



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Sandvannsbekken i Degernesfjella, Rakkestad

Automatiske målinger av vannkvalitet og uttak av vannprøver for å
klarlegge levetilstand for fisk

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 108 | 2018



Roger Roseth og Øistein Johansen
Divisjon for miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE	Sandvannsbekken i Degernesfjella, Rakkestad. Automatiske målinger av vannkvalitet og uttak av vannprøver for å klarlegge levestandarder for fisk.
FORFATTER(E)/AUTHOR(S)	Roger Roseth og Øistein Johansen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
07.09.2018	4/108/2018	Åpen	10745	18/01212
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17- 02163-6	2464-1162	20	2	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:	KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:
Vannområde Glomma sør for Øyeren	Maria Bislingen

STIKKORD/KEYWORDS:	FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:
Sandvannsbekken, Degernesfjella, automatisk vannovervåking og vannprøver	Vannmiljøundersøkelser

SAMMENDRAG/SUMMARY:
<p>Etter oppdrag fra Vannområde Glomma sør for Øyeren har NIBIO gjennomført automatisk overvåking av vannkvaliteten i Sandvannsbekken i Degernesfjella i Rakkestad. Målingene har blitt gjennomført i perioden april 2017 til mai 2018. I løpet av måleperioden ble det tatt ut og analysert fire vannprøver.</p> <p>Bakgrunnen for at undersøkelsen ble gjennomført var manglende ørretbestand i bekken, til tross for gode fysiske forhold for gyting og oppvekst av ungfisk.</p> <p>Undersøkelsen har avklart at bekken tidvis har lav pH med forhøyede konsentrasjoner av giftig labilt aluminium. Under siste del av snøsmeltingen i april 2018 viste de automatiske målingene pH rundt 5,1 i en lengre periode. Mest sannsynlig var pH rundt 5 under store deler av snøsmeltingen. Flere avrenningsepisoder høsten 2017 ga surstøt med målt pH ned mot 5,3. Vannprøvene tatt ut 08.01.18 og 08.04.18 viste pH på henholdsvis 5,3 og 5,6 og labilt aluminium (LAI) på henholdsvis 73 og 50 µg Al/l. I henhold til Kroglund og Rosseland (2004) vil vannkvaliteter med pH lavere enn 5,5 og LAI høyere enn 35 µg/l raskt gi høy dødelighet for laksunger. I henhold til Serrano et al. (2008) vil humøse skogsbekker kunne ha høy dødelighet for ørretunger ved pH-verdier mellom 4,8 og 5,4 gjennom vårflommen.</p> <p>Undersøkelsen dokumenterer at lav pH og høy LAI mest sannsynlig er årsakene til at Sandvannsbekken ikke fungerer som gytebekk for lokal ørret. En bunndyrundersøkelse gjennomført våren 2018 viste kun forekomst av forsuretolerante arter.</p> <p>Bekken/vassdraget må kalkes for at Sandvannsbekken skal gi levelige vilkår for ørret.</p>

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Østfold
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Rakkestad
STED/LOKALITET: Sandvannsbekken

GODKJENT /APPROVED



EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ROGER ROSETH



Forord

På oppdrag fra Vannområde Glomma sør for Øyeren har NIBIO utført automatisk overvåking av vannkvalitet i Sandvannsbekken i Degernesfjella.

Roger Roseth har vært prosjektansvarlig fra NIBIO. Øisten Johansen (teamleder måleteknikk) har utført installasjon av måleutstyr samt vært ansvarlig for innsamling av data og uttak av vannprøver. Vannprøvene ble analysert av Eurofins Norge.

Ole Håkon Heier (NJFF Østfold og Midtre Degernes Grunneierlag) og Maria Bislingen (Daglig leder Vannområde Glomma sør for Øyeren) har utført vedlikehold av måleutstyret med 14 dagers intervaller.

Rapporten er skrevet av Roger Roseth i samarbeid med Øistein Johansen. Ole Håkon Heier og Maria Bislingen har gitt gode innspill til rapporten.

Kvalitetssikring er utført etter NIBIOs retningslinjer av Eva Skarbøvik.

Ås, 06.09.18

Roger Roseth

Innhold

1	Innledning.....	6
1.1	Vassdragsområde.....	7
1.2	Overvåkingsstasjon og vannprøver.....	7
1.3	Multiparametersensorer og loggere.....	9
2	Resultater kontinuerlige målinger.....	10
2.1	Vår og sommer 2017.....	10
2.2	Høst og vinter 2017.....	11
2.3	Vår 2018.....	13
3	Resultater vannprøver.....	15
4	Resultater bunndyr.....	17
5	Sammenfattende vurderinger.....	18
	Litteratur.....	20
	Vedlegg.....	21
	Litteratur.....	18
	Vedlegg.....	19

1 Innledning

Degernesfjella i Østfold er et stort sammenhengende naturområde med mange småvann, som er et viktig regionalt rekreasjonsområde (figur 1). Vassdragene er biologisk viktige, og har stor verdi for fritidsfiske etter ørret og andre fiskearter.

Deler av vassdragene i Degernesfjella, herunder Sandvannsbekken, har vært utsatt for forurening og dårlige forhold for fiskebestander og bunndyr. Fram til 2012 ble det utført innsjøkalking i 12 vann, men kalkingen ble stoppet i 11 vann etter faglige råd (NIVA 2012). For nedbørfeltet oppstrøms Sandvannsbekken ble kalkingen gjenopptatt i Nedre Hivann i 2016, men ikke i Stensvannet.

Vannområdet Glomma sør for Øyeren, NJFF Østfold og Fylkesmannen i Østfold har alle hatt ønske om å iverksette undersøkelser for å klarlegge biologiske forhold og levevilkår for fiskebestander i Degernesfjella. For Sandvannsbekken har det blitt gjennomført et biotop-prosjekt for å forbedre gyte- og oppvekstforhold for ørret gjennom rydding, tilrettelegging og utlegging av gytegrus og skjulesteiner.

Gjennomførte fiskeundersøkelser har vist at Sandvannsbekken ikke tjener som gyte- og oppvekstområde for lokal ørret, selv om det er gode fysiske forhold i bekken. Ørekyte er påvist.

Rapportert prosjekt ble iverksatt for å finne ut om variasjoner i lokal vannkvalitet kunne forklare mangel på ørret i Sandvannsbekken. Etter oppdrag fra Vannområde Glomma Sør har NIBIO gjennomført automatisk overvåking av vannkvaliteten i Sandvannsbekken samt uttak av vannprøver. Automatisk vannovervåking har foregått i periodene 20.04.17 – 08.01.18 og 08.04.18 – 25.05.18.

Rapporten gir oversikt over innsamlede resultater og vurderer disse i forhold til økologisk tilstand og forhold for fisk i Sandvannsbekken.

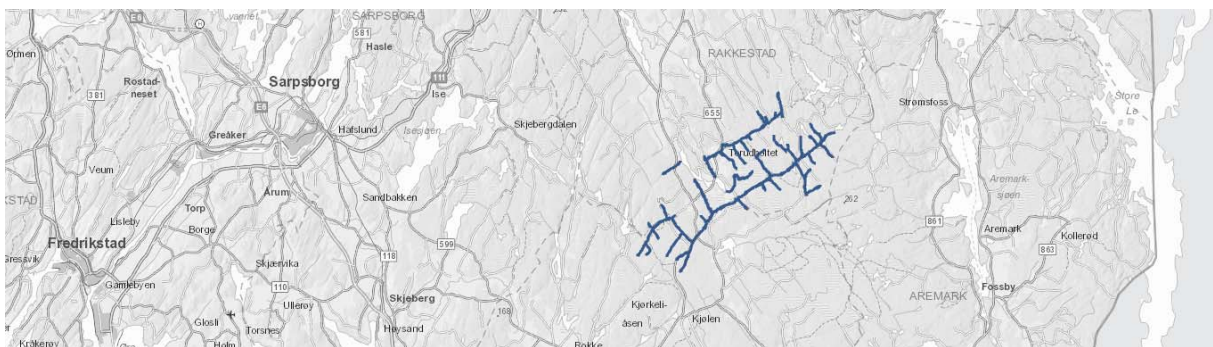


Figur 1. Fritidsfiske i Degernesfjella

Foto: Ole-Håkon Heier

1.1 Vassdragsområde

I henhold til VannNett hører Sandvannsbekken til i bekkefeltet Skjeklesjøen (figur 2) med avrenning til Rakkestadelta og Glommavassdraget. Bekkefeltet er typifisert som små kalkfattige vannforekomster med humøs vannkvalitet (Vanntype REL1221, nasjonal vanntype 6). Det har blitt gjennomført undersøkelser av alger og bunndyr samt tatt ut vannprøver i bekkefeltet. Undersøkelsene har vist at både påvekstalger og bunndyr er preget av forsurening. For påvekstalger viste forsuringindeksen (AIP) «Svært dårlig økologisk tilstand». For bunndyr viste forsuringindeksen (RAMI) «Moderat økologisk tilstand». Vannprøver har vist tilfredsstillende pH i området basert på klassegrenser for aktuell vanntype der humusinnholdet skal modifisere gifteffekter av labilt aluminium (LAl - uorganisk positivt ladd aluminium som kan gi gifteffekter på fisk gjennom at det avsettes på fiskegjeller). Vannprøvene har vist lave konsentrasjoner av nitrogen og fosfor uten indikasjoner på eutrofiering eller påvirkning av menneskelig aktivitet. Vannprøvene er i hovedsak tatt i innsjøer og tjern, og ikke under snøsmelting.



Figur 2. Kartet viser bekkefelt Skjeklesjøen i Rakkestad kommune (hentet fra VannNett)

1.2 Overvåkingsstasjon og vannprøver

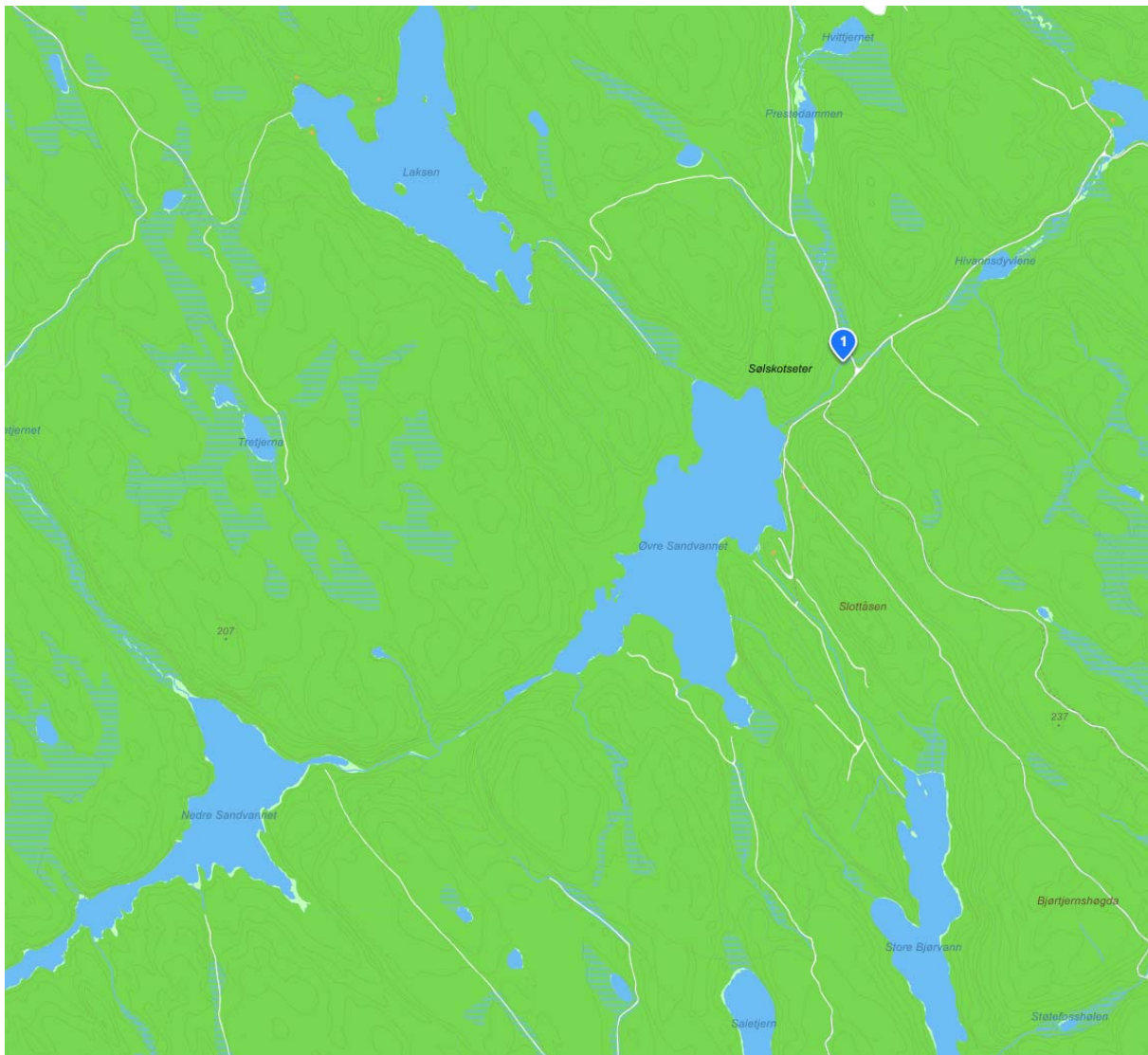
Overvåkingsstasjonen i Sandvannsbekken ble installert og satt i drift våren 2017, nærmere bestemt 20.04.17. Det ble utplassert en multiparametersensor for on-line måling av vannkvalitet.

Stasjonen ligger rett oppstrøms Øvre Sandvann nær Sølvskudtseter (figur 3 og 4), i et område der det har blitt utført biotopforbedrende tiltak i bekken. Det ble tatt vannprøver på den samme stasjonen. Rapporterte bunndyrprøver ble også tatt i det samme området.



Figur 3. Viser overvåkingsstasjonen i Sandvannsbekken

Foto: Øistein Johansen, NIBIO



Figur 4. Viser plassering av overvåkingsstasjonen i Sandvannsbekken, oppstrøms Øvre Sandvannet (Fra www.gulesider).

Overvåkingsstasjonen har vært i drift i periodene 20.04.17 til 08.01.18 og 08.04.18 til 28.05.18. Det har blitt gjennomført vedlikehold og rengjøring av målesonder med 14. dagers intervaller. Vedlikehold har blitt utført av Ole-Håkon Heier og Maria Bislingen.

I løpet av overvåkingsperioden har det blitt tatt ut 4 vannprøver. Analyseprogram og metoder framgår av vedlagte analysebevis (Vedlegg I).

Labilt aluminium (LAI) har blitt beregnet som differansen mellom reaktivt aluminium og ikke-labilt aluminium. LAI er da den fraksjonen som er sorbert i ionebytteren.

Bunndyrprøvene har blitt tatt ut i det samme området, som en del av et annet prosjekt, styrt av Vannområde Glomma sør for Øyeren. Bunndyrprøvene har blitt tatt ut av Rambøll AS, og har blitt bestemt og indekssklassifisert av Tronhus Bunndyrundersøkelser og Rambøll AS.

1.3 Multiparametersensorer og loggere

For on-line målinger på stasjonene blir det benyttet logger av typen SEBA UnilogCom og multiparametersensor av typen SEBA MPS-D8 sonde (figur 5). MPS har sensorer for måling av vannhøyde, vanntemperatur, ledningsevne, pH og turbiditet. For turbiditet har det blitt brukt sensor med måleområde 0-1000 NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Turbiditetsmåling måler mengden av reflektert lys fra partikler, og turbiditeten øker i takt med mengden lys som reflekteres tilbake. Loggeren programmeres for ønsket måleintervall, grenseverdier og telefonnummer for alarmer, tidspunkter for overføring og navn på stasjon.



Figur 5. Multiparametersensor for automatisk overvåking av vannkvalitet.

For Sandvannsbekken har det blitt utført målinger hver kvarter. Innsamlede data har blitt sendt til server for presentasjon på egen nettbasert portal for overvåkingsdata 2 ganger i døgnet. I data som presenteres i denne rapporten har opplagte feilmålinger blitt tatt ut. Oversikt over utelatte data oppbevares hos NIBIO og rådata er tilgjengelig på overvåkningsiden:

<http://bioweb08.bioforsk.no/seba/projects/login.php> (krever innlogging).

Multiparametersensoren ble plassert i et metallrør for beskyttelse av sonden. Slisser i røret sikrer god vanngjennomstrømning rundt sensorene.

2 Resultater kontinuerlige målinger

2.1 Vår og sommer 2017

Figur 6 viser vannhøyde, ledningsevne og pH i perioden 20.04.17 til 31.07.17. Vannhøyden i bekken viste variasjon med nedbør, men generelt så var vannhøyden avtakende utover sommeren og særlig i juli. Høyeste målte vannhøyde i denne perioden var ved oppstart i april. Laveste målte vannhøyde var i midten av juli, ca. 20 cm lavere.

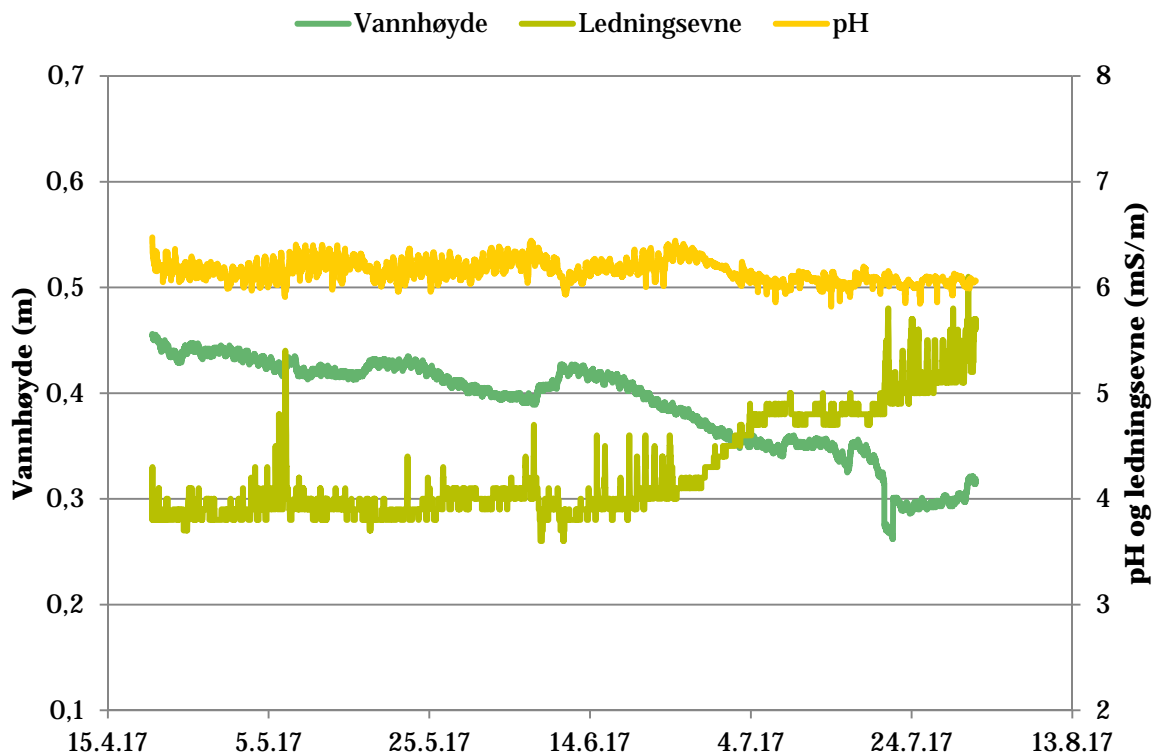
Ledningsevnen var lavest på våren (4 mS/m) og økte utover sommeren, med høyeste målte ledningsevne i slutten av juli (6 mS/m).

pH-verdien lå rundt 6 i hele måleperioden, med mindre variasjoner som følge av endret vannføring og algevekst. Målingene viste klare døgnvariasjoner i pH gjennom hele perioden som følge av algevekst og opptak av karbondioksid til fotosyntese på dagtid.

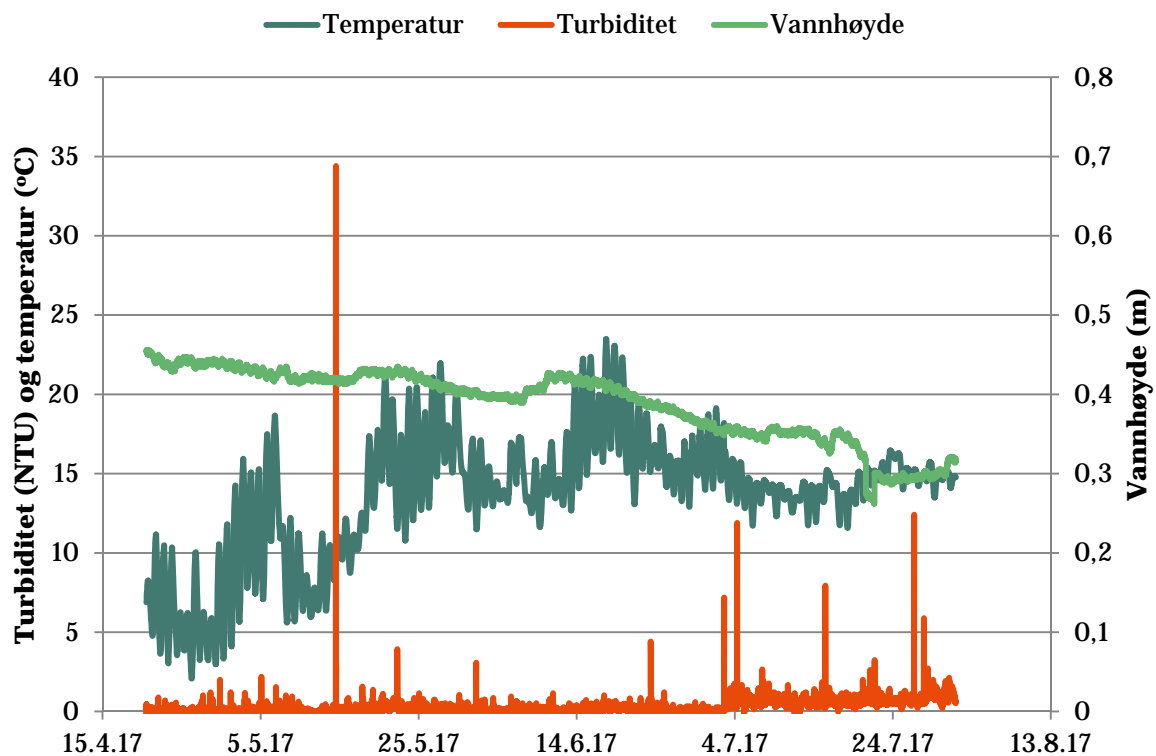
Figur 7 viser vanntemperatur, turbiditet og vannhøyde i Sandvannsbekken i samme måleperiode. Målingene viste lav turbiditet, med normal verdier fra 0 til 2 NTU. Det ble målt noen høyere enkeltverdier, men disse har liten betydning for vannmiljøet i bekken.

Vanntemperaturen øker utover sommeren. De høyeste vanntemperaturene ble målt i en varmeperiode midt i juni, da det ble registrert over 22 grader flere dager på rad og en maksimaltemperatur på 23,5 grader 17.06.17.

Yngel og ungfisk av ørret trives dårlig når vanntemperaturen overstiger 20 grader.



Figur 6. Vannhøyde, ledningsevne og pH i Sandvannsbekken i perioden 20.04.17 til 31.07.17.



Figur 7. Vanntemperatur, turbiditet og vannhøyde i Sandvannsbekken i perioden 20.04.17 til 31.07.17.

2.2 Høst og vinter 2017

Figur 8 viser vannhøyde, ledningsevne og pH i perioden 01.08.17 til 08.01.18. Vannhøyden viste stor variasjon som følge av flere episoder med stor nedbør og økt avrenning utover høsten. Vannhøyden økte mellom 20 og 30 cm over normalvannstand i perioder med kraftig nedbør. Maksimal variasjon i vannhøyde gjennom perioden var nærmere 40 cm.

Både pH og ledningsevne samvarierte med vannhøyden som følge av avrenning og nedbør.

Ledningsevnen varierte fra 6,6 til 3,3 mS/m. De høyeste verdiene ble målt i tørkeperioden i slutten av august og de laveste under flom tidlig i desember.

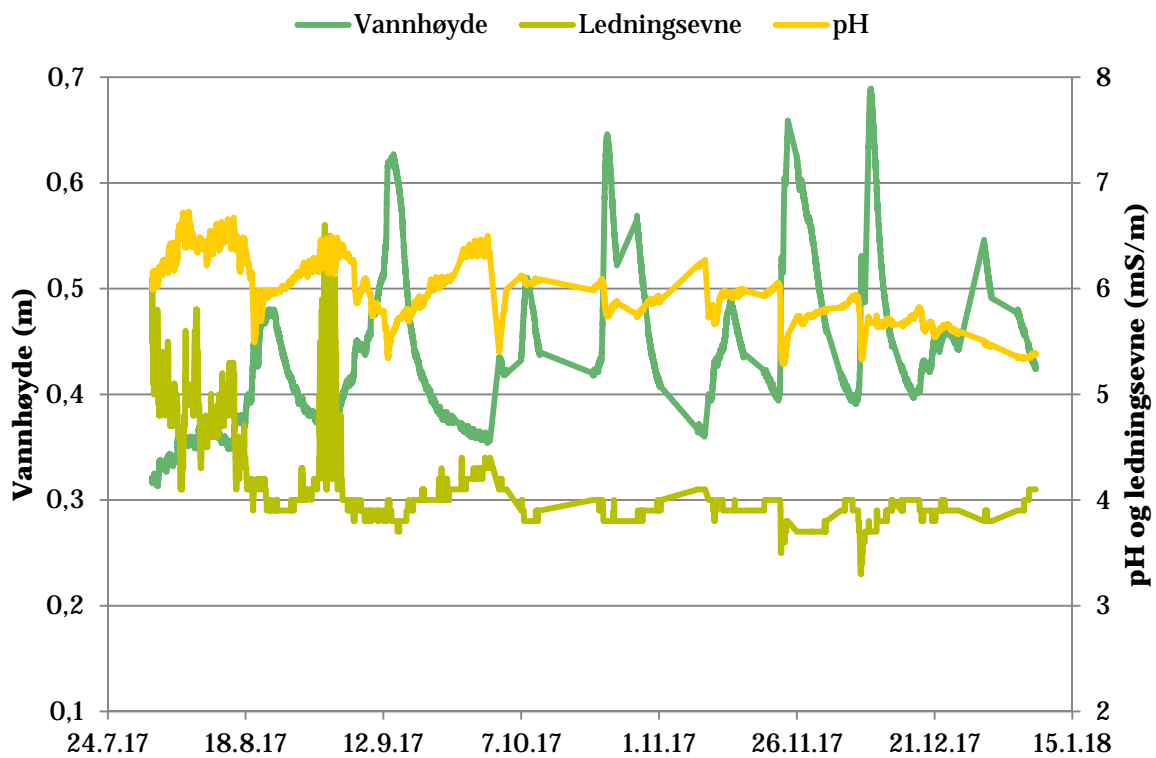
pH varierte fra 6,7 målt ved lav vannføring tidlig i august til 5,3 målt under avrenningsepisoder og i periode med stabilt lav pH i slutten av desember 2017 og tidlig januar 2018.

Det ble målt lavere pH-verdier i starten av hver avrenningsepisode. Episodene med lav pH hadde kort varighet, og ga typisk en endring i størrelsesorden 0,5 til 1 pH-enhet, ofte fra pH 6 til pH 5,5.

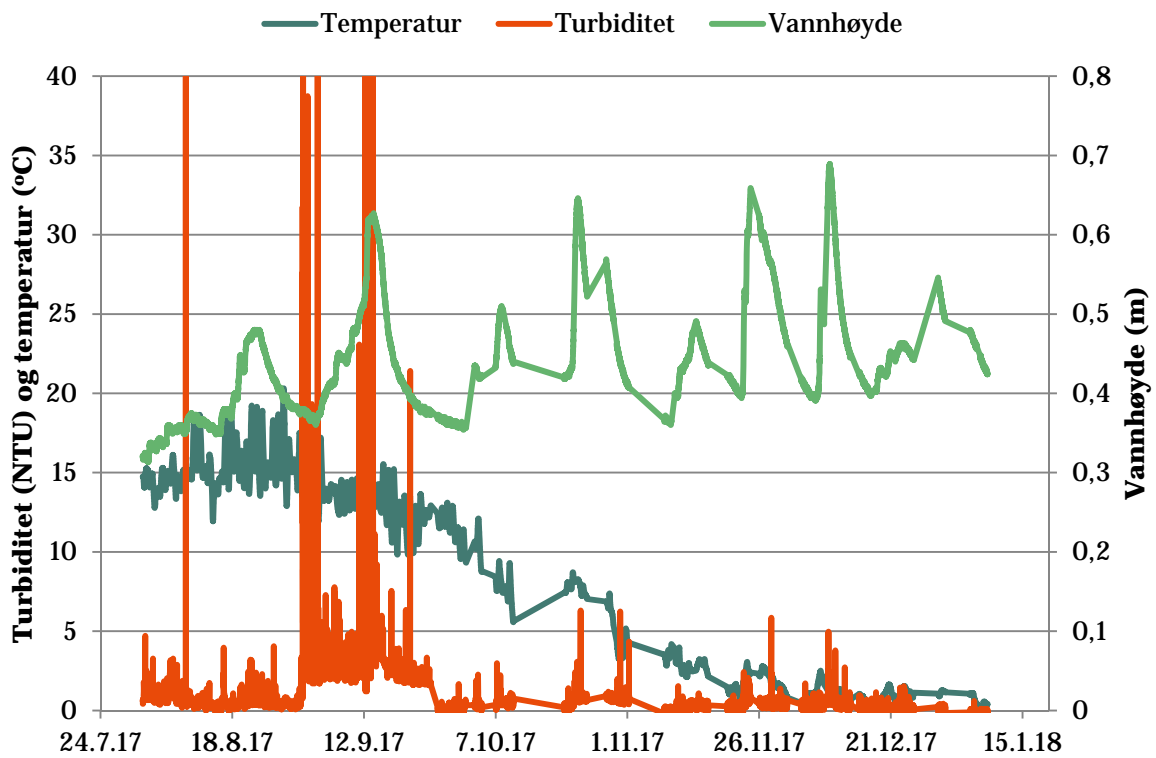
Figur 9 viser vanntemperatur, turbiditet og vannhøyde i samme måleperiode.

Turbiditeten viste noe større variasjon enn gjennom sommerperioden, med økt turbiditet i forbindelse med flommer. Normal variasjon var likevel i intervallet 0 til 5 NTU, men med noen høyere enkeltverdier. I september var det en periode med kraftig forhøyet turbiditet. Noen av disse målingene er sannsynligvis reelle som følge av spyleflom etter sommerens algeproduksjon og akkumulering av partikler på bekkebunnen. Deler av perioden med forhøyet turbiditet i september antas å kunne ha sammenheng med målefeil som følge av urenheter på turbiditetssensoren.

Vanntemperaturen avtar gradvis utover høsten og vinteren.



Figur 8. Vannhøyde, ledningsevne og pH i Sandvannsbekken i perioden 01.08.17 til 08.01.18.



Figur 9. Vanntemperatur, turbiditet og vannhøyde i Sandvannsbekken i perioden 01.08.17 til 08.01.18.

2.3 Vår 2018

Figur 10 viser vannhøyde, ledningsevne og pH for perioden 08.04 til 28.05 2018.

Ved oppstart av målingene var det stor vannføring som følge av avsluttende snøsmelting. Framover våren avtok vannhøyden gradvis som følge av mindre avrenning av smeltevann. To nedbørepisoder ga kortvarige økning i vannhøyden. Laveste vannhøyde målt 28.05.18 var 30 cm lavere enn vannhøyden ved oppstart av målinger 08.04.18.

Ledningsevne var relativt stabil gjennom måleperioden med verdier rundt 3 til 4 mS/m.

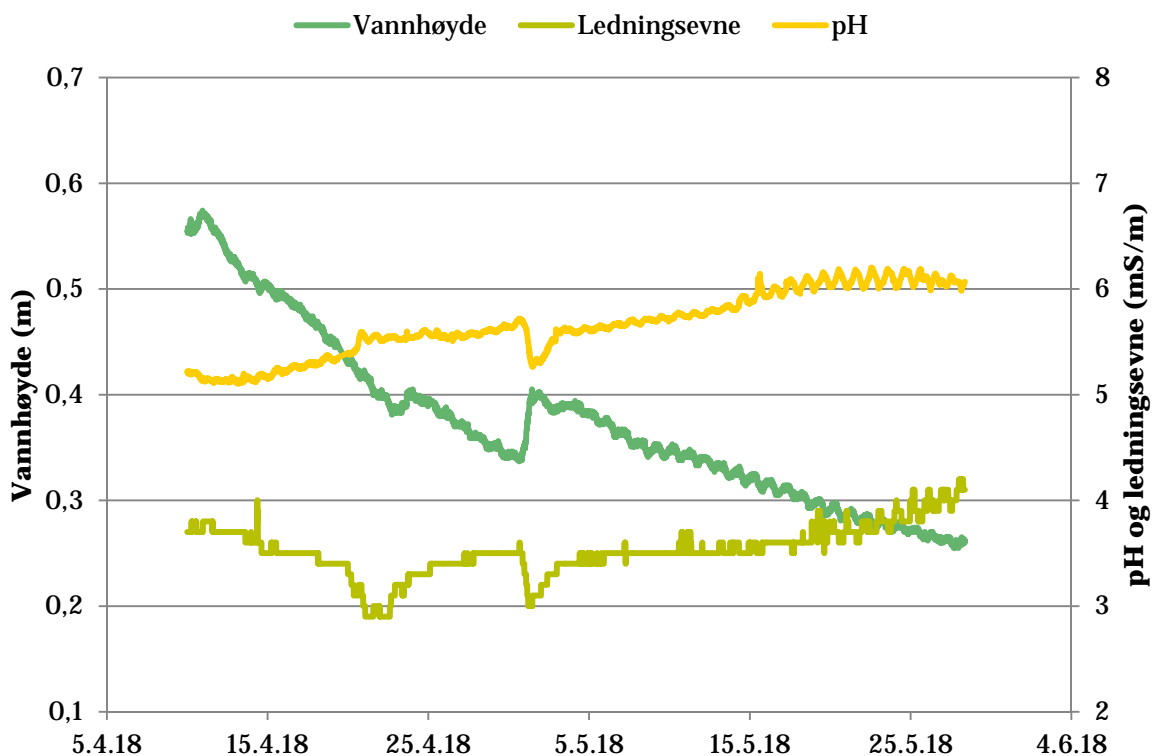
Nedbørepisodene ga kortvarige perioder med lavere ledningsevne. Mest sannsynlig har det vært en periode med noe høyere ledningsevne i bekken, når snøen startet å smelte. Dette skjer ofte som en effekt av selektiv utsmelting av ulike ioner som ligger i snøpakka. Dette har ikke blitt dokumentert som følge av at vinterdrift av stasjonen ikke var aktuelt.

pH varierte fra et minimum på 5,1 under snøsmelting til et maksimum på 6,2 i slutten av mai. pH steg gradvis utover våren, men viste gjennomgående lave verdier i hele april. Mest sannsynlig har det vært lave verdier for pH i januar, februar og mars også, men det har ikke blitt dokumentert med målinger. I mai økte døgnvariasjonen for pH som følge av økt algevekst i bekken.

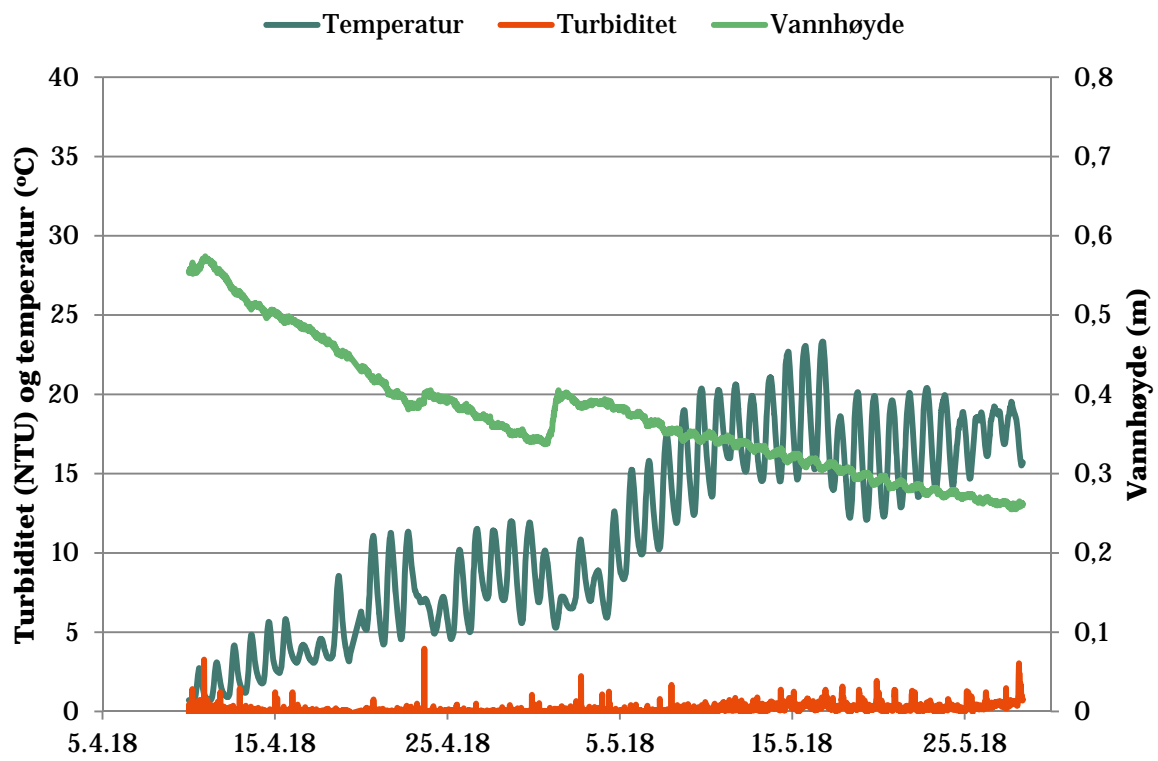
Figur 11 viser vanntemperatur, turbiditet og vannhøyde for perioden 08.04.18 til 28.08.18.

Vanntemperaturen stiger utover våren, fra et minimum under 1 til et maksimum på 23 grader. For den varme perioden i mai, var det flere dager hvor maksimal vanntemperatur var over 22 grader.

Turbiditeten var gjennomgående lav gjennom hele måleperioden med normal variasjon mellom 0 og 2 NTU. Økt avrenning som følge av snøsmelting og regn ga enkelte høyere verdier, men aldri over 5 NTU.



Figur 10. Vannhøyde, ledningsevne og pH i Sandvannsbekken i perioden 08.04.18 til 28.05.18.



Figur 11. Vanntemperatur, turbiditet og vannhøyde i Sandvannsbekken i perioden 08.01.18 til 28.05.18.

3 Resultater vannprøver

Tabell 1 viser analyseresultater for fire vannprøver fra Sandvannsbekken tatt ut i perioden 25.09.17 til 28.05.18.

pH varierte fra 5,3 til 6,4. De laveste pH-verdiene ble målt ved relativ høy vannføring etter snøsmelting og regn 08.01.18 og 08.04.18. De høyeste pH-verdiene ble målt i perioder med moderat til lav avrenning, og med potensielt stor algeproduksjon i bekken og ovenforliggende tjern, henholdsvis 25.09.17 og 28.05.18. Klassifisert iht. Veileder 02:2013 viste pH både god og moderat økologisk tilstand med hensyn til forsuring (Typifisering vanntype 6: Små kalkfattige og humøse vannforekomster).

Konsentrasjonene av giftig labilt aluminium (LAl) varierte fra ikke påvisbar til 73 µg/l. LAl samvarierte med pH. Klassifisert iht. Veileder 02:2013 viste LAl en variasjon fra svært god til dårlig tilstand med hensyn til forsuring.

Analyseresultatene for ledningsevne, turbiditet, alkalitet, fargetall og suspendert stoff er som normalt for en ren humøs og kalkfattig skogsbekk på Østlandet. Sandvannsbekken har høyt fargetall gjennom perioder med høy vannføring vinter og vår, over 80 mg Pt/l. For disse periodene tilsvarer fargetallet «Svært dårlig tilstand» iht. SFT 97:04.

Total fosfor ble påvist i lave konsentrasjoner, med en variasjon fra < 3 til 14 µg/l. Dette tilsvarer svært god økologisk tilstand iht. 02:2013.

Total nitrogen viste en variasjon fra 320 til 470 µg/l. Dette tilsvarer god eller moderat økologisk tilstand iht. Veileder 02:2013.

Totalt organisk karbon (TOC) varierte fra 7,6 til 11 mg/l, med de høyeste verdiene under flom og snøsmelting vinter og vår.

Tabell 1. Analyseresultater for pH, aluminiumsfraksjoner, ledningsevne, turbiditet, alkalitet, fargetall, SS, klorid, sulfat, total fosfor, total nitrogen, ammonium, nitrat, TOC og KOF_{Cr}.

Parameter	Enhet	25.09.2017	08.01.2018	08.04.2018	28.05.2018
pH*		6,1	5,3	5,6	6,4
Labilt Aluminium*	µg/l	22	73	50	0
Aluminium – reaktivt	µg/l	97	220	140	38
Aluminium – illabilt	µg/l	75	150	190	37
Ledningsevne	mS/m	3,72	5,34	3,55	3,67
Turbiditet**	FNU	1	1,2	0,96	0,95
Alkalitet**	mmol/l	0,09	<0,03	0,03	0,06
Fargetall**	mg Pt/l	59	87	81	48
Suspendert stoff**	mg/l	<2	<2	<2	<2
Klorid	mg/l	7,1	7,8	6,1	6,3
Sulfat	mg/l	2,37	2,38	2,31	2,45
Total Fosfor*	µg/l	<3	4,7	4	14
Total Nitrogen*	µg/l	330	320	410	470
Ammonium (NH ₄ -N)	µg/l	8,9	29	53	20
Nitrat	µg/l	6,9	54	100	12
Total organisk karbon (TOC)**	mg/l	9,4	11	11	7,6
Kjemisk oksygenforbruk (KOF _{Cr})	mg/l	<30	120	41	63

* Klassifisert etter Veileder 02:2013, elvetype 6 ** Klassifisert etter SFT 97:04

Tabell 2 viser analyseresultater for metaller og de viktigste kationer for fire vannprøver fra Sandvannsbekken i perioden 25.09.17 til 28.05.18. Analyseresultatene for metallene har blitt klassifisert iht. veileder M608 og SFT 97:04 (Vedlegg II)

Alle de miljøproblematiske metallene, dvs. arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink, viste konsentrasjoner tilsvarende klassifisering «Klasse 1: Bakgrunnsnivå» eller «Klasse 2: Ingen toksiske effekter».

Målte konsentrasjoner av jern viste en variasjon fra 200 til 350 µg Fe/l. Klassifisert iht. SFT 97:04 tilsvarer dette «Moderat» og «Dårlig» vannkvalitet.

Målte konsentrasjoner av mangan varierte fra 17 til 56 µg Mn/l. Klassifisert iht. SFT 97:04 tilsvarer dette en variasjon fra «Svært god» til «Moderat» vannkvalitet.

Tabell 2. Analyseresultater for miljøproblematiske metaller samt de viktigste kationene i ferskvann.

Parameter	Enhet	25.09.2017	08.01.2018	08.04.2018	28.05.2018
Arsen (As)*	µg/l	0,25	0,26	0,27	0,31
Bly (Pb)*	µg/l	0,21	0,55	0,41	0,4
Kadmium (Cd)*	µg/l	0,025	0,049	0,046	0,018
Kobber (Cu)*	µg/l	0,53	0,66	3,3	0,67
Krom (Cr)*	µg/l	0,14	0,4	0,24	0,15
Kvikksølv (Hg)*	µg/l	0,001	0,001	0,003	<0,001
Nikkel (Ni)*	µg/l	0,48	0,49	0,47	0,45
Sink (Zn)*	µg/l	5,5	8,7	7	4
Aluminium (Al)	µg/l	200	340	330	75
Barium (Ba)	µg/l	3,9	5,7	4,1	3,9
Jern (Fe)**	µg/l	200	320	290	350
Kalium (K)	mg/l	0,34	0,28	0,37	0,43
Kalsium (Ca)	mg/l	2,1	1,3	1,4	1,9
Kobolt (Co)	µg/l	0,35	0,54	1,1	0,24
Magnesium (Mg)	mg/l	0,73	0,63	0,63	0,65
Mangan (Mn)**	µg/l	17	23	56	15
Molybden (Mo)	µg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Natrium (Na)	mg/l	4,1	4,3	4	3,9

* Klassifisert etter M608 ** Klassifisert etter SFT 97:04

4 Resultater bunndyr

Våren 2018, nærmere bestemt 12.04.18, ble det tatt ut en bunndyrprøve i Sandvannsbekken. Prøven ble tatt ut av Rambøll AS og analysert og klassifisert av Tronhus Bunndyrundersøkelser og Rambøll. Resultater og klassifisering er vist i tabell 3. I en oppsummerende vurdering etter analyse og klassifisering konkluderes det med at prøven hadde et bra antall individer, og at samfunnet ble dominert av knott og små muslinger. Eutrofieringsindeksen ASPT viste god tilstand, mens forsuringsindeksene viste moderat tilstand. Alle EPT-grupper var representert i prøven (Døgnfluer, steinfluer og vårfluer).

Samlet ble prøven vurdert å tilsvare moderat økologisk tilstand, på bakgrunn av resultatene for forsuringsindeksene.

Tabell 3. Resultater for bunndyrundersøkelse gjennomført av Tronhus Bunndyrundersøkelser og Rambøll AS.

Sandvannsbekken									
Orden	Familie	Slekt	Art	Antall	ASPT	Forsuring1	Forsuring 2	Latin-id	
Oligochatea				1	1			143670	
Antall arter/taxa				1					
Diptera	Chironomidae			4	2			16822	
Diptera	Simuliidae			100	5			17891	
Diptera	Pediciidae			3				20873	
Diptera	Limoniidae			1				20518	
Diptera	Tipulidae			3	5			20297	
Antall arter/taxa				5					
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Leptophlebia sp.		1	10	0		49531	
Antall arter/taxa				1					
Trichoptera	Polycentropodidae	Polycentropus	irroratus	1		0		49956	
Trichoptera	Polycentropodidae	Polycentropus	flavomaculatus	8	7	0		49955	
Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsyche	siltalai	1	5	0,5		49727	
Trichoptera	Rhyacophilidae	Rhyacophila	nubila	14	7	0		49968	
Trichoptera	Limnephilidae	Potamophylax sp.		3	7	0		49891	
Antall arter/taxa				5					
Plecoptera	Taeniopterygidae	Brachyptera	risi	12	10	0		49627	
Plecoptera	Nemouridae	Protonemura	meyeri	1	7	0		49664	
Plecoptera	Nemouridae	Nemoura	cinerea	3		0		49656	
Plecoptera	Nemouridae	Nemurella	pictetii	2		0		49661	
Plecoptera	Nemouridae	Amphinemura	sulcicollis	48		0		49652	
Plecoptera	Nemouridae	Amphinemura sp.		9		0		49648	
Plecoptera	Leuctridae	Leuctra	fusca	35	10	0		49644	
Antall arter/taxa				6					
Veneroidea	Sphaeriidae			53	3			121319	
Antall arter/taxa				1					
Odonata	Cordulegastridae	Cordulegaster	boltoni	5	8			49582	
Antall arter/taxa				1					
Sum				308	6,21	0,5	0,50		
Antall taxa/EQR				20	0,901				
EPT-indeks (Ephemeroptera, Plecoptera og Thricoptera index)/nEQR				12	0,651				

5 Sammenfattende vurderinger

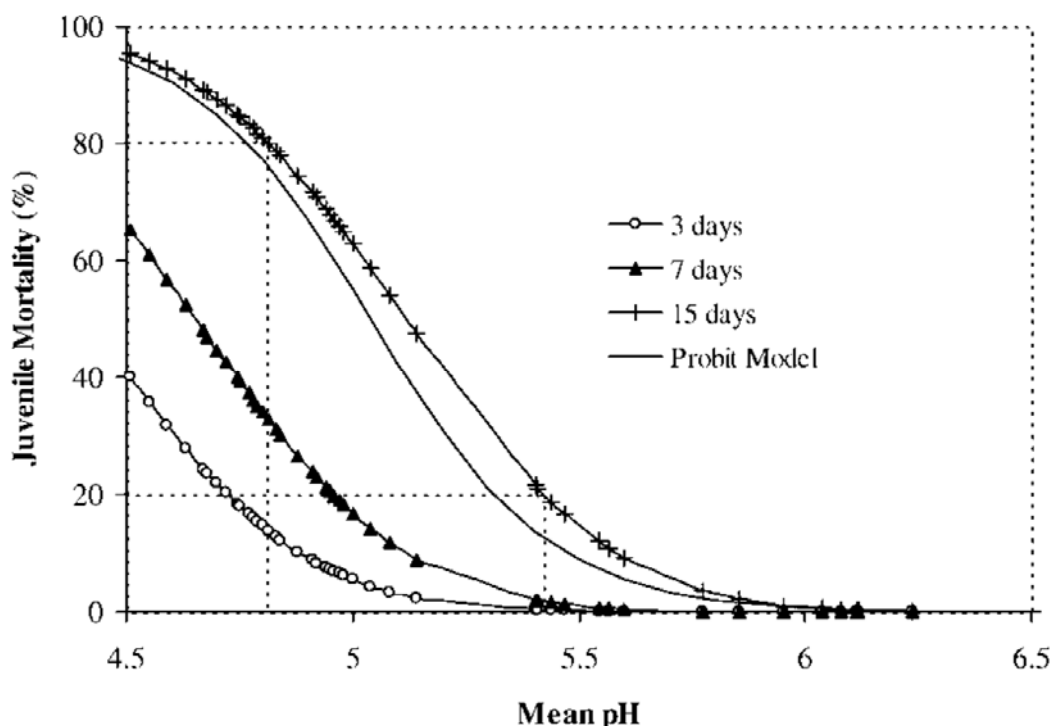
Fiskeundersøkelser har vist at Sandvannsbekken ikke tjener som gyte- og oppvekstområde for lokal ørret, til tross for gode fysiske forhold og bra vandringsmuligheter for lokal gytefisk. Ørekyt har imidlertid blitt påvist i bekken. Gjennomført undersøkelse med automatisk måling av vannkvalitet og uttak av vannprøver skulle klarlegge levetilstandene for fisk i bekken.

De automatiske målingene av vannkvalitet viste lave pH-verdier i Sandvannsbekken under snøsmelting våren 2018 samt periodisk under flommer høsten 2017. Laveste målte pH under snøsmelting i april 2018 var 5,1. Det er ikke usannsynlig at pH var rundt 5 i en lengre periode før målingene startet opp 08.04.18.

Vannprøven fra 08.04.18 viste en konsentrasjon av labilt aluminium (LAl) på 73 µg/l. I henhold til veileder 02:2013 tilsvarer dette dårlig tilstand med hensyn til forsurening. I henhold til Kroglund og Rosseland (2004) vil LAl > 35 µg/l og pH < 5,5 raskt kunne gi dødelighet for unger av laksefisk.

Bunndyrprøven fra samme stasjon indikerer også moderat økologisk tilstand mht. forsurening.

Serrano et al. (2008) undersøkte grensebetingelser for overlevelse av ørret i sure skogsbekker i Sverige under vårflom. Bekkene hadde høyt innhold av løst organisk karbon (DOC). Under vårflom økte DOC-konsentrasjonene i bekkene samtidig som bufferkapasiteten ble redusert. Dette førte til lav pH og forhøyede konsentrasjoner av monomert aluminium. Disse episodene ga høy dødelighet for ungfisk av ørret (1+, ettåringer) i bekkene. Dødeligheten korrelerte best med lav pH og mindre med forhøyede konsentrasjoner av monomert aluminium. Det oppsto økt dødelighet for ungfisk av ørret (1+) i pH-intervallet 4,8 – 5,4 ved eksponering over 2 uker. Med basis i undersøkelsene ble det etablert en empirisk modell for prediksjon av dødelighet av ungfisk (1+) av ørret i bekker med høyt humusinnhold. Både modellen (figur 12) og en tabell som oppsummerer en litteraturgjennomgang i den nevnte publikasjonen (tabell 4) er gjengitt under. Vurderingene synes å være relevante for Sandvannsbekken.



Figur 12. Empirisk modell for dødelighet av ørretunger (1+) i humøse bekker som funksjon av pH (Serrano et al. 2008)

Tabell 4. Effekt av pH og monomert aluminium (Al_i) på egg, yngel og ungfisk av ørret (Fra Serrano et al. 2008)

Stage	Values for mortality >40%	Experiment	Reference
Eggs	pH < 4.8–5.6 and Al_i > 20–310 $\mu\text{g/L}$	Lab	Skogheim and Rosseland (1984)
	Al_{tot} > 397 $\mu\text{g/L}$	Field	Weatherley et al. (1990)
Eyed eggs	pH < 4.5	Lab	Brown and Lynam (1981)
	pH = 4.5 and Al_i = 162 $\mu\text{g/L}$ reduced embryonic mortality (75% hatching); pH = 4.5, Al_i = 162 $\mu\text{g/L}$, and Ca = 0.8–8 mg/L increased egg survival (77.6% hatching)	Lab	Sayer et al. (1991)
Yolk sac fry	Al_{tot} = 15 $\mu\text{g/L}$	Field	Weatherley et al. (1990)
	pH = 4.5 and Al_i = 323 $\mu\text{g/L}$	Lab	Reader et al. (1991)
	pH = 4.5–5.5 and Al_i = 162 $\mu\text{g/L}$	Lab	Sayer et al. (1991)
	pH = 4.5 and Al_i = 324 $\mu\text{g/L}$	Lab	Çalta (2002)
Eyed eggs, yolk sac fry	pH < 4.0; no Al_i correlation observed	Field	This study
Fry	pH < 4.5–5.1 and Al_{tot} > 200–350 $\mu\text{g/L}$	Field survey	Barlaup and Åtland (1996)
Alevins	pH = 4.8–5.6 and Al_i > 20–310 $\mu\text{g/L}$	Lab	Skogheim and Rosseland (1984)
1-year-old fry	pH = 5.2–5.6; no Al_i correlation observed	Field	This study

Med basis i automatiske målinger av vannkvalitet, vannprøver og bunndyr samt referert litteratur synes forsurening og dannelse av giftig labilt aluminium (LAI) å være den mest sannsynlige årsaken til at Sandvannsbekken ikke er en viktig gyte- og oppvekstbekk for ørret fra Øvre Sandvannet. Om det er lav pH eller labilt aluminium som betyr mest for fravær av ørret er usikkert. Kalking kan bidra til bedret vannkvalitet, og bør vurderes gjeninnført, om bekken skal bidra til reproduksjon av lokal ørret.

I henhold til «Plan for kalking av vassdrag i Noreg, 2016 – 2021» (Miljødirektoratet 2016), så skal kalking kunne gjeninnføres dersom det ikke kan etableres levelige vilkår for ørret når tidligere kalking har blitt avsluttet.

Ørekyte har blitt registrert i bekken. Ørekyte vurderes som mer sensitiv for forsurening enn ørret (Hesthagen og Sandlund 1997). NIBIOs antagelse er at dette er ørekyte som reproducerer i Øvre Sandvannet, og som bruker bekken for næringssøk i perioder med god vannkvalitet. Litteratur indikerer at voksen ørekyte kan ha bra toleranse for perioder med surt vann (Mount 1973).

Det ble målt høye vanntemperaturer i bekken i juni 2017 og i mai 2018, med makstemperaturer over 22 grader gjennom flere dager. Dette gir dårlige forhold for yngel og ungfisk av ørret, men er neppe kritisk for forekomst av fisk i bekken. I henhold til Solomon og Lightfoot (2008) slutter brunørreten å vokse når vanntemperaturen overstiger 19,5 °C. En vanntemperatur over 25 °C i 7 dager vurderes som letal for ørret. Økt mengde kantvegetasjon kan bidra til å redusere vanntemperaturen om sommeren.

Det ble målt noe forhøyede konsentrasjoner av løste jernforbindelser i bekken, maksimalt 350 $\mu\text{g Fe/l}$, men det er innenfor det som ørret forventes å tåle. I henhold til Cadmus et al (2018) var Final Chronic Value (FCV) for ferskvannsorganismer 499 $\mu\text{g Fe/l}$, mens FCV for ørret var på 5146 $\mu\text{g Fe/l}$.

Litteratur

- Hesthagen, T. og Sandlund, O. T. 1997. Endringer i utbredelse av ørkyte i Norge: årsaker og effekter. NINA Fagrapport 013. ISBN 82-426-0804-0.
- Kroglund, F. og Rosseland, B. O. 2004. Effekter av forsureningsepisoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA-rapport 4797-2004. 45 s.
- Miljødirektoratet (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608. 24s
- Mount, D. 1973. Chronic effect of low pH on fathead minnow survival, growth and reproduction. *Water Research* 7 (7): 987 -993.
- NIVA 2012. Vurdering av fortsatt kalkingsbehov i kalkede innsjøer i Østfold. Rapport 6441-2012. 41 s.
- Serrano, I., Buffam, I., Palm, D., Brännäs, E and Laudon, H. 2008. Thresholds for survival of brown trout during the spring flood acid pulse in streams high in dissolved organic carbon. *Transactions of the American Fisheries Society* 137: 1363-1377.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. SFT-rapport 1997. ISBN 82-7655-368-0.
- Solomon, D. and Lightfoot, G. 2008. The thermal biology of brown trout and Atlantic salmon. ISBN 978-1-84432-932-8.
- Veileder 02:2013. 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Sandlund et al. 2013 (rev. 2015).

Vedlegg

Vedlegg I: Analyseresultater fra Sandvannsbekken

Prøvenr.:	439-2017-09260246	Prøvetaksdato:	25.09.2017		
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Sandvannsbekken	Analysestartdato:	26.09.2017		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
pH målt ved 23 +/- 2°C	6.1		1		NS-EN ISO 10523
Konduktivitet/ledningsevne ved 25°C	3.72	mS/m	0.1	10%	NS-EN ISO 7888
Turbiditet	1.0	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027
Alkalitet til pH 4,5	0.09	mmol/l	0.03	15%	NS EN ISO 9963-1
Fargetall	59	mg Pt/l	2	15%	NS-EN ISO 7887
Suspendert stoff	<2	mg/l	2		Intern metode
Klorid (Cl)	7.1	mg/l	0.1	10%	EPA Metode 325.2
Sulfat (SO4)	2.37	mg/l	0.1	20%	NS EN ISO 10304-1
Total Fosfor	<3	µg/l	3		NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	330	µg/l	10	10%	NS 4743
Ammonium (NH4-N)	8.9	µg/l	5	40%	NS EN ISO 11732
Nitrat + Nitritt (Σ(NO3+NO2)-N)	6.9	µg/l	5	30%	NS EN ISO 13395
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	9.4	mg/l	0.5	20%	NS EN 1484
Kjemisk oksygenforbruk (KOFcr)	<30	mg/l	30		Intern metode
a) Labilt Aluminium	22	µg/l	8		Kalkulering
a) Aluminium fraksjoner					
a) Aluminium - reaktivt	97	µg/l	8	30%	Intern metode
a) Aluminium - Illabilt	75	µg/l	8	35%	Intern metode
b) Arsen (As), filtrert					
b) Arsen (As), filtrert ICP-MS	0.25	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), filtrert					
b) Bly (Pb), filtrert ICP-MS	0.21	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), filtrert					
b) Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.025	µg/l	0.004	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), filtrert					
b) Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	0.53	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), filtrert					
b) Krom (Cr), filtrert ICP-MS	0.14	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
Kvikksølv (Hg)	0.001	µg/l	0.001	50%	NS-EN ISO 12846
b) Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	0.48	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), filtrert					
b) Sink (Zn), filtrert ICP-MS	5.5	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Aluminium (Al) ICP-MS	200	µg/l	1	20%	NS EN ISO 17294-2
b) Barium (Ba), filtrert	3.9	µg/l	1	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Jern (Fe), filtrert					
b) Jern (Fe), filtrert ICP-MS	200	µg/l	0.3	20%	NS EN ISO 17294-2
b) Kalium (K), filtrert	0.34	mg/l	0.1	20%	NS EN ISO 11885
b) Kalsium (Ca), filtrert	2.1	mg/l	0.05	10%	NS EN ISO 11885
b) Kobolt (Co), filtrert ICP-MS	0.35	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
b) Magnesium (Mg), filtrert	0.73	mg/l	0.1	15%	NS EN ISO 11885
b) Mangan (Mn), filtrert					
b) Mangan (Mn), filtrert ICP-MS	17	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
b) Molybden (Mo), filtrert ICP-MS	< 0.020	µg/l	0.02		NS EN ISO 17294-2
b) Natrium (Na), filtrert	4.1	mg/l	0.1	15%	NS EN ISO 11885

Prøvenr.:	439-2018-01080154	Prøvetaksdato:	08.01.2018		
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Sandvannsbekken	Analyselstartdato:	08.01.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
pH målt ved 23 +/- 2°C	5.3		1		NS-EN ISO 10523
Konduktivitet ved 25°C (målt ved 23 +/- 2°C)	534	mS/m	0.1	10%	NS-EN ISO 7888
Turbiditet	1.2	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027
Alkalitet til pH 4,5	<0.03	mmol/l	0.03		NS EN ISO 9963-1
Fargetall	87	mg Pt/l	2	15%	NS-EN ISO 7887
Suspendert stoff	< 2	mg/l	2		Intern metode
Klorid (Cl)	7.8	mg/l	0.1	10%	EPA Metode 325.2
Sulfat (SO4)	2.38	mg/l	0.1	20%	NS EN ISO 10304-1
Total Fosfor	4.7	µg/l	3	40%	NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	320	µg/l	10	10%	NS 4743
Ammonium (NH4-N)	29	µg/l	5	20%	NS EN ISO 11732
Nitrat + Nitritt (Σ(NO3+NO2)-N)	54	µg/l	5	20%	NS EN ISO 13395
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	11	mg/l	0.3	20%	NS EN 1484
Kjemisk oksygenforbruk (KOFcr)	120	mg/l	30	10%	Intern metode
a) Arsen (As), filtrert					
a) Arsen (As), filtrert ICP-MS	0.26	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb), filtrert					
a) Bly (Pb), filtrert ICP-MS	0.55	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd), filtrert					
a) Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.049	µg/l	0.004	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu), filtrert					
a) Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	0.66	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr), filtrert					
a) Krom (Cr), filtrert ICP-MS	0.40	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
Kvikksølv (Hg)					
a) Nikkel (Ni), filtrert	0.001	µg/l	0.001	50%	NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni), filtrert					
a) Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	0.49	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn), filtrert					
a) Sink (Zn), filtrert ICP-MS	8.7	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Aluminium (Al) ICP-MS					
a) Aluminium (Al) ICP-MS	340	µg/l	1	20%	NS EN ISO 17294-2
a) Barium (Ba), filtrert					
a) Barium (Ba), filtrert	5.7	µg/l	1	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Jern (Fe), filtrert					
a) Jern (Fe), filtrert ICP-MS	320	µg/l	0.3	20%	NS EN ISO 17294-2
a) Kalium (K), filtrert					
a) Kalium (K), filtrert	0.28	mg/l	0.1	20%	NS EN ISO 11885
a) Kalsium (Ca), filtrert					
a) Kalsium (Ca), filtrert	1.3	mg/l	0.05	10%	NS EN ISO 11885
a) Kobolt (Co), filtrert ICP-MS					
a) Kobolt (Co), filtrert ICP-MS	0.54	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Magnesium (Mg), filtrert					
a) Magnesium (Mg), filtrert	0.63	mg/l	0.1	15%	NS EN ISO 11885
a) Mangan (Mn), filtrert					
a) Mangan (Mn), filtrert ICP-MS	23	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Molybden (Mo), filtrert ICP-MS					
a) Molybden (Mo), filtrert ICP-MS	< 0.020	µg/l	0.02		NS EN ISO 17294-2
a) Natrium (Na), filtrert					
a) Natrium (Na), filtrert	4.3	mg/l	0.1	15%	NS EN ISO 11885
* Aluminium fraksjoner (reaktivt - illabilt)					
* Aluminium - illabilt	150	µg/l	8	30%	Intern metode
* Aluminium - reaktivt	220	µg/l	8	35%	Intern metode
* Labilt Aluminium	73	µg/l	8		Kalkulering [Kalkulering]

Prøvenr.:	439-2018-04100586	Prøvetaksdato:	08.04.2018		
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Sandvannsbekke	Analysestartdato:	10.04.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
pH målt ved 23 +/- 2°C	5.6		1		NS-EN ISO 10523
Konduktivitet ved 25°C (målt ved 23 +/- 2°C)	3.55	mS/m	0.1	10%	NS-EN ISO 7888
Turbiditet	0.96	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027
Alkalitet til pH 4,5	0.03	mmol/l	0.03	15%	NS EN ISO 9963-1
Fargetall	81	mg Pt/l	2	15%	NS-EN ISO 7887
Suspendert stoff	< 2	mg/l	2		Intern metode
Klorid (Cl)	6.1	mg/l	0.1	10%	EPA Metode 325.2
Sulfat (SO4)	2.31	mg/l	0.1	20%	NS EN ISO 10304-1
Total Fosfor	4.0	µg/l	3	40%	NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	410	µg/l	10	10%	NS 4743
Ammonium (NH4-N)	53	µg/l	5	20%	NS EN ISO 11732
Nitrat + Nitritt (Σ(NO3+NO2)-N)	100	µg/l	5	20%	NS EN ISO 13395
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	11	mg/l	0.3	20%	NS EN 1484
Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	41	mg/l	30	25%	Intern metode
a) Arsen (As), filtrert					
a) Arsen (As), filtrert ICP-MS	0.27	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb), filtrert					
a) Bly (Pb), filtrert ICP-MS	0.41	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd), filtrert					
a) Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.046	µg/l	0.004	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu), filtrert					
a) Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	3.3	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr), filtrert					
a) Krom (Cr), filtrert ICP-MS	0.24	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
Kvikksølv (Hg)	0.003	µg/l	0.001	50%	NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni), filtrert					
a) Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	0.47	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn), filtrert					
a) Sink (Zn), filtrert ICP-MS	7.0	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Barium (Ba), filtrert	4.1	µg/l	1	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Jern (Fe), filtrert					
a) Jern (Fe), filtrert ICP-MS	290	µg/l	0.3	20%	NS EN ISO 17294-2
a) Kalium (K), filtrert	0.37	mg/l	0.1	20%	NS EN ISO 11885
a) Kalsium (Ca), filtrert	1.4	mg/l	0.05	10%	NS EN ISO 11885
a) Kobolt (Co), filtrert ICP-MS	1.1	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Magnesium (Mg), filtrert	0.63	mg/l	0.1	15%	NS EN ISO 11885
a) Mangan (Mn), filtrert					
a) Mangan (Mn), filtrert ICP-MS	56	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Molybden (Mo), filtrert ICP-MS	< 0.020	µg/l	0.02		NS EN ISO 17294-2
a) Natrium (Na), filtrert	4.0	mg/l	0.1	15%	NS EN ISO 11885
* Aluminium fraksjoner (reaktivt - illabilt)					
* Aluminium - illabilt	140	µg/l	8	30%	Intern metode
* Aluminium - reaktivt	190	µg/l	8	35%	Intern metode

Prøvenr.:	439-2018-05310064	Prøvetaksdato:	28.05.2018		
Prøvetype:	Elvevann	Prøvetaker:	oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Sandvannsbekken 29.05.18	Analysestartdato:	31.05.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
pH målt ved 23 +/- 2°C	6.4		1		NS-EN ISO 10523
Konduktivitet ved 25°C (målt ved 23 +/- 2°C)	3.67	mS/m	0.1	10%	NS-EN ISO 7888
Turbiditet	0.95	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027
Alkalitet til pH 4,5	0.06	mmol/l	0.03	15%	NS EN ISO 9963-1
Fargetall	48	mg Pt/l	2	15%	NS-EN ISO 7887
Suspendert stoff	< 2	mg/l	2		Intern metode
Klorid (Cl)	6.3	mg/l	0.1	10%	EPA Metode 325.2
Sulfat (SO4)	2.45	mg/l	0.1	20%	NS EN ISO 10304-1
Total Fosfor	14	µg/l	3	20%	NS EN ISO 15681-2
Total Nitrogen	470	µg/l	10	10%	NS 4743
Ammonium (NH4-N)	20	µg/l	5	40%	NS EN ISO 11732
Nitrat + Nitritt (Σ(NO3+NO2)-N)	12	µg/l	5	30%	NS EN ISO 13395
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	7.6	mg/l	0.3	20%	NS EN 1484
Kjemisk oksygenforbruk (KOFcr)	63	mg/l	30	25%	Intern metode
a) Arsen (As), filtrert					
a) Arsen (As), filtrert ICP-MS	0.31	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb), filtrert					
a) Bly (Pb), filtrert ICP-MS	0.40	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd), filtrert					
a) Kadmium (Cd), filtrert ICP-MS	0.018	µg/l	0.004	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu), filtrert					
a) Kobber (Cu), filtrert ICP-MS	0.67	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr), filtrert					
a) Krom (Cr), filtrert ICP-MS	0.15	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
Kvikksølv (Hg)	<0.001	µg/l	0.001		NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni), filtrert					
a) Nikkel (Ni), filtrert ICP-MS	0.45	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn), filtrert					
a) Barium (Ba), filtrert	3.9	µg/l	1	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Jern (Fe), filtrert					
a) Jern (Fe), filtrert ICP-MS	350	µg/l	0.3	20%	NS EN ISO 17294-2
a) Kobolt (Co), filtrert ICP-MS	0.24	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Mangan (Mn), filtrert					
a) Mangan (Mn), filtrert ICP-MS	15	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
a) Molybden (Mo), filtrert ICP-MS	< 0.020	µg/l	0.02		NS EN ISO 17294-2
* Aluminium fraksjoner (reaktivt - illabilt)					
* Aluminium - illabilt	37	µg/l	8	30%	Intern metode
* Aluminium - reaktivt	38	µg/l	8	35%	Intern metode
a) Kalium (K), filtrert	0.43	mg/l	0.1	15%	According NEN EN ISO 17294-2
a) Kalsium (Ca), filtrert	1.9	mg/l	0.05	15%	According NEN EN ISO 17294-2
a) Magnesium (Mg), filtrert	0.65	mg/l	0.1	15%	According NEN EN ISO 17294-2
a) Natrium (Na), filtrert	3.9	mg/l	0.1	15%	According NEN EN ISO 17294-2

Vedlegg II: Underlag for vurdering av tilstandsklasser

Fra M608 (Miljødirektoratet 2016):

Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
	Bakgrunnsivå	Ingen toksiske effekter (AA-EQS)	Kroniske effekter ved langstids-eksponering (MAC-EQS)	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt toksiske effekter

Ferskvann (µg/l)					
Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Metaller:					
Kadmium	0,03				
<40 mgCaCO ₃ /l		0,08	0,45	4,5	> 4,5
40- <50 mgCaCO ₃ /l		0,08	0,45	4,5	> 4,5
50 - <100 mgCaCO ₃ /l		0,09	0,6	6	> 6
100 - <200 mgCaCO ₃ /l		0,15	0,9	9	> 9
>200 mgCaCO ₃ /l		0,25	1,5	15	> 15
Bly	0,02	1,2	14	57	> 57
Nikkel	0,5	4	34	67	> 67
Kvikksølv	0,001	0,047	0,07	0,14	> 0,14
Kobber	0,3	11	11	15,6	> 15,6
Sink	1,5	11	11	60	> 60
Arsen	0,15	4,8	8,5	85	> 85
Krom	0,1	3,4	3,4	3,4	> 3,4

Fra 97:04 (Miljødirektoratet/SFT 1997).

Virknings av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I «Meget god»	II «God»	III «Mindre god»	IV «Dårlig»	V «Meget dårlig»
Næringssalter	Total fosfor, µg P/l	<7	7 - 11	11 - 20	20 - 50	>50
	Klorofyll a, µg/l	<2	2 - 4	4 - 8	8 - 20	>20
	Siktedyb, m	>6	4 - 6	2 - 4	1 - 2	<1
	Prim. prod., g C/m ² år	<25	25 - 50	50 - 90	90 - 150	>150
	Total nitrogen, µg/l	<300	300 - 400	400 - 600	600 - 1200	>1200
Organiske stoffer	TOC, mg C/l	<2,5	2,5 - 3,5	3,5 - 6,5	6,5 - 15	>15
	Fargetall, mg Pt/l	<15	15 - 25	25 - 40	40 - 80	>80
	Oksygen, mg O ₂ /l	>9	6,5 - 9	4 - 6,5	2 - 4	<2
	Oksygenmetn. %	>80	50 - 80	30 - 50	15 - 30	<15
	Siktedyb, m	>6	4 - 6	2 - 4	1 - 2	<1
	KOF _{Mn} , mg O ₂ /l	<2,5	2,5 - 3,5	3,5 - 6,5	6,5 - 15	>15
	Jern, µg Fe/l	<50	50 - 100	100 - 300	300 - 600	>600
Mangan, µg Mn/l	<20	20 - 50	50 - 100	100 - 150	>150	
Forsurende stoffer	Alkalitet, mmol/l	>0,2	0,05 - 0,2	0,01 - 0,05	<0,01	0,00
	pH	>6,5	6,0 - 6,5	5,5 - 6,0	5,0 - 5,5	<5,0
Partikler	Turbiditet, FTU	<0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 5	>5
	Susp. stoff, mg/l	<1,5	1,5 - 3	3 - 5	5 - 10	>10
	Siktedyb, m	>6	4 - 6	2 - 4	1 - 2	<1
Tarmbakterier	Termotol. koli. bakt., ant./100 ml	<5	5 - 50	50 - 200	200 - 1000	>1000

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.