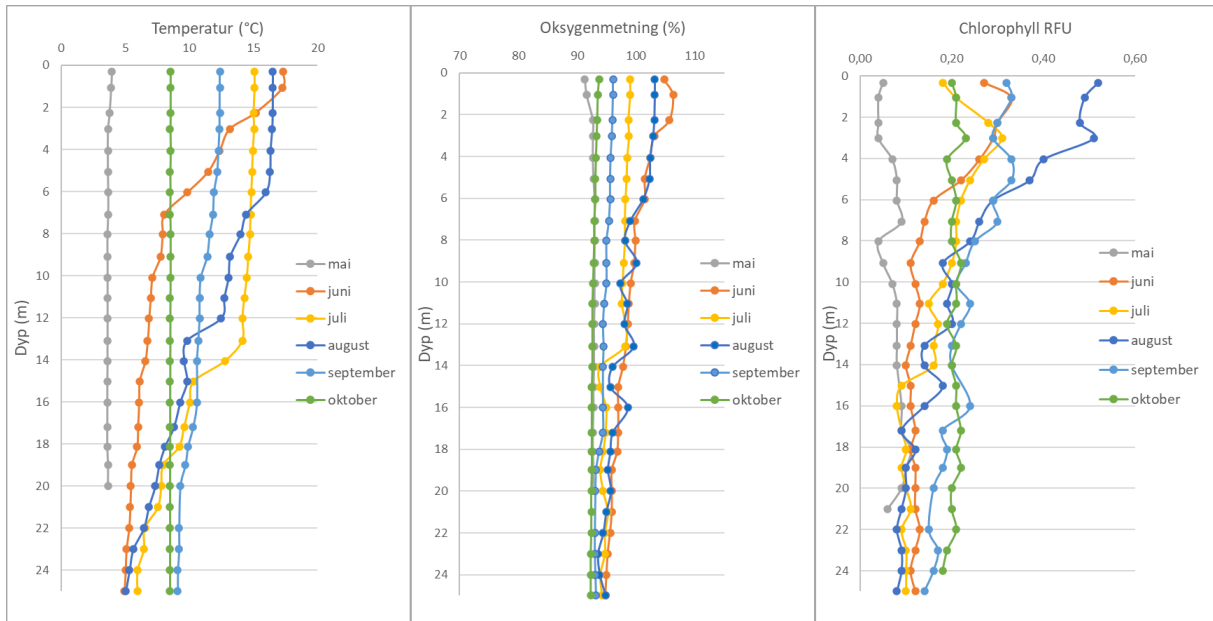
Algebiomassen nesten femdoblet seg fra mai til juni, og fortsatte å øke i juli og august, før en liten nedgang i september og et kraftig fall fra september til oktober. Den totale algebiomassen var klart høyest i august med 0,22 mg/l (figur 5). Her skiller HOL-N seg ganske kraftig fra HOL-T i 2023 hvor algebiomassen droppet kraftig allerede etter juli, men hadde allikevel totalt en nokså høy algebiomasse sammenlignet med tidligere. Den totale algebiomassen er jevnt over betydelig høyere i 2023 enn 2022. I hele 2022 var kun juli måned over 0,10 mg/l, mens i 2023 var hele juni til september godt over 0,10 mg/l med 0,14 i juni, 0,18 i juli, 0,22 i august, og 0,17 i september. Også oktober med 0,07 var en del høyere enn oktober 2022 som hadde rett over 0,05 mg/l total algebiomasse.

Fosforverdiene øker fra mai til juli, men synker igjen i august og september. Økningen utover sommermånedene indikerer tilførsel av næringsstoffer fra eksterne kilder. Verdiene for klorofyll-a fra blandprøvene samsvarer godt med biomasseverdiene.

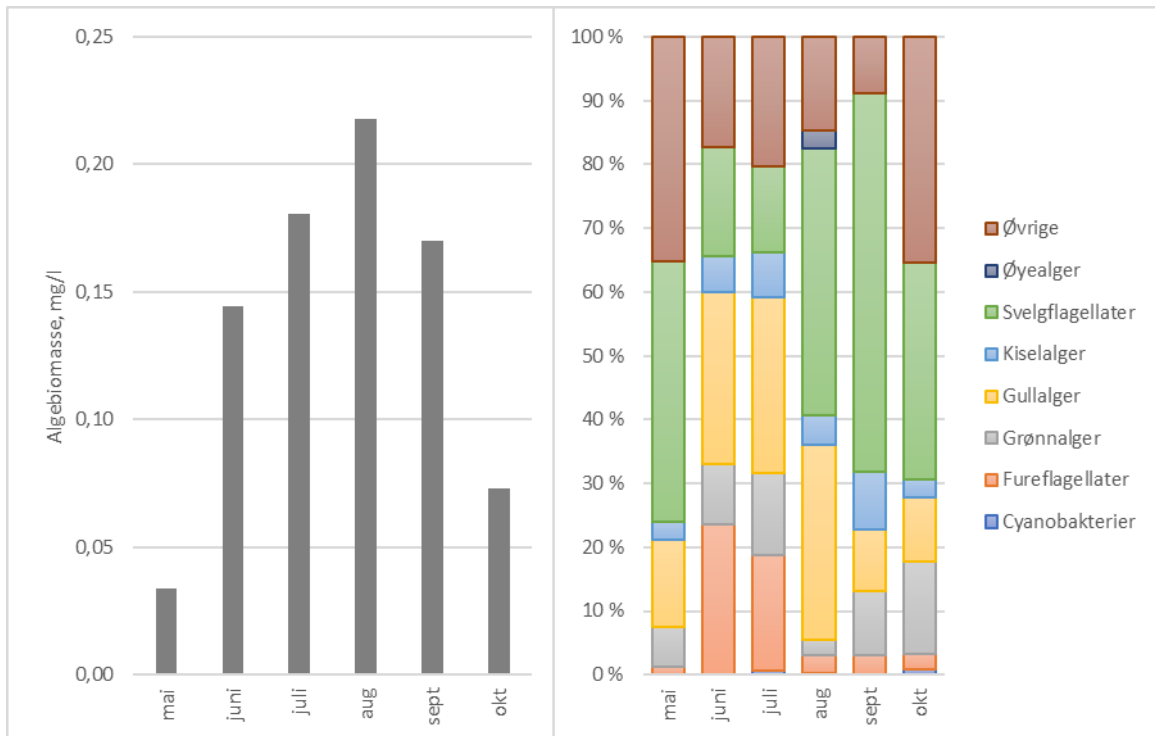
Planteplanktonsamfunnet endrer sammensetning igjennom sesongen, og starter som ved HOL- T med dominans av svelgflagellater. Disse utgjør også en stor del av planteplanktonsamfunnet i de andre månedene, men i juni og juli er det fureflagellater og gullalger som er i flertall. Fureflagellater er gjerne store og vokser sakte, men fordi de er store og lite beibare av dyreplankton kan de allikevel ha en eksponentiell vekst, noe vi kan se antydning til fra mai til juni.

Cyanobakterier ble påvist i juli, august og oktober. Det var klart størst forekomst av cyanobakterier i juli.

Gjennomsnittsverdiene for klorofyll a og total biomasse viste «svært god» tilstand, det samme gjorde algesammensetningen (PTI). Tilstandsvurdering basert på «planteplankton» for stasjonen blir «svært god» med en nEQR-verdi på 0,85 (fosfor «dårligste verdi»). Månedlige verdier, gjennomsnittsverdier og nEQR-verdier vises i tabell 3.



**Figur 4:** Vertikalprofiler av temperatur (°C), oksygenmetning i % og klorofyll RFU ved referansestasjonen utenfor Nordlandsbekken i Holsfjorden (HOL-N) i månedene mai-oktober 2023



**Figur 5:** Biomasse og sammensetning av planteplankton ved HOL-N.

**Tabell 3:** Parametere som inngår i kvalitetselementet «Planteplankton» og tilstandsklassifisering av HOL -N. Fargekodene er i samsvar med tabell 1. Verdiene er gjennomsnitt for alle parametere, unntatt cyanobakterier (Cyano-max) hvor det brukes maks-verdien av målingene

Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Siktedyp (m)	Klorofyll <i>a</i> (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano <sub>max</sub> (mg/l)	Økologisk tilstand
24.05.2023	490	9,4	6,2	0,4	0,034	2,132		
21.06.2023	440	9,2	6	0,6	0,144	2,022		
19.07.2023	460	11	4,8	1,5	0,181	2,148	0,0013	
30.08.2023	430	5,2	2,9	2,7	0,218	2,134	0,0007	
27.09.2023	400	7,1	4	1,4	0,170	2,254		
25.10.2023	410	10	4,8	1,1	0,073	2,127	0,0007	
Gjennomsnitt	438	9	4,8	1,42	0,137	2,136		
nEQR				1,00	1,00			
		0,85	0,88	1,00		0,95		
	0,78	0,87		1,00			1,00	Svært god

Nitrogeninnhold i ferskvann har som regel liten betydning for forekomsten av planteplankton i ferskvann, siden det sjelden er begrensende for vekst. Total nitrogen kan likevel fortelle oss om eventuelle påvirkninger fra avløp/landbruk/sprengstein dersom verdiene er høye. Total nitrogen var i snitt 438 µg/L og kom ut med en nEQR verdi på 0,78 – «god» tilstand.

### 3.3 Småkreps

Det ble tatt prøver av dyreplankton fra de to pelagiske stasjonene HOL-N og HOL-T, i tillegg til to litorale stasjoner i mai, juli og september. Oversikt over antall ved de ulike stasjonene vises i tabell 4.

De fleste prøvene hadde godt med individer, med unntak av de to litorale prøvene i mai, som begge inneholdt færre enn 50 individer. Den planktoniske artssammensetningen av krepsdyr var relativt lik på stasjonene HOL-N og HOL-T. Det ble registrert 5 arter av hoppekreps og 9 arter vannlopper ved stasjonen HOL-N, og 4 arter av hoppekreps og 13 arter av vannlopper ved stasjon HOL-T i 2023. Ved HOL-N dominerte hoppekrepsartene *Eudiaptomus gracilis* og *Mesocyclops leuckarti*. Av cyclopoide slekter ble *Acanthocyclops*, *Encyclops*, og *Mesocyclops* registrert, samt de calanoide slektene *Eudiaptomus*, *Limnocalanus* og *Heterocope*.

Ved HOL-T dominerte hoppekrepsartene *Eudiaptomus gracilis* og *Mesocyclops leuckarti*. Forøvrig var artssammensetningen av både hoppekreps og vannlopper omtrent den samme som ved HOL-N, med unntak av *Acanthocyclops robustus* og *Sida crystallina* som kun ble observert ved HOL-N, og *Alona affinis*, *Alonella nana*, *Alonopsis elongata*, *Chydorus sphaericus* og *Daphnia longispina*, som ble registrert i et lite antall ved HOL-N. Dette skyldes trolig den store variasjonen i antall individer i prøvene, da det ble registrert mer enn dobbelt så mange individer ved HOL-N som ved HOL-T. Pelagisk prøve fra stasjon HOL-N hadde totalt sett den høyeste andelen dafnier. *Daphnia* er sensitiv for forsurening, men i innsjøer uten forurensningskader er dette blant de vanligste vannloppene vi finner i Norge.

I litoral prøve fra beskyttet habitat ble det registrert 5 arter av hoppekreps og 11 arter av vannlopper, og 7 arter av hoppekreps og 13 arter av vannlopper i prøven fra litoralubeskyttet. Artssammensetningen av hoppekreps og vannlopper i de litorale prøvene var nokså lik. *Mesocyclops leuckarti* dominerte i antall i begge de litorale prøvene, sammen med *Bosmina longispina*. *Bosmina coregoni* ble registrert ved alle stasjonene med unntak av litoral ubeskyttet habitat, og er en livskraftig art ifølge Artsdatabanken. Denne arten er også tidligere registrert i Vannmiljø på stasjonen HOL-N i 2022. Oversikt over arter funnet i 2023 på de ulike stasjonene vises i tabell 5.



**Tabell 4:** Oversikt over antall arter registrert i pelagiske og litorale prøver fra Holsfjorden i perioden 2018 til 2023.

	2018*	2019	2020	2021	2022	2023
Ant. Arter HOL-N	7	14	14	12	12	14
Ant. Arter HOL-T	-	15	12	11	13	17
Ant. Arter Litoral beskyttet habitat	-	11	19	15	16	16
Ant. Arter Litoral ubeskyttet habitat	-	20	21	20	12	20
Antall registrerte arter totalt	7	27	34	29	25	25

**Tabell 5:** Artsliste fra pelagiske- og litorale prøver er basert på tre prøvetakninger; i mai, juli og september i Holsfjorden, 2023.  
\*Unge individer av hoppekreps som ikke kan artsbestemmes.

	HOL-N	HOL-T	HOL	HOL
Overordnet takson	pelagisk	pelagisk	Vannvegetasjon	Steingrunn
<b>Hoppekreps</b>	<b>2779</b>	<b>1273</b>	<b>991</b>	<b>352</b>
<i>Acanthocyclops robustus</i>	30		26	3
Calanoide copepoditter*			19	47
Cyclopoide copepoditter*				206
<i>Eucyclops macrurus</i>				1
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	1625	692	281	8
<i>Heterocope appendiculata</i>	95	25		
<i>Limnocalanus macrurus</i>	112	170	4	2
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	917	386	661	85
<b>Vannlopper</b>	<b>2222</b>	<b>528</b>	<b>617</b>	<b>231</b>
<i>Acroperus harpae</i>				1
<i>Alona affinis</i>		3		4
<i>Alona guttata</i>				4
<i>Alonella exigua</i>			4	28
<i>Alonella nana</i>		3	3	8
<i>Alonopsis elongata</i>		6	2	53
<i>Bosmina longispina</i>	1155	241	319	83
<i>Bosmina coregoni</i>	30	6	131	
<i>Bythotrephes longimanus</i>	9	6		
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>			9	
<i>Chydorus sphaericus</i>		2		12
<i>Daphnia galeata</i>	736	59	83	4
<i>Daphnia longispina</i>		3		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	15	2	9	
<i>Holopedium gibberum</i>	178	134	53	9
<i>Leptodora kindtii</i>	80	50	2	8
<i>Polyphemus pediculus</i>	14	13	2	5
<i>Scapholeberis mucronata</i>				12
<i>Sida crystallina</i>	5			
<b>Totalt antall individer</b>	<b>5001</b>	<b>1801</b>	<b>1608</b>	<b>583</b>
<b>Antall arter hoppekreps</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>Antall arter vannlopper</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>13</b>
<b>Antall arter totalt</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>20</b>

### 3.4 Bunndyr

Alle tilløpsbekkene som ble undersøkt viste enten «god» eller «svært god» tilstand (tabell 6). Samtlige stasjoner hadde forekomst av flere familier av steinfluer som gjør at ASPT-indeksen blir høy. Det var i tillegg et variert samfunn av vårfluer, både av ulike familier og arter. I Rustanbekken ved stasjon RUS2, ble det kun funnet én vårfluefamilie på høsten, på våren ble det funnet seks. Av døgnfluene ble det kun funnet en familie (Baetidae) ved alle stasjoner, med to til tre arter innen denne familien. Dette er svært vanlige døgnfluer som finnes i de fleste elver.

Det var kun stasjonen i Isielva (ISI) som viste «svært god» tilstand for bunndyr både vår og høst. Det er ellers små variasjoner mellom stasjonene og sesong som gjør at tilstanden vipper mellom «god» og «svært god». Bunndyrprøvene viser uansett stabile samfunn gjennom året.

Det var noen lokale forskjeller i artssamfunnet ved de ulike stasjonene, men generelt mange av de samme artene ved samtlige stasjoner. Det var også noe variasjon i hvor mange individer som ble funnet i prøvene mellom vår og høst. På våren hadde stasjonene DAM og DAM-UT færrest antall individer enn de øvrige stasjonene. På høsten gjaldt dette NOR2, NOR1 og RUS2. Det er nok tilfeldigheter som gjør at antall individer varierer, og kan komme fra ulik prøvetaking, varierende forhold under prøvetaking, flomepisoder med utvasking eller lignende. Det var uansett mange nok indikatorer til å vurdere ASPT-indeksen og antall individer virker normalt sammenlignet med tidligere år. Høstprøvene hadde mange små dyr som følge av at mange av artene er i etableringsfasen.

På våren ble vårfluen *Wormaldia occipitalis*, kategori sterkt truet (EN) på norsk rødliste for arter 2021, funnet i Damtjernbekken ved stasjonen DAM. *Wormaldia occipitalis* har blitt funnet i Damtjernbekken og ved noen av de andre tilløpsbekkene til Holsfjorden tidligere.

Grunnlag for beregning av ASPT vises i vedlegg 2.

**Tabell 6:** ASPT, EQR og nEQR-verdier for bunndyr tatt ved stasjonene i Damtjernbekken (DAM og DAM-UT), Isielva (ISI), Nordlandsbekken (NOR1 og NOR2) og Rustanbekken (RUS1 og RUS2) i 2023.

DAM	Vår	Høst	Samlet tilstand
ASPT	6,53	6,24	6,38
EQR	0,95	0,90	0,92
nEQR	0,73	0,66	0,70
<b>DAM-UT</b>			
ASPT	6,77	6,75	6,76
EQR	0,98	0,98	0,98
nEQR	0,79	0,79	0,79
<b>ISI</b>			
ASPT	6,87	7,46	7,16
EQR	1,00	1,08	1,04
nEQR	0,93	1,00	0,97
<b>NOR1</b>			
ASPT	6,63	7,00	6,81
EQR	0,96	1,01	0,99
nEQR	0,76	1,00	0,88
<b>NOR2</b>			
ASPT	6,53	6,62	6,57
EQR	0,95	0,96	0,95
nEQR	0,73	0,75	0,74
<b>RUS1</b>			
ASPT	6,72	7,19	6,95
EQR	0,97	1,04	1,01
nEQR	0,78	1,00	0,89
<b>RUS2</b>			
ASPT	6,50	6,67	6,58
EQR	0,94	0,97	0,95
nEQR	0,73	0,77	0,75

## 4 Oppsummering tilstand i 2023

Den økologiske tilstanden ved stasjonene HOL-N og HOL-T i Holsfjorden ligger som tidligere år godt innenfor klassegrensene til «svært god» tilstand (tabell 7). Planteplanktonsamfunnene ved hver stasjon var generelt godt fordelt på de ulike algegruppene, uten total dominans av noen få arter eller grupper.

Som i 2021 og 2022 (Hereid m.fl 2022, Engh m.fl 2023) ser vi noen ulikheter ved stasjonene når det gjelder oppblomstringsdynamikk, artssammensetning og mengde biomasse ved stasjonene. For begge stasjonene gjelder det at det var totalt mye høyere algebiomasse i 2023 enn året før.

Siktedypet hadde gjennomsnittsverdi av de lavere vi har sett i undersøkelsesperioden, selvfølgelig preget av ekstremværet Hans som ga augustmålinger på 2,6 og 2,9 m for henholdsvis HOL-T og HOL-N. Hans og påfølgende uvær har nok preget andre halvdel av sesongen, uten at det kan pekes helt spesifikt på enkeltutslag.

Som i 2020 (Hereid m.fl 2021), 2021 og 2022 viser gjennomsnittsverdien for total nitrogen tilstandsklasse «god» også i 2023. I 2019 var denne klassifisert som «svært god». Total nitrogen er ikke avgjørende i tilstandsklassifiseringen, men det er absolutt et poeng i å holde øye med verdiene, særlig siden det kan relateres til utslipp i forbindelse med veiutbygging og sprengstein (Sørensen, 1998).

I perioden 2019-2023 har totalt antall arter småkreps for alle prøvene samlet sett ligget på rundt 30 arter; med 25 arter registrert i 2023. Det svært lave artsantallet registrert i 2019 skyldes antakelig vannivået i Holsfjorden, som var uvanlig lavt etter en periode med særlig varmt og tørt vær (Våge m.fl 2019).

Når det gjelder antallet individer i de litorale vs. pelagiske prøver, kan det være flere årsaker til denne forskjellen; bl.a. har dyreplankton ofte flekkvis fordeling i innsjøer fordi de har de en viss svømmeevne, og på denne måten kan i større grad kontrollere sin egen posisjon i vannmassene. Dette betyr at det kan være en betydelig variasjon mellom prøvetakinger og år. Man kan også være uheldig under prøvetakingen, og få med færre individer.

Undersøkelsen av bunndyr ved de ulike tilløpsbekkene Damtjernbekken, Nordlandsbekken, Rustanbekken og Isielva viser «svært god» og «god» tilstand. Det var 3 stasjoner av de sju undersøkte stasjonene som fikk «svært god» tilstand (ISI, NOR1 og RUS1). Tilstanden i disse bekkene med tanke på bunndyr tilsier å være nær en referansetilstand, og påvirkning fra organisk belastning i elvene anses som minimal.

**Tabell 7:** Oversikt tilstandsklassifisering av innsjølokaliteter undersøkt i Holsfjorden 2023

Navn	Planteplankton <i>nEQR</i>	Fysisk-kjemiske parameter eutrofi <i>nEQR</i>	Økologisk tilstand
HOL T	1,00	0,83	Svært god (0,83)
HOL N	0,98	0,85	Svært god (0,85)

## 5 Referanseliste

- Direktoratsgruppa (2018). Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanddirektivet. 220 s.
- Engh, A., Hereid, S. W Skrutvold, J. og Skautvedt, E. 2023. Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver, 2022. Faun-notat 004-2022
- Hereid, S. W, Engh, A., Skrutvold, J. og Skautvedt, E. 2022. Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver, 2021. Faun-notat 004-2022
- Hereid, S. W., Skautvedt, E., Skrutvold, J. og Våge, K. Ø. 2021. Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver, 2020. Faun-notat 004-2021
- Stabell, T (2018). Cyanobakterier i Kolbotnvann og Hersjøen, Akershus fylke: Slektene Anabaena, Aphanizomenon og Planktothrix. Faun rapport 017-2018. Faun Naturforvaltning
- Sørensen, J. 1998. Massedeponering av sprengstein i vann – forurensningsvirkninger. NVE rapport 29.
- Tikkanen, T. & Willén T (1992). Växtplanktonflora. Naturvårdsverket.
- Våge, K., Hereid, S., Skrutvold, J. og Skautvedt, E. 2019. Biologiske analyser i Holsfjorden og tilløpselver. Faun-notat 019-2019.

### **Digitale kilder**

- Portalen Vannmiljø (Miljødirektoratet) ved <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no>
- Portalen Vann-Nett (NVE) ved <https://vann-nett.no/portal/>
- Miljølære [Miljolare.no](http://Miljolare.no): Rekke: Svelgflagellater (Cryptophyta)
- [www.yr.no](http://www.yr.no)
- NIVA pressemelding [Dramatiske spor av Hans i vannmiljøer på Østlandet | NIVA \(ntb.no\)](https://www.niva.no/nyheter/2023/dramatiske-spor-av-hans-i-vannmiljoer-pa-ostlandet)

## Vedlegg 1– Artslister planteplankton

	24-mai	21-jun	19-jul	30-aug	27-sep	25-okt
<b>HOL-T</b>						
<b>Cyanobakterier</b>						
Anathece sp.			1,4			
Coelomoron pusillum			0,7		0,3	
Merismopedia tenuissima	0,3					
Planktothrix sp.			1,7			1,0
<b>Fureflagellater</b>						
Gymnodinium (<12)	2,2	3,8	2,9	2,9		
Gymnodinium (12-20)		7,0	4,8		5,3	0,4
Gymnodinium (>20)		15,8	2,3		7,4	
Gyrodinium helveticum		1,3				
Parvodinium inconspicuum			0,8	3,3		
Parvodinium umbonatum		0,5	13,4		1,3	1,3
<b>Grønnalger</b>						
Botryococcus braunii			0,4			
Chlamydomonas (<12)			0,4			
Chlamydomonas (>12)			0,7			
Coccale, koloni, m/gel, ubest.			1,4			
Coccale, solitær, m/gel, ubes.	1,0		2,2			
Coccale, solitær, u/gel, ubest.		0,9	2,4	2,2	0,9	2,6
Monoraphidium griffithii			0,4			
Oocystis borgei			0,5			
Oocystis rhomboidea	1,3					
Oocystis submarina	0,4	0,8		0,4	0,3	
Scenedesmus ecornis				4,8		0,5
<b>Gullalger</b>						
Chromulina sp.		0,5			1,3	
Chrysococcus minutus	0,6	0,8	3,5	2,9	4,5	2,8
Chrysococcus sp.	0,6		0,8	0,8		1,3
Chrysophyceae (4-8)	3,2		10,5	12,2	7,7	11,6
Chrysophyceae (>8)	1,0	5,0	10,8	0,4	1,7	4,8
Dinobryon borgei			0,6	0,3		
Dinobryon cylindricum			2,8			
Dinobryon divergens		4,4	11,4		0,2	
Dinobryon sociale		1,6	0,4			
Kephyrion sp.			0,4			
Mallomonas caudata				1,8		
Ochromonas sp.		0,7	6,5	4,5	0,4	0,8
Pseudopedinella sp.		3,7	7,0	4,7	2,3	
Stichogloea doederleinii			0,8			
Uroglenopsis americana			2,5	3,2		
<b>Kiselalger</b>						
Asterionella formosa	0,6	0,2		0,1	0,8	1,0
Aulacoseira alpigena	3,0	4,3			5,5	0,6
Aulacoseira italica		0,5				
Cyclotella (<12)			1,6	5,5		0,7
Cyclotella (12-20)	1,5	0,2	0,2			
Cyclotella (>20)	0,3		0,5			
Tabellaria fenestrata						2,7
Tabellaria flocculosa			5,8			0,1
Ulnaria (<60)		2,6		0,4		
Ulnaria (60-120)		0,2				
Ulnaria (>120)		0,1				
Urosolenia longiseta		1,3	0,8		1,1	1,4
<b>Svelgflagellater</b>						
Cryptomonas (<24)	0,7	2,6	5,1	4,6	13,9	4,8
Cryptomonas (24-32)	7,4		26,7	6,5	19,7	11,3
Cryptomonas (>32)	0,6		18,4		10,3	1,3
Katablepharis ovalis		8,0	0,8			
Plagioselmis sp.	10,7		22,9	16,8	16,5	12,1
<b>Øvrige</b>						
Choanozoa			0,6		0,7	1,9
Chrysochromulina parva	0,2	2,0		0,8	0,5	
Picoplankton	5,5	13,6	8,9	14,2	7,8	17,2
Ubestemt (2-4)	3,6	10,9	13,4	16,3	17,2	9,0
<b>Totalbiomasse (µg/l)</b>	<b>44,5</b>	<b>93,4</b>	<b>200,2</b>	<b>109,7</b>	<b>127,7</b>	<b>90,9</b>



	24-mai	21-jun	19-jul	30-aug	27-sep	25-okt
<b>HOL-N</b>						
<b>Cyanobakterier</b>						
Anathece sp.			1,3			
Merismopedia tenuissima				0,7		0,7
<b>Fureflagellater</b>						
Gymnodinium (<12)	0,1	14,5	4,9	2,0		0,8
Gymnodinium (12-20)	0,4	14,1	10,6	4,1		
Gymnodinium (>20)		2,5			0,9	0,9
Gyrodinium helveticum					1,2	
Parvodinium inconspicuum			7,9			
Parvodinium umbonatum			9,1		3,1	
Peridinium willei		2,8				
<b>Grønnalger</b>						
Acutodesmus acutiformis			0,5			
Chlamydomonas (<12)		5,2	2,2		0,5	
Chlamydomonas (>12)			1,2			
Closterium acutum		0,3				
Coccale, koloni, m/gel, ubest.			4,2	1,2	5,1	
Coccale, solitær, m/gel, ube:	0,6	1,7	5,4		0,9	1,0
Coccale, solitær, u/gel, ubes	0,4	4,9	9,3	2,7	9,5	6,7
Crucigenia tetrapedia	0,2					
Monoraphidium griffithii				0,4	0,5	1,1
Oocystis submarina	0,3	0,5		0,7	0,4	1,2
Scenedesmus ecornis	0,4	1,2	0,6			0,5
<b>Gulgrønnalger</b>		0,5				
Pseudotetraëdriella kamillae		0,5				
<b>Gullalger</b>						
Chromulina sp.		0,5				
Chrysococcus cordiformis				1,3		
Chrysococcus minutus	0,9	2,2	6,9	1,2	1,6	3,3
Chrysococcus sp.	0,4		0,2	0,4	0,4	0,3
Chrysophyceae (4-8)	2,3	9,8	9,9	43,0	8,9	
Chrysophyceae (>8)	0,8	18,2	17,0	9,4	2,9	2,5
Dinobryon bavaricum				0,9		
Dinobryon borgei		0,8	0,2	0,3		
Dinobryon divergens		0,4	2,4			
Dinobryon sociale		0,5				
Kephyrion sp.				0,4		
Mallomonas (<24)			1,2			
Ochromonas sp.	0,2	4,2	0,8	4,2	1,1	1,1
Pseudopedinella sp.		2,2	9,0	5,8	1,4	
Uroglenopsis americana			2,1			
<b>Kiselalger</b>						
Asterionella formosa	0,5	0,1		1,5	2,3	0,9
Aulacoseira alpigena		2,5			8,2	0,8
Aulacoseira italica			10,0			
Cyclotella (<12)		1,0				
Cyclotella (12-20)	0,4		1,3			
Cyclotella (>20)		0,2	0,3			
Fragilaria crotonensis		2,2			3,5	
Tabellaria fenestrata		1,0				
Ulnaria (<60)		0,0	0,3	3,1	1,2	
Ulnaria (60-120)	0,0	0,1		3,3		
Urosolenia longiseta		1,1	0,6	1,9	0,2	0,5
<b>Svelgflagellater</b>						
Cryptomonas (<24)	1,0	1,2	11,5	15,5	16,4	3,8
Cryptomonas (24-32)	7,8	3,3		18,1	38,2	11,1
Cryptomonas (>32)		1,2	0,6		22,6	2,7
Katablepharis ovalis		1,7	0,8		0,8	
Plagioselmis sp.	4,9	17,0	11,8	57,7	22,9	7,2
<b>Øyealger</b>						
Trachelomonas volvocina				6,0		
<b>Øvrige</b>						
Choanozoa			1,2	0,3		0,6
Chrysochromulina parva		0,3	0,6		1,5	0,3
Picoplankton	5,3	9,3	12,9	5,0	2,5	7,7
Ubestemt (2-4)	6,5	15,0	21,8	26,9	11,1	17,2
<b>Totalbiomasse (µg/l)</b>	<b>33,6</b>	<b>145,0</b>	<b>180,7</b>	<b>217,8</b>	<b>169,9</b>	<b>73,0</b>

## Vedlegg 2 - Bunndyrtabeller

Symbolet (-) viser til at det fantes forekomst av familien i prøven, men disse har ikke indeksverdi på ASPT.

Vår 2023	DAM	DAM-UT	ISI	NOR1	NOR2	RUS1	RUS2
<b>Muslinger</b>							
Sphaeriidae				3	3		
<b>Biller</b>							
Dytiscidae	5				5	5	
Elmidae	5		5	5	5	5	5
Hydraenidae	-	-	-	-	-	-	-
Scirtidae	-	-	-	-	-		
<b>Tovinger</b>							
Ceratopogonidae	-	-	-	-		-	
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2
Empididae	-	-		-	-	-	
Limoniidae	-	-		-	-	-	-
Pediciidae	-	-	-	-		-	-
Psychodidae				-			
Simuliidae	5		5	5	5	5	5
Tipulidae		5				5	
<b>Døgnfluer</b>							
Baetidae	4	4	4	4	4	4	4
<b>Snegl</b>							
Ancylidae						6	
Planorbidae	3						
<b>Steinfluer</b>							
Chloroperlidae			10			10	10
Leuctridae	10	10		10	10	10	
Nemouridae	7	7	7	7	7	7	7
Perlodidae	10	10	10	10	10	10	
Taeniopterygidae	10	10	10	10	10	10	10
<b>Vårfluer</b>							
Brachycentridae			10	10			
Glossosomatidae						-	
Goeridae	10		10		10	10	10
Hydropsychidae			5				
Hydroptilidae							6
Limnephilidae	7	7	7	7	7	7	7
Philopotamidae	8	8		8	8		
Polycentropodidae	7	7		7	7	7	7
Rhyacophilidae	7	7	7	7	7	7	7
Sericostomatidae	10	10	10	10	10	10	10
<b>Øvrige</b>							
Hydrachnidia		-	-	-	-		-
Oligochaeta	1	1	1	1	1	1	1
ASPT	6,53	6,77	6,87	6,63	6,53	6,72	6,50
EQR	0,95	0,98	1,00	0,96	0,95	0,97	0,94
nEQR	0,73	0,79	0,93	0,76	0,73	0,78	0,73

Høst 2023	DAM	DAM-UT	ISI	NOR1	NOR2	RUS1	RUS2
<b>Muslinger</b>							
Sphaeriidae	3						
<b>Biller</b>							
Dytiscidae	5	5					
Elmidae	5	5	5	5	5	5	5
Hydraenidae	-		-	-	-	-	-
Scirtidae	-			-	-	-	
<b>Tovinger</b>							
Ceratopogonidae		-					
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2
Limoniidae				-	-		
Pediciidae	-	-	-	-	-	-	-
Psychodidae		-		-	-		-
Simuliidae	5	5	5	5	5	5	5
Tipulidae	5						
Rhagionidae	-						
<b>Døgnfluer</b>							
Baetidae	4	4	4	4	4	4	4
<b>Steinfluer</b>							
Chloroperlidae			10			10	10
Leuctridae	10	10	10	10	10	10	
Nemouridae	7	7	7	7	7	7	7
Perlodidae	10	10	10	10	10	10	10
Taeniopterygidae	10	10	10	10	10	10	10
Capniidae			10	10	10	10	
<b>Vårfluer</b>							
Brachycentridae				10		10	
Glossosomatidae			-				
Goeridae		10		10			
Limnephilidae	7	7		7	7	7	
Philopotamidae	8	8			8		
Polycentropodidae	7	7	7	7	7	7	
Rhyacophilidae	7	7	7	7		7	7
Sericostomatidae	10	10	10			10	
<b>Øvrige</b>							
Hydrachnidia	-	-	-		-	-	
Oligochaeta	1	1		1	1	1	
Collembola	-			-			-
ASPT	6,24	6,75	7,46	7,00	6,62	7,19	6,67
EQR	0,90	0,98	1,08	1,01	0,96	1,04	0,97
nEQR	0,66	0,79	1,00	1,00	0,75	1,00	0,77

## Vedlegg 3 YSI data

HOL N	Dyp, m	Temperatur (°C)						Oksygenmetning (%)						Klorofyll RFU					
		mai	juni	juli	august	sept	oktober	mai	juni	juli	august	sept	oktober	mai	juni	juli	august	sept	oktober
0	3,958	17,315	15,101	16,499	12,397	8,509	91,3	104,8	99	103,2	96,1	93,7	0,05	0,27	0,18	0,52	0,32	0,2	
1	3,897	17,27	15,101	16,493	12,388	8,509	91,6	106,3	99	103,2	96,1	93,5	0,04	0,33	0,21	0,49	0,33	0,21	
2	3,789	15,16	15,022	16,481	12,379	8,509	92,7	105,7	98,7	103,1	96	93,4	0,04	0,3	0,28	0,48	0,3	0,21	
3	3,676	13,142	15,057	16,441	12,37	8,505	92,7	103,1	98,8	102,9	95,9	93,3	0,04	0,29	0,31	0,51	0,29	0,23	
4	3,662	12,365	14,953	16,313	12,284	8,511	92,7	102,4	98,5	102,4	95,7	93,2	0,07	0,26	0,27	0,4	0,33	0,19	
5	3,667	11,454	14,914	16,283	12,198	8,503	92,8	101,5	98,4	102,3	95,6	93,1	0,08	0,22	0,24	0,37	0,33	0,2	
6	3,691	9,857	14,841	15,969	11,94	8,504	93	101,5	98,2	101,2	95,6	93,1	0,08	0,16	0,22	0,29	0,29	0,21	
7	3,687	8,048	14,778	14,438	11,854	8,503	93	99,8	98,1	99	95,4	92,9	0,09	0,14	0,21	0,26	0,3	0,2	
8	3,639	7,911	14,742	13,983	11,6	8,509	93	99,9	98,1	98,1	95	92,9	0,04	0,13	0,21	0,24	0,25	0,2	
9	3,639	7,751	14,604	13,182	11,4	8,508	93	99,7	97,9	100,1	95	92,8	0,05	0,11	0,2	0,18	0,23	0,22	
10	3,649	7,128	14,501	13,046	10,9	8,507	93	99,1	97,7	97,3	95	92,7	0,07	0,12	0,18	0,2	0,21	0,21	
11	3,65	6,989	14,294	12,715	10,8	8,504	93	98,8	97,6	98,5	94,6	92,6	0,08	0,13	0,15	0,19	0,24	0,21	
12	3,65	6,866	14,153	12,475	10,8	8,503	92,9	98,6	98,2	98	94,4	92,6	0,08	0,12	0,17	0,2	0,22	0,19	
13	3,643	6,755	14,139	9,823	10,7	8,502	92,9	98,3	98,1	99,6	94,5	92,6	0,08	0,11	0,16	0,14	0,2	0,21	
14	3,644	6,568	12,782	9,595	10,6	8,501	92,9	97,8	93,9	96	94,4	92,6	0,08	0,1	0,16	0,14	0,2	0,2	
15	3,63	6,123	10,357	9,816		8,499	92,8	97	93,9	95,6		92,5		0,11	0,09	0,18		0,21	
16	3,627	6,084	10,055	9,29	10,6	8,498	92,8	97	94,9	98,6	94,4	92,5	0,09	0,11	0,08	0,14	0,24	0,21	
17	3,625	5,999	9,612	8,798	10,3	8,498	92,7	97	94,8	96	94,4	92,5	0,09	0,12	0,09	0,09	0,18	0,22	
18	3,621	5,933	9,226	8,106	9,9	8,497	92,7	96,8	94,4	95,6	93,7	92,5	0,11	0,11	0,1	0,12	0,19	0,21	
19	3,672	5,515	7,985	7,655	9,7	8,497	92,8	95,9	93,9	95,2	93,2	92,5	0,1	0,12	0,09	0,1	0,18	0,22	
20	3,665	5,447	7,833	7,348	9,3	8,496	92,7	95,9	94,4	95,7	93,1	92,4	0,09	0,12	0,1	0,1	0,16	0,2	
21		5,395	7,572	6,846		8,496		95,9	95,2	94,9		92,4	0,06	0,12	0,11	0,09		0,2	
22		5,3	6,548	6,459	9,2	8,496		95,6	94,7	94,4	93	92,4		0,13	0,09	0,08	0,15	0,21	
23		5,1	6,483	5,633	9,2	8,496		95,2	94,7	93,5	93	92,3		0,12	0,1	0,09	0,17	0,19	
24		5,0	5,995	5,342	9,1	8,496		95	93,9	93,8	93,1	92,3		0,11	0,1	0,09	0,16	0,18	
25		4,9	5,976	5,056	9,1	8,496		94,8	94,2	94,8	93,2	92,3		0,12	0,1	0,08	0,14		

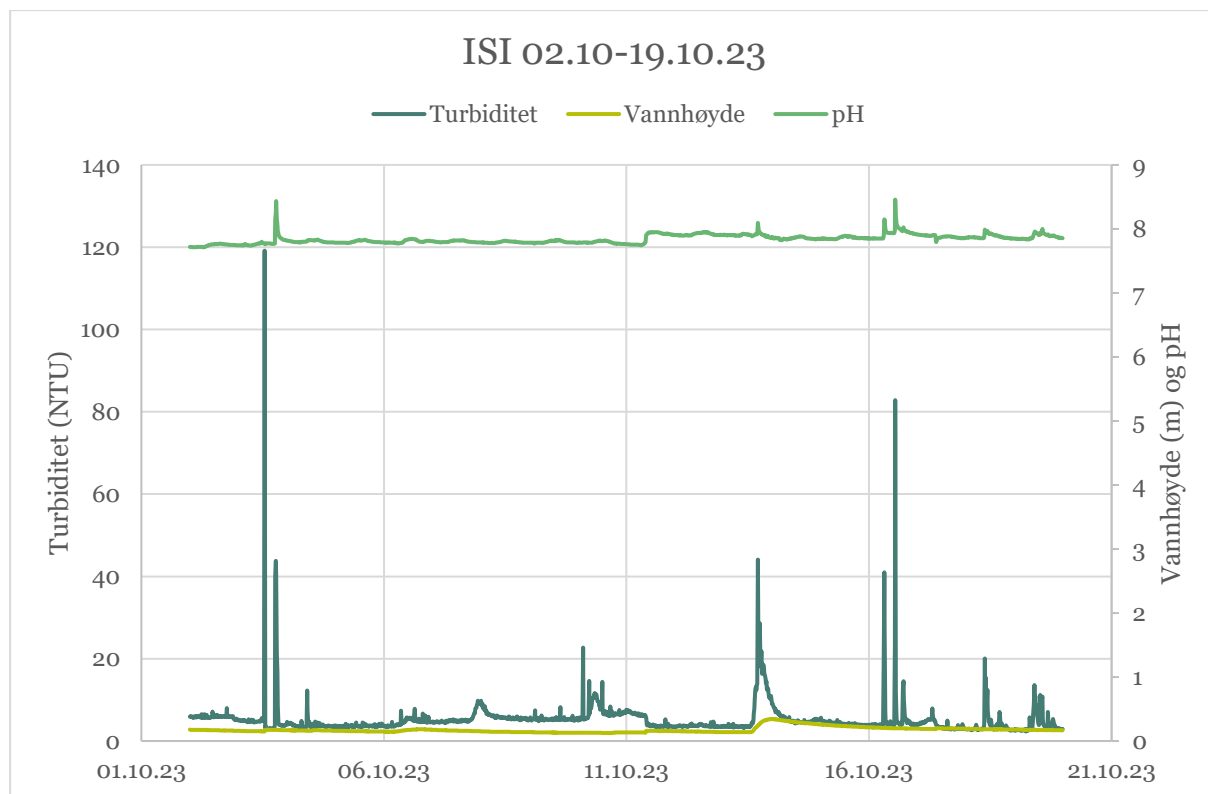
HOLT	Dyp, m	Temperatur (°C)						Oksygenmetning (%)						Klorofyll µg/L					
		mai	juni	juli	august	sept	oktober	mai	juni	juli	august	sept	oktober	mai	juni	juli	august	sept	oktober
0	4,726	17,406	16,041	16,222	11,9	8,461	94,7	109,8	99,6	99,2	95,7	94	0,05	0,18	0,2	0,47	0,33	0,2	
1	4,701	16,038	16,018	16,075	11,8	8,459	94,7	107,9	99,6	98,8	95,6	93,9	0,05	0,17	0,23	0,39	0,29	0,21	
2	4,192	14,279	15,954	14,662	11,8	8,467	94,1	106,1	99,5	97	95,9	93,8	0,06	0,21	0,29	0,26	0,28	0,19	
3	4,14	11,629	15,822	14,374	11,6	8,468	94,2	104,5	99,4	96,3	96	93,7	0,09	0,34	0,33	0,23	0,24	0,18	
4	4,088	10,881	15,78	14,171	11,4	8,478	94,2	103	99,3	96,3	95,4	93,4		0,3	0,3	0,23	0,23	0,25	
5	4,016	10,008	15,737	13,953	11,3	8,478	94,1	101,9	99,1	96,5	95	93,4	0,11	0,23	0,27	0,22	0,23	0,24	
6	3,983	7,938	15,674	13,579	11,2	8,471	94,2	102,1	98,8	95,9	95	93,2	0,09	0,15	0,24	0,22	0,2	0,23	
7	3,964	8,418	15,641	13,241	11,2	8,467	94,3	100,9	98,7	95,2	94,9	93,2	0,07	0,13	0,23	0,17	0,21	0,19	
8	3,959	8,376	15,225	12,001	11,19	8,467	94,3	100,9	98,1	93,7	94,9	93,2	0,07	0,13	0,16	0,14	0,2	0,2	
9	3,932	8,094	15,196	11,842	11,1	8,473	94,3	100,2	98	93,7	94,8	93,1	0,09	0,13	0,15	0,12	0,21	0,19	
10	3,916	7,493	15,06	10,399	11	8,467	94,2	99,1	97,8	92	94,7	93	0,07	0,11	0,15	0,14	0,2	0,2	
11	3,907	6,986	14,854	9,472	10,9	8,466	94,2	98,6	97,4	90,9	94,5	92,9	0,09	0,13	0,15	0,12	0,21	0,22	
12		6,718	14,429	9,181	10,78	8,465		98,2	97	90,8	94,5	92,9	0,09	0,13	0,14	0,1	0,19	0,21	
13	3,919	6,371	14,344	8,953	10,58	8,465	94,3	97,7	97	91,2	94,1	92,9	0,07	0,09	0,14	0,09	0,18	0,21	
14	3,914	6,245	14,164	8,78	10,42	8,458	94,3	97,6	97,1	91,8	93,7	92,8	0,07	0,11	0,14	0,11	0,17	0,21	
15	3,906	6,214	13,952	8,419	10,37	8,457	94,2	97,6	97,2	91,4	93,5	92,7	0,07	0,11	0,14	0,1	0,18	0,21	
16	3,892	6,013	12,716	6,468	10,238	8,447	94,2	97,1	93,9	94,5	93,7	92,6	0,09	0,12	0,14	0,11	0,18	0,2	
17	3,89	5,674	10,726	6,977	10,109	8,448	94,1	96,5	93,4	91,7	93,6	92,5	0,08	0,1	0,13	0,09	0,16	0,2	
18	3,887	5,542	10,036	5,599	8,93	8,449	94,1	96,3	92,8	92,8	93,5	92,5	0,08	0,09	0,1	0,09	0,16	0,2	
19	3,881	5,267	9,262	6,414	8,655	8,456	94,1	95,9	95	90,9	92,2	92,4	0,07	0,12	0,09	0,07	0,15	0,19	
20	3,863	5,12	8,407	5,149	8,596	8,455	94	95,5	94,6	91,6	92,1	92,4	0,08	0,11	0,15	0,08	0,16	0,2	
21		5,107	7,378	4,993	8,229	8,454		95,5	94	90,5	92,5	92,4	0,09	0,1	0,13	0,09	0,14	0,2	
22		5,08	7,019	5,081	8,013	8,451		95,4	94,1	89,5	92,5	92,3		0,1	0,1	0,09	0,14	0,23	
23		5,011	6,898		7,454	8,45		95,1	94		92,2	92,2		0,12	0,1		0,15	0,23	
24		4,962	6,516		7,241	8,452		95	93,6		92,1	92,1		0,12	0,09		0,13	0,21	
25		4,888	6,222		6,9			94,8	93,5		91,8			0,11	0,09		0,11		



Faun Naturforvaltning AS, Klokkarhamaren 6, 3870 Fyresdal | Telefon 977 60 277 | [post@fnat.no](mailto:post@fnat.no) | [www.fnat.no](http://www.fnat.no)



## Vedlegg V – pH og turbiditet ISI oktober 2023



## Vedlegg VI – Miljø-DNA analyser NINA

### Miljø-DNA analyser av vannprøver innsamlet av NIBIO

#### **NINA:**

**Markus Majaneva, Marie Davey, Frode Fossøy**

#### **Metoder miljø-DNA**

##### **Prøvetaking**

Det ble samlet inn miljø-DNA-prøver for DNA metastrekkoding fra 1 stasjon i Kjøgluelva oppstrøms Bjørumdammen 28.09.22. Det ble filtrert 3 liter vann gjennom et kapselfilter (5.0 µm GF-forfilter og 0.8 µm PES-filter, NatureMetrics) ved hjelp av en batteridrevet peristaltisk pumpe (Bürkle Vampire). Filtret ble tilsatt ATL-buffer (Qiagen) for konservering av DNA frem til videre analyser på genetikklaboratoriet.

##### **Laboratorieanalyser**

Isolasjon av DNA startet med å tilsette 130 µl proteinase K (Qiagen) til kapselfiltrene før de ble inkubert over natt. DNA ble isolert fra kapselfiltrene ved hjelp av et NucleoSpin Plant II (Machery-Nagel) DNA ekstraksjonssett.

Seks arts-spesifikke markører for påvisning av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (Carlsson mfl. 2017), småsalamander *Lissotriton vulgaris* (Smart mfl. 2015), storsalamander *Triturus cristatus* (Thomsen mfl. 2012), *Batrachochytrium dendrobatidis* (Boyle mfl. 2004) og *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Bettge mfl. 2009) ble analysert på en kvantitativ PCR (qPCR) maskin. Alle prøvene ble kjørt i triplikater, sammen med positive og negative kontrollprøver. For å kunne karakterisere en prøve som positiv i en qPCR-analyse, forventer vi at minst to av tre replikater skal være positive.

En sekvens av det mitokondrielle genet COI ble amplifisert ved hjelp av generelle primere for evertebrater (BF3BR2-markør, Elbrecht og Leese 2017, Elbrecht mfl. 2019) og en sekvens av 16S rRNA genet ble amplifisert ved hjelp av generelle primere for bakterier (515F, Parada mfl. 2016, 806R, Apprill mfl. 2015) i en standard to-trinns 16S-Illumina protokoll. En første PCR inkluderte primere med «overhang adaptor»-sekvenser, etterfulgt av en andre PCR for å tilsette Illumina-indekser. PCR-produktene ble kvalitetssjekket på en Tape Station (Agilent 4200) og rensset med magnetiske kuler (MAG-BIND RXN PURE PLUS) etter hver PCR. Til slutt ble prøvene normalisert og slått sammen til et bibliotek for sekvensering på en Illumina NovaSeq-maskin, ved Norwegian Sequencing Centre (NSC) i Oslo.

##### **Bioinformatiske analyser**

Sekvenseringsresultatene ble analysert i R og dada2 (Callahan mfl. 2016) for å generere Amplicon Sequence Variants (ASV-er). Ved å bruke ASV-er kontrollerer man for usikkerheten i DNA-sekvensen for hver analyse (både innen og mellom sekvenseringsmaskiner) og genererer derfor biologisk meningsfylte DNA-sekvenser (genotyper) med færre amplifiserings- og sekvenseringsfeil (Callahan mfl. 2017). For å tilegne hver ASV til et taksonomisk navn benyttet vi RDP-Classifiser (Wang mfl. 2007) og en «trenet referansedatabase» for eukaryoter. Denne referansedatabasen er satt sammen av nesten en million COI-sekvenser fra artropoder og chordater (Porter og Hajibabaei 2018). Databasen ble opprinnelig utviklet med fokus på Nord-Amerika, men vi har i 2020-2021 gått gjennom norsk navneliste i Artsdatabanken og inkludert strekkoder for 4061 norske arter (Åström mfl. 2022). For å

sikre resultater fra RDP-Classifiser, brukte vi også blastn søk i programmet BLAST+ (Zhang mfl. 2000). Vi kjørte blastn-søk mot den trente referansedatabasen og mot Genbank (nukleotiddatabasen ved National Center for Biotechnology Information (NCBI)). Hver ASV ble klassifisert til en målgruppe hvis identifikasjonene var kongruente på tvers av metodene og blastn-resultatene var over 97 % lik med en sekvens tilhørende målgruppen (Åström mfl. 2022). For å tilegne hver bakterie ASV til et taksonomisk navn benyttet vi en trenet referansedatabase for prokaryoter (Silva version 138.1). Taksalistene ble sammenlignet med fremmedartslista 2018 (Artsdatabanken 2018) og rødlista 2021 (Artsdatabanken 2021).

# Referanser

- Abel, K., Olsen, K.M. og Blindheim, T. 2009. Oppdatering av naturtypekartet for Nøtterøy kommune 2008 BioFokus-rapport 2009-15. 122 s.
- Apprill, A., McNally, S., Parsons, R., & Weber, L. 2015. Minor revision to V4 region SSU rRNA 806R gene primer greatly increases detection of SAR11 bacterioplankton. *Aquatic Microbial Ecology* 75: 129–137.
- Artsdatabanken, 2018. Fremmedartslista 2018.  
<https://www.artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>
- Artsdatabanken, 2021. Norsk rødliste for arter 2021.  
<https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021>
- Bettge, K, Segner, H, Burki, R, Schmidt-Posthaus, H & Wahli, T. 2009. Proliferative kidney disease (PKD) of rainbow trout: temperature- and time-related changes of *Tetracapsuloides bryosalmonae* DNA in the kidney. *Parasitology* 136(6): 615-625.
- Boyle, D. G., Boyle, D. B., Olsen, V., Morgan, J. A. T., & Hyatt, A. D. 2004. Rapid quantitative detection of chytridiomycosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibian samples using real-time Taqman PCR assay. *Diseases of aquatic organisms* 60: 141-148.
- Callahan, B.J., McMurdie, P.J., Rosen, M.J., Han, A.W., Johnson, A.J.A., Holmes, S.P. 2016. DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature Methods* 13: 581.
- Callahan, B.J., McMurdie, P.J., Holmes, S.P. 2017. Exact sequence variants should replace operational taxonomic units in marker-gene data analysis. *The ISME Journal* 11: 2639.
- Carlsson, JEL, Egan, D, Collins, PC, Farrell, ED, Igoe, F & Carlsson, J. 2017. A qPCR MGB probe based eDNA assay for European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 27(6): 1341-1344.
- Elbrecht, V., Leese, F. 2017. Validation and development of COI metabarcoding primers for freshwater macroinvertebrate bioassessment. *Front. Environ. Sci.* 5: 11.
- Elbrecht, V., Braukmann, T.W.A., Ivanova, N.V., Prosser, S.W.J., Hajibabaei, M., Wright, M., Zakharov, E.V., Hebert, P.D.N., Steinke, D. 2019. Validation of COI metabarcoding primers for terrestrial arthropods. *PeerJ* 7: e7745.
- Gargan, L. M., Brooks, P. R., Vye, S. R., Ironside, J. E., Jenkins, S. R., Crowe, T. P., & Carlsson, J. 2022. The use of environmental DNA metabarcoding and quantitative PCR for molecular detection of marine invasive non-native species associated with artificial structures. *Biological Invasions* 24: 635–648.
- Parada, A. E., Needham, D. M., & Fuhrman, J. A. 2016. Every base matters: assessing small subunit rRNA primers for marine microbiomes with mock communities, time series and global field samples. *Environmental Microbiology* 18: 1403–1414.
- Porter, T. M., Hajibabaei, M. 2018. Automated high throughput animal CO1 metabarcode classification. *Scientific Reports* 8: 1-10.
- Smart, A. S., Tingley, R., Weeks, A. R., van Rooyen, A. R., & McCarthy, M. A. 2015. Environmental DNA sampling is more sensitive than a traditional survey technique for detecting an aquatic invader. *Ecological applications* 25: 1944-1952.
- Skrutvold, J., Roseth, R., Hereid, S., Engh, A., Fossøy, F., Majaneva, M. 2022. E16 Bjørum-Skaret. Vannkjemiske og biologiske undersøkelser gjennom anleggsfasen 2021. NIBIO Rapport 8: 33.

- Talgø V, Brandrud TE, Nordén B, Sundheim L og Solheim H (2018, 5. juni). *Phytophthora cambivora*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet (2023, 8. mai) fra <https://www.artsdatabanken.no/fab2018/N/273>
- Thomsen, P. F., Kielgast, J. O. S., Iversen, L. L., Wiuf, C., Rasmussen, M., Gilbert, M. T. P., ... & Willerslev, E. 2012. Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA. *Molecular ecology* 21: 2565-2573.
- Wang, Q., Garrity, G.M., Tiedje, J.M., Cole, J.R. 2007. Naïve Bayesian Classifier for Rapid Assignment of rRNA Sequences into the New Bacterial Taxonomy. *Appl Environ Microbiol.* 73: 5261-5267.
- Zhang Z., Schwartz S., Wagner L., Miller W. 2000. A greedy algorithm for aligning DNA sequences. *J Comput Biol* 7: 203–214.
- Åström S, Endrestøl A, Elven H, Gammelmo Ø, Hatteland BA, Ottesen P, Søli G og Ødegaard F. 2018. *Opilio canestrinii*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken. Hentet (2023, 8. mai) fra <https://www.artsdatabanken.no/fab2018/N/990>
- Åström, J., Birkemoe, T., Dahle, S., Davey, M., Ekrem, T., Endrestøl, A., Fossøy, F., Hanssen, O., Laugsand, A., Staverløkk, A., Sverdrup-Thygeson, A. & Ødegaard, F. 2022. Insektovervåking på Østlandet og i Trøndelag. Rapport fra feltsesong 2021. NINA Rapport 2070.



# Etterord

Nøkkelord:	Vannmiljø, fisk, bunndyr, plankton, begroingsalger, samferdsel, veg.
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	<p>Skrutvold, J. og Roseth, R. 2023. E16 Bjørum-Skaret – Vannkjemiske og biologiske undersøkelser gjennom anleggsfasen 2022. NIBIO Rapport 9 (36) 2023.</p> <p>Skrutvold, J., Roseth, R., Hereid, S., Engh, A., Fossøy, F. og Majaneva, M. 2022. E16 Bjørum-Skaret – Vannkjemiske og biologiske undersøkelser gjennom anleggsfasen 2021. NIBIO Rapport 8 (33) 2022.</p> <p>Skrutvold, J., Roseth, R., Øritsland Våge, K., &amp; Aasestad, I. (2021). E16 Bjørum-Skaret - Forundersøkelser av vannkvalitet og biologi 2018-2020. NIBIO Rapport 7 (82) 2021.</p> <p>Skrutvold, J., Roseth, R., Aasestad, I., Våge, K., Skautvedt, E., E16 Bjørum - Skaret. Forundersøkelser i vassdrag som kan påvirkes av anleggsaktivitet. Årsrapport 2019. NIBIO Rapport 6(48) 2020.</p> <p>Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2020. E16 Bjørum-Skaret Forundersøkelser av fisk som kan påvirkes av anleggsarbeid. NIBIO Rapport 6(75) 2020.</p> <p>Skrutvold, J., Roseth, R., Greipsland, I., Aasestad, I., Reinemo, J., Stabell, T., Engh, A., Bremnes, T. 2019. E16 Bjørum – Skaret. Forundersøkelser i Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden, samt i noen mindre bekker. NIBIO Rapport 5(60) 2019.</p> <p>Skrutvold, J., Aasestad, I. og Roseth, R. 2019. E16 Bjørum – Skaret. Forundersøkelser av fisk i vassdrag som kan påvirkes av anleggsarbeid. NIBIO Rapport 5 (54) 2019.</p>

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.



Forsidefoto: Utsetning av sjøørret- og laksunger i Rustanbekken etter elfiske i august 2023 (Foto: Roger Roseth)  
Baksidefoto: Ørretunger og en gytefisk i Damtjernbekken, august 2023 (Foto: Ingar Aasestad)