



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

E16 Sandvika-Wøyen

Etterundersøkelser av vannkjemi og biologi 2021

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 1 | 2023



Johanna Skrutvold og Roger Roseth

Divisjon for miljø- og naturressurser, Hydrologi og vannmiljø

TITTEL/TITLE

E16 Sandvika-Wøyen - Etterundersøkelser av vannkjemi og biologi 2021

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Johanna Skrutvold og Roger Roseth

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
01.02.2023	9/1/2023	Åpen	10625-21	23/00110
ISBN:	ISSN:		Antall sider/ No. of pages:	Antall vedlegg/ No. of appendices:
978-82-17-03209-0	2464-1162		52	4

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Statens Vegvesen

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Ida Viddal Vartdal

STIKKORD/KEYWORDS:

Vannmiljø, samferdsel, veg

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannmiljø

SAMMENDRAG/SUMMARY:

NIBIO gjennomførte etterundersøkelser av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Sandviksvassdraget etter ferdigstilling av ny vei mellom Sandvika og Wøyen i 2021. Vassdraget har tidvis hatt noe økte konsentrasjoner av næringsstoffer og havner innenfor «moderat» tilstand basert på totalnitrogen, men tilstanden er ikke forandret fra forundersøkelsene. Konsentrasjonene av de undersøkte tungmetallene var lave og innenfor «god» eller «svært god» tilstand. Bunndyrprøvene viste «moderat» økologisk tilstand. Fiskeundersøkelsene viste «svært god» tilstand for ungfisk av laksefisk både i 2020 og 2021, selv om tettheten var betydelig lavere i 2021 enn i 2020. Samlet sett viser etterundersøkelsene at utbyggingen ikke har hatt vesentlig påvirkning på undersøkt vannkjemi eller biologi i Sandvikselva.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Viken

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Bærum

STED/LOKALITET:

Sandvika-Wøyen

GODKJENT /APPROVED



ANJA CELINE WINGER

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



JOHANNA SKRUTVOLD



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

NIBIO har på oppdrag fra Statens Vegvesen gjennomført etterundersøkelser av vannkjemi, bunndyr og fisk i Sandviksvassdraget etter ferdigstilling av ny vei mellom Sandvika og Wøyen i 2019/2021.

Feltarbeid ble utført av Johanna Skrutvold i samarbeid med Oda Fosse, Anastasija Isidorova og Ingar Aaestad. Utsetting og vedlikehold av automatiske målestasjoner for vannkvalitet har blitt utført av Thor Endre Nytrø, Rune Hansen og Øistein Johansen i måleteknisk gruppe.

Ås, desember 2022

Johanna Skrutvold

Innhold

1 Innledning.....	5
2 Materiale og metode.....	6
2.1 Prøvetakingstasjoner.....	6
2.2 Vannprøver.....	9
2.3 Bunndyr.....	9
2.4 Fisk.....	9
2.5 Miljø-DNA.....	10
3 Resultater.....	11
3.1 Vannføring, nedbør og temperatur.....	11
3.2 Vannprøver.....	13
3.3 Bunndyr.....	18
3.4 Fisk.....	18
3.5 Miljø-DNA.....	19
4 Oppsummering.....	20
Referanser.....	21
Vedlegg.....	22
Vedlegg I – Vannprøver.....	22
Vedlegg II – Bunndyr.....	26
Vedlegg III – Fisk.....	27
Vedlegg IV – miljø-DNA.....	28

1 Innledning

Byggingen av E16 Sandvika – Wøyen startet i februar 2015. Den 3,5 km lange strekningen med firefelts motorvei åpnet høsten 2019. Hele prosjektet med ferdigstilling av Sandvika ring og ombygging av gamle E16 ble ferdigstilt i 2021. Vegprosjektet ligger tett opptil Sandviks- og Isielva, og det har vært stort fokus på å opprettholde en god kjemisk og økologisk tilstand i dette viktige vassdraget gjennom byggeperioden.

Det ble gjennomført forundersøkelser i 2014 (Horvath 2015). Det ble det tatt ut vannprøver ved tre stasjoner tre ganger i 2014. Prøvene ble analysert for pH, totalnitrogen, totalfosfor, nitrat, ammonium suspendert stoff, THC, PAH, PCB, BTEX, metaller og klorerte alifater/løsemidler. Det ble i tillegg satt ut passive prøvetakere og sedimentfeller ved tre stasjoner. Ved stasjon 3 ved Kalkmølla (tilsvarende S-MOL, figur 3) ble det også satt ut en automatisk målestasjon.

COWI gjennomførte overvåking av vannkvaliteten gjennom anleggsfasen 2015-2018 ved kontinuerlige loggere, sedimentfeller, passive prøvetakere og uttak av stikkprøver av vann og sediment (Hagen og Saunes 2019). Vann- og sedimentprøvene ble analysert for PAH, THC og krom.

I perioden 2019 og 2020 tok NIBIO over overvåkingen i Sandvikselva. Det ble gjennomført automatiske målinger av vannkvalitet på fire stasjoner i Sandvikselva. I 2020 ble det utført undersøkelser av fisk og bunndyr på en stasjon ved Franzefoss. Det ble også tatt en vannprøve i april 2020 som ble analysert for næringsstoffer, tungmetaller, THC og PAH16.

Denne rapporten oppsummerer vannkjemiske og biologiske etterundersøkelser utført av NIBIO i 2021/2022 og er sammenlignet med forundersøkelsene og oppfølgingen gjennom anleggsfasen.

2 Materiale og metode

2.1 Prøvetakingstasjoner

Det ble gjennomført etterundersøkelser i Sandvikselva og Dælibekken (tabell 1). Det ble tatt to vannprøver i 2021 og en i januar 2022 ved opptil 7 stasjoner. Det ble gjennomført bunndyrundersøkelser både vår og høst 2021 og fiskeundersøkelser høsten 2021. Det ble også tatt prøve av miljø-DNA (eDNA) ved en stasjon i Sandvikselva for å se på artsmangfoldet i vassdraget.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner for etterundersøkelser Sandvika-Wøyen.

Stasjon	Beskrivelse	Undersøkelser
ISI-LOM ¹	Nedstrøms samløpet mellom Isielva og Lomma	Vannprøver
S-REF ²	Rett oppstrøms utløpet av Dælibekken	Vannprøve
DÆL-UT ³	Dælibekken ved utløpet til Sandvikselva, rett oppstrøms fisketrappa	Vannprøve
S-DÆL	Rett nedstrøms Dælibekken	Vannprøve
S-MOL_F	Under brua i Franzefossveien, oppstrøms S-MOL	Fisk, bunndyr
S-MOL ⁴	Rett oppstrøms gamle Franzefoss mølle	Vannprøve, miljø-DNA
S-BJO	Ved Bjørnegård, nedstrøms Slependenveien	Vannprøve
S-HAM ⁵	Lokalisert rett under Kontorbrua	Vannprøve, bunndyr

¹ Tilsvarende stasjon 1 og 8 i anleggsfasen 2015 og 2016 hhv.

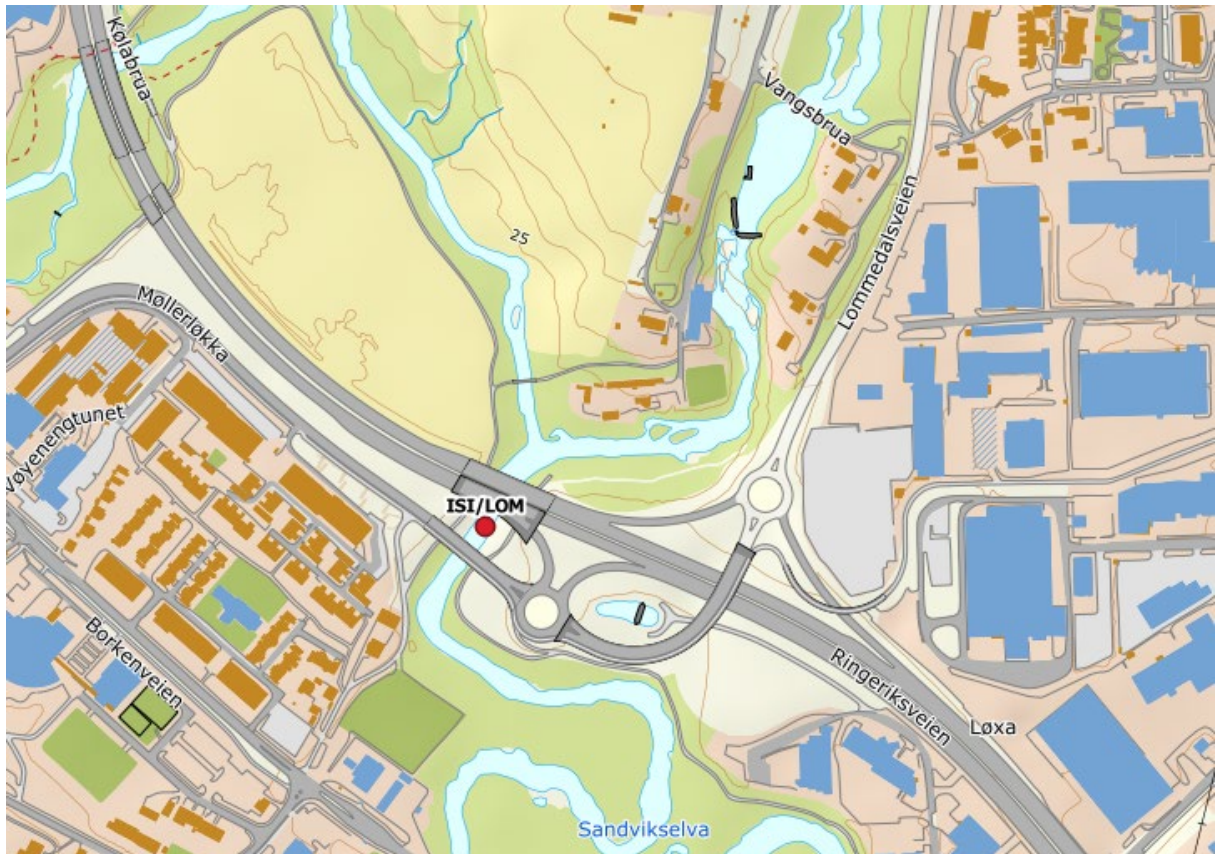
² Tilsvarende stasjon 1 i forundersøkelsene og 2 i anleggsfasen

³ Tilsvarende stasjon 2 i forundersøkelsene og 3 i anleggsfasen

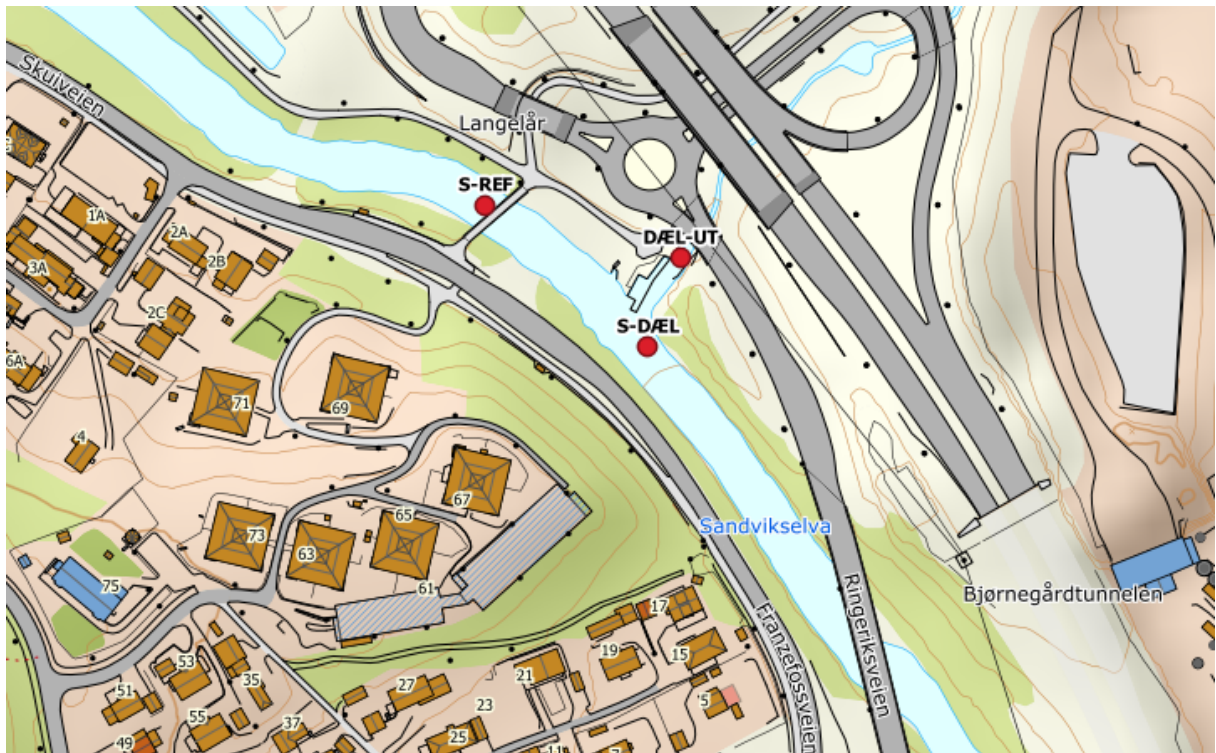
⁴ Litt oppstrøms stasjon 3 i forundersøkelsene og 7 i anleggsfasen.

⁵ Tilsvarende stasjon 9 i anleggsfasen.

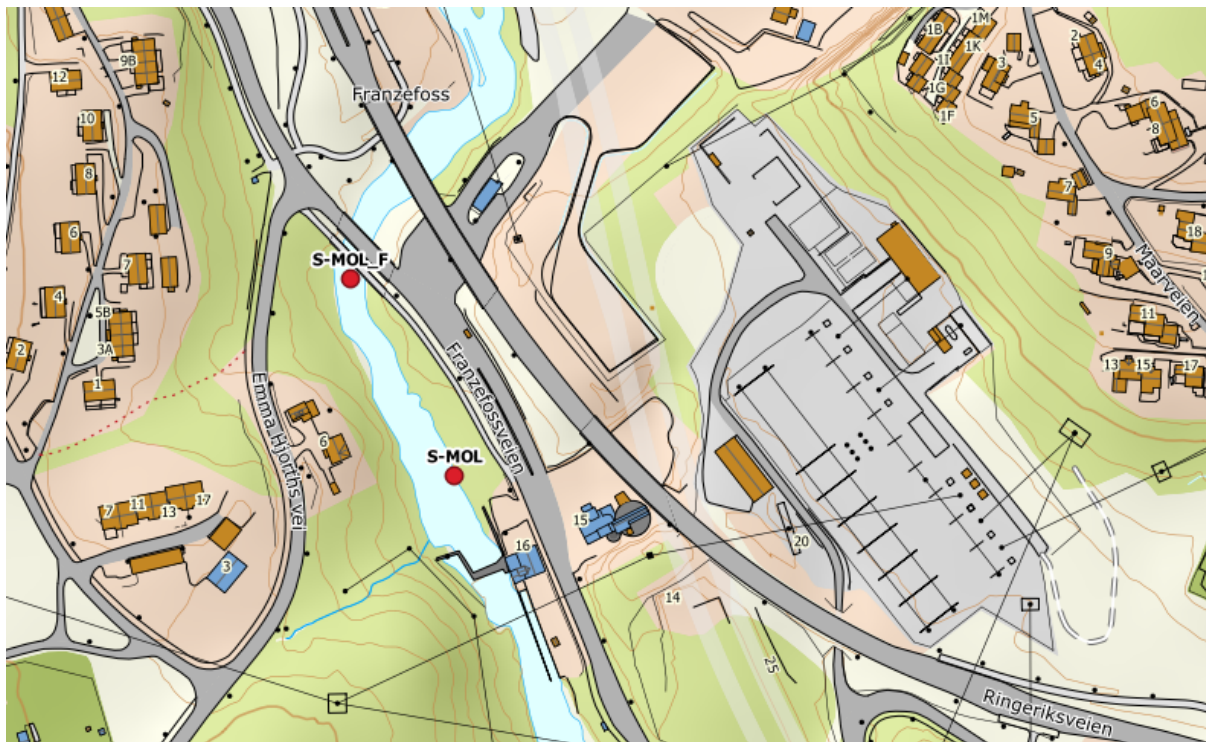
Horvath 2015, 2016, 2017, Hagen og Saunes 2019



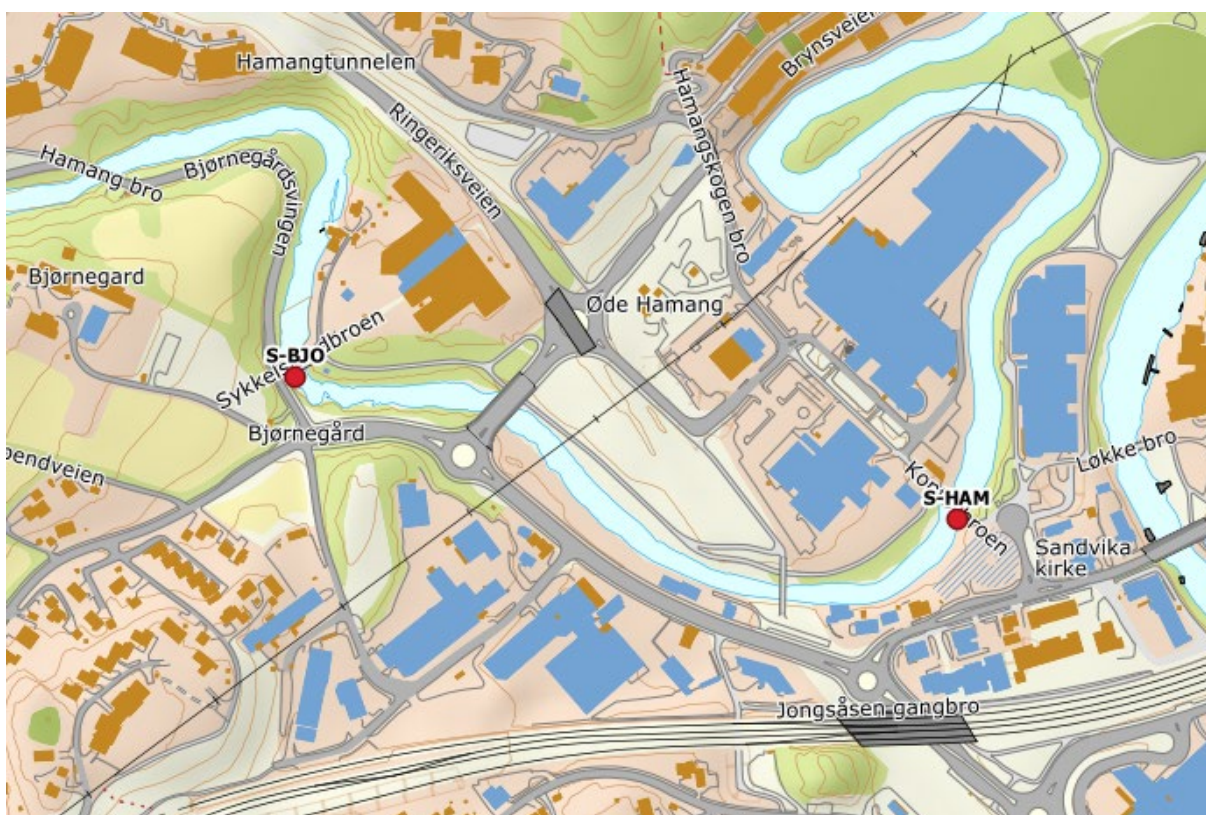
Figur 1. Prøvetakingsstasjonen ISI/LOM (582940.9,6642062.0) i øvre del av Sandvixselva etter samløpet mellom Isielva og Lomma.



Figur 2. Prøvetakingsstasjonene S-REF (583479.6, 6641536.2) og S-DÆL (583543.0, 6641482.9) i Sandvixselva og DÆL-UT (583558.9,6641517.4) i Dælibekken ved Bjørnegårdstunnelen.



Figur 3. Prøvetakingsstasjonene S-MOL (583736.1,6640988.7) og S-MOL-F (583695.7,6641073.7) i Sandvikselva ved Franzefoss.



Figur 4. Prøvestasjonene i nedre del av S-BJO (584364.2, 6640501.8) og S-HAM (584861.2, 6640392.3) i Sandvikselva.

2.2 Vannprøver

Det ble tatt tre vannprøver i 2021/2022: 20.07 og 14.10 i 2021 og 11.01 i 2022. Vannføringen ved disse datoene var henholdsvis 0,56, 1,14 og 0,97 m³/s (kapittel 3.1).

Vannprøvene ble sendt inn til Eurofins Environment AS for analyse samme dag som prøvene ble tatt. Vannprøvene ble analysert for pH, ledningsevne, suspendert stoff (SS), næringsstoffer, tungmetaller, totale hydrokarboner (THC) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH16). En vannprøve ble også analysert for polyklorerte bifenyler (PCB).

Vannkvaliteten ble vurdert og klassifisert etter grenseverdier for næringsstoffer i henhold til Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018) for vanntype R110 (middels kalkrik og humøs) samt miljøgifter i henhold til M608 (Miljødirektoratet 2016).

I klassifiseringssystemet for miljøgifter representerer klassegrensene en forventet økende grad av skade på organismesamfunnet i vannsøylen og sedimentene (tabell 2). Kriteriene for øvre grense for klasse II og III i klassifiseringssystemet er i samsvar med Vanndirektivets miljøkvalitetsstandarder AA-EQS og MAC-EQS. Øvre grense for klasse II tilsvarer AA-EQS, som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksponering, og øvre grense for klasse III tilsvarer MAC-EQS, som er grenseverdien for akutt toksiske effekter ved korttidseksponering. Øvre grense for klasse I representerer bakgrunnsverdier, og naturtilstanden der slike data foreligger (Miljødirektoratet 2016).

Tabell 2. Klassifiseringssystem for miljøgifter i vann og sediment (Miljødirektoratet 2020).

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC _{akutt}	Øvre grense: PNEC _{akutt} * AF ¹⁾	

2.3 Bunndyr

Prøver av bunndyr ble samlet inn 04.05 og 14.10.2021. Prøvetaking av bunndyr ble gjennomført ved sparkeprøver, jf. metodikk beskrevet i klassifiseringsveileder 02:2018 og NS-ISO 10870. Prøvene ble tilsatt 99,9 % etanol for konservering og dyrene ble bestemt i mikroskop. Arter og slekter som inngår i ASPT-indeksen ble identifisert. Artsbestemmelsen ble utført ved Faun Naturforvaltning.

Økologisk tilstand og graden av organisk belastning ble vurdert ved bruk av ASPT-indeksen (Average Score per Taxon) som baserer seg på at ulike familier av bunndyrarter har ulik toleranse for organisk belastning. Klassegrensene for ASPT-indeksen er oppgitt i tabell 3.

Tabell 3. Klassegrenser 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

2.4 Fisk

Fiskeundersøkelsen ble gjennomført 20.08 i 2021 ved S-MOL (se Figur 3). Fiskeundersøkelsen ble utført som kvantitativt el-fiske. Et el-fiskeapparat fra Terik Technology AS ble benyttet. Elektrisk fiske ble utført etter standardisert metode (NS-EN 14011) der valgt bekkeavsnitt ble overfisket i tre omganger med 30 minutters mellomrom. Det ble avfisket et areal på 94 m².

Tettheten av fisk (y) ble beregnet med Bohlins metode (jf. Zippin 1956; Bohlin mfl 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.

Fangbarheten (p) ble beregnet ut fra estimert tetthet og totalt antall fanget fisk via følgende formel:

$$p = 1 - \sqrt[3]{\left(1 - \frac{T}{y}\right)}$$

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

Klassegrenser for økologisk tilstand i elver basert på kvalitetselementet ungfisk av laksefisk for artssamfunnet i Sandvikselva er oppgitt i tabell 4.

Tabell 4. Klassegrenser (antall ungfisk per 100 m²) for økologisk tilstand for anadrom sympatrisk fisk og habitatklasse 3.

Parameter	Artssamfunn	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Ungfisk	Anadrom sympatrisk, habitatklasse 3	>25	24-19	18-13	12-6	<6

2.5 Miljø-DNA

Det ble samlet inn miljø-DNA-prøver for DNA metastrekkoding fra fire stasjoner i Sandviksvassdraget, men det er kun stasjonen S-MOL (Figur 3) som er presentert i hoveddelen i denne rapporten. De øvrige stasjonene ble undersøkt i forbindelse med miljøovervåkingen på E16 Bjørum-Skaret og fullstendige resultater fra miljø-DNA-undersøkelsene er presentert i vedlegg IV og i Skrutvold m.fl. 2022.

Det ble samlet inn to vannprøver på hver stasjon 2. juni 2021. Fem liter vann ble filtrert gjennom et kapselfilter (5,0 µm GF-forfilter og 0,8 µm 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.

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 elvemusling, edelkreps og 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). Det ble kalkulert både Shannon og Simpson artsdiversitetsindekser per stasjon basert på begge markører. I tillegg, ble ASPT-indeks for økologisk tilstand kalkulert per stasjon basert på begge markører.

For detaljert metodebeskrivelse se vedlegg IV.

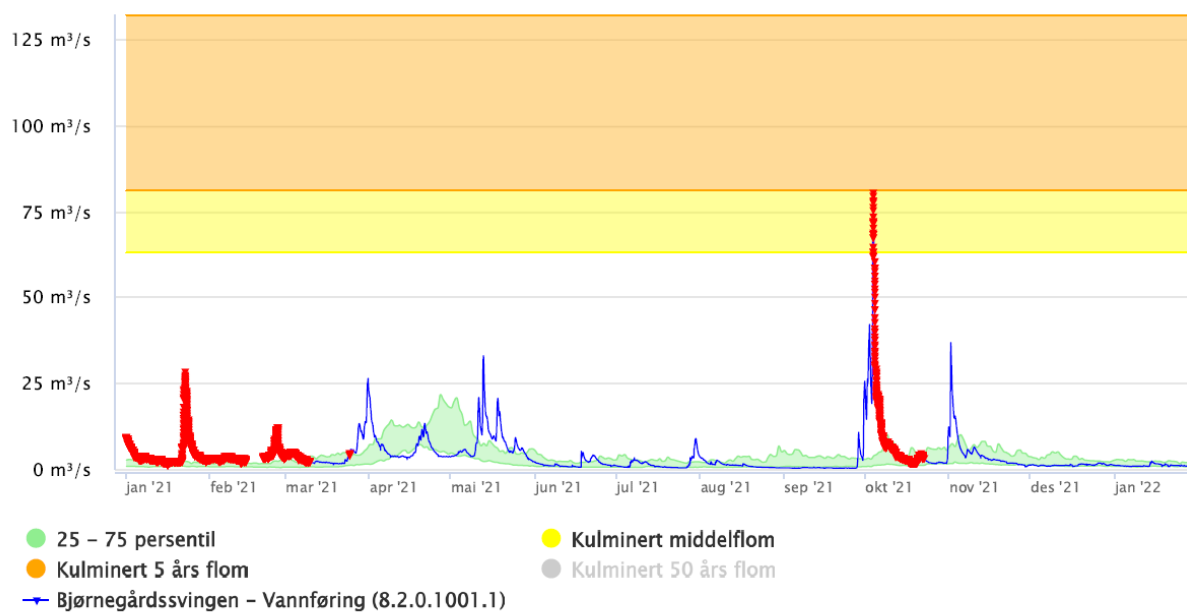
3 Resultater

3.1 Vannføring, nedbør og temperatur

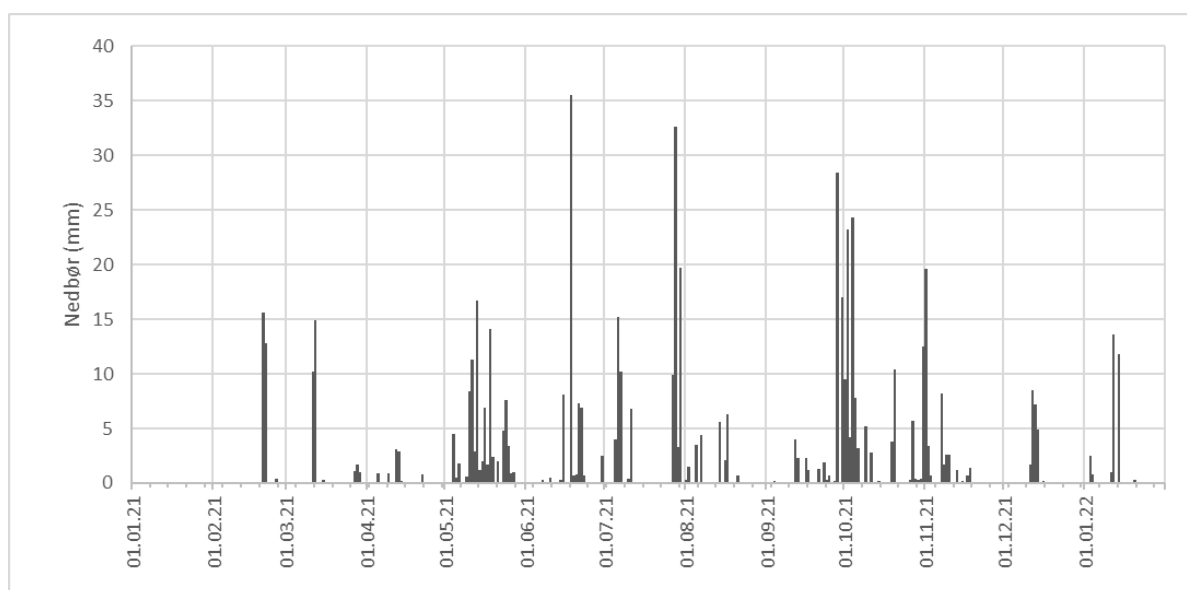
Tabell 5 viser oppsummering av vannføring i Sandvikselva (figur 5), lufttemperatur og nedbør (figur 7) i perioden januar 2021 til januar 2022. Det var perioder med forhøyet vannføring i januar, mars, mai og november samt en flomperiode i oktober med vannføring opp mot 80 m³/s. Den laveste vannføringen på 0,37 m³/s ble målt i september. Dager med mest intens nedbør var i juni og juli hvor det ble målt opp mot 35 mm.

Tabell 5. Minimum- snitt- og maksverdier av vannføring og lufttemperatur ved Bjørnegårsvingen samt nedbør ved Hamang (Bærum) per måned i perioden 01.01.21-31.01.22.

	Vannføring (m ³ /s)			Nedbør (mm)			Temperatur (°C)		
	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks
2021	0,37	3,90	80,16	0	1,8	35,5	-14,4	6,9	30,0
Jan.	1,31	4,31	28,23	-	-	-	-13,5	-4,9	4,8
Feb.	1,59	3,65	11,79	0	1,0	15,6	-12,7	-3,6	11,2
Mars	1,34	4,70	26,45	0	0,9	14,9	-5,0	2,4	19,3
Apr.	2,87	5,99	18,46	0	0,3	3,1	-2,3	5,9	18,1
Mai	2,02	7,80	33,05	0	3,1	16,7	0,3	10,5	24,7
Juni	0,65	1,61	5,27	0	2,1	35,5	7,6	17,3	26,4
Juli	0,42	1,60	8,99	0	3,3	32,6	11,8	19,6	30,0
Aug.	0,43	1,20	3,45	0	0,8	6,3	8,7	16,1	25,3
Sep.	0,37	1,41	25,64	0	2,0	28,4	4,7	12,9	24,8
Okt.	1,40	8,46	80,16	0	3,7	24,3	-1,5	8,1	15,0
Nov.	0,73	4,65	36,85	0	1,4	19,6	-10,0	2,0	14,4
Des.	0,84	1,26	1,87	0	0,7	8,5	-14,4	-4,1	6,5
2022	0,79	1,13	2,40	0	1,0	13,6	-11,6	-1,9	11,4
Jan.	0,79	1,13	2,40	0	1,0	13,6	-11,6	-1,9	11,4



Figur 5. Vannføring ved NVEs vannføringsstasjon i Sandvikselva ved Bjørnegårdssvingen UTM33 Ø:248777 N:6648073 (Kilde: <https://sildre.nve.no>)



Figur 6. Nedbør I perioden 01.01.21-31.01.22.

3.2 Vannprøver

Det ble tatt tre vannprøver i 2021/2022: 20.07 og 14.10 i 2021 og 11.01 i 2022. Tabell 6 viser innhold av næringsstoffer i vannprøver tatt i 2021 og 2022 i Sandviksvassdraget. Totalfosfor (tot-P) har variert mellom 8 og 49 µg/l. Høyeste verdier ble målt ved S-MOL og i Dælibekken i januar 22 i en periode med nedbør. Innholdet av totalnitrogen (tot-N) har vært noe høyt og stort sett innenfor grenseverdiene for *moderat* tilstand. Tot-N har variert mellom 620 og 1000 µg/l i Sandvikselva og mellom 1000-1400 µg/l i Dælibekken. Vegutbyggingen av E16 Bjørum-Skaret har trolig bidratt med noe nitrogen til vassdraget. I COWI sin overvåkingsrapport fra forundersøkelsene varierte tot-N mellom 170 og 2010 µg/l og tot-P mellom 10 og 51 µg/l. Gjennom anleggsfasen 2015-2016 varierte konsentrasjonene av tot-N mellom 250 og 2050 µg/l og tot-P mellom 10 og 2160 µg/l.

Tabell 7 viser tungmetaller i vannprøvene tatt i 2021 og 2022 samt sammenligning med forundersøkelsene og prøvene tatt under anleggsfasen. Ingen av metallene i etterundersøkelsene hadde konsentrasjoner høyere enn klasse II tilsvarende *god* tilstand.

I forundersøkelsene var det flere metaller som viste en tilstand dårligere enn *god* vurdert etter daværende grenseverdier. Det ble påvist krom i konsentrasjon tilsvarende svært dårlig tilstand (VI) etter dagens veileder ved referansestasjonen S-REF og ved S-MOL. I Dælibekken viste alle tre prøvene en konsentrasjon av kobber som tilsvarte *moderat* og *dårlig* tilstand etter Miljødirektoratets veileder TA1468/1997 (97:04) /1/, men som ifølge dagens M608 er innenfor *god* tilstand. Under anleggsfasen i 2015 var to prøver i Dælibekken som viste kobber innenfor *moderat* tilstand. Ellers var konsentrasjonene av metallene lavere enn i forundersøkelsene. I anleggsfasen i 2016 ble det påvist arsen i *moderat* tilstand, men ellers var alle konsentrasjonene av metallene lave.

Det ble påvist noen PAH-forbindelser i noen av prøvene i 2021, men ingen hadde konsentrasjoner dårligere enn «god» tilstand vist som grønn farge i tabell 8. Det ble ikke påvist THC, BTWX, alifater eller PCB i noen av prøvene tatt i etterundersøkelsene.

I forundersøkelsene ble det ikke påvist PAH eller PCB i noen av enkeltvannprøvene. Det ble derimot påvist i de passive prøvetakerne. Av PAH-16 var det kun dibenso(ah)antracen som ikke ble målt. Beregnet gjennomsnitt av Sum PAH varierte mellom 0,0036 og 0,02 µg/l med de høyeste konsentrasjonene i Dælibekken og ved S-MOL.

I anleggsfasen i 2015 ble det påvist olje og kloroform i vannprøvene og lave konsentrasjoner av PAH, olje, OCB og BTEX fra de passive prøvetakerne uten at disse forurensningene de kunne knyttes direkte til veianlegget (Horvath 2016). Det ble ikke påvist PAH, PCB, BTEX eller olje i 2016 (Horvath 2017). Gjennom anleggsfasen i 2018 varierte PAH stort sett mellom 4,5 og 8,5 ng/l med unntak av en periode med betydelig høyere konsentrasjon på 0,042 µg/l.

Tabell 6. Næringsstoffer ($\mu\text{g/l}$) i vannprøver. *Konvertert fra NH_4 til $\text{NH}_4\text{-N}$ ($\text{NH}_4 \cdot 0,776$) og NO_3 til $\text{NO}_3\text{-N}$ ($\text{NO}_3 \cdot 0,226$).

	Dato	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	Tot-P	Tot-N	
DÆL-U	Før (2014)		<20-91*	777-1184*	41-51	1800-2010
	Anlegg (2016)		<20-0,172*	646-702*	<10-33	760-2050
	Etter	Snitt	46	740	35	1060
		11.01.22	100	990	49	1400
		14.10.21	8	630	32	1000
20.07.21		31	600	23	780	
ISI-LOM	Etter	Snitt	13	650	14	823
		11.01.22	18	760	15	900
		14.10.21	8	660	8	870
		20.07.21	12	530	18	700
		Snitt	53	657	23	843
S-BJO	Etter	11.01.22	140	750	38	1000
		14.10.21	7	700	15	850
		20.07.21	13	520	16	680
		Snitt	34	695	21	925
		Anlegg	<0,20	269-370*	<50-13	250-1070
S-HAM	Etter	11.01.22	61	750	24	990
		14.10.21	8	640	18	860
		Snitt	19	657	28	850
		Før (2014)	<20-26*	323-372*	<10-16	190-720
S-MOL	Etter	11.01.22	27	770	49	990
		14.10.21	9	690	17	850
		20.07.21	20	510	18	710
		Snitt	17	650	16	770
		Før	<20-20*	311-343*	<10-12	170-860
S-REF	Etter	11.01.22	22	760	15	850
		14.10.21	10	650	17	840
		20.07.21	18	540	16	620
		Snitt	26	480	17	640
		S-DÆL	Etter	20.07.21	26	480

Tabell 7. Metaller (µg/l) i vannprøver tatt før, under og etter anleggsperioden. F.v. Aluminium, arsen, bly, jern, kadmium, kobber, krom, krom6, kvikksølv, mangan, nikkel, sink og uran.

		Al	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Cr6	Hg	Mn	Ni	Zn	U	
DÆL-U	Før		0,38-0,73	0,10-0,35		0,01-0,02	1,79-3,03	0,41-0,17				0,68-0,75	1,71-6,23		
	Anlegg 2015		0,33-0,98	0,01-0,3		0,002-0,01	1,38-2,8	0,13-0,64				0,52-0,85	2,26-6,9		
	Anlegg 2016														
	Etter	Snitt	13	0,38	0,05	34	0,01	1,12	0,11	<0,2	<0,002	0,29	0,45	1,72	0,57
		11.01.22		0,40	0,05		0,01	1,30	0,15	<0,2	<0,002		0,51	3,50	
14.10.21		2	0,38	< 0,010	28	< 0,004	1,20	0,12	<0,2	<0,002	0,13	0,52	0,97	0,32	
20.07.21		23	0,35	< 0,010	39	< 0,004	0,87	0,07	<0,2	<0,002	0,45	0,33	0,69	0,81	
ISI-LOM	Etter	Snitt	49	0,23	0,02	48	0,01	0,68	0,07	<0,2	<0,002	0,42	0,23	0,99	0,47
		11.01.22		0,18	0,02		0,01	0,49	0,06	<0,2	<0,002		0,20	1,30	
		14.10.21	70	0,21	< 0,010	57	0,01	0,68	0,07	<0,2	<0,002	0,42	0,23	0,94	0,32
		20.07.21	28	0,30	0,01	39	< 0,004	0,88	0,08	<0,2	<0,002	0,41	0,26	0,72	0,62
		Snitt	49	0,25	0,02	50	0,00	1,00	0,08	<0,2	<0,002	0,43	0,62	1,11	0,48
S-BJO	Etter	11.01.22		0,22	0,03	< 0,004	1,20	0,10	<0,2	<0,002		0,23	1,80		
		14.10.21	70	0,23	< 0,010	55	0,00	1,10	0,07	<0,2	<0,002	0,32	1,40	1,00	0,36
		20.07.21	28	0,29	0,01	44	0,00	0,71	0,08	<0,2	<0,002	0,54	0,24	0,52	0,59
		Snitt	68	0,23	0,02	62	0,01	0,82	0,08	<0,2	<0,002	0,40	0,24	1,50	0,37
S-HAM	Etter	11.01.22		0,24	0,03	0,01	0,88	0,09	<0,2	<0,002		0,23	2,00		
		14.10.21	68	0,22	0,01	62	0,01	0,75	0,07	<0,2	<0,002	0,40	0,25	1,00	0,37
		Snitt	49	0,24	0,02	50	0,01	0,71	0,08	<0,2	<0,002	0,34	0,24	1,50	0,46
S-MOL	Før		0,13-0,28	0,10-0,21		0,01-0,02	0,58-1,70	0,14-5,36				0,29-0,36	1,66-2,79		
	Anlegg		0,16-0,33	0,013-0,12		0,002-0,01	0,58-96	0,09-0,15				0,21-0,32	1,92-6,78		
	Etter	Snitt	49	0,24	0,02	50	0,01	0,71	0,08	<0,2	<0,002	0,34	0,24	1,50	0,46
		11.01.22		0,22	0,03		0,01	0,66	0,09	<0,2	<0,002		0,23	2,50	
		14.10.21	70	0,23	< 0,010	58	0,00	0,74	0,09	<0,2	<0,002	0,29	0,25	1,40	0,36
20.07.21		28	0,28	0,01	42	< 0,004	0,73	0,05	<0,2	<0,002	0,39	0,25	0,61	0,55	
S-REF	Før		0,13-0,22	0,07-1,61		0,01-0,02	0,59-1,32	0,12-5,18				0,24-0,39	1,38-16,7		
	Anlegg		0,13-0,18	0,03-0,08		0,004-0,009	0,48-0,78	0,13-0,64		<0,002		0,17-0,25	1,7-2,3		
	Etter	Snitt	50	0,21	0,02	68	0,00	0,58	0,07	<0,2	<0,002	0,52	0,20	0,96	0,36
		11.01.22		0,20	0,03		0,01	0,53	0,07	<0,2	<0,002		0,18	1,40	
		14.10.21	71	0,20	< 0,010	57	0,00	0,69	0,08	<0,2	<0,002	0,29	0,23	0,92	0,33
20.07.21		29	0,24	0,01	78	< 0,004	0,52	0,05	<0,2	<0,002	0,74	0,20	0,56	0,39	
S-DÆL	Etter	Snitt	24	0,27	0,01	50		0,66	0,06	<0,2	<0,002	0,49	0,23	0,51	0,44
		20.07.21	24	0,27	0,01	50	< 0,004	0,66	0,06	<0,2	<0,002	0,49	0,23	0,51	0,44

Tabell 8. Miljøgifter (µg/l) påvist i vannprøver i under anleggsfasen og i etterundersøkelsene. Se tabell 2 for forklaring til klassifisering.

	Parameter	Dato	DÆL-U	S-MOL	S-BJO	S-HAM	ISI-LOM
Anlegg	Triklormetan (kloroform)	11.07.15	0,44				
		10.10.15	0,33				
Etter	Benzo[ghi]perylen	11.01.22	0,0027	0,0031			
	Fenantren	14.10.22	0,005				
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	14.10.22	0,0025	0,0023			
	Naftalen	11.01.22		0,011	0,01		0,012
	Pyren	11.01.22					0,013

Tabell 9. Alkalitet, fargetall (Pt/l), konduktivitet (mS/m) pH, suspendert stoff (SS), total organisk karbon (TOC) og turbiditet (NTU).

Stasjon/dato	Alkalitet	Fargetall	Konduktivitet	pH	SS	TOC	Turbiditet
DÆL-U	1,4	43	22	8,1	5,3	9,2	4,2
11.01.22				7,9	< 2,0		
14.10.21	1,4	43	21,3	8,1	5,3	9,2	4,2
20.07.21	1,4	23	22	7,8	< 2,0	3,9	1,2
ISI-LOM	1,2	41	20,2	8,1	< 2,0	6,5	0,88
11.01.22				7,8	< 2,0		
14.10.21	0,74	41	11,6	7,7	< 2,0	6,5	0,88
20.07.21	1,2	24	20,2	8,1	< 2,0	3,9	0,72
S-BJO	1,1	43	19,6	8,1	< 2,0	7	0,93
11.01.22				8	< 2,0		
14.10.21	0,71	43	12,7	7,8	< 2,0	7	0,93
20.07.21	1,1	24	19,6	8,1	< 2,0	4	0,61
S-HAM	0,87	44	13,2	8,1	< 2,0	7,1	1,8
11.01.22				8,1	< 2,0		
14.10.21	0,87	44	13,2	7,8	< 2,0	7,1	1,8
S-MOL	1	44	19	8	2,3	7	1,1
11.01.22				7,9	2,3		
14.10.21	0,77	44	12,5	7,8	< 2,0	7	1,1
20.07.21	1	24	19	8	< 2,0	3,9	0,84
S-REF	0,96	44	16,3	7,9	< 2,0	7	1
11.01.22				7,8	< 2,0		
14.10.21	0,96	44	11,6	7,8	< 2,0	7	1
20.07.21	0,84	26	16,3	7,9	< 2,0	4	0,74
S-DÆL	0,99	25	17,8	7,8	< 2,0	3,5	1
20.07.21	0,99	25	17,8	7,8	< 2,0	3,5	1

Tabell 10. Basekationer og anioner (mg/l) i vannprøver.

	K	Ca	Cl	Mg	Na	SO ₄
DÆL-U	1,4	30	16	2,8	12	14,9
14.10.21	1,4	30	13	2,3	8,5	7,6
20.07.21	1,4	30	16	2,8	12	14,9
ISI-LOM	1,3	26	14	2,5	11	14,3
14.10.2021	0,76	16	5,8	1,5	5,1	5,95
20.07.2021	1,3	26	14	2,5	11	14,3
S-BJO	1,3	26	14	2,4	11	13,7
14.10.21	0,85	18	6,5	1,7	5,6	7,25
20.07.21	1,3	26	14	2,4	11	13,7
S-HAM	0,86	17	7,4	1,7	6,2	7,57
14.10.21	0,86	17	7,4	1,7	6,2	7,57
S-MOL	1,2	25	13	2,4	10	12,8
14.10.21	0,86	17	6,7	1,6	5,7	7,18
20.07.21	1,2	25	13	2,4	10	12,8
S-REF	0,92	22	11	2,1	8,4	9,9
14.10.21	0,77	15	6,1	1,5	5,1	6,18
20.07.21	0,92	22	11	2,1	8,4	9,9
S-DÆL	1,1	24	13	2,3	10	11,4
20.07.21	1,1	24	13	2,3	10	11,4

3.3 Bunndyr

Den økologiske tilstanden basert på kvalitetselementet bunndyr viste både *god* (grønn) og *moderat* (gul) tilstand i Sandvikselva (tabell 11). Det var stor forskjell mellom vårprøven og høstprøven ved S-MOL. Det ble funnet svært få dyr i prøven tatt våren 2021 og tilstandsvurderingen for S-MOL blir dermed noe usikker. Trolig ble prøvene tatt på litt for høy vannføring (figur 5), noe som kan føre til at prøvetakene ikke kommer godt nok til i elva. Til sammenligning ble tilstanden i 2020 vurdert som *god* med ASPT 6,33 og nEQR på 0,68.

Tabell 11. ASPT, EQR og nEQR for bunndyrprøver tatt i Sandvikselva 2021. Se tabell 3 for fargekoder.

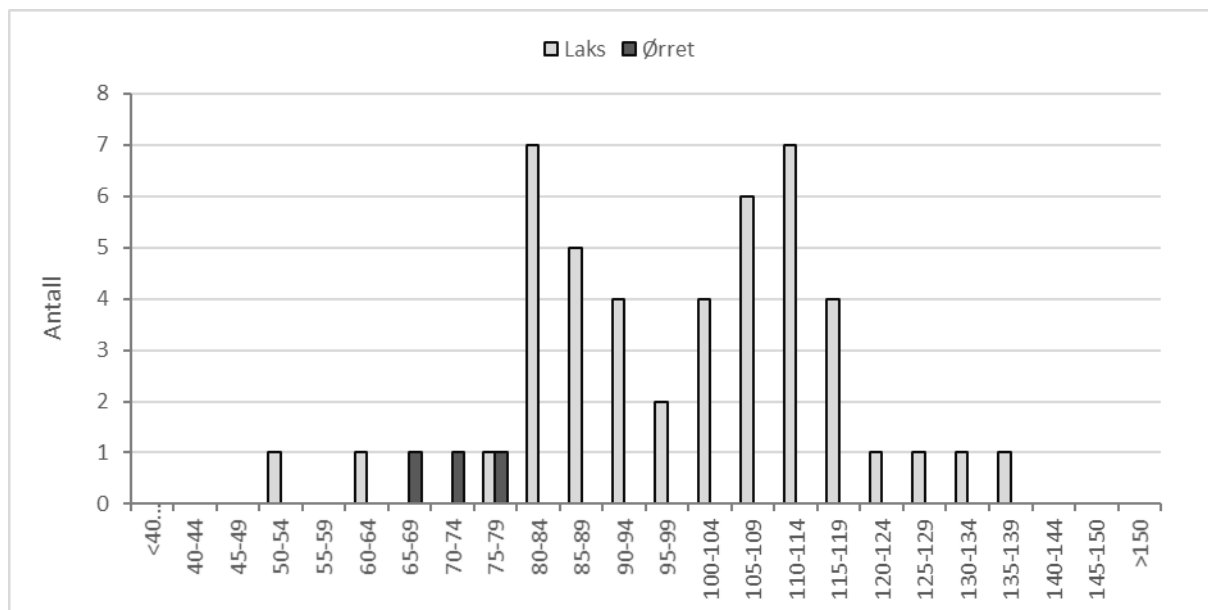
	År	Vår			Høst			Samlet		
		ASPT	EQR	nEQR	ASPT	EQR	nEQR	ASPT	EQR	nEQR
S-HAM	2021				6,44	0,93	0,71	6,44	0,93	0,71
S-MOL	2020	6,15	0,89	0,64	6,50	0,94	0,73	6,33	0,92	0,68
	2021	4,83	0,70	0,31	6,61	0,96	0,75	5,72	0,83	0,53

3.4 Fisk

Tabell 12 viser tetthet av årsyngel og eldre ungfisk i Sandvikselva ved stasjon S-MOL august. Det ble fanget til sammen 49 fisk hvorav 46 av dem var laks (figur 7). All ørret som ble fanget var årsyngel. Om lag halvparten av laksen var årsyngel. Estimert tetthet av ungfisk av laksefisk var 61 fisk/100 m², dette er betydelig lavere enn hva som ble funnet i 2020, men fortsatt innenfor *svært god* (blå) tilstand. Det er uvisst hva som er årsaken til lavere rekruttering. Det ble i tillegg til laks og ørret, også fanget ørekyte og niøye.

Tabell 12. Antall årsyngel (0+ <90 mm) og eldre ungfisk (1+ >90 mm) av laks og ørret i Sandvikselva ved stasjon S-MOL. Tettheten er fargekodet etter grenseverdiene i tabell 4.

År	Art	Antall			Lengde (mm)			Tetthet
		Totalt	0+	>1+	Totalt	0+	>1+	Totalt
2021	Ørret	3	3	0	77	77	-	4
	Laks	46	15	31	99	79	109	57
	Totalt	49	18	32	97	78	109	61
2020	Ørret	3	-	-	-	-	-	5
	Laks	68	-	-	-	-	-	122
	Totalt	71	-	-	-	-	-	127



Figur 7. Lengdefordeling (mm) for laks og ørret ved stasjonen S-MOL.

3.5 Miljø-DNA

Elvemusling ble påvist i nedre del av Sandvikselva ved overvåkingsstasjonen S-MOL. Miljø-DNA prøven viser ikke nøyaktig hvor de befinner seg, men elvemusling er tidligere funnet i Lomma (Sandaas og Enerud 2016). Elvemusling ble ikke påvist i Isielva (Skrutvold m.fl. 2022).

Artsspesifikke markører ble også brukt for å se etter edelkreps og laksefiskparasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae*, men ingen av disse artene ble påvist.

Det ble beregnet ASPT utfra hvilke bunndyr som ble påvist i miljø-DNA prøvene. Disse prøvene viste *svært god* (blå) tilstand. Til sammenligning viste de morfologiske prøvene *moderat* tilstand (tabell 13). miljø-DNA-prøven ble tatt utenfor standard prøvetakingstidspunkt for bunndyrprøver.

Av rødlistede arter ble laks (NT) og vårfluen *Hydroptila occulta* (NT) påvist. En sopp (*Fusarium tricinctum*) og en eggsporesopp (*Saprolegnia parasitica*) som er tilknyttet til forekomst av fiskesykdommen UDN (Ulcerativ dermal nekrose) ble påvist på alle stasjoner i Sandviksvassdraget.

Detaljerte resultater fra miljø-DNA-prøvene finnes i vedlegg IV og i Skrutvold m.fl. 2022.

Tabell 13. Antall arter og mangfoldsindekser (artsrikdom, Shannon indeks og Simpson indeks) og indeks for økologisk tilstand (ASPT) basert på analyser av DNA i vannprøver. Se tabell 3 for fargekoder.

Stasjon	Markør	Antall arter	Artsrikdom	Shannon	Simpson	ASPT
S-MOL	EPTD		176	3,30	0,92	6,95
	BF3BR2		173	3,28	0,89	6,92

4 Oppsummering

Konsentrasjoner av totalfosfor har variert mellom «god» og «moderat» tilstand i etterundersøkelsene (2020/2021), men har stort sett vært «god». For totalnitrogen vurderes tilstanden som «moderat» med konsentrasjoner oppmot 1000 µg/l i Sandvikselva og 1400 µg/l i Dælibekken. Konsentrasjonene var ikke vesentlig forskjellig fra forundersøkelsene (Horvath 2015). Konsentrasjoner av tungmetallene undersøkt var lave og innenfor «god» eller «svært god» tilstand i etterundersøkelsene.

Det ble ikke gjort noen biologiske undersøkelser i forundersøkelsene eller gjennom anleggsfasen 2015-2018 (Hagen og Saunes 2019). Den økologiske tilstanden har i 2020 og 2021 variert mellom «god og «moderat» tilstand. Basert på bunndyrprøvene tatt på våren 2021, vurderes tilstanden for 2021 som «moderat». Dette er også den samlede tilstandsvurderingen for vassdraget i Vann-nett basert på andre undersøkelser. Fiskeundersøkelsene viste «svært god» tilstand for ungfisk av laksefisk. Dette var en halvering av den estimerte tettheten av ungfisk i 2021 sammenlignet med 2020.

Elvemusling ble påvist i nedre del av Sandvikselva ved overvåkingsstasjonen S-MOL ved hjelp av miljø-DNA-prøver. Hverken edelkreps eller laksefiskparasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae* ble påvist. En sopp (*Fusarium tricinctum*) og en eggsporesopp (*Saprolegnia parasitica*), som er tilknyttet til forekomst av fiske sykdommen UDN (Ulcerativ dermal nekrose), ble påvist på alle stasjoner i Sandviksvassdraget. Av rødlistede arter ble laks (NT) og vårfluen *Hydroptila occulta* (NT) påvist.

Samlet sett viser etterundersøkelsene at utbyggingen ikke har hatt vesentlig påvirkning på vannkvaliteten eller de biologiske kvalitetselementene i Sandvikselva.

Referanser

- Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2018
- Hagen, S. og Saunes, H. 2019. E16 Sandvika – Wøyen, overvåking av Sandvikselva i anleggsfasen. Dokument nr. 1, versjon 1, 2019. COWI.
- Horvath, A. 2015. E16 Sandvika – Wøyen, overvåking I Sandvikselva, forundersøkelse 2014. Dokument nr. 2, versjon 2, 2015. COWI.
- Horvatn, A. 2016. E16 Sandvika -Wøyen, overvåking i Sandvikselva, anleggsfasen 2015. Dokument nr. 2, versjon 3, 2016. COWI.
- Horvatn, A. 2017. E16 Sandvika -Wøyen, overvåking i Sandvikselva, anleggsfasen 2016. Dokument nr. 2, versjon 1, 2017. COWI.
- Miljødirektoratet 2016. M608 - Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2016. Elvemusling i Sandvikselva og Lysakerelva, Oslo og Bærum kommuner, Akershus 2015. Naturfaglige Konsulenttjenester & Fisk- og Miljøundersøkelser, Rapport.
- 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.

Vedlegg

Vedlegg I – Vannprøver

Tabell. Vannprøver tatt 11.01.22

11.01.2022	Enhet	ISI/LOM	S-REF	DÆL-U	S-MOL	S-BJO	S-HAM
Alifater >C5-C8	mg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C8-C10	mg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C10-C12	mg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C12-C16	mg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Alifater >C16-C35	mg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Oljetype < C10		Utgår	Utgår	Utgår	Utgår	Utgår	Utgår
Oljetype > C10		Utgår	Utgår	Utgår	Utgår	Utgår	Utgår
Arsen (As), filtrert	µg/l	0,18	0,20	0,40	0,22	0,22	0,24
Bly (Pb), filtrert	µg/l	0,022	0,025	0,045	0,030	0,028	0,032
Kadmium (Cd), filtrert	µg/l	0,0060	0,0050	0,0050	0,0070	< 0,0040	0,0060
Kobber (Cu), filtrert	µg/l	0,49	0,53	1,3	0,66	1,2	0,88
Krom (Cr), filtrert	µg/l	0,059	0,067	0,15	0,090	0,10	0,087
Kvikksølv (Hg), filtrert	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni), filtrert	µg/l	0,20	0,18	0,51	0,23	0,23	0,23
Sink (Zn), filtrert	µg/l	1,3	1,4	3,5	2,5	1,8	2,0
pH målt ved 23 +/- 2°C		7,8	7,8	7,9	7,9	8,0	8,1
Suspendert stoff	mg/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,3	< 2,0	< 2,0
Total Fosfor	mg/l	0,015	0,015	0,049	0,019	0,038	0,024
Total Nitrogen	mg/l	0,90	0,85	1,4	0,99	1,0	0,99
Ammonium (NH4-N)	µg/l	18	22	100	27	140	61
Nitrat (NO3-N)	µg/l	760	760	990	770	750	750
THC >C5-C8	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Naftalen	µg/l	0,012	< 0,010	< 0,010	0,011	0,010	0,015
Acenaftalen	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Acenaften	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoren	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fenantren	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Antracen	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoranten	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Pyren	µg/l	0,013	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[a]antracen	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Krysen/Trifenylene	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[b]fluoranten	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[k]fluoranten	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[a]pyren	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	< 0,0020	< 0,0020	0,0025	0,0023	< 0,0020	< 0,0020
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo[ghi]perylene	µg/l	< 0,0020	< 0,0020	0,0027	0,0031	< 0,0020	< 0,0020
Sum PAH(16) EPA	µg/l	0,025		0,0052	0,017	0,010	0,015
PCB 28	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 52	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 101	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 118	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 138	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 153	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

PCB 180	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Sum 7 PCB		ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzen	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Toluen	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Etylbenzen	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
m,p-Xylen	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
o-Xylen	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Xylener (sum)	µg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sum PAH(16) EPA			ND				

Tabell. Vannprøver tatt 14.10.2021

	Enhet	S-MOL	S-REF	S-BJO	DÆL-U	ISI/LOM	ISI	S-HAM
Arsen (As), filtrert	µg/l	0,23	0,20	0,23	0,38	0,21	0,14	0,22
Bly (Pb), filtrert	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,014
Kadmium (Cd), filtrert	µg/l	0,0040	0,0040	0,0040	< 0,0040	0,0050	< 0,0040	0,0060
Kobber (Cu), filtrert	µg/l	0,74	0,69	1,1	1,2	0,68	0,39	0,75
Krom (Cr), filtrert	µg/l	0,092	0,079	0,071	0,12	0,073	< 0,050	0,067
Kvikksølv (Hg), filtrert	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Nikkel (Ni), filtrert	µg/l	0,25	0,23	1,4	0,52	0,23	0,13	0,25
Sink (Zn), filtrert	µg/l	1,4	0,92	1,0	0,97	0,94	0,78	1,0
pH målt ved 23 +/- 2°C		7,8	7,8	7,8	8,1	7,7	7,8	7,8
Konduktivitet	mS/m	12,5	11,6	12,7	21,3	11,6	9,43	13,2
Turbiditet	FNU	1,1	1,0	0,93	4,2	0,88	0,38	1,8
Alkalitet til pH 4,5	mmol/l	0,77	0,96	0,71	1,4	0,74	0,56	0,87
Fargetall	mg Pt/l	44	44	43	43	41	29	44
Suspendert stoff	mg/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	5,3	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Klorid (Cl)	mg/l	6,7	6,1	6,5	13	5,8	2,3	7,4
Sulfat (SO4)	mg/l	7,18	6,18	7,25	7,60	5,95	2,65	7,57
Total Fosfor	µg/l	17	17	15	32	8,4	5,7	18
Total Nitrogen	mg/l	0,85	0,84	0,85	1,0	0,87	0,65	0,86
Ammonium (NH4-N)	µg/l	9,4	10	7,4	8,0	7,9	< 5,0	7,5
Nitrat (NO3-N)	µg/l	690	650	700	630	660	520	640
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l	7,0	7,0	7,0	9,2	6,5	5,5	7,1
Krom VI (Cr6+)	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Aluminium (Al), filtrert	µg/l	70	71	70	2,4	70	48	68
Jern (Fe), filtrert	µg/l	58	57	55	28	57	20	62
Kalium (K), filtrert	mg/l	0,86	0,77	0,85	1,4	0,76	0,40	0,86
Magnesium (Mg), filtrert	mg/l	1,6	1,5	1,7	2,3	1,5	1,3	1,7
Mangan (Mn), filtrert	µg/l	0,29	0,29	0,32	0,13	0,42	0,93	0,40
Natrium (Na), filtrert	mg/l	5,7	5,1	5,6	8,5	5,1	2,7	6,2
THC >C5-C8	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
THC >C8-C10	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
THC >C10-C12	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
THC >C12-C16	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
THC >C16-C35	µg/l	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PCB 28	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 52	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 101	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 118	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 138	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 153	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB 180	µg/l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Sum 7 PCB		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Kalsium (Ca), filtrert	mg/l	17	15	18	30	16	14	17
Acenaften	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftylen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antracen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo[b/j]fluoranten	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,0001 7	<0,0001 7	<0,0001 7	<0,0001 7	<0,0001 7	<0,0001 7	<0,0001 7
Benzo[ghi]perylen	µg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Fenantren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoranten	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Krysen	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Naftalen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pyren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Uran (U), filtrert	µg/l	0,36	0,33	0,36	0,32	0,32	0,19	0,37

Tabell. Vannprøver tatt 20.07.21

	Enhet	S-MOL	S-REF	S-BJO	DÆL-U	S-DÆL	ISI-LOM
Arsen (As), filtrert	µg/l	0,28	0,24	0,29	0,35	0,27	0,30
Bly (Pb), filtrert	µg/l	0,012	0,014	0,013	< 0,010	0,011	0,014
Kadmium (Cd), filtrert	µg/l	< 0,0040	< 0,0040	0,0040	< 0,0040	< 0,0040	< 0,0040
Kobber (Cu), filtrert	µg/l	0,73	0,52	0,71	0,87	0,66	0,88
Krom (Cr), filtrert	µg/l	0,054	0,053	0,081	0,070	0,060	0,079
Kvikksølv (Hg), filtrert	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nikkel (Ni), filtrert	µg/l	0,25	0,20	0,24	0,33	0,23	0,26
Sink (Zn), filtrert	µg/l	0,61	0,56	0,52	0,69	0,51	0,72
pH målt ved 23 +/- 2°C		8,0	7,9	8,1	7,8	7,8	8,1
Konduktivitet ved 25°C	mS/m	19,0	16,3	19,6	22,0	17,8	20,2
Turbiditet	FNU	0,84	0,74	0,61	1,2	1,0	0,72
Alkalitet til pH 4,5	mmol/l	1,0	0,84	1,1	1,4	0,99	1,2
Fargetall	mg Pt/l	24	26	24	23	25	24
Suspendert stoff	mg/l	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Klorid (Cl)	mg/l	13	11	14	16	13	14
Sulfat (SO4)	mg/l	12,8	9,90	13,7	14,9	11,4	14,3
Total Fosfor	µg/l	18	16	16	23	17	18
Total Nitrogen	mg/l	0,71	0,62	0,68	0,78	0,64	0,70
Ammonium (NH4-N)	µg/l	20	18	13	31	26	12
Nitrat (NO3-N)	µg/l	510	540	520	600	480	530
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l	3,9	4,0	4,0	3,9	3,5	3,9
Krom VI (Cr6+)	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Aluminium (Al), filtrert	µg/l	28	29	28	23	24	28
Jern (Fe), filtrert	µg/l	42	78	44	39	50	39
Kalium (K), filtrert	mg/l	1,2	0,92	1,3	1,4	1,1	1,3
Magnesium (Mg), filtrert	mg/l	2,4	2,1	2,4	2,8	2,3	2,5
Mangan (Mn), filtrert	µg/l	0,39	0,74	0,54	0,45	0,49	0,41
Natrium (Na), filtrert	mg/l	10	8,4	11	12	10,0	11
THC >C5-C8	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C8-C10	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
THC >C16-C35	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Sum THC (>C5-C35)	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Kalsium (Ca), filtrert	mg/l	25	22	26	30	24	26
Acenaften	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftylen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antracen	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo[b/j]fluoranten	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,00017	<0,00017	<0,00017	<0,00017	<0,00017	<0,00017
Benzo[ghi]perylene	µg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Dibenzo[a,h]antracen	µg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Fenantren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoranten	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Krysen	µg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Naftalen	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pyren	µg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Uran (U), filtrert	µg/l	0,55	0,39	0,59	0,81	0,44	0,62

Vedlegg II – Bunndyr

Tabell. Artsliste bunndyr

	Vår	Høst	
	S-MOL	S-HAM	S-MOL
Coleoptera			
Elmis aenea			26
Hydraena gracilis			5
Limnius volckmari	6	31	74
Oulimnius sp.	7		1
Platambus maculatus		1	
Diptera			
Ceratopogonidae (indet.)	1	13	1
Chironomidae (indet.)	223	47	230
Dicranota sp.	1		4
Empididae (indet.)			1
Simuliidae (indet.)			3
Ephemeroptera			
Baetis digitatus			
Baetis muticus		24	35
Baetis niger		1	
Baetis rhodani	1	46	92
Caenis rivulorum		27	12
Centroptilum luteolum			
Heptagenia sp.			1
Heptagenia sulphurea		3	7
Leptophlebia sp.	1		
Gastropoda			
Ancylus fluviatilis			1
Lymnaeidae (indet.)			1
Radix balthica			1
Plecoptera			
Amphinemura borealis		3	2
Amphinemura sp.			14
Capnia bifrons		1	
Capnia sp.		1	
Siphonoperla burmeisteri			1
Pulmonata			
Acroloxus lacustris			1
Trichoptera			
Agapetus ochripes		6	19
Hydropsyche pellucidula			1
Hydropsyche siltalai		6	6
Lepidostoma hirtum		3	2
Leptoceridae (indet.)			5
Micrasema setiferum		33	41
Polycentropus flavomaculatus		2	2
Rhyacophila nubila	1	10	13
Silo pallipes			3
Øvrige			
Glossiphonia complanata		1	
Hydrachnidia (Indet.)			12
Oligochaeta (indet.)	3	30	37

Totalt antall individer	244	289	654
-------------------------	-----	-----	-----

Vedlegg III – Fisk

Tabell. Lengde (mm) på ungfisk fanget i Sandvikselva 20.08.2021 og 13.08.2020.

2021						2020					
1		2		3		1		2		3	
Ørret	Laks	Ørret	Laks	Ørret	Laks	Ørret	Laks	Ørret	Laks	Ørret	Laks
70	105	75	110		117	56	55		45		68
	62	67	82		93	50	57		51		70
	101		131		88	46	70		52		75
	111		111		127		71		54		75
	115		85		116		72		56		78
	102		103		80		73		59		91
	97		88				74		70		97
	123		118				74		72		98
	96		91				75		74		
	113		80				76		75		
	111		105				76		79		
	106		90				78		80		
	112		76				78		84		
	135		106				78		87		
	93		53				79		92		
	81						80		93		
	80						80		101		
	81						81		127		
	80						82				
	85						82				
	112						83				
	103						83				
	106						84				
	85						84				
	109						85				
							85				
							86				
							87				
							89				
							89				
							91				
							93				
							95				
							96				
							96				
							106				
							119				
							120				
							120				
							124				
							125				
							143				

Vedlegg IV – miljø-DNA

Forfatter: Frode Fossøy og Markus Majaneva (NINA)

Metode

Prøvetaking

Det ble samlet inn miljø-DNA-prøver for DNA metastrekkoding fra syv stasjoner; tre stasjoner i Holsfjordsvassdraget (i Damtjernbekken (stasjon DAM) og i Nordlandsbekken (NOR) som renner ut i Holsfjorden og fra selve Holsfjorden (HOL-N)) og fire stasjoner i Sandviksvassdraget (i Rustanbekken (RUS 3 og RUS 1), i Isielva (ISI) og i Sandvikselva (S-MOL)). Det ble samlet inn to vannprøver på hver stasjon 2. juni 2021. Fem liter vann ble filtrert gjennom et kapselfilter (5,0 µm GF-forfilter og 0,8 µm PES-filter, NatureMetrics) ved hjelp av en batteridrevet peristaltisk pumpe (Bürkle Vampire). Filtrene ble tilsatt ATL-buffer (Qiagen) 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.

Det ble brukt både arts-spesifikke markører for å påvise enkeltarter og arts-generelle markører for å beskrive artsmangfoldet av artsgrupper i bekkene. Tre arts-spesifikke markører for påvisning av elvemusling *Margeritifera margeritifera* (Carlsson mfl. 2017), edelkreps *Astacus astacus* (Agersnap mfl. 2017) 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 replikaer skal være positive.

To ulike sekvenser av det mitokondrielle genet COI ble amplifisert ved hjelp av generelle markører for evertebrater (BF3BR2-markør, Elbrecht og Leese 2017, Elbrecht m. fl. 2019) og for insekter (EPTD-markør, Leese m. fl. 2021) 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-indeks. 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 med dada2-pakken (Callahan m. fl. 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 m. fl. 2017). For å tilegne hver ASV til et taksonomisk navn benyttet vi RDP-Classifer (Wang m. fl. 2007) og en «trenet referansedatabase». 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 m. fl. 2022). For å sikre resultater fra RDP-Classifer, brukte vi også blastn søk i programmet BLAST+ (Zhang m. fl. 2000). Vi kjørte blastn-søk mot den trente referansedatabasen og mot Genbank (nukleotiddatabasen ved National Center for Biotechnology Information (NCBI)). Hver ASV ble klassifisert å tilhøre målgruppe hvis identifikasjonene var kongruente på tvers av metodene og blastn-resultatene var over 97 % lik med en sekvens tilhørende Metazoa (Åström m. fl. 2022).

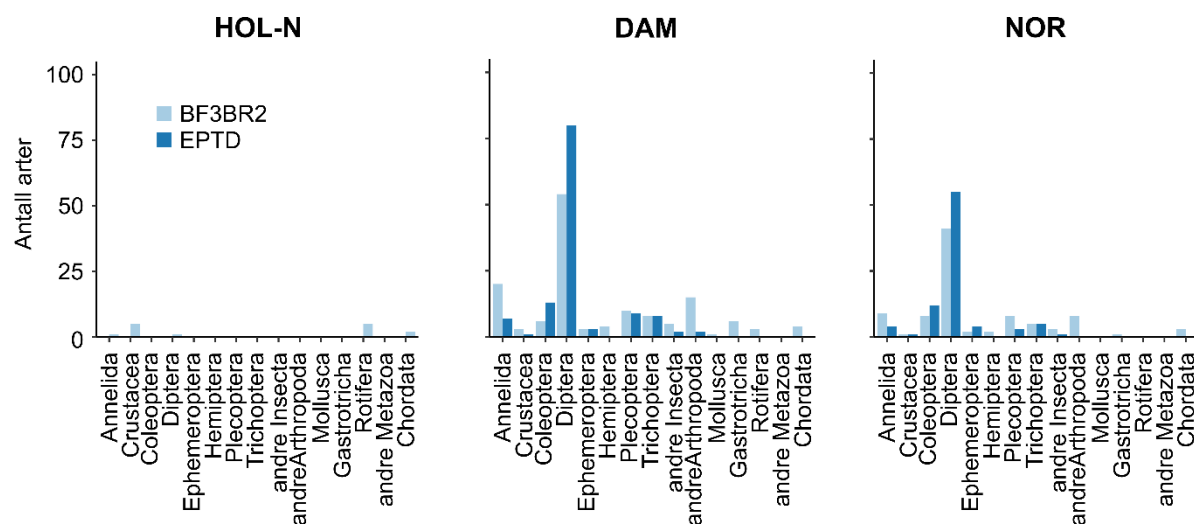
Det ble kalkulert Shannon og Simpson indekser per stasjon basert på begge markører. I tillegg, ble ASPT-indeks for økologisk tilstand kalkulert per stasjon basert på begge markører.

Resultater

Arts-spesifikke analyser av elvemusling, edelkreps og parasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae* påviste elvemusling i Sandvikselva (S-MOL, $C_T = 37.6$), der begge parallellprøvene viste 3/3 positive replikaer. De to andre artene ble ikke påvist i noen av lokalitetene.

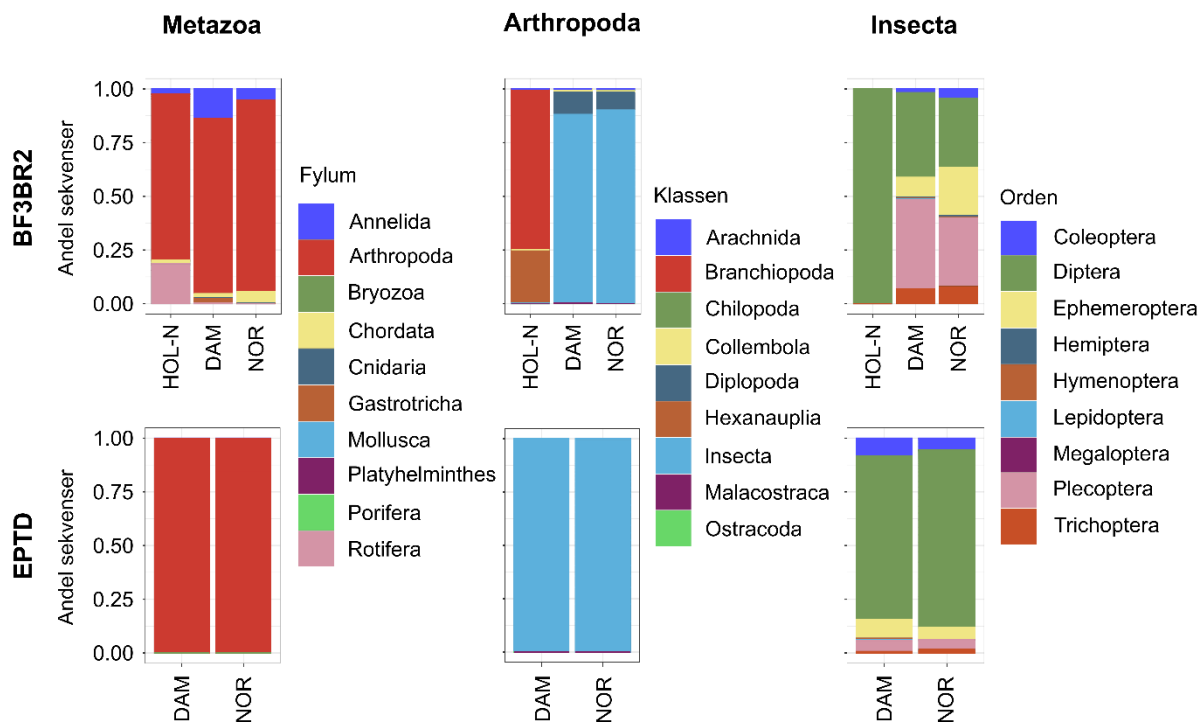
Holsfjorden med sidebekker

Det ble påvist 12 evertebratarter i Holsfjorden (stasjon HOL-N) der bare den breie BF3BR2-markøren ble brukt (figur 1). I Damtjernbekken (DAM) og Nordlandsbekken (NOR) var det påvist betydelig flere arter med begge markørene. Tovinger (Diptera) var den klart mest artsrike gruppen i bekkene. Se vedlegg for fullstendig artsliste.



Figur 1. Antall arter basert på BF3BR2- og EPTD-markør for riket Metazoa i Holsfjordsvassdraget.

Av alle målgruppesekvenser i Holsfjorden var over halvparten fra vannloppen *Bosmina longispina* (figur 2). I Damtjernbekken og Nordlandsbekken var insekter dominerende. Tovinger dominerte i EPTD resultater mens også steinfluer, døgnfluer og vårfluer representerte betydelige mengder av målgruppesekvenser basert på BF3BR2-markøren. Ingen rødlistede eller fremmede arter ble påvist i Holsfjordsvassdraget.



Figur 2. Andel DNA-sekvenser basert på BF3BR2-markør (øvre panel) og på EPTD-markør (nedre panel) per stasjon i Holsfjordsvassdraget og for riket Metazoa (venstre panel), fylumet Arthropoda (midtpanel) og klassen Insecta (høyre panel).

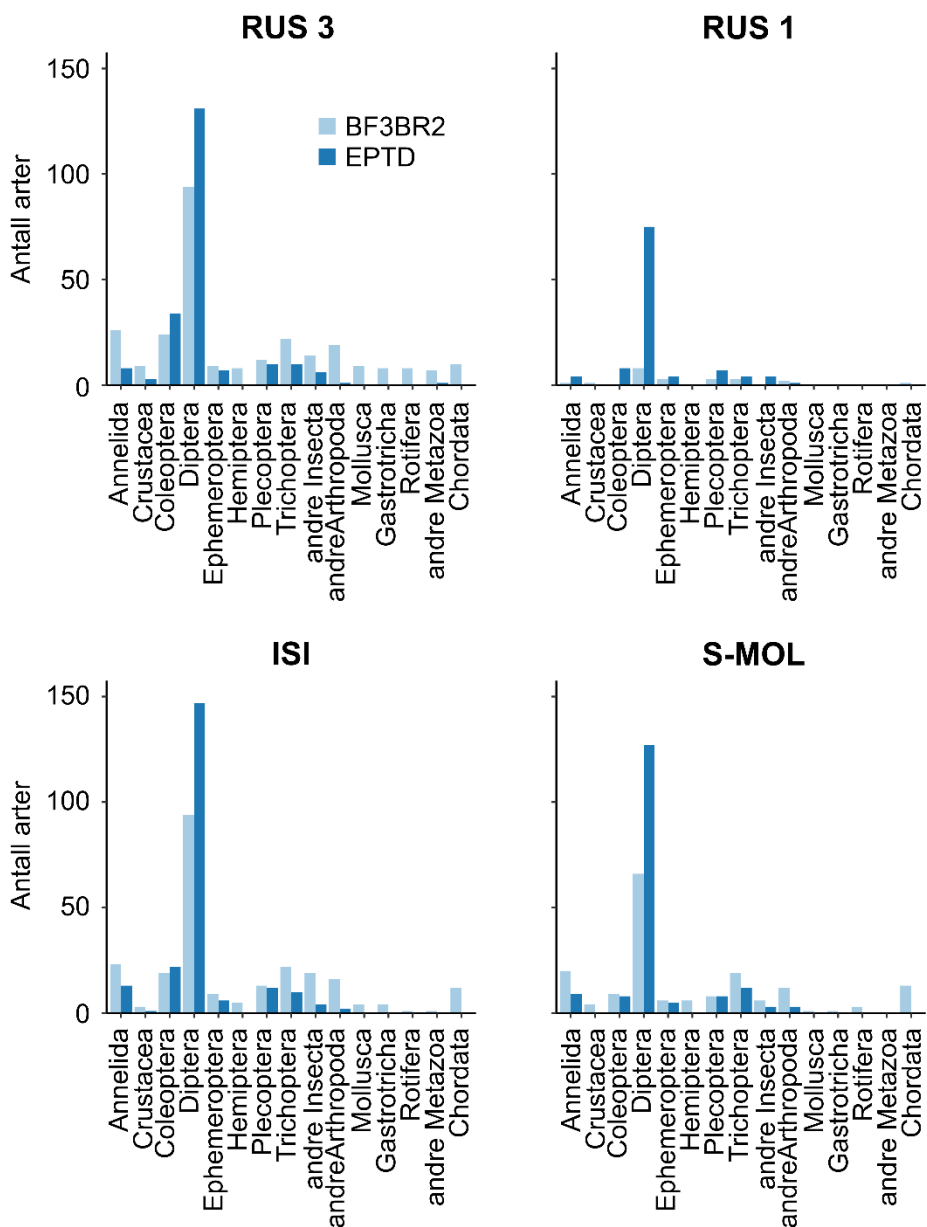
Tabell 1 viser mangfoldsindekser og økologisk tilstandsindeks ASPT per stasjon i Holsfjordsvassdraget. Ingen art var dominerende ved stasjonene DAM og NOR og verdier på Simpson-indeks var nær maksimum (max=1). Basert på ASPT indekserverdiene fra miljø-DNA analysene, er økologisk tilstand *god* ved alle stasjonene.

Tabell 1. Mangfoldsindekser (artsrikdom, Shannon indeks og Simpson indeks) og indeks for økologisk tilstand (ASPT) i Holsfjordsvassdraget.

1. Stasjon	2. Markør	3. Artsrikdom	4. Shannon	5. Simpson	6. ASPT
7. HOL-N	8. BF3BR2	9. 14	10. 1,33	11. 0,62	12. -
13. DAM	14. EPTD	15. 125	16. 3,00	17. 0,90	18. 6,36
	19. BF3BR2	20. 142	21. 3,57	22. 0,94	23. 6,12
24. NOR	25. EPTD	26. 85	27. 3,34	28. 0,95	29. 6,41
	30. BF3BR2	31. 91	32. 3,29	33. 0,92	34. 6,71

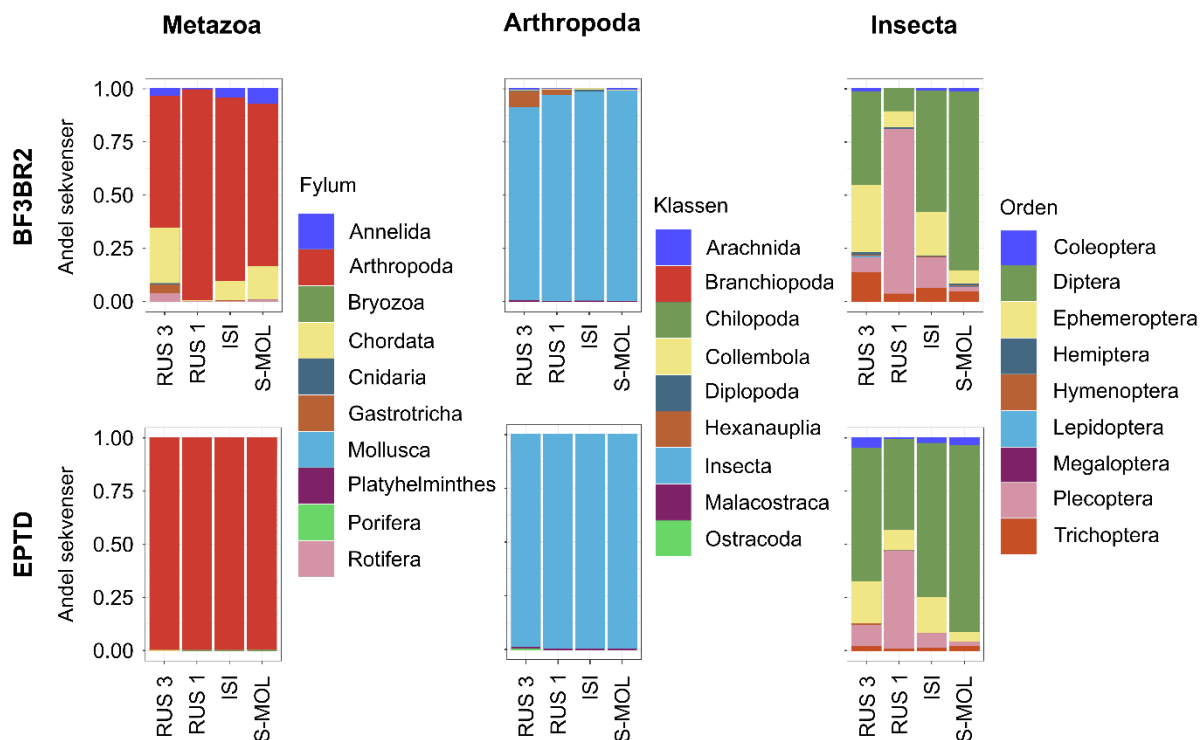
Sandviksvassdraget

Tovinger var den mest artsrike gruppen på alle stasjoner i Sandviksvassdraget (figur 3). Amplifikasjon av målgruppesekvenser mislyktes med den breie BF3BR2-markøren på stasjon RUS 1 i Rustanbekken da bare 22 arter ble påvist sammenlignet med 107 arter ved hjelp av EPTD-markøren. Se vedlegg for fullstendig artsliste.



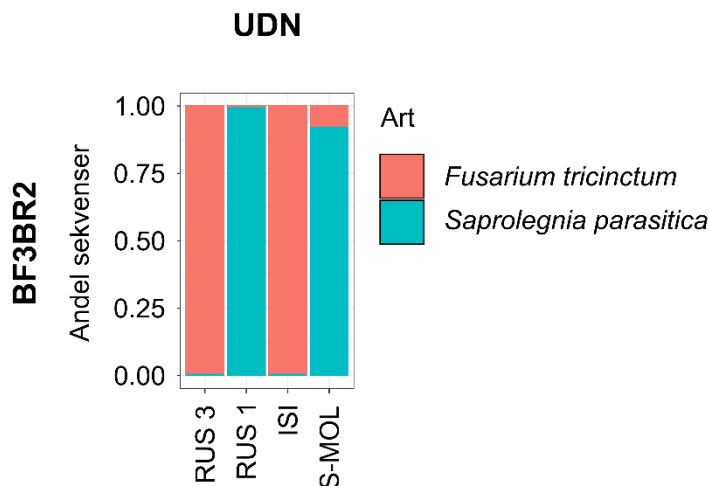
Figur 3. Antall arter basert på BF3BR2- og EPTD-markør for riket Metazoa i Sandviksvassdraget.

Steinfluer dominerte på stasjon RUS 1 mens tovingesekvenser var mest tallrike på de andre stasjonene i Sandviksvassdraget (Figur 4). Det var også en del fiskesekvenser på stasjoner RUS 3, ISI og S-MOL basert på BF3BR2-markøren. Fisk var stort sett ørret og laks ved stasjon ISI og ørret og ørekyt ved stasjonene RUS 3 og S-MOL.



Figur 4. Andel DNA-sekvenser basert på BF3BR2-markør (øvre panel) og på EPTD-markør (nedre panel) per stasjon i Sandviksvassdraget og for Metazoa (venstre panel), Arthropoda (midtpanel) og Insecta (høyre panel).

En sopp (*Fusarium tricinctum*) og en eggsporesopp (*Saprolegnia parasitica*) som er tilknyttet til forekomst av fiskesykdommen UDN (Ulcerativ dermal nekrose) ble påvist på alle stasjoner i Sandviksvassdraget basert på BF3BR2-markøren (figur 5).



Figur 5. Andel DNA-sekvenser basert på BF3BR2-markør per stasjon i Sandviksvassdraget og for UDN-tilknyttet arter *Fusarium tricinctum* og *Saprolegnia parasitica*.

Av rødlistede arter ble laks *Salmo salar* (NT) påvist på stasjon ISI og S-MOL, vårfluen *Lype reducta* (NT) på stasjon ISI og RUS 3 og vårfluen *Hydroptila occulta* (NT) på stasjon RUS 1 og S-MOL basert på BF3BR2-markøren. I tillegg, ble en sterkt truet (EN) art, terrestrisk blomsterbløtbukker *Ischnomera cinerascens*, påvist på stasjon ISI basert på EPTD-markøren. Av fremmede arter ble mink *Neovision vision* påvist på stasjon ISI.

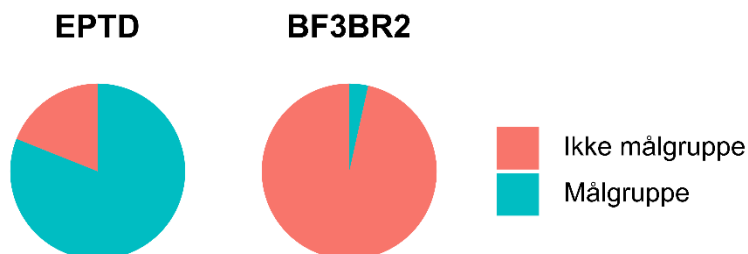
Over 40 % av alle målgruppesekvenser var fra steinfluen *Amphinemura standfussi* på stasjon RUS 1, noe som senket verdien på Simpson indeks på denne stasjonen (tabell 2). Ved andre stasjoner i Sandviksvassdraget var ingen enkeltart sterkt dominerende og verdiene på Simpson indeks var høy. Økologisk tilstand ved stasjoner var god eller svært god ifølge ASPT-indeks verdier, utenom ved stasjon RUS 1 der BF3BR2-markøren mislyktes i å amplifisere nok arter fra Metazoa.

Tabell 2. Mangfoldsindeks (artsrikdom, Shannon indeks og Simpson indeks) og indeks for økologisk tilstand (ASPT) i Sandviksvassdraget.

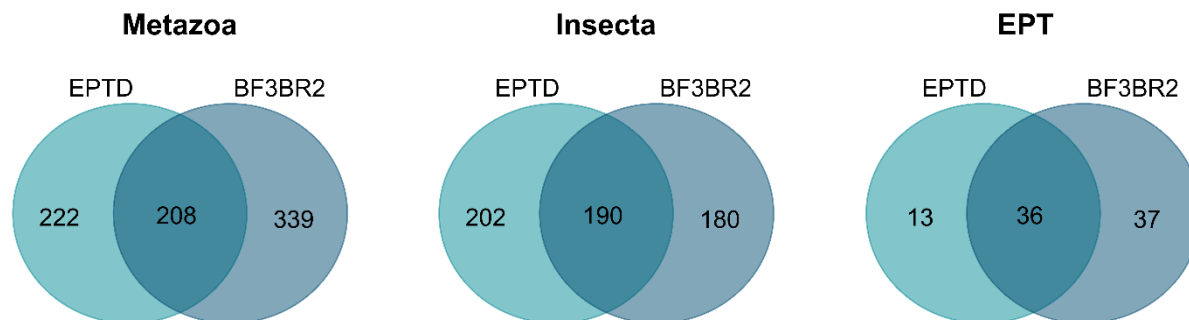
35. Stasjon	36. Markør	37. Artsrikdom	38. Shannon	39. Simpson	40. ASPT
41. RUS 3	42. EPTD	43. 212	44. 3,42	45. 0,95	46. 6,05
	47. BF3BR2	48. 273	49. 3,73	50. 0,95	51. 6,30
52. RUS 1	53. EPTD	54. 107	55. 2,72	56. 0,80	57. 6,81
	58. BF3BR2	59. 22	60. 1,46	61. 0,57	62. 5,25
63. ISI	64. EPTD	65. 217	66. 3,71	67. 0,96	68. 6,95
	69. BF3BR2	70. 241	71. 3,14	72. 0,87	73. 6,94
74. S-MOL	75. EPTD	76. 176	77. 3,30	78. 0,92	79. 6,95
	80. BF3BR2	81. 173	82. 3,28	83. 0,89	84. 6,92

Sammenligning mellom markører og med morfologiske bestemmelser

Bare 3.5% av alle sekvenser tilhørte målgruppen, Metazoa, i prøvene som ble amplifisert med den breie markøren BF3BR2 (figur 6). Med den insekt-spesifikke markøren EPTD tilhørte hele 81.0% av alle sekvenser målgruppen insekter (Insecta). Men til tross for lav amplifiseringsuksess med BF3BR2-markøren, fanget markøren nesten like mange insektsarter som EPTD-markøren (Figur 3.47). Av alle artene, ble 36.7% påvist med begge markørene, og for insekter (Insecta) ble 33.2% påvist med begge markørene (figur 7).



Figur 6. Oversikt over taksonomisk spesifisitet for de to markørene basert på prøver fra alle stasjonene. Målgruppe er riket Metazoa, ikke målgruppe er alle andre eukaryoter og bakterier.



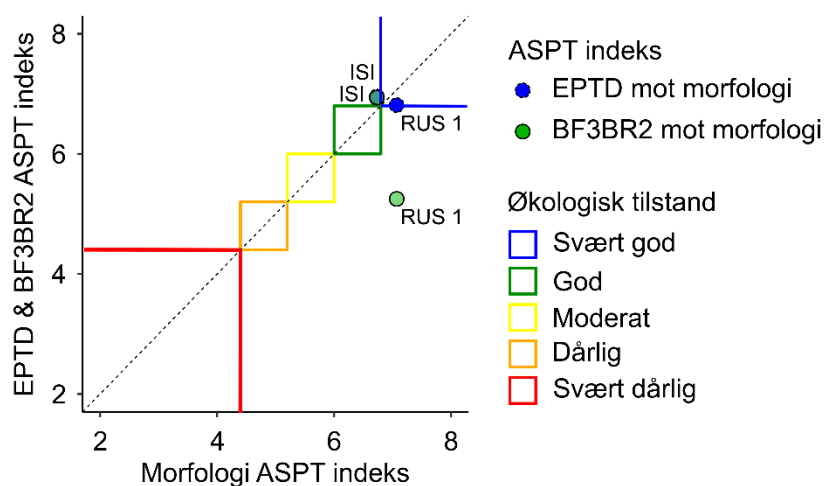
Figur 7. Oversikt over antall unike og felles påviste arter for de to markørene basert på prøver fra alle stasjonene for riket Metazoa (venstre panel), klassen Insecta (midtpanel) og ordene Ephemeroptera, Plecoptera og Trichoptera (EPT, høyre panel).

Når amplifisering med den breie BF3BR2-markøren lykkes, påviser den mange arter som ikke er evertebrater (bakterier, sopp og alger), men også betydelig flere evertebratarter enn den spesifikke EPTD-markøren, som for eksempel ved stasjon ISI der 44 EPT-arter ble påvist med BF3BR2-markøren mens bare 28 ble påvist med EPTD-markøren og 16 ble funnet med morfologi (figur 8). Men EPTD-markøren gir mer stabile resultater for evertebrater, og når det er en dominerende art på stasjonen, påviser EPTD-markøren flere arter enn BF3BR2-markøren. Dette kan skyldes den lave mengden målgruppesekvenser med bruk av BF3BR2-markør, disse relativt få sekvensene vil hovedsakelig være fra de dominerende artene og de sjeldne vil lett bli usekvensert. Et eksempel er stasjon RUS 1 der *Amphinemura standfussi* dominerte antall DNA-sekvenser og bare 9 EPT-arter ble påvist med BF3BR2-markøren mens 15 ble påvist med EPTD-markøren og 16 ble funnet med morfologi (Figur 8).



Figur 8. Oversikt over arter av døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) påvist ved hjelp av de to ulike genetiske markørene (prøver tatt i juni) og ved hjelp av morfologi (prøver tatt i mai) i stasjoner ISI og RUS 1. I de tilfellene morfologisk bestemmelse ikke klarte å identifisere en art er identiteten angitt som + for den mest sannsynlig art basert på genetiske resultater.

Denne usikkerheten i BF3BR2-amplifiseringsuksess gjenspeiles i ASPT-indeks verdier (figur 9). Økologisk tilstand på stasjon RUS 1 ble nesten to kategorier lavere med BF3BR2-markøren enn med morfologi. Basert på EPTD-markøren, ble økologisk tilstand vurdert nesten likt med morfologi på stasjon RUS 1.



Figur 9. Sammenligning av ASPT-indeks verdier på to stasjoner i Sandviksvassdraget (ISI og RUS 1) basert på morfologi og EPTD- eller BF3BR2-markøren.

Sammenlignet med morfologiske resultater gir begge markørene en mengde ekstra arter som er vanskelige å identifisere morfologisk og som lett blir ignorert i konvensjonelle undersøkelser. Det beste eksemplet på disse artene er tovinger (orden Diptera). Som et eksempel, ble det identifisert tre slekter og fem familier av tovinger (ingen på artsnivå) med morfologi mens genetikk identifiserte hele 181 arter av tovinger tilhørende 79 slekter og 22 familier ved stasjon ISI (Vedlegg DNAresultater). Fjærmygg er sannsynligvis den mest nyttige indikatoren for trofisk status ettersom de er en av de mest artsrike insektfamiliene i norske ferskvann, forekommer over hele spekteret av næringsforhold og har enkeltarter med spesifikke miljøtoleranser (Cortelezzi m. fl. 2020). Artssammensetningen av fjærmygg endres med skiftende trofisk status, og undersøkelser der miljø-DNA har blitt benyttet til identifisering av fjærmyggsamfunn i britiske innsjøer har gitt lovende resultater og viser at metoden kan benyttes til registrering av arter gjennom hele året (Bista m. fl. 2017). Derfor vil det være svært interessant å følge fjærmygg som en indikator for økologisk tilstand mens E16 skal bygges.

Referanser

- Agersnap, S, Larsen, WB, Knudsen, SW, Strand, D, Thomsen, PF, Hesselsøe, M, Mortensen, PB, Vrålstad, T & Møller, PR. 2017. Monitoring of noble, signal and narrow-clawed crayfish using environmental DNA from freshwater samples. PLOS ONE 12(6): e0179261.
- 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.
- Bista, I, Carvalho, G, Walsh, K m. fl. 2017. Annual time-series analysis of aqueous eDNA reveals ecologically relevant dynamics of lake ecosystem biodiversity. Nat. Commun. 8: 14087.
- 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.
- Cortelezzi, A, Simoy, MV, Siri, A, Donato, M, Cepeda, RE, Marinelli, CB, Berkunsky, I 2020. New insights on bioindicator value of chironomids by using occupancy modelling. *Ecol Indic* 117: 106619.
- 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.
- Leese, F., Sander, M., Buchner, D., Elbrecht, V., Haase, P., Zizka, V.M.A. 2021. Improved freshwater macroinvertebrate detection from environmental DNA through minimized nontarget amplification. *Environmental DNA* 3: 261– 276.
- Porter, T. M., Hajibabaei, M. 2018. Automated high throughput animal CO1 metabarcode classification. *Scientific Reports* 8: 1-10.
- 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, J., m. fl. 2022. Nasjonal insektovervåking. NINA rapport XXXX. Norsk institutt for naturforskning.

Vedlegg

Tabell 3 Antall sekvenser påvist av arter i Damtjernbekken og Nordlandsbekken.

	DAM_EPTD	DAM_BF	NOR_EPTD	NOR_BF	HOL-N_BF
Annelida					
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	9				
<i>Lumbricus</i> sp. 1	88				
<i>Chamaedrillus chalupskyi</i>		4			
<i>Chamaedrillus sphagnetorum</i>					120
<i>Chamaedrillus varisetosus</i>		64			
<i>Fridericia connata</i>		123			
<i>Fridericia galba</i>		250			
<i>Fridericia ratzeli</i>			670		
<i>Henlea perpusilla</i>	933	17			
<i>Mesenchytraeus armatus</i>	222	177			
<i>Aporrectodea caliginosa</i>		200		63	
<i>Aporrectodea jassyensis</i>		6			
<i>Aporrectodea rosea</i>	368	437			
<i>Aporrectodea tuberculata</i>		21		19	
<i>Dendrobaena octaedra</i>		123			
<i>Dendrodriilus rubidus</i>		28		35	
<i>Eiseniella tetraedra</i>		707		117	
<i>Lumbricus rubellus</i>	989	980		175	
<i>Lumbricidae</i> sp. 1		33			
<i>Lumbricidae</i> sp. 2		7			
<i>Octolasion cyaneum</i>	140	3	2330	49	
<i>Octolasion tyrtaeum</i>		31	2442	6	
<i>Nais elinguis</i>				61	
<i>Rhyacodrilus falciformis</i>				10	

Rhyacodrilus subterraneus		216			
Lumbriculus variegatus			4		
Stylodrilus heringianus		227			
Arachnida					
Rilaena triangularis		11			
Euzetes globulus				8	
Bakericheyla chanayi				54	
Eupodidae sp. 2	265				
Branchiopoda					
Bosmina longispina					2938
Bythotrephes longimanus					56
Holopedium gibberum					49
Chilopoda					
Schendyla nemorensis				20	
Lithobius forficatus	315				
Collembola					
Entomobrya marginata				15	
Entomobrya nivalis		22			
Anurophorus laricis		23			
Desoria olivacea		49			
Vertagopus pseudocinereus		56			
Tomocerus minor		63			
Xenylla szeptyckii		14			
Neanura muscorum		20			
Protaphorura armata		6			
Bourletiellidae sp. 1				35	
Gisinianus flammeolus		15			
Allacma fusca		20			
Diplopoda					
Cylindroiulus sp. 1		1386		216	
Cylindroiulus punctatus		563		458	
Julus scandinavicus		307		74	
Brachydesmus superus		13			
Hexanauplia					
Thermocyclops crassus					1007
Coleoptera					
Malthodes fibulatus				259	
Badister bullatus				11	
Carabus lafossei			22		
Cychrus caraboides			877		
Gonioctena quinquepunctata			106		
Cis boleti			9090		
Agabus adpressus	89486		21652		
Hydroporus brancuccii	351	81			
Megadytes glaucus		185		19	
Ampedus sp. 1	578				
Ampedus nigrinus	915				
Athous subfuscus	20568	19			
Dalopius marginatus	405				
Elmis sp. 1			2776		
Elmis aenea		3	2680	14	
Hydraena sp. 1				12	
Hydraena anatolica				33	
Hydraena britteni	927				
Ochthebius metallescens	205				
Epuraea melanocephala			19426		
Pericoma blandula	80		1044	20	
Elodes marginata	178	21	30974	3	
Elodes minuta	70	19	64		
Atheta hypnorum			1728		
Lesteva pubescens	3525				
Zyras humeralis	1362				
Diptera					
Egle lyneborgi	429				
Anthomyiidae sp. 1	96				
Lucilia cuprina		4			
Pollenia sp. 1			9650		
Pollenia hungarica			122		

Pollenia pediculata			1666		
Lestodiplosis juniperina				22	
Palpomyia armipes	249				
Palpomyia remmi		15			
Brillia bifida	3907	127	3961	101	7
Chaetocladius sp. 1	1506				
Chaetocladius sp. 2	2255		1047		
Chaetocladius dissipatus		9			
Chaetocladius elisabethae		58	2543	36	
Chaetocladius laminatus		152		39	
Chaetocladius perennis	2328	126	2641	35	
Chironomus sp. 2	1349				
Chironomus sp. 4	34				
Chironomus sp. 5	215		220		
Chironomus circumdatus		16			
Corynoneura sp. 1	18867		127336	15	
Corynoneura sp. 2	8767		56309		
Corynoneura lobata	24640		1609	9	
Cricotopus sp. 1	2601	34	9960		
Diamesa sp. 1			21391		
Diamesa latitarsis	3857	49	4508		
Diamesa tonsa			4469		
Eukiefferiella claripennis	3764				
Eukiefferiella devonica			42106	72	
Heterotrissocladius marcidus		56			
Limnophyes asquamatus	1984	79			
Limnophyes edwardsi	1704				
Limnophyes minimus	3484	39	5069		
Macropelopia nebulosa	6265	3			
Macropelopia notata	3065	17			
Micropsectra junci	1539				
Micropsectra nana	24	4			
Micropsectra pallidula	1365				
Micropsectra roseiventris	2437				
Micropsectra schrankelae		23		5	
Chironomidae sp. 1	2003		45267		
Chironomidae sp. 12	49				
Chironomidae sp. 17	4		11		
Chironomidae sp. 2		146			
Orthocladius frigidus	4112				
Orthocladius fuscimanus			575	55	
Orthocladius lignicola	3109	308	7245	4	
Parametricnemus lundbeckii				47	
Parametricnemus stylatus	4898	61	1442		
Paraphaenocladius exagitans	1803				
Polypedilum albicorne	20141	12			
Polypedilum pullum		82			
Pseudodiamesa branickii			165		
Pseudokiefferiella parva	574		17258	5	
Rheocricotopus atripes	21325	62			
Rheocricotopus effusus	1557	16	4651		
Rheocricotopus fuscipes	2692			15	
Smittia sp. 1		12		3	
Smittia sp. 2	3136				
Smittia sp. 4			1292		
Stempellinella brevis	171421	1822	241	23	
Synorthocladius semivirens			308		
Tanytarsus palettaris	41	131			
Tanytarsus pseudoheusdensis	56297	137	69264	7	
Thienemanniella caspersi	9458	23	132067	72	
Trissopelopia flavida	15898	90	29669	124	
Trissopelopia longimana	17442	162			
Tvetenia bavarica			51791	16	
Tvetenia calvescens	1026	5	25606	12	
Zavrelimyia sp. 1	2473		3139		
Zavrelimyia barbatipes		29		68	
Zavrelimyia divisa	1196			120	
Ochlerotatus communis		7			

Empis caudatula			57698		
Wiedemannia bohemani			2155	32	
Fannia minutipalpis	1485				
Dicranomyia didyma	1483	184			
Dicranomyia fusca		17		20	
Eloeophila submarmorata		10			
Lipsothrix errans		74			
Boletina basalis	76				
Boletina trivittata				70	
Dicranota sp. 1	658				
Dicranota sp. 2	177				
Dicranota gracilipes			371		
Dicranota pavida	366				
Pedicia rivosa	369	58	178	27	
Megaselia sp. 2	259				
Megaselia zonata	356			5	
Phoridae sp. 1	134				
Phora artifrons	198				
Berdeniella freyi	7761	44	14864		
Pericoma blandula	473		4616	20	
Rhagio tringarius	286				
Bradysia atroparva		120		147	
Bradysia vagans		71			
Camptochaeta sicilicula		280			
Claustropyga heteroclausa				21	
Corynoptera verrucifera		15			
Cratyna nobilis		49			
Epidapus schillei		34			
Peyerimhoffia alpina		30			
Scatopsciara atomaria				24	
Scatopsciara calamophila				6	
Prosimulium hirtipes	280451	2348	231164	918	
Simulium sp. 1	252534	84	79241	35	
Simulium sp. 12	19				
Simulium sp. 2	27468	4	54352		
Simulium sp. 3	19956		41744		
Simulium sp. 4			50985		
Simulium sp. 5	2372		4143		
Simulium sp. 6	866				
Simulium argyreatum				26	
Simulium brevidens	292				
Simulium carthusiense	115		6749	94	
Simulium cryophilum	20094	119	52979	111	
Simulium dunfellenense	4312	26	194	17	
Simulium naturale	1812				
Helophilus sp. 1			73		
Helophilus pendulus			322		
Ocytata pallipes	1470				
Tipula sp. 1	1021		47999		
Tipula sp. 2	1309		274		
Tipula benesignata		3	101	2	
Tipula maxima	446				
Tipula signata	1293				
Tipula submarmorata	19	3	106	88	
Tipula variicornis	612				
Ephemeroptera					
Baetis muticus		844		631	
Baetis niger	9769	327	580		
Baetis rhodani	58393	552	88211	1174	
Baetis scambus			2819		
Baetidae sp. 1	55494		2687		
Hemiptera					
Rhinocola aceris				27	
Rhopalosiphum padi				5	
Morganella morgani		21			
Pentatoma rufipes		11			
Psylla alni		21			
Triozia urticae		17			

Hymenoptera					
Formica sp. 1		9			
Cladius compressicornis	125				
Xyela julii				9	
Lepidoptera					
Epirrita christyi		56		13	
Apamea crenata		23			
Lithophane socia		26			
Psyche casta	14706				
Hedya nubiferana		45			
Plecoptera					
Zwicknia bifrons				49	
Leuctra digitata	35495	133	64998	118	
Leuctra fusca	1036				
Leuctra hippopus				4	
Leuctra nigra		31		108	
Amphinemura borealis	1917				
Amphinemura standfussi	1708	32			
Amphinemura sulcicollis	1416	2997	1586	2111	
Nemoura cinerea	73	4258		88	
Nemoura flexuosa	675	276			
Nemurella pictetii	3823				
Protonemura meyeri		11			
Diura nanseni		10		101	
Isoperla grammatica	25603	130	4835		
Brachyptera risi		28		10	
Raphidioptera					
Phaeostigma notata			1495		
Thysanoptera					
Thrips minutissimus				21	
Trichoptera					
Micrasema primoricum			5		
Silo pallipes	3175	14	6083		
Crunoecia irrorata	3204		11311	4	
Chaetopteryx sahlbergi		10		46	
Chaetopteryx villosa		197			
Halesus sp. 1	12				
Halesus sp. 2	10				
Halesus digitatus	568	9			
Halesus radiatus	691				
Micropterna sequax		389			
Potamophylax cingulatus	1535	563	2647	291	
Philopotamus montanus	42	77	5888	248	
Plectrocnemia conspersa		28			
Sericostoma personatum				36	
Malacostraca					
Asellus aquaticus					9
Hyloniscus riparius		11			
Trichoniscus pusillus		15			
Ostracoda					
Candona candida	23	31	17	2	
Gastrotricha					
Chaetonotus borealis		163			
Chaetonotus gelidus		67			
Chaetonotus jaceki		70		48	
Chaetonotus microchaetus		27			
Chaetonotus persimilis		181			
Lepidodermella intermedia		166			
Bivalvia					
Pisidium personatum		10			
Rotifera					
Bdelloidea sp. 1		6			
Philodina flaviceps		28			15
Rotaria rotatoria		42			
Kellicottia sp. 1					4
Keratella cochlearis					816
Polyarthra dolichoptera					7
Synchaeta kitina					134

Aves					
Muscicapa sp. 1				86	
Sylvia atricapilla		169			
Mammalia					
Homo sapiens		18			22
Arvicola amphibius		260			
Mus musculus				413	61
Alces alces		13			
Sus scrofa				8	

Tabell. Antall sekvenser påvist av arter i Isielva, Rustanbekken og Sandvikselva.

	ISI_EPTD	ISI_BF	RUS_1_EPTD	RUS_1_BF	RUS_3_EPTD	RUS_3_BF	S-MOL_EPTD	S-MOL_BF
Annelida								
Aporrectodea caliginosa	18		7				1	
Achaeta bibulba							15	
Buchholzia appendiculata		28				25		
Cernosvitoviella sp. 1	153							
Cernosvitoviella aggtelekiensis	29							
Cernosvitoviella minor	7	3						
Chamaedrillus chalupskyi	50				112		3	
Fridericia sp. 1					3	30		
Fridericia galba		49				106		5
Fridericia ratzeli					56		49	
Lumbricillus rivalis								26
Mesenchytraeus armatus	42	7				6	87	
Aporrectodea caliginosaá		1710		58		2		97
Aporrectodea jassyensis						215		
Aporrectodea limicola	92							
Aporrectodea longa								28
Aporrectodea rosea	18	4				40		
Dendrobaena octaedra		45				28		
Dendrobaena veneta								12
Dendrodrilus rubidus		164				361		
Eiseniella tetraedra		389	8			1150		134
Healyella syriaca					10			
Lumbricus castaneus						99		
Lumbricus festivus	19							
Lumbricus rubellus	587	213			848	162		103
Lumbricus terrestris						255		17
Lumbricidae sp. 1		14				17		
Octolasion cyaneum					4		14	
Octolasion tyrtaeum	146	18			761	102		9
Achaeta camerani			64					
Chaetogaster diastrophus		25				2264		370
Limnodrilus hoffmeisteri		26				200		11
Nais alpina	3	282						173
Nais communis		167				239	108	95
Nais elinguis		22						443
Pristina aequisetia								19
Rhyacodrilus falciformis		24				4		
Slavina appendiculata								5
Specaria josinae						114		
Spirosperma ferox		52				11		
Tubifex ignotus		8						
Tubifex tubifex		87					59	8
Vejdovskyella comata						18		
Erpobdellidae sp. 1								29
Glossiphonia complanata						15		
Helobdella stagnalis						31		
Lumbriculus variegatus	228	78	20		47	71	50	24
Stylodrilus heringianus		70				179		29
Arachnida								
Gibbaranea omoeda						21		
Centromerus arcanus						19		
Diplocephalus latifrons						9		
Diplocephalus picinus		3						

Helophora insignis								24
Leptorhoptrum robustum		4						
Obscuriphantes obscurus						2		
Pergamasus crassipes						50		
Mitopus morio				405				
Rilaena triangularis						15	41	
Camisia segnis						6		
Damaeus onustus						55		
Demodex folliculorum								3
Eupodidae sp. 1							173	
Hydrodroma torrenticola								11
Atractides nodipalpis			15					
Hygrobates fluviatilis		25				101		4
Hygrobates nigromaculatus								9
Lebertia inaequalis								16
Lebertia obscura						33		7
Mideopsis roztozcensis								2
Trombidiformes sp. 1							7	
Trisetacus relocatus	298							
Piona longipalpis						128		
Branchiopoda								
Chydorus sphaericus						270		15
Chilopoda								
Geophilus flavus								16
Collembola								
Entomobrya marginata						21		
Lepidocyrtus cyaneus		55						
Lepidocyrtus lanuginosus						53		
Anurophorus laricis		42						
Desoria olivacea						14		
Isotoma anglicana		25						
Pogonognathellus flavescens		11						
Xenylla szeptyckii		29				21		
Neanura muscorum						15		
Thaumanura carolii		28				53		
Dicyrtoma atra								2
Dicyrtoma fusca		46						
Sminthurinus aureus		47						
Allacma fusca		8						
Diplopoda								
Brachychaeteuma bradeae	208		297					
Cylindroiulus sp. 1		84						
Cylindroiulus punctatus		128						
Julus scandinavicus		530		70		130		5
Polydesmus angustus		106						3
Polydesmus denticulatus						5		
Hexanauplia								
Acanthocyclops sp. 1	12	3			928	33		
Acanthocyclops vernalis								19
Eucyclops serrulatus				250		3556		
Cyclopidae sp. 2						7		
Paracyclops fimbriatus					77			
Thermocyclops crassus						4449		77
Attheyella crassa						5		
Canthocamptidae sp. 1		10						
Coleoptera								
Cantharis obscura		8						
Carabus lafossei					100			
Carabus nemoralis			23					
Carabus violaceus	5430	11						
Cychrus caraboides	501							
Dromius agilis	481							
Elaphrus cupreus	636							
Limodromus assimilis	985				579	37		
Pterostichus sp. 1					269			
Pterostichus deuveasianus					122	7		
Pterostichus nigrita		3			128	3		
Rhagium mordax						6		

Chironomidae sp. 18						143	
Callosobruchus maculatus							78
Crepidodera aurata				68			
Galerucella lineola		2					
Phyllotreta tetrastigma					64		
Myzia oblongoguttata					31		
Atomaria nigrirostris		5					
Anisandrus dispar		41					
Dryocoetes alni		50					
Polydrusus mollis	426			1744			
Agabus adpressus	1052			16014			
Agabus leptapsis				517			
Deronectes sp. 1				3415		1019	
Deronectes latus				580	16	160	
Deronectes toledoii				214			
Hydroporus incognitus				433			
Megadytes glaucus		18			169		
Agriotes obscurus	93						
Ampedus sp. 1				276			
Ampedus nigrinus				407			
Athous haemorrhoidalis							9
Athous subfuscus	941						
Ctenicera pectinicornis		50					
Dalopius marginatus				63			
Hypnoidus riparius				21			
Liotrichus affinis					43		
Melanotus castanipes					43		
Pheletes aeneoniger	95						
Elmis sp. 1	1263		2316	3980		1020	
Elmis aenea	2178	68	2308	5661	177	1414	8
Limnius volckmari	37440	48	5172	15237	66	31983	59
Oulimnius tuberculatus							5
Helophorus brevipalpis		56					
Hydraena sp. 1	17	258					15
Hydraena anatolica		96			82		
Hydraena britteni					14		
Limnebius truncatellus	72			79			
Ochthebius metallescens	18						
Anacaena lutescens		12					
Heterhelus scutellaris				48			
Hylecoetus dermestoides				67			
Epuraea melanocephala	24431	115	2385			1491	
Ischnomera cinerascens	299						
Pericoma blandula	575	17	149	603	164		16
Aphodius ater				1080	58		
Aphodius rufipes							78
Contacyphon padi				1311			
Contacyphon ruficeps					319		
Elodes elongata				61	84		
Elodes marginata	4202		231	4858			
Elodes minuta		16	183		5		
Dianous coerulescens					21		
Leptusa pulchella				1324			
Lesteva pubescens	546			867			
Philonthus decorus	3215	11		1110	22		
Philonthus lederi					10		
Phloeocharis subtilissima							8
Plataraea sp. 1						84	
Quedius fuliginosus				1498	8		
Quedius umbrinus					10		
Tachinus signatus				599			
Xantholinus distans				766			
Dermaptera							
Chelidura guentheri		30			139		
Diptera							
Botanophila sp. 1				306			
Chirosia similata	123						
Delia sp. 1		7					

Egle ciliata	266							
Egle parvaeformis	2							
Pegomya sp. 1							7	
Cecidomyiidae sp. 1					7			
Cecidomyiidae sp. 2		6						
Peromyia pumiloides		20						
Forcipomyia titillans		30						
Ablabesmyia monilis							92	
Apsectrotanypus trifascipennis	24		118		3585	519	60	
Arctopelopia barbitarsis					105	12	66	10
Brillia bifida	2374	108	24		4631	401	676	6
Brillia longifurca	32099	4	2390		49007		6664	
Bryophaenocladus aestivus	460	14						
Camptocladius stercorarius	2772							4
Cardiocladius capucinus	4630	63	863				962	22
Chaetocladius sp. 1			1759		136			
Chaetocladius sp. 2					76			
Chaetocladius elisabethae	259				51	6		8
Chaetocladius laminatus		45						
Chaetocladius perennis								15
Chaetocladius piger						34		
Chironomus sp. 1	953						3424	
Chironomus sp. 2	186							
Chironomus sp. 3							803	
Chironomus sp. 4	2							
Chironomus sp. 5			32					
Chironomus commutatus							1376	4
Chironomus luridus						20		
Chironomus melanotus		16						9
Chironomus sollicitus		36						
Conchapelopia hittmairorum		124				850	90	54
Conchapelopia melanops					25073	64	6122	
Corynoneura sp. 1	77516		32809		2848		5625	5
Corynoneura sp. 1	77516	122	32809		2848	10	5625	5
Corynoneura sp. 2	32994		17175		1370		2930	
Corynoneura sp. 3	208							
Corynoneura sp. 4	309							
Corynoneura celtica	89243	1517	1572				16170	137
Corynoneura lobata					274			
Corynoneura scutellata	575							
Cricotopus sp. 1	19337	241	3486		1269	24	10564	76
Cricotopus annulator								12
Cricotopus bicinctus					371		26	
Cricotopus curtus		18						56
Cricotopus rufiventris	2180						138188	96
Cricotopus septentrionalis	1380		1521					
Cricotopus similis		222						279
Cricotopus skirwithensis	2213	2327					82	
Cricotopus tremulus	8757	262	2130	3			12203	83
Diamesa sp. 1	3243		50858		2947		5112	
Diamesa sp. 2	390						379	
Diamesa sp. 3			1354					
Diamesa bertrami			2395					
Diamesa latitarsis	1501	41	5129				173	
Diamesa tonsa	594	39	12560	13	590	16	1170	20
Diplocladius cultriger					1049		1234	
Eukiefferiella sp. 1	135						40	
Eukiefferiella brevicar	871					11	4320	
Eukiefferiella claripennis	6037	22	7099				5300	6
Eukiefferiella devonica	1165		1724					
Eukiefferiella dittmari	154494	447					4607	10
Eukiefferiella ilkleyensis	3366	65					24347	209
Gymnometrioctenus sp. 1	244	10					128	
Gymnometrioctenus sp. 2	1532		10481		1274			
Gymnometrioctenus sp. 3					402			
Gymnometrioctenus brumalis					673			
Gymnometrioctenus subnudus	358							
Gymnometrioctenus volitans	69						65	

Heterotanytarsus apicalis					2066	33		
Heterotrissocladius brundini					8			
Heterotrissocladius marcidus	32	54	12537	686	252	76	38	15
Hydrosmittia oxoniana	620	3						
Krenosmittia halvorseni	119	14						
Limnophyes sp. 1		8						
Limnophyes asquamatus						16		
Limnophyes edwardsi						20		
Limnophyes minimus	5334							
Limnophyes pentaplastus	1552				1276			
Macropelopia nebulosa	4604				3131	4	162	
Macropelopia notata					672	58		
Metriocnemus picipes	79	37						
Micropsectra sp. 1					2657			
Micropsectra appendica					54	17		
Micropsectra atrofasciata					1189	68	55	
Micropsectra contracta	161				2376	19	230	
Micropsectra junci		4			2751	64		
Micropsectra lacustris	6567	111					241	
Micropsectra notescens	66				76503	5326		4
Micropsectra pallidula	6475	6	13141		230780	3005	677	18
Micropsectra recurvata					17856	103		
Micropsectra roseiventris					1988			
Microtendipes brevitarsis					282			
Chironomidae sp. 1	21300	67	33223		65920	29	2754	209
Chironomidae sp. 12			72					
Chironomidae sp. 14							90	
Chironomidae sp. 15							46	
Chironomidae sp. 16					44			
Chironomidae sp. 18							567	
Chironomidae sp. 19					11			
Chironomidae sp. 5					155			
Chironomidae sp. 7	72				170		442	
Nanocladius rectinervis					109052	2394		
Natarsia punctata					5117	66		
Nilotanypus dubius	4165	261	1561		2158	138	6476	331
Orthocladius sp. 1							263	
Orthocladius ashei	108119	26025			31		15934	2055
Orthocladius dentifer					219762	2201		
Orthocladius frigidus	10101	326	24918		2547	8	22067	57
Orthocladius fuscimanus	1311	641	357		3910	2525	412	22
Orthocladius glabripennis			1473		17308	1196	502	6
Orthocladius lignicola	2148				1817	42	698	
Orthocladius rivulorum	509		636		482		7396	
Orthocladius rubicundus	2673	68					26039	459
Orthocladius saxosus	474		7037	16	495	9	453	
Orthocladius schnelli	15587	149			4501	228	5177	20
Parachironomus parilis					498			
Paracladopelma camptolabis	271	46			1772	316	605	
Paracricotopus niger	6534	6	3355		5284	239	14388	83
Parametriocnemus sp. 1							4270	
Parametriocnemus stylatus	178		439		577	230	879	58
Parapsectra uliginosa					128	10		
Paratanytarsus grimmii		25						
Paratanytarsus intricatus	535							19
Phaenopsectra flavipes						4		
Polypedilum sp. 1					75		177	
Polypedilum albicorne	9593	35	3897		14462	83	18679	77
Polypedilum albinodus	16						76	
Polypedilum convictum		71	17		458		1363	95
Polypedilum pedestre	5596		1467		17530	8	705	
Polypedilum pullum	411	66			17	29		
Potthastia gaedii	183		119				51	
Potthastia longimanus	1593	314					332	
Procladius sp. 1								4
Procladius appropinquatus							27	
Prodiamesa levanidovae					6148			
Prodiamesa olivacea	2550	22			7622	66	823	

Protanypus morio					324			
Pseudokiefferiella parva	603							
Pseudorthocladius pilosipennis	70							
Rheocricotopus atripes	1158	44			4185	48	995	
Rheocricotopus effusus		7					413	
Rheocricotopus fuscipes	9097		19545		245055	3528	5688	6
Rheopelopia sp. 1	6157		4376		1141		1954	
Rheopelopia sp.á1		112						
Rheopelopia maculipennis							4530	
Rheotanytarsus sp. 1	4697				58		14368	
Rheotanytarsus sp. 2	1680				142		10241	
Rheotanytarsus distinctissimus	19431	444	4801				4268	37
Rheotanytarsus illiesi		27						99
Rheotanytarsus pentapoda	493						2807	
Rheotanytarsus ringei	1131	4					17647	43
Sergentia prima						31		
Smittia sp. 1	448	23				35		
Smittia sp. 2	5468				823		506	
Smittia sp. 3					98			
Stempellina bausei							10673	29
Stempellinella brevis	606				68192	1389	64	
Stictochironomus sp. 1		18						10
Stictochironomus maculipennis		7					168947	6224
Synorthocladius semivirens	714		98		2398		185	
Tanytarsus brundini	1689	35	1443		63		160421	1418
Tanytarsus curticornis					132	20		
Tanytarsus debilis							1399	
Tanytarsus ejuncidus								47
Tanytarsus eminulus	182				82458	1974	8441	49
Tanytarsus formosanus					88			
Tanytarsus heusdensis					109	290	49719	1020
Tanytarsus lestagei								7
Tanytarsus palettaris	25							
Tanytarsus pseudoheusdensis	2560							
Tanytarsus striatulus	207							
Tanytarsus thomasi					64	400		
Tanytarsus usmaensis							366	
Tanytarsus verralli	635							
Tavastia sp. 1					342			
Thienemanniella caspersi	19457	20	76295		9578	17	2724	
Thienemanniella minuscula	615	6						
Thienemanniella obscura	73				688	2398	1	
Thienemannimyia carnea							495	
Thienemannimyia northumbrica	90						121	
Trissopelopia flavida	5210	90	29562	13	2247	104	577	
Trissopelopia longimana	956		5498		56047	2554	1436	52
Tvetenia bavarica	1377	43					3041	
Tvetenia calvescens	12899	212	21110	45	38207	796	3436	96
Tvetenia verralli	943	51					932	26
Zavrelia pentatoma		106						
Zavrelimyia sp. 1	3164				6164	165	607	
Zavrelimyia sp. 2					6111			
Zavrelimyia barbatipes		29				150		
Zavrelimyia divisa	4000	775	5051	279	17091	2514	1755	20
Zavrelimyia melanura	67				883			
Anopheles turkhudi	217		258		270		469	
Hilara sp. 1							14	
Hilara nitidula	30	38			142	9		
Rhamphomyia curvula			18					
Rhamphomyia sulcata	51		39					
Rhamphomyia umbripennis	1336	47						
Wiedemannia bistigma		7						
Wiedemannia bohemani	168		643				442	4
Fannia minutipalpis		6						
Antocha vitripennis	37518	159	7246				4291	3
Cheilotrichia cinerascens	18							
Dicranomyia didyma	375							
Eloeophila mundata		10						

Eloeophila trimaculata	650							
Epiphragma ocellare							663	
Lipsothrix ecucullata					94			
Lipsothrix errans		28				34		
Neolimnomyia batava					237	8		
Ormosia lineata			341					
Phylidorea fulvonervosa					794			
Lonchaea deutschi			747		759			
Lonchaea nitens	6							
Boletina basalis	296							
Boletina trivittata	60							
Sceptonia fumipes		149						
Dicranota sp. 1	1833		2285		257		404	
Dicranota bimaculata					1824			
Dicranota gracilipes	1490	9				2	132	
Dicranota pavida	144					6		
Dicranota robusta	415		524		2		113	5
Pedicia rivosa	315	35				14		
Tricyphona immaculata					73	11		
Megaselia sp. 1			904					
Phoridae BOLD-2016			2076					
Micropsectra sp. 2					9			
Pericoma blandula	2345	17	725		2900	164	278	16
Ulomyia fuliginosa		10						
Rhagio scolopaceus					131	5		
Scathophaga suilla	96							
Bradysia atroparva		522				34		11
Bradysia brevispina		7						
Bradysia vagans								12
Claustropyga abblanda						32		
Corynoptera irmgardis						11		
Corynoptera melanochaeta		19				113		
Corynoptera praeforcipata		26						16
Corynoptera trepida						193		
Epidapus schillei						17		
Xylosciara heptacantha		18				102		
Prosimulium sp. 1					469			
Prosimulium hirtipes	49515	623	55088	110	5909	47	1948	
Simulium sp. 1	31136	59	30720		2631		1186	
Simulium sp. 10	250							
Simulium sp. 11							53	
Simulium sp. 12					91			
Simulium sp. 2	25388	6	27159		725	77	1046	
Simulium sp. 3	10387		8617		8767		1038	
Simulium sp. 4	34658		11651					
Simulium sp. 5	3114		3658				319	
Simulium sp. 6	180		1700		2443		565	
Simulium sp. 7	4189		4571		1236		2147	
Simulium sp. 8							487	
Simulium sp. 9					127			
Simulium argyreatum		60						
Simulium aureum					655	37	585	
Simulium brevidens			70					
Simulium carthusiense	68	39	35		126	68	4	7
Simulium cryophilum	23534	213	19616		638		716	9
Simulium curvans	34427	62					3208	
Simulium dunfellense			215			7		
Simulium murmanum	246	4					93	
Simulium naturale	276		2987		5482		1187	
Simulium noelleri					2127	109		
Simulium ornatum					49			
Simulium posticatum								15
Simulium truncatum						31		
Simulium tuberosum							139	6
Simulium verecundum						21		
Simulium venum						39		
Simulium vulgare					11			
Apteromyia claviventris	705							

Spelobia clunipes		22						
Microchrysa polita	17							
Meliscaeva auricollis					301		94	
Syrphidae sp. 1			636					
Syrphus torvus	267		146					
Syrphus vitripennis							240	
Chrysops caecutiens					762	68		
Calolydella bicolor						8		
Cylindromyia brassicaria	314							
Phorocera obscura	480							
Tipula sp. 1	4856				196656	7		
Tipula sp. 2					215			
Tipula sp. 3					215			
Tipula benesignata					52			
Tipula grisescens						12		
Tipula maxima							1235	
Tipula nubeculosa			780					
Tipula scripta	432				507			
Tipula signata					199			
Tipula submarmorata	29	49			1192	1685		
Tipula unca					59	26		
Tipula varipennis	2257							
Trichocera regelationis	15							
Ephemeroptera								
Ameletus inopinatus	478	54						
Baetis fuscatus							40	
Baetis muticus		5246		298		514		108
Baetis niger	20404	2041	3701	127	34430	5545	218	
Baetis rhodani	212786	6104	106036	394	98211	5524	45878	772
Baetis scambus	2274	79	758		5909	182	613	24
Baetis subalpinus					70404	13053		
Centroptilum luteolum		27			453	3422		13
Baetidae sp. 1	96317		24616		191524		1467	
Afghanurus joernensis		190						
Heptagenia sulphurea								118
Leptophlebia marginata		45				208		2
Leptophlebia vespertina						490		
Siphonurus armatus	40	6			530			
Siphonurus croaticus						3		
Hemiptera								
Anthocoris nemorum						23		
Rhinocola aceris								28
Betulaphis quadrituberculata		15						
Clethrobium comes						36		
Elatobium abietinum								5
Myzocallis coryli								2
Periphyllus testudinaceus						8		
Philaenus spumarius						7		
Empoasca decipiens		31						
Gerris lateralis						56		
Cinara costata						10		
Loricula pselaphiformis						171		4
Blepharidopterus angulatus		18						
Pentatoma rufipes		60						3
Psylla alni		26				856		37
Hymenoptera								
Apis mellifera		140				90		
Trioxys pallidus						22		
Formica aquilonia						29		
Lasius niger						4		
Myrmica microrubra						24		
Megastigmus strobilobius		9						
Cladius sp. 1					664			
Cladius pallipes					119			
Dolerus sp. 1					117			
Empria sp. 1			336					
Empria candidata	6							
Empria pumila			197					

Hinatara recta							334	28
Monophasmus pallescens			21					
Monsoma pulveratum		18						
Stromboceros delicatulus					389	131		
Pachynematus obductus						224		
Lepidoptera								
Eudonia lacustrata		14						
Agriopsis aurantiaria		3						
Apocheima pilosaria								5
Deileptenia ribeata					97	430		
Epirrita christyi		23						
Operophtera brumata		12						
Operophtera fagata		23						
Peribatodes secundaria						10		
Phyllocnistis labyrinthella		35						
Phymatopus hecta						6		
Agrochola circellaris		12						
Agrochola macilenta								10
Amphipyra perflua		12						
Amphipyra pyramidea								104
Orthosia cerasi		6						
Notodonta torva		14						
Epinotia tenerana		37						
Ptycholoma lecheana		12				7		
Megaloptera								
Sialis fuliginosa	6	39						31
Sialis lutaria					525			
Neuroptera								
Hemerobius marginatus	3724	57	2428					
Plecoptera								
Capnopsis schilleri			2151					
Zwickyia bifrons	1761	37				362		
Siphonoperla burmeisteri	10624	559	6893			469		10
Leuctra sp. 1	1306					3		
Leuctra digitata	13958	93			1737	54		15
Leuctra fusca	59568	341	7071		4221	16	2218	18
Leuctra hippopus	1594				524	21		
Leuctra nigra		22				26		
Amphinemura borealis	81738	2306	16971	9	104817	3987	14009	79
Amphinemura standfussi	417	6	622372	7203	489	6	65	
Amphinemura sulcicollis	92	5590	104	1192	66	639		185
Nemoura avicularis					77	59	42	
Nemoura cinerea		117				1422		34
Nemoura flexuosa					19			
Nemurella pictetii	1404	3			37737	198		6
Diura nanseni	19	599						3
Isoperla grammatica		13	1527		16236	231	2026	
Brachyptera risi		25				19		
Taeniopteryx nebulosa	570							
Psocodea								
Mesopsocus laticeps							80	
Psocoptera								
Valenzuela burmeisteri	69	37				15	110	
Loensia fasciata						11		
Thysanoptera								
Thrips minutissimus								4
Trichoptera								
Apatania sp. 1							938	
Apatania cimbrica	117							
Apatania stigmatella	7486	27					643	
Beraeodes minutus						381		
Micrasema sp. 1							22	
Micrasema setiferum	644	21					10677	18
Agapetus ochripes		23						29
Goera pilosa								6
Silo pallipes	4601		4414		848		2679	
Hydropsyche pellucidula		183						40
Hydropsyche saxonica						73		

Hydropsyche siltalai		40			497		45
Hydroptila forcipata		15					
Hydroptila occulta				87			62
Ithytrichia lamellaris		7					
Oxyethira frici		13					
Crunoecia irrorata	629	4					
Lepidostoma hirtum	13274		3051		1264		2799
Athripsodes cinereus							12
Athripsodes commutatus						9	
Ceraclea annulicornis							11
Anabolia nervosa						107	16
Chaetopteryx sahlbergi					156		17
Chaetopteryx villosa		14		11	1666		45
Glyptotaelius pellucidus	5			208	12		
Halesus radiatus				1115	163		
Halesus tessellatus	278	635		157	428	107	176
Hydatophylax infumatus					675		
Limnephilus centralis					126		
Limnephilus extricatus					62		
Limnephilus fuscicornis							13
Limnephilus ignavus				374	111		
Limnephilus rhombicus					29		
Potamophylax cingulatus	509	785	22	161	602	30	45
Potamophylax latipennis		29				72	88
Philopotamus montanus	4598	1264	1336	253	1490		5
Wormaldia subnigra				15345	293	837	
Plectrocnemia conspersa		51	42		214		
Polycentropus flavomaculatus		41			78		
Lype phaeopa		38					38
Lype reducta		13			524		
Psychomyia pusilla		22					5
Rhyacophila fasciata					10		
Rhyacophila nubila		17					
Sericostoma sp. 1		108			2200		
Sericostoma personatum		765	228		2317		50
Malacostraca							
Gammarus alpinus		72					6
Trachelipus rathkii					9		
Ostracoda							
Candona candida					23		
Dolerocypris sp. 1				22745			
Dolerocypris fasciata					155		
Bryozoa							
Cristatella mucedo					11		
Hyalinella punctata					23		
Plumatella repens				31	57		
Cnidaria							
Hydra circumcincta		7					
Hydra oligactis					37		
Gastrotricha							
Chaetonotus sp. 11					116		
Chaetonotus aemilianus		75			88		
Chaetonotus borealis		89			6733		
Chaetonotus gelidus					161		
Chaetonotus jaceki					313		
Chaetonotus persimilis		128			197		9
Lepidodermella minus		3			23		
Chaetonotidae sp. 3					50		
Bivalvia							
Pisidium subtruncatum					29		
Gastropoda							
Ampullaceana balthica				19		534	
Sulcospira paludiformis					23		
Bathyomphalus contortus					2		
Platyhelminthes							
Stenostomum simplex					15		
Microstomum bispiralis					10		
Porifera							

Baikalospongia intermedia					13		
Rotifera							
Embata laticornis					4		
Philodinidae sp. 2							8
Philodina flaviceps		13			2807		36
Rotaria rotatoria					506		
Keratella cochlearis					1989		74
Ascomorpha ecaudis					321		
Polyarthra dolichoptera					16		
Synchaeta kitina					25		
Synchaeta tremula					8		
Actinopteri							
Carassius carassius					299		
Phoxinus phoxinus		258			23535		1472
Gasterosteus aculeatus							269
Perca fluviatilis					44		
Coregonus sp. 1		4					
Salmo salar		1706					124
Salmo trutta		4986			17960		1059
Petromyzontiformes							
Lampetra fluviatilis							351
Amphibia							
Rana temporaria		32					
Aves							
Anas platyrhynchos							25
Bucephala clangula							7
Mergus merganser							30
Columba palumbus							17
Gallus gallus		6					15
Meleagris gallopavo				32			
Fringilla coelebs		64					
Mammalia							
Canis sp. 1					3		
Felis sp. 1		82					33
Mustela vison		20					
Homo sapiens		46			2		
Arvicola amphibius					169		3
Microtus agrestis		12					
Mus musculus					92		25
Alces alces		17					

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 og et avdelingskontor i Oslo.