

# Ny E39 Mandal øst – Mandal by

## Førkartlegging av vannforekomster

Midtveisrapport

Øyvind Kaste, NIVA  
4.4.2019

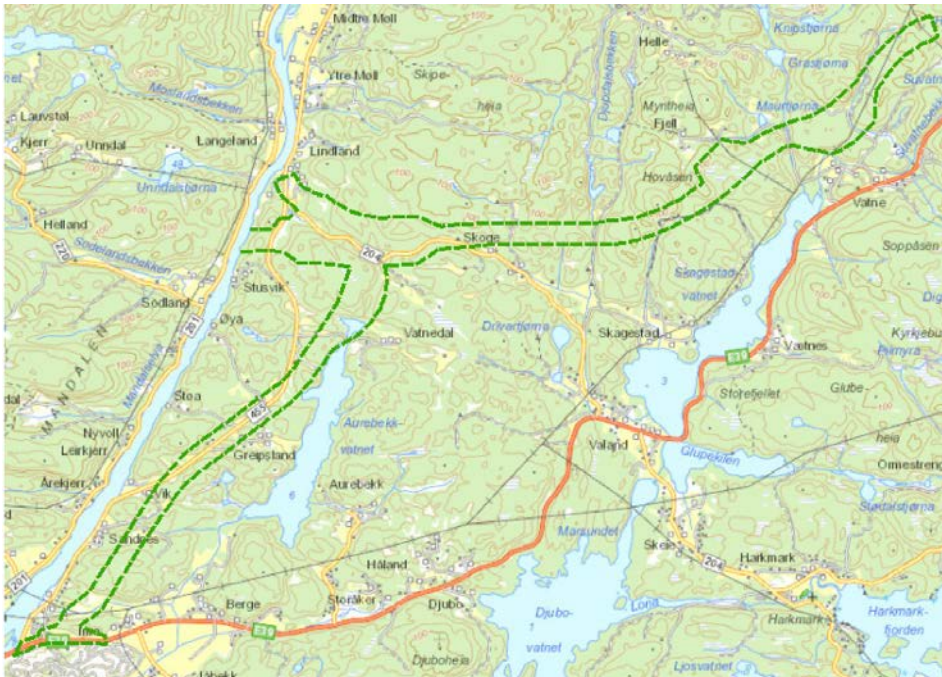
# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Introduksjon.....</b>	<b>3</b>
1.1	Bakgrunn .....	3
1.2	Om rapporten .....	3
<b>2</b>	<b>Metode .....</b>	<b>4</b>
2.1	Overvåkingsprogrammet .....	4
2.2	Vannkjemi .....	6
2.2.1	Bekke- og elvestasjoner.....	6
2.2.2	Innsjøstasjoner .....	6
2.3	Bunndyr.....	6
2.3.1	Prøvetaking.....	6
2.3.2	Taksonomisk bestemmelse .....	7
2.3.3	Indeksberegning og tilstandsklassifisering .....	7
2.4	Påvekstalger.....	8
2.4.1	Prøvetaking.....	8
2.4.2	Taksonomisk bestemmelse .....	8
2.4.3	Indeksberegning og tilstandsklassifisering .....	8
2.5	Fiskeundersøkelser og bonitering.....	9
<b>3</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>10</b>
3.1	Vannkjemi, bekker og elver .....	10
3.1.1	Næringsalter .....	10
3.1.2	Organisk stoff og partikler .....	10
3.1.3	Forsuringsparametere.....	10
3.1.4	Metaller .....	11
3.1.5	PAH og THC/olje .....	11
3.2	Vannkjemi, innsjøer .....	21
3.3	Bunndyr i bekkene .....	21
3.4	Påvekstalger i bekkene .....	21
3.5	Fisk i bekkene.....	21
<b>4</b>	<b>Diskusjon .....</b>	<b>22</b>
4.1	Klassifisering av miljøtilstand i bekker og elver .....	22
4.1.1	Inndeling i vanntyper.....	22
4.1.2	Klassifisering av økologisk tilstand .....	22
4.1.3	Tilstand for fisk .....	23
4.1.4	Fysiske og kjemiske støtteparametere.....	23
4.1.5	Samlet klassifisering, bekker og elver .....	24
4.2	Klassifisering av kjemisk tilstand i bekker og elver .....	24
4.3	Klassifisering av miljøtilstand i innsjøene .....	26
<b>5</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>27</b>

# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn

Det skal i forbindelse med Nye Veiers utbygging av veistrekningen E39 Mandal-øst – Mandal by gjennomføres en før-kartlegging av vannforekomster som må antas å bli berørt av veiprojektet. Utbyggingsområdet består av omtrent 7 km europavei samt 6 km tilførselsvei til Mandal by, se **Figur 1** med korridor markert med grønt.



**Figur 1.** Utbyggingsområdet

## 1.2 Om rapporten

Denne rapporten inneholder en kort omtale av feltarbeidet og vannanalyser som er gjennomført i perioden oktober 2018 til februar 2019.

## 2 Metode

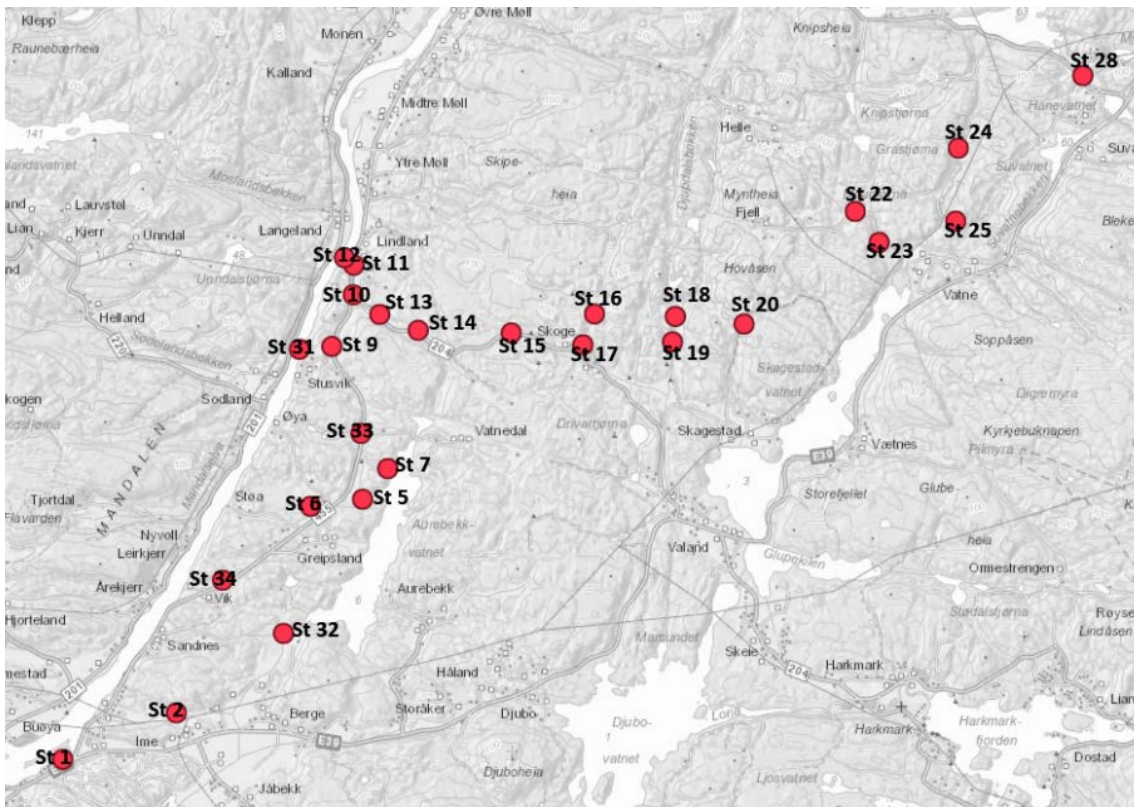
### 2.1 Overvåkingsprogrammet

Programmet består av 26 bekke- og elvestasjoner og 8 innsjøstasjoner fordelt på de ulike delene av utbyggingsområdet. Noen av stasjonene vil ligge oppstrøms utbyggingsområdet og vil således fungere som referanse for stasjoner nedstrøms som senere vil berøres av utbyggingen.

Bekke- og elvestasjonene undersøkes med hensyn til vannkjemi, bunndyr, Påvekstlger og fisk. I tillegg skal det i sammenheng med feltarbeidet rapporteres om elvemusling eller amfibier observeres. Innsjøstasjonene skal undersøkes med hensyn til fysiske og kjemiske forhold samt klorofyll a. **Tabell 1.** gir en oversikt over stasjoner og undersøkelsesprogram. Lokalisering av bekke- og innsjøstasjonene er vist i hhv. **Figur 2** og **Figur 3**.

**Tabell 1.** Stasjoner og undersøkelsesprogram. Posisjon for vannkemistasjon er gitt. Eksakt plassering av biologistasjonene kan avvike (se vedlegg A). ue = stasjoner som ikke var egnet for elfiske.

Bekkestasjoner:		Lat	Lon	Vannkjemi	Bunndyr	Begroing	Fisk
1	Mandalselva v/Årøy	58.0355	7.4862	x			
2	Jordbruksgrøft/stikkrenne	58.0371	7.4994	x			
5	Innl. Aurebekkv. I	58.0553	7.5232	x	x	x	x
6	Innl. Aurebekkv. II	58.0543	7.5157	x			ue
7	Innl. Aurebekkv. III	58.0579	7.5264	x	x	x	x
9	Oppstr. Lindlandstj. V	58.0669	7.5162	x			ue
10	Nedstr. Lindlandstj. I	58.0711	7.5185	x	x	x	
11	Nedstr. Lindlandstj. II	58.0734	7.5181	x	x	x	x
12	Mandalselva v/Lindland	58.0746	7.5180	x			
13	Innl. Lindlandstj. Ø (Ned)	58.0698	7.5227	x	x	x	x
14	Innl. Lindlandstj. Ø (Midt)	58.0689	7.5286	x	x	x	x
15	Innl. Lindlandstj. Ø (Øver)	58.0695	7.5423	x	x	x	x
16	Stemmen øverst	58.0717	7.5542	x	x	x	x
17	Stemmen v/Skojeveien	58.0692	7.5530	x	x	x	x
18	Utl. Hellerlona	58.0722	7.5661	x			
19	Bekk fra Hellerlona	58.0702	7.5661	x	x	x	x
20	Oppstr. Skrekkmyra	58.0722	7.5763	x			
22	Bekk nedstr. Maurtj	58.0819	7.5908	x	x	x	x
23	Maurtjørnb. nedstr. trasé	58.0797	7.5948	x	x	x	x
24	Oppstr. Flegemyran	58.0877	7.6049	x			
25	Flegemyrb. nedstr. trasé	58.0820	7.6057	x	x	x	x
28	Utl. Systadvatn	58.0944	7.6220	x	x	x	x
31	Mandalselva v/Stusvik	58.0649	7.5117	x			
32	Utløp Aurebekkvann	58.0442	7.5138	x	x	x	x
33	Nedstr. Venselmyra (innl. Aurebekkv.)	58.0588	7.5227	x	x	x	ue
34	Nedstr. Viksmyra (innl. Mandalselva)	58.0478	7.5040	x	x	x	x
<b>Innsjøstasjoner:</b>							
3	Aurebekkv. Sør	58.0465	7.5235	x			
4	Aurebekkv. Midt	58.0564	7.5280	x			
8	Vatnedalstj. (Aurebekkv. N)	58.0618	7.5307	x			
21	Skagestadvatn	58.0750	7.5973	x			
26	Suvatn	58.0886	7.6197	x			
27	Mjåvatn	58.0964	7.6279	x			
29	Systadvatn	58.0976	7.6127	x			
30	Hanevatn	58.0926	7.6271	x			



Figur 2. Bekke- og elvestasjoner



Figur 3. Innsjøstasjoner (kart lages senere)

## 2.2 Vannkjemi

### 2.2.1 Bekke- og elvestasjoner

Bekkestasjonene er prøvetatt månedlig og analysert med hensyn til analysevariablene i **Tabell 2**. PAH-16 og THC/olje er analysert annenhver måned, mens de øvrige variablene er analysert hver måned.

**Tabell 2.** Vannkjemiske analysevariable, bekker

Næringsstoffer og næringsforbindelser	Metaller	Andre parametere
Total Fosfor (total-P)	Aluminium; totalt, reaktivt, og ikke-labilt	pH
Total Nitrogen (total-N)	Jern (Fe)	Ledningsevne
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	Arsen (As)	Suspendert Stoff (SS)
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	Kadmium (Cd)	Turbiditet
	Krom (Cr)	TOC
	Kobber (Cu)	Sulfat (SO <sub>4</sub> )
	Kvikksølv (Hg)	Alkalitet pH 4.5
	Mangan (Mn)	Klorid (Cl)
	Nikkel (Ni)	Kalsium (Ca)
	Bly (Pb)	Kalium (K)
	Sink (Zn)	Natrium (Na)
		Magnesium (Mg)
		Polyaromatiske hydrokarboner (PAH-16)
		THC/Olje (C5-C35)

### 2.2.2 Innsjøstasjoner

Prøvene må tas i løpet av plantenes vekstsesong for å kunne klassifisere innsjøer i henhold til vanddirektivet (Direktoratsgruppa 2018). Innsjøstasjonene undersøkes derfor månedlig i perioden mai til oktober.

Det logges temperatur, pH, konduktivitet, turbiditet og oksygenmetning med sonde i hele vannsøylen ned til ca. 2 m over sedimentoverflaten eller maksimalt ned til 30 m dyp. Samtidig måles det siktedyp med secchi-skive.

I tillegg tas det en blandprøve fra 0 til 5 meters dyp som analyseres med hensyn til: pH, alkalitet, turbiditet, TOC, Tot-P, Tot-N, NH<sub>4</sub>- N, reaktivt- og ikke-labilt aluminium, samt Klorofyll-a.

## 2.3 Bunndyr

Bunndyr undersøkes høst og vår på inntil 17 stasjoner (jf **Tabell 1**).

### 2.3.1 Prøvetaking

Bunndyr prøvetas så sent på høsten som mulig (november/desember) og på våren (mai), i henhold til Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018), og etter den europeiske normen for prøvetaking av bunndyr (NS-EN ISO 10870:2012, NS-EN 16150). Det anvendes en håndholdt sparkehåv med åpning 25 x 25 cm og maskevidde 0,25 mm. Håven holdes mot bunnen og med åpningen mot strømmen. Bunnsstratet oppstrøms håven sparkes/rotes opp med foten slik at oppvirket materiale føres inn i

håven. Metoden består av ni delprøver, der hver tas fra 1 meters elvelengde i løpet av 20 sekunder. Når tre delprøver er samlet inn (samlet prøvetakingstid 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling (eller oftere ved behov). Samlet blir det da tre prøver á 1 minutt, som søkes tatt fra tre ulike habitater på stasjonen, og disse samles så i ett glass og utgjør hele prøven fra stasjonen. Bunndyrtettheter som oppgis refererer dermed til en prøvetakingsinnsats på totalt 3 minutter per stasjon, og dekker et areal på om lag 2,25 m<sup>2</sup> av elvebunnen. Materialet fikseres med etanol i felt for senere å bli talt opp og taksonomisk bestemt ved hjelp av stereolupe og mikroskop.

### 2.3.2 Taksonomisk bestemmelse

Taksonomisk bestemmelse av bunndyr gjøres ved bruk av stereolupe, og det skilles mellom juvenile og adulte stadier. Etter NIVAs metode for subsampling (Eriksen m.fl. 2010) blir hele prøven analysert for å få med alle taksa, mens mengden av hvert takson (dominansforhold) blir ekstrapolert fra delprøver. Prøven blir helt i en bakke og homogenisert. Materialet deles så opp i åtte delprøver før analysen begynner. Første delprøve velges tilfeldig fra bakken og gjennomgås under stereolupe med telling av samtlige individer. For andre delprøve gjentar man prosedyren, men her kan man unnlate å telle taksa der man registrerte mer enn 40 individer ved første delprøve. For de taksa der man etter to delprøver har registrert mer enn 40 individer til sammen, ekstrapolerer man antallet til full prøve. Tellingen fortsetter videre ved å slå sammen de to neste delprøvene (totalt ¼ av den samlede prøven) og telle de taksa det er få av i denne. Også denne gangen ekstrapolerer man antall individer av tallrike takson i henhold til prosedyren beskrevet over. Til sist slår man sammen de siste fire delprøvene (totalt ½ av den samlede prøven) og går frem på samme måte som over.

### 2.3.3 Indeksberegning og tilstandsklassifisering

Basert på de taksonomiske bestemmelsene av bunndyr vil tilstanden for dette kvalitetselementet vurderes i hvert vassdrag.

ASPT (Average Score Per Taxon)-indeksen vil beregnes for å vurdere eutrofiering og organisk belastning. Ved beregning av ASPT brukes forekomsten av et utvalg høyere taksa, i hovedsak familier, som er vanlige å påtreffes i rennende vann. Indeksen baserer seg på en rangering av de ulike taksonenes toleranse ovenfor organisk belastning/næringssalter, og ASPT beregnes som gjennomsnittlig toleranseverdi for de tilstedeværende taksa. ASPT er interkalibrert og grenseverdiene for tilstandsklassifisering kan anvendes i alle elvetyper unntatt brepåvirkede elver.

For å vurdere forsuringstilstand vil i første rekke RAMI (River Acidification Macroinvertebrate Index) anvendes. Indeksen gjelder imidlertid kun for kalkfattige, klare elver og baserer seg på tilstedeværelse og relative mengder av taksa gitt ulike verdier avhengig av forsuringstoleranse. Totalt 192 taksa er gitt en verdi som gjenspeiler toleransen for forsuring, hvor høy verdi indikerer høy sensitivitet for surt vann. I tillegg tas det hensyn til toleransebredde med hensyn til pH, hvor taksa med vid pH-toleranse tillegges lavere vekt enn taksa med smal toleransebredde. RAMI er ikke interkalibrert, men korrelerer godt med den interkalibrerte Forsuringsindeks 2 for kalkfattige og klare elver (Direktoratsgruppa 2018). Referanse- og klassegrenser for RAMI er foreløpig under utvikling, og verken denne eller Forsuringsindeks 2 og 1 bør brukes til å vurdere tilstanden i humusrike vannforekomster. Dette fordi indeksene ikke kan skille mellom naturlig surhet (for eksempel forårsaket av organiske syrer og humussyrer) og menneskeskapt forsuring. I kalkrike vassdrag bør også indeksverdiene tolkes med forsiktighet, ettersom både RAMI og Forsuringsindeks 2 er beregnet og interkalibrert (kun Forsuringsindeks 2) for kalkfattige elver.

## 2.4 Påvekstalger

Påvekstalger undersøkes på inntil 17 stasjoner (jf **Tabell 1**).

### 2.4.1 Prøvetaking

Påvekstalger prøvetas én gang, i august/september, med metodikk i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av påvekstalger (NS-EN ISO 15708:2009, NS-EN 14407:2014). På hver stasjon undersøkes en strekning på ca. 10 meter ved bruk av vannkikkert. På denne strekningen blir det samlet inn prøver av alle makroskopisk synlige alger, inkludert heterotrof begroing (soppen *Leptomitus lacteus* og bakterien *Sphaerotilus natans*), og dekningen av disse estimeres som prosent dekning (<1-100 %). Videre blir mikroskopiske alger samlet inn ved å børste et område på 8 x 8 cm på overflaten av hver av 10 steiner (à 10-20 cm i diameter) i en beholder med 1 L vann. Det avbørstede materialet blir så blandet godt i vannet og en delprøve på 20 ml konserveres med formaldehyd, for senere analyser i mikroskop.

### 2.4.2 Taksonomisk bestemmelse

Påvekstalger bestemmes taksonomisk ved bruk av mikroskop med opp til 63 x forstørrelse. Tettheten av alger som kun blir observert gjennom mikroskopiske undersøkelser (altså for smått til observasjon i felt), estimeres som hyppig, vanlig eller sjelden. Samme metodikk benyttes til de heterotrofe begroingselementene *Sphaerotilus natans* («lammehaler») og *Leptomitus lacteus*.

### 2.4.3 Indeksberging og tilstandsklassifisering

Basert på artsregistreringene rapporteres økologisk tilstand for hver elv. Dette rapporteres som avvik fra referansesituasjonen («naturtilstand») med hensyn til effekter av eutrofiering, forsurening og organisk belastning. NIVA har utviklet sensitive og effektive metoder for å overvåke dette ved hjelp av Påvekstalger og heterotrof begroing; indeksene PIT for eutrofiering (Periphyton Index of Trophic Status) Schneider, S.C. & Lindstrøm, E.A. (2011), AIP for forsurening (Acidification Index Periphyton) Schneider, S.C. (2011) og HBI2 for organisk belastning (Heterotrof begroingsindeks) (Direktoratsgruppa 2018). PIT, AIP og HBI2 benyttes i dag som gjeldende standard for tilstandsklassifisering basert på Påvekstalger og heterotrof begroing, jamfør overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010) og siste versjon av klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

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

AIP beregnes basert på forekomsten av 108 taksa av Påvekstalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av AIP (krever minst tre indikatorarter for sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 5.13-7.50, hvor lave verdier indikerer sure vannforekomster mens høye verdier indikerer nøytrale til lett basiske vannforekomster. Beregning av tilstandsklasse basert på AIP krever Ca- og TOC-verdier for den gitte vannforekomsten (Schneider 2011).



HBI2 beregnes med utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) og tykkelse av heterotrof begroing. Dette er et skjønnsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning og tykkelse av sopp og heterotrofe bakterier. God eller svært god økologisk tilstand med hensyn til organisk belastning oppnås dersom heterotrof begroing kun observeres mikroskopisk eller ikke i det hele tatt, ved visuell observasjon av heterotrof begroing i felt er tilstanden moderat eller dårligere. HBI2-indeksen er ny av 2018, og en av endringene i HBI2 er at det kreves prøvetaking to ganger pr år, vår og høst, for sikker klassifisering. Dette fordi heterotrof begroing svekkes av UV-lys (Mechsner 1985), særlig i sommermånedene, og prøvetaking vår og høst gir dermed et mer korrekt bilde av effekten av organisk belastning. I denne undersøkelsen samles heterotrof begroing inn kun én gang, i sammenheng med prøvetaking av Påvekstalger (som er i henhold til tidligere klassifiseringsveiledere). Dette betyr at mengden heterotrof begroing som eventuelt observeres i august/september 2017 antas å være minimumsverdier gjennom sesongen for de ulike lokalitetene. Da dette programmet ser på veiavrenning forventes det ikke at dette vil ha innvirkning på heterotrof begroing i de oppgitte vannforekomstene.

PIT-indeksen har vært gjennom en interkalibreringsprosess; det vil si at grensene mellom de økologiske tilstandsklassene tilsvarer grensene hos andre nord-europeiske land. For AIP og HBI2 er det foreløpig ikke gjennomført en tilsvarende prosess, så klassegrensene for disse indeksene er pr i dag ikke bindende og kan endres ved en senere interkalibrering.

For å beregne samlet økologisk tilstand slås PIT, AIP og HBI2 sammen ved «det verste-styrer-prinsippet». I tilfeller der man ikke finner nok indikatorarter for utregning av PIT vil man kun benytte HBI2 for tilstandsklassifisering dersom man observerer minimum 1 % dekningsgrad av heterotrof begroing. Dette for å unngå at lokaliteter med få arter blir klassifisert som god eller svært god på bakgrunn av fravær av heterotrof begroing.

## 2.5 Fiskeundersøkelser og bonitering

Det skal el-fiskes og utføres bonitering på inntil 17 stasjoner (jf **Tabell 1**).

Fiskeundersøkelsene skal foretas med bærbart elektrisk fiskeapparat i samsvar med NS-EN 14011 med tilpasning til norske forhold som beskrevet i NS 9455 pkt. 5.7. Det vil si tre gjentatte overfiskinger av et areal på ca. 100 m<sup>2</sup> med minimum 20 minutter mellom hver fiskeomgang (Bohlin m.fl. 1989). Tettheten av fisk beregnes ut fra nedgangen i fangst mellom hver fiskeomgang, og det totale antallet fangede fisk etter Zippin (1958).

El-fisket utføres med tillatelse fra Fylkesmannens miljøvernavdeling. Personell fra NIVA har god kunnskap til disse standardene, utfylling av skjema for elfiske og å vurdere resultater fra elfiske opp mot miljøvariable som vannføring, temperatur og ledningsevne. Basert på resultatene fra det elektriske fisket skal tilstanden for kvalitetselement fisk beregnes etter veileder 02:2013 – revidert 2015.

Det skal gjennomføres en enkel bonitering av bekkene forut for el-fisket, dvs. registrering av bunnforhold (substratsammensetning) og hydrauliske forhold (vanddyp, vannhastighet) i forhold til gytemuligheter for fisk.

## 3 Resultater

### 3.1 Vannkjemi, bekker og elver

De vannkjemiske resultatene fra oktober 2018 til februar 2019 er vist grafisk på de påfølgende sidene, og det er også gitt en kort tekstlig omtale av resultatene så langt. Primærdata i form av månedlige resultatark foreligger foreløpig kun på elektronisk form (excel-ark).

**Generelt:** Resultatene fra overvåkingen så langt viser forventede nivåer av de ulike vannkjemiske parameterne. De små bekkene har noe høyere konsentrasjoner av næringssalter, organisk stoff, oppløste ioner og tungmetaller enn de tre stasjonene i hovedelva (st 1, 12 og 31), noe som også er forventet da bekkene drenerer kystnære felt med høy sjøsaltpåvirkning (jf. høye konsentrasjoner av natrium og klorid) og større påvirkning av lokale og langtransporterte luftforurensninger enn de øvre delene av Mandalselva.

En foreløpig klassifisering i forhold til fysisk-kjemiske støtteparametere (forsuring og eutrofiering) og prioriterte/vannregion-spesifikke stoffer er gitt i kapittel 4.

#### 3.1.1 Næringssalter

Det er analysert på totalt fosfor (tot-P), totalt nitrogen (tot-N), samt nitrogenfraksjonene nitrat og ammonium (**Figur 4**). De fleste av stasjonene har lave konsentrasjoner av totalt fosfor, rundt eller i underkant av 10 µg/l. Stasjon 2, som er en liten bekk/grøft som renner gjennom jordbrukslandskap, hadde den høyeste middelkonsentrasjonen av tot-P med 50 µg/l.

Konsentrasjonene av tot-N var moderate, rundt 300-500 µg/l på de fleste stasjoner. Igjen lå stasjon 2 høyest, med en middelkonsentrasjon i underkant av 700 µg/l. Konsentrasjonen av nitrat og ammonium var også moderate, med middelkonsentrasjoner på hhv. 82-370 og 10-63 µg/l.

Stasjon 2 hadde også høye konsentrasjoner av sulfat og kalium, noe som også er en indikasjon på landbrukspåvirkning (**Figur 8** og **Figur 9**).

#### 3.1.2 Organisk stoff og partikler

Det er analysert på totalt organisk karbon (TOC), turbiditet og suspendert stoff (SS) (**Figur 5**). Middelkonsentrasjonene av TOC lå i intervallet 3.1-8.7 mg/l, noe som viser at lokalitetene er moderat humuspåvirket. Partikkelinnholdet målt som turbiditet og suspendert stoff var generelt lavt. Igjen hadde stasjon 2 de høyeste middelverdiene, med turbiditet på 9.5 FNU og SS på 7.3 mg/l.

#### 3.1.3 Forsuringsparametere

Parametere som er relevante for å beskrive forsuringssituasjonen er fremstilt i **Figur 6**, **Figur 7**, **Figur 8** og **Figur 9**.

Tre stasjoner (nr. 16, 17 og 20) hadde middel-pH under 5.5 og må regnes som merkbart forsuret. Stasjonene hadde også svært lav alkalitet, noe som indikerer at de har svært lav bufferevne mot forsuring.

Alle de mindre bekkene i området er sterkt påvirket av sjøsalter. Dette illustreres av svært høye konsentrasjoner av natrium og klorid (**Figur 8**), men også til en viss grad av andre ioner som sulfat og magnesium (**Figur 9**). Til sammenligning har stasjonene i Mandalselva mye lavere konsentrasjoner av sjøsalter enn de kystnære bekkene. Dette skyldes at store deler av nedbørfeltet til Mandalselva ligger langt fra kysten.

De høye konsentrasjonene av sjøsalter fører også til større usikkerhet i beregningen av ANC<sup>1</sup> (**Figur 6**), noe som gjør den mindre egnet som forsuringsparameter i de kystnære vassdragene. Dette forholdet illustreres av at det påvises høye konsentrasjoner av giftig labilt aluminium (**Figur 7**) hvor ANC-verdiene tilsier at det ikke er et forsuringsproblem. Dette forholdet er belyst nærmere i kapittel 4, hvor de ulike bekkene er klassifisert i forhold til forsuring.

Middelkonsentrasjonene av labilt aluminium lå over 10 µg/l på 23 av 26 stasjoner og over 30 µg/l på 10 av 26 stasjoner (**Figur 7**). 10 µg/l representerer god/moderat grensen for labilt aluminium i vannforekomster med anadrom fisk, mens 30 µg/l representerer god/moderat grensen i vannforekomster uten anadrom fisk.

### 3.1.4 Metaller

Middelkonsentrasjonene av de ulike metallene er vist i **Figur 10**, **Figur 11** og **Figur 12**.

Konsentrasjonen av jern og mangan (**Figur 10**) var stort sett lave. I alt 16 av 26 stasjoner hadde jernkonsentrasjoner under 0.2 mg/l, som er veiledende grenseverdi for drikkevann. Stasjon 2 hadde høyest middelkonsentrasjon med 0.88 mg/l. Mangankonsentrasjonene lå under veiledende grenseverdi for drikkevann (0.05 mg/l) for alle stasjoner.

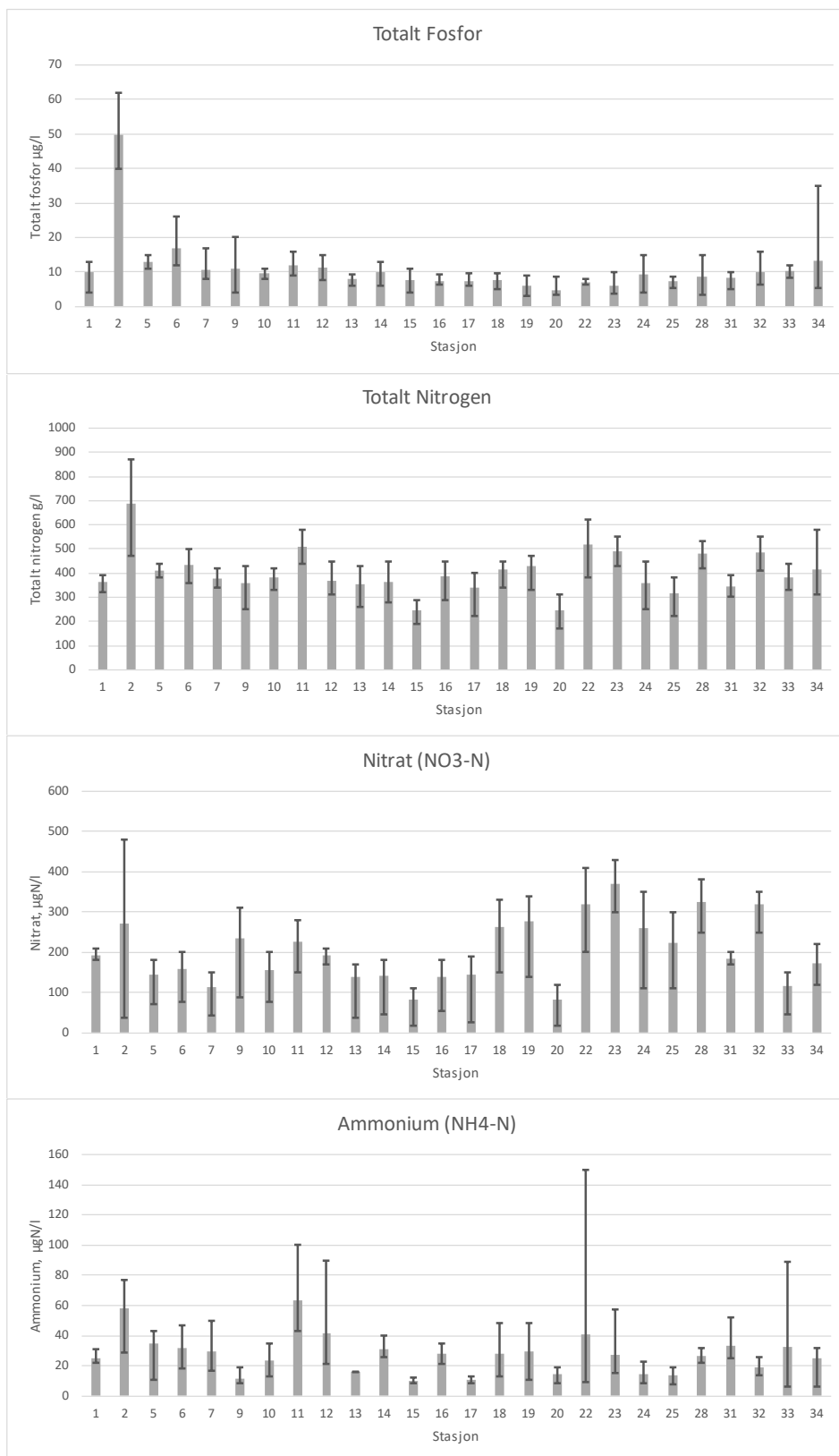
Med hensyn til tungmetallene (**Figur 11** og **Figur 12**) er det stort sett målt lave eller moderate verdier. Noen av verdiene for kadmium, kvikksølv og sink lå likevel over grenseverdiene for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer i Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018). Se mer om dette i kapittel 4. I alt 11 av 26 stasjoner hadde overskridelser av grenseverdiene for ett eller flere stoffer.

### 3.1.5 PAH og THC/olje

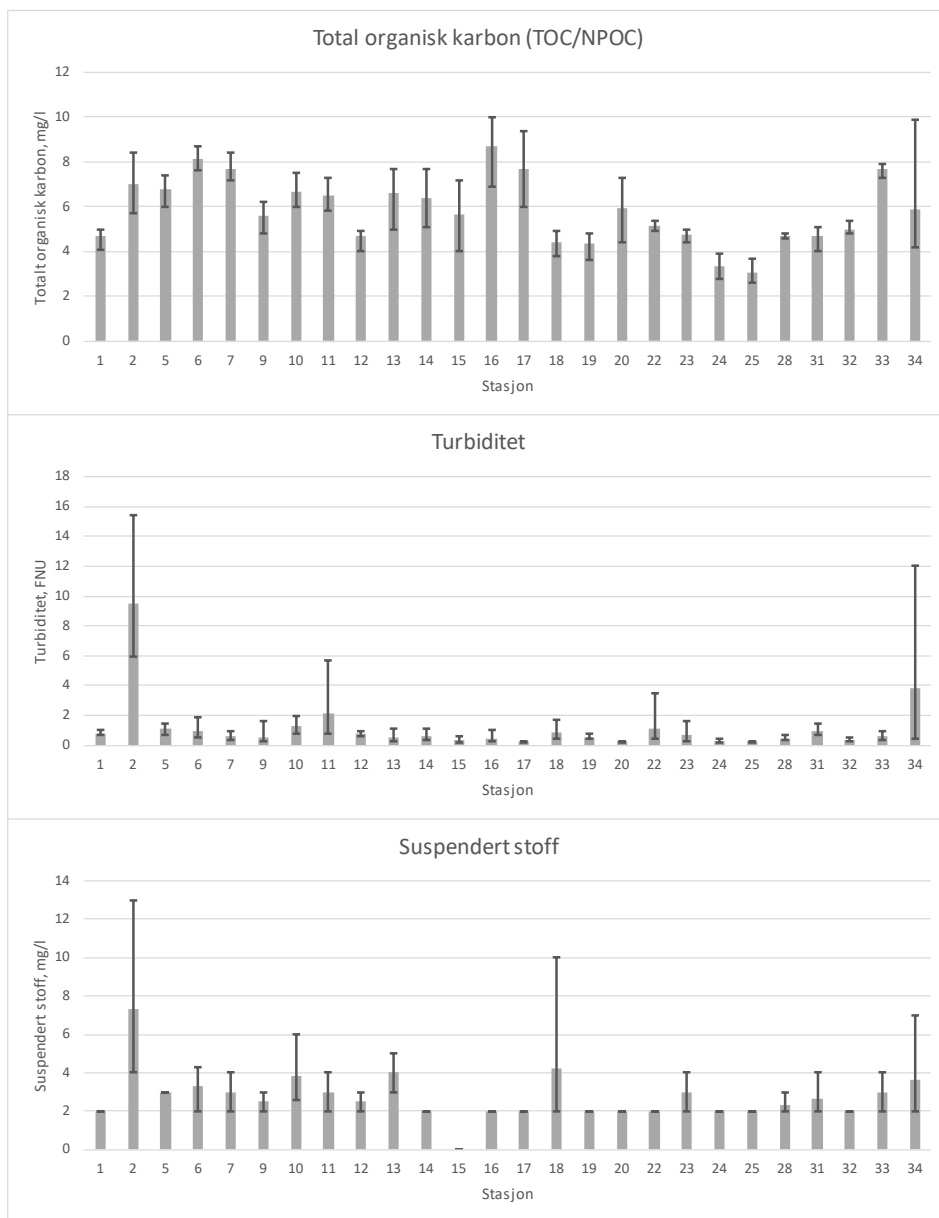
Vannprøver ble analysert med hensyn til innhold av Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH) og totalt hydrokarboninnhold (THC)/olje på rundene i november og januar. Alle målingene, bortsett fra én THC-verdi på st. 28 (utløp Systadvannet), har så lagt ligget under rapporteringsgrensene. Dette viser at nivåene er gjennomgående lave i alle bekkene.

---

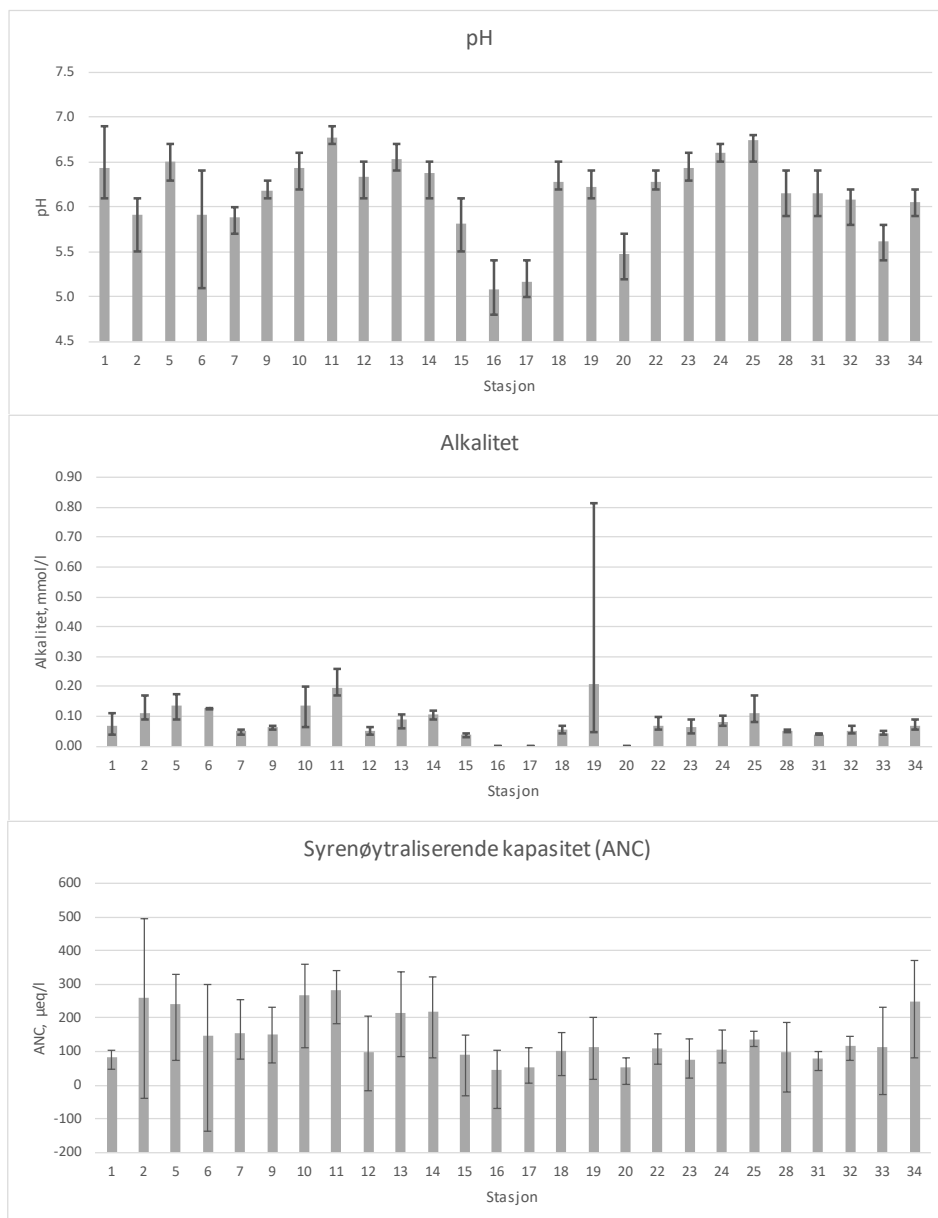
<sup>1</sup> ANC=Ca+Mg+Na+K-SO<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub>-Cl (alle konsentrasjoner oppgitt i µekv/l)



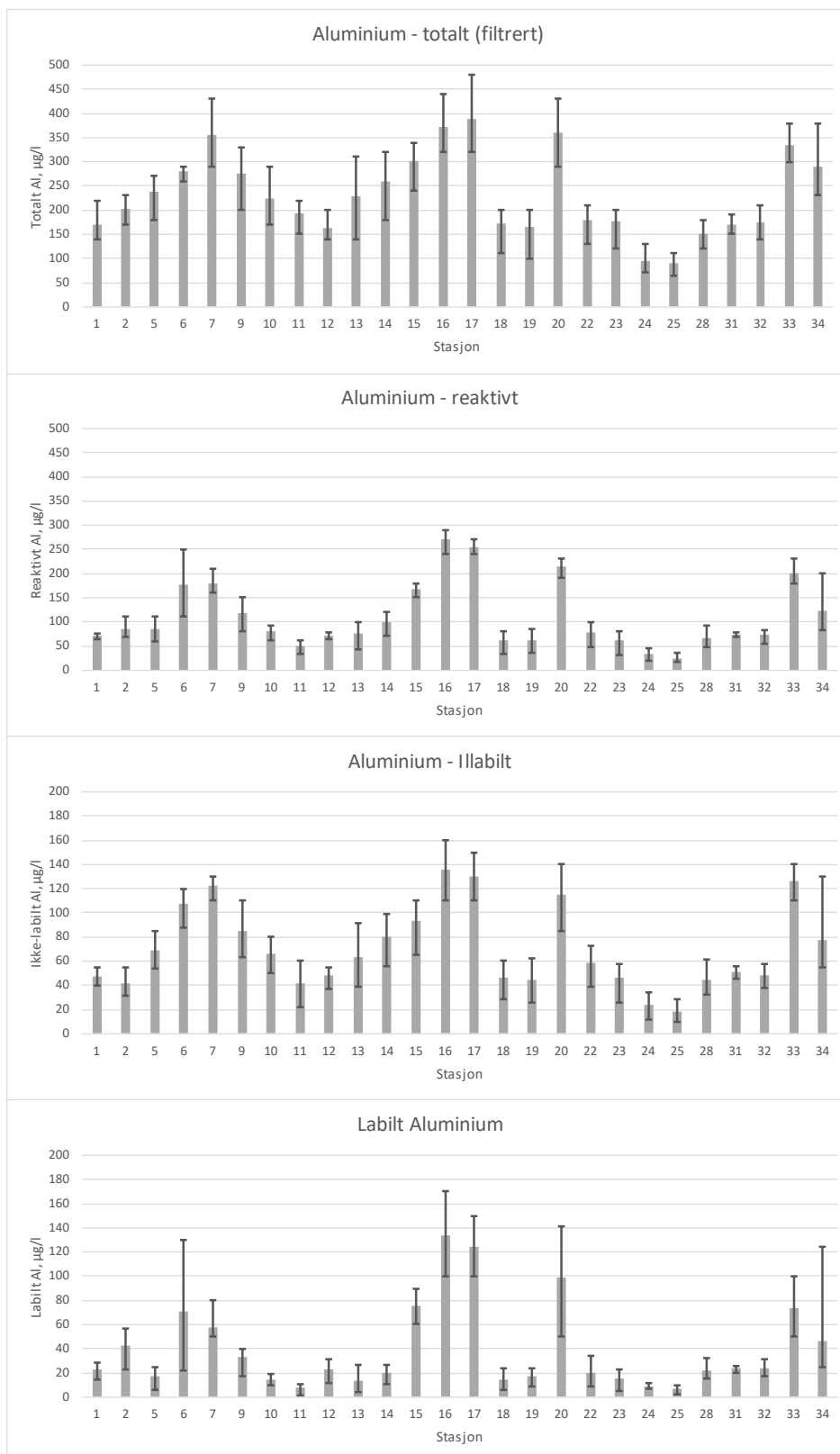
**Figur 4.** Totalt fosfor, totalt nitrogen, nitrat og ammonium på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylen viser middelerverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.



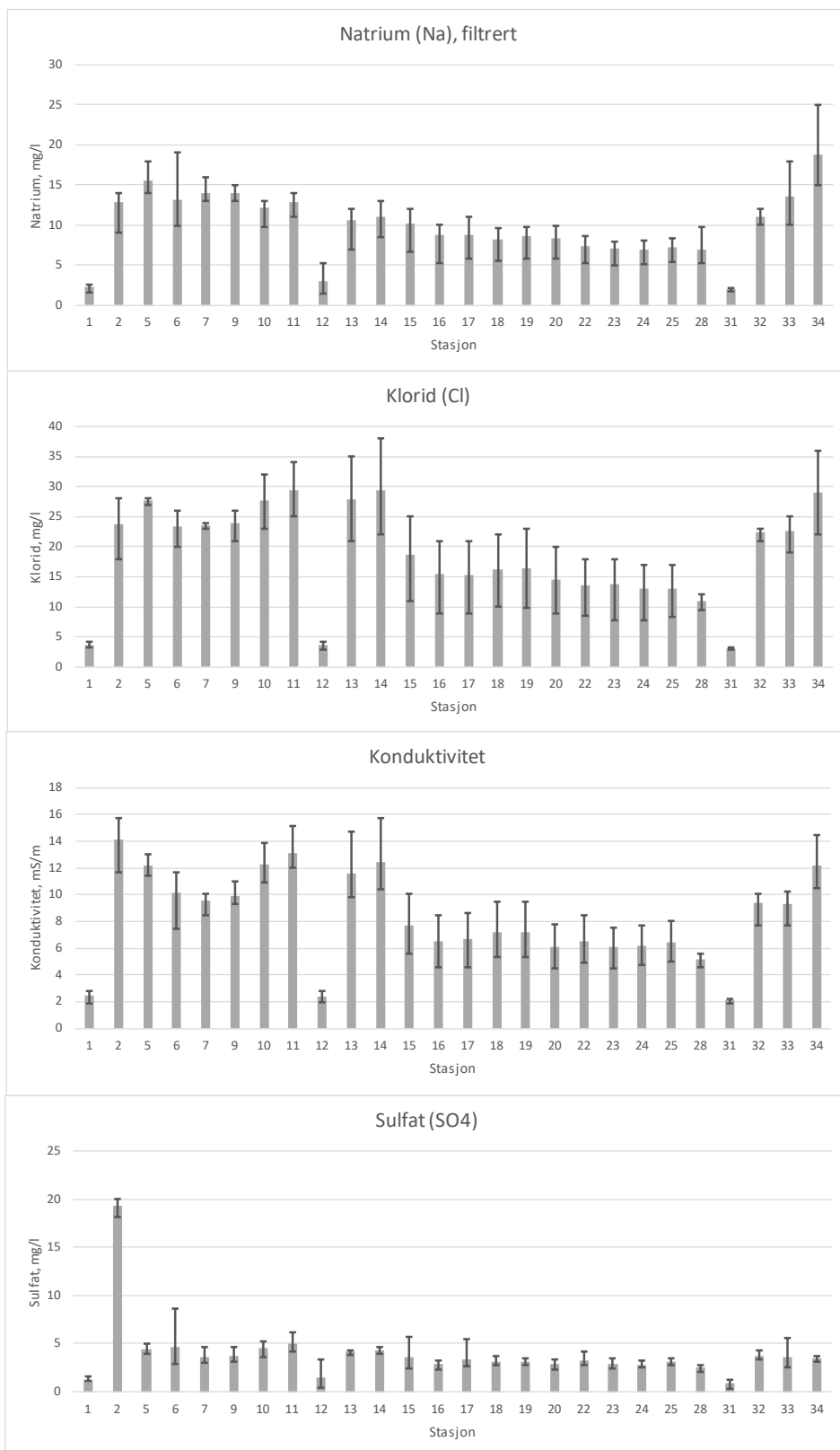
**Figur 5.** Totalt organisk karbon, turbiditet og suspendert stoff på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylene viser middelverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.



**Figur 6.** pH, alkalitet og ANC på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylene viser middelerverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.

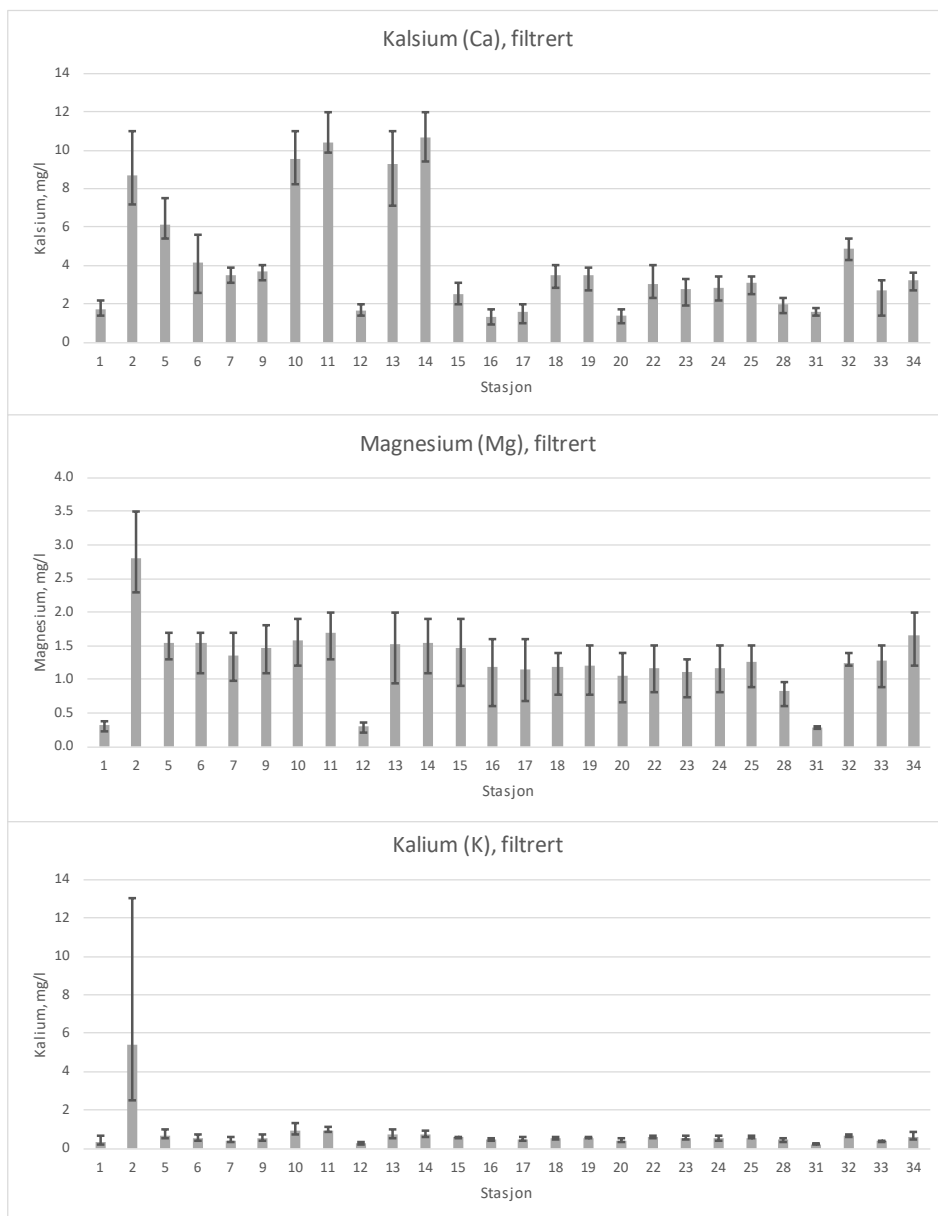


**Figur 7.** Fraksjoner av aluminium på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylen viser middelerverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.

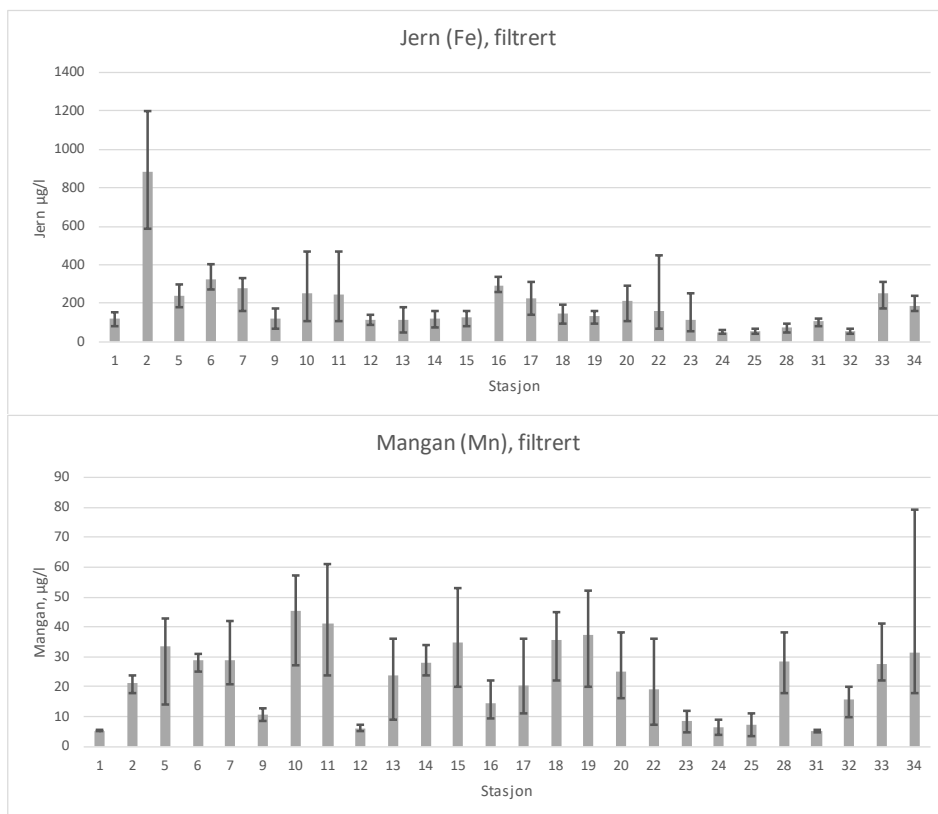


**Figur 8.** Natrium, klorid, konduktivitet og sulfat på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylene viser middelverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.

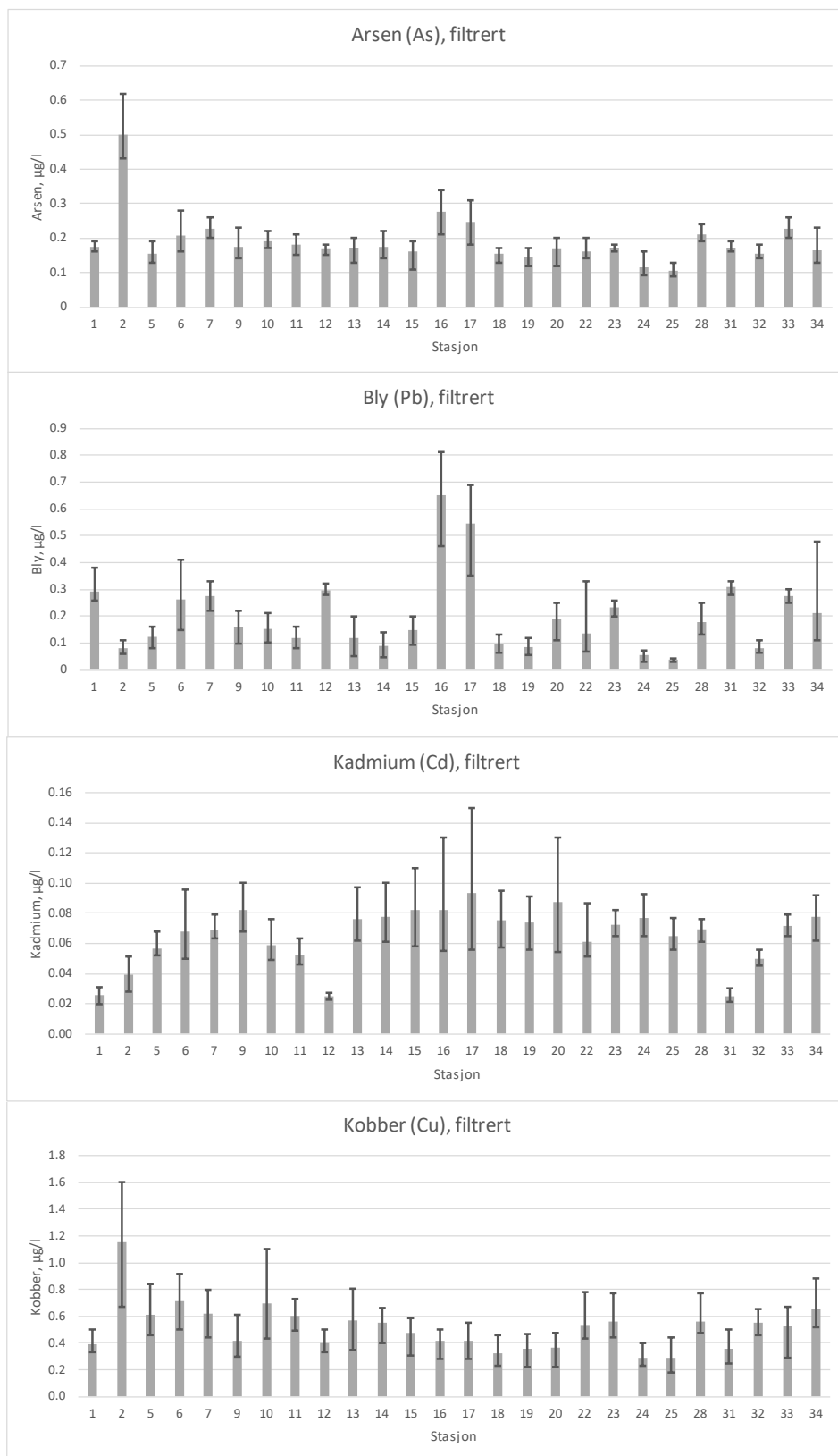




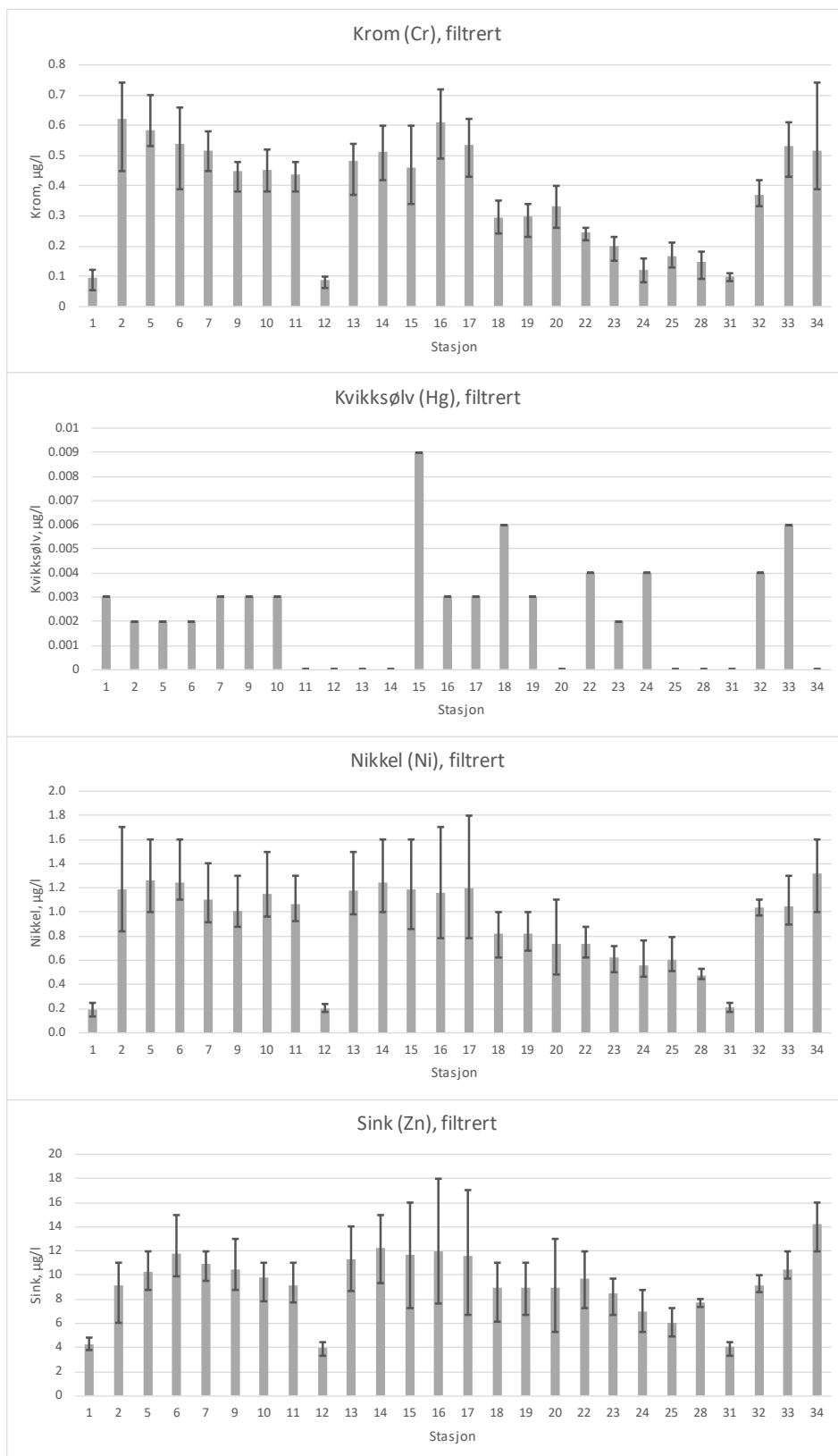
**Figur 9.** Kalsium, magnesium, og kalium på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylene viser middelerverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.



**Figur 10.** Jern og mangan på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylene viser middelverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.



**Figur 11.** Arsen, bly, kadmium og kobber på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylen viser middelerverdi, mens vertikale linjer viser min- og maksverdi.



**Figur 12.** Krom, kvikksølv, nikkel og sink på bekkestasjonene i perioden oktober 2018 til februar 2019. Søylene viser middelverdier, mens vertikale linjer viser min- og maksverdier.

## 3.2 Vannkjemi, innsjøer

Feltarbeid skal gjennomføres i perioden mai-oktober 2019.

## 3.3 Bunndyr i bekkene

Første prøvetakingsrunde ble gjennomført i november 2018. Prøvene er bearbeidet, men blir ikke klassifisert og rapporter for resultatene fra vår-runden i mai foreligger.

## 3.4 Påvekstalger i bekkene

Feltarbeidet skal gjennomføres i august/september 2019.

## 3.5 Fisk i bekkene

Feltundersøkelsene ble gjort 27. november, 10. desember og 18. desember 2018. Dette var ikke ideell tid på året til å gjøre el-fiske. Det hadde vært bedre å gjøre undersøkelsene noe tidligere på høsten, med litt høyere temperatur i vannet. Det anbefales derfor å gjøre en ny fiskeundersøkelse tidligere på høsten (august/september) i 2019. I flere av de undersøkte bekkene ble det ikke påvist fisk ved elektrofisket i november og desember (**Tabell 3**). Årsaken kan være den varme og tørre sommeren i 2018, som kan ha resultert i tørrlagte bekker i dette området.

**Tabell 3.** Stasjoner som ble el-fisket i november og desember 2019.

Stasjon nr	El-fisket?	Når?	Fisk?
32	Ja	27/11/2018	Ja
34	Ja	27/11/2018	Nei
5	Ja	27/11/2018	Ja
6	Ikke egnet	27/11/2018	-
7	Ja	27/11/2018	Nei
9	Ikke egnet	27/11/2018	-
11	Ja	27/11/2018	Ja
17	Ja	10/12/2018	Nei
23	Ja	10/12/2018	Ja
22	Ja	10/12/2018	Ja
25	Ja	10/12/2018	Ja
33	Ikke egnet	10/12/2018	-
13	Ja	18/12/2018	Ja
14	Ja	18/12/2018	Ja
15	Ja	18/12/2018	Nei
16	Ja	18/12/2018	Nei
19	Ja	18/12/2018	Ja
28	Ja	18/12/2018	Nei

## 4 Diskusjon

### 4.1 Klassifisering av miljøtilstand i bekker og elver

#### 4.1.1 Inndeling i vanntyper

Det er foretatt en foreløpig inndeling i vanntyper basert på analyseresultater som foreligger for perioden oktober 2018 til februar 2019 (**Tabell 4**). Typifiseringen vil kunne bli endret når det foreligger vannkjemiske data for et helt år.

**Tabell 4.** Inndeling i vanntyper i hht. Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa 2018). Basert på middelveier av vannprøver innhentet i perioden oktober 2018 til februar 2019.

Bekke-/elvestasjoner:		Ca	TOC	Vanntype	
1	Mandalselva v/Årøy	1.7	4.7	R105	Lavland, kalkfattig, klar
2	Jordbruksgrøft/stikkrenne	8.7	7.0	R108	Lavland, moderat kalkrik, humøs
5	Innl. Aurebekkv. I	6.1	6.8	R108	Lavland, moderat kalkrik, humøs
6	Innl. Aurebekkv. II	4.1	8.2	R108	Lavland, moderat kalkrik, humøs
7	Innl. Aurebekkv. III	3.5	7.7	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
9	Oppstr. Lindlandstj. V	3.7	5.6	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
10	Nedstr. Lindlandstj. I	9.5	6.7	R108	Lavland, moderat kalkrik, humøs
11	Nedstr. Lindlandstj. II	10.4	6.5	R108	Lavland, moderat kalkrik, humøs
12	Mandalselva v/Lindland	1.7	4.7	R105	Lavland, kalkfattig, klar
13	Innl. Lindlandstj. Ø (Ned)	9.3	6.6	R108	Lavland, moderat kalkrik, humøs
14	Innl. Lindlandstj. Ø (Midt)	10.6	6.4	R108	Lavland, moderat kalkrik, humøs
15	Innl. Lindlandstj. Ø (Øver)	2.5	5.6	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
16	Stemmen øverst	1.3	8.7	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
17	Stemmen v/Skojeveien	1.6	7.7	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
18	Utl. Hellerlona	3.5	4.4	R105	Lavland, kalkfattig, klar
19	Bekk fra Hellerlona	3.5	4.4	R105	Lavland, kalkfattig, klar
20	Oppstr. Skrekkmyra	1.4	5.9	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
22	Bekk nedstr. Maurtj	3.0	5.2	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
23	Maurtjørnb. nedstr. trasé	2.8	4.8	R105	Lavland, kalkfattig, klar
24	Oppstr. Flegemyran	2.8	3.4	R105	Lavland, kalkfattig, klar
25	Flegemyrb. nedstr. trasé	3.1	3.1	R105	Lavland, kalkfattig, klar
28	Utl. Systadvatn	2.0	4.7	R105	Lavland, kalkfattig, klar
31	Mandalselva v/Stusvik	1.6	4.7	R105	Lavland, kalkfattig, klar
32	Utløp Aurebekkvann	4.9	5.0	R107	Lavland, moderat kalkrik, klar
33	Nedstr. Venselmyra (innl. Aurebekkv.)	2.7	7.7	R106	Lavland, kalkfattig, humøs
34	Nedstr. Viksmyra (innl. Mandalselva)	3.2	5.9	R106	Lavland, kalkfattig, humøs

#### 4.1.2 Klassifisering av økologisk tilstand

##### Påvekstlager

Ikke klar. Datainnsamling skal skje i august/september 2019

##### Bunndyr

Ikke klar. Siste runde med datainnsamling skal skje i mai 2019

### 4.1.3 Tilstand for fisk

Ikke klar. Siste runde med el-fiske skal skje i august/september 2019

### 4.1.4 Fysiske og kjemiske støtteparametere

Bekke- og elvestasjonene er gitt en foreløpig klassifisering i forhold til forsuring og eutrofiering i **Tabell 5**.

**Tabell 5.** Foreløpig klassifisering av miljøtilstand i bekker og elver basert på vannprøver innsamlet i perioden oktober 2018 til februar 2019. SG=svært god, G=god, M=moderat, D=dårlig, SD=svært dårlig. Vanntype R107 er klassifisert på linje med R105 og vanntype R108 på linje med R106.

Bekke-/elvestasjoner:		Vanntype	Anadrom fisk	Forsuring			Eutrofiering	
				pH	ANC	LAI	Tot-P	Tot-N
1	Mandalselva v/Årøy	R105	Ja		SG	D	SG	G
2	Jordbruksgrøft/stikkrenne	R108	Ja		SG	SD	M	G
5	Innl. Aurebekkv. I	R108	Ja		SG	M	SG	SG
6	Innl. Aurebekkv. II	R108	Ja		SG	SD	SG	SG
7	Innl. Aurebekkv. III	R106	Nei	G	SG	M	SG	SG
9	Oppstr. Lindlandstj. V	R106	Ja		SG	D	SG	SG
10	Nedstr. Lindlandstj. I	R108	Ja		SG	M	SG	SG
11	Nedstr. Lindlandstj. II	R108	Ja		SG	G	SG	SG
12	Mandalselva v/Lindland	R105	Ja		SG	D	G	G
13	Innl. Lindlandstj. Ø (Ned)	R108	Ja		SG	M	SG	SG
14	Innl. Lindlandstj. Ø (Midt)	R108	Nei	SG	SG	G	SG	SG
15	Innl. Lindlandstj. Ø (Øver)	R106	Nei	G	SG	D	SG	SG
16	Stemmen øverst	R106	Nei	G	G	SD	SG	SG
17	Stemmen v/Skojeveien	R106	Nei	G	G	SD	SG	SG
18	Utl. Hellerlona	R105	Nei	G	SG	G	SG	G
19	Bekk fra Hellerlona	R105	Nei	G	SG	G	SG	G
20	Oppstr. Skrekkmýra	R106	Nei	G	G	SD	SG	SG
22	Bekk nedstr. Maurtj	R106	Nei	SG	SG	G	SG	G
23	Maurtjørnb. nedstr. trasé	R105	Nei	G	SG	G	SG	M
24	Oppstr. Flegemyran	R105	Nei	G	SG	G	SG	G
25	Flegemyrb. nedstr. trasé	R105	Nei	SG	SG	G	SG	SG
28	Utl. Systadvatn	R105	Nei	G	SG	G	SG	M
31	Mandalselva v/Stusvik	R105	Ja		SG	D	SG	G
32	Utløp Aurebekkvann	R107	Ja		SG	D	SG	G
33	Nedstr. Venselmyra (innl. Aurebekkv.)	R106	Nei	G	SG	D	SG	SG
34	Nedstr. Viksmyra (innl. Mandalselva)	R106	Ja		SG	SD	SG	SG

#### Forsuring

Med hensyn til forsuring, så er det ulike klassegrenser både i forhold til vanntype og i forhold til om bekkene er tilgjengelige for anadrom fisk. Sistnevnte er vurdert på basis av kartstudier, men bør verifiseres med befarings i felt. Det er ikke utviklet klassegrenser for forsuring i moderat kalkrike vannforekomster i Veileder 02:2018, sannsynligvis fordi det er antatt at disse vannforekomstene har god nok bufferevne til å motvirke forsuring. Flere av bekkene som er typifisert som moderat kalkrike (R107 og R108) i denne undersøkelsen hadde imidlertid såpass høye konsentrasjoner av labilt aluminium at vi likevel har valgt å klassifisere dem i forhold til forsuring. Se mer info om hvordan dette er gjort i tabellteksten for **Tabell 5**.

Alle bekke- og elvestasjoner hadde svært god eller god status i forhold til pH og syrenøytraliserende kapasitet (ANC), men tilstanden var dårligere i forhold til konsentrasjoner av labilt aluminium. I alt 6 stasjoner hadde svært dårlig status i forhold til labilt aluminium, mens 7 og 4 stasjoner hadde henholdsvis dårlig og moderat status.

### **Eutrofiering**

De fleste av stasjonene hadde svært god eller god status i forhold til konsentrasjoner av totalt fosfor og totalt nitrogen. Unntakene var stasjon 2 som hadde moderat status i forhold til total fosfor og stasjonene 23 og 28 som hadde moderat status i forhold til totalt nitrogen.

## **4.1.5 Samlet klassifisering, bekker og elver**

Ikke klar. Vil først kunne foretas når alle kvalitetselementer er analysert og klassifisert

## **4.2 Klassifisering av kjemisk tilstand i bekker og elver**

For å klassifisere tilstand med hensyn på miljøgifter brukes EQS (environmental quality standard/ miljøkvalitetsstandard), som er en grenseverdi mellom god og dårlig tilstand (Veileder 02:2018, Direktoratgruppen 2018). Grenseverdiene i vann er oppgitt som to verdier; årlig gjennomsnitt (AA-EQS) og maksimal verdi (Mac-EQS). AA-EQS er ment å gi beskyttelse for kronisk eksponering mens Mac-EQS er ment å gi beskyttelse for akutt eksponering. I **Tabell 6** er det gitt AA-EQS verdier for metaller og PAH-forbindelser som er analysert i dette overvåkingsprogrammet.

### **Metaller**

Basert på den foreløpige klassifiseringen av kjemisk tilstand er det 11 stasjoner som ligger over grenseverdiene for ett eller flere av stoffene. Det må imidlertid bemerkes at for de fleste av stasjonene er det snakk om relativt små overskridelser av grenseverdiene, og klassifiseringen er dessuten usikker da datagrunnlaget foreløpig ikke spenner over et helt år.

Overskridelsene av grenseverdiene var knyttet til kadmium, kvikksølv og sink. Fem stasjoner hadde forhøyede konsentrasjoner av kadmium, tre stasjoner hadde forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv, mens sju stasjoner hadde forhøyede konsentrasjoner av sink.

Stasjon 15 hadde forhøyede konsentrasjoner av både kadmium, kvikksølv og sink, mens stasjonene 16 og 17 hadde forhøyede konsentrasjoner av kadmium og sink.

### **PAH**

Det er foreløpig ikke målt konsentrasjoner av PAH-forbindelser som ligger over rapporteringsgrensene. Det må imidlertid bemerkes at Eurofins sine rapporteringsgrenser er høyere enn grenseverdiene (AA-EQS) for Fluoranten, Dibenzo[a,h]antracen og Benzo[a]pyrene. Sistnevnte betraktes som en markør for de andre PAHene (Direktoratsgruppen 2018). Det anbefales derfor å analysere 1-2 prøverunder mht PAH-16EPA ved NIVAs laboratorium, som har lave nok deteksjonsgrenser til å kunne klassifisere alle PAH-forbindelsene.

THC/olje er ikke på listen over prioriterte eller vannregionspesifikke stoffer i Veileder 02:2018.



**Tabell 6.** Grenseverdier for prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer som er inkludert i overvåkingsprogrammet, oppgitt som AA-EQS (årlig gjennomsnitt). I tillegg er det oppgitt Eurofins sin rapporteringsgrense (LOQ) for hver enkelt analyse. Elementer hvor rapporteringsgrensen ligger over AA-EQS er markert med rødt.

	AA-EQS	LOQ
<b>Metaller</b>		
Arsen	0.5	0.02
Bly	1.2	0.01
Kadmium	0.08	0.004
Kobber	7.8	0.05
Krom	3.4	0.05
Kvikksølv	0.047	0.002
Nikkel	4	0.05
Sink	11	0.02
<b>PAH-16 EPA</b>		
- Naftalen	2	0.01
- Acenaftylen	1.3	0.01
- Acenaften	3.8	0.01
- Fluoren	1.5	0.01
- Fenatren	0.51	0.01
- Antracen	0.1	0.01
- Fluoranten	0.0063	0.01
- Pyren	0.023	0.01
- Benzo[a]antracen	0.012	0.01
- Krysen/Trifenylene	0.07	0.01
- Benzo[b]fluoranten	0.017	0.01
- Benzo[k]fluoranten	0.017	0.01
- Benzo[a]pyren	0.00017	0.01
- Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.0027	0.002
- Dibenzo[a,h]antracen	0.00061	0.01
- Benzo[ghi]perylene	0.0082	0.002

**Tabell 7.** Foreløpig klassifisering av tungmetaller basert på middelverdier for de første 5 prøverundene (oktober 2018 til februar 2019). Middelverdier som overstiger grenseverdien mellom god og dårlig tilstand (AA-EQS) er markert med rødt.

Stnr	Navn	Arsen	Bly	Kadmium	Kobber	Krom	Kvikksølv	Nikkel	Sink
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1	Mandalselva v/Årøy	0.17	0.29	0.026	0.39	0.10	0.003	0.19	4.3
2	Jordbruksgrøft/stikkrenne	0.50	0.08	0.040	1.15	0.62	0.002	1.19	9.1
5	Innl. Aurebekkv. I	0.15	0.12	0.056	0.61	0.58	0.002	1.26	10.3
6	Innl. Aurebekkv. II	0.21	0.26	0.068	0.71	0.54	0.002	1.24	11.8
7	Innl. Aurebekkv. III	0.23	0.27	0.069	0.62	0.52	0.003	1.10	10.9
9	Oppstr. Lindlandstj. V	0.18	0.16	0.082	0.41	0.45	0.003	1.01	10.5
10	Nedstr. Lindlandstj. I	0.19	0.15	0.059	0.69	0.45	0.003	1.15	9.8
11	Nedstr. Lindlandstj. II	0.18	0.12	0.052	0.60	0.44	<0.002	1.06	9.2
12	Mandalselva v/Lindland	0.17	0.30	0.025	0.40	0.09	<0.002	0.20	4.0
13	Innl. Lindlandstj. Ø (Ned)	0.17	0.12	0.076	0.57	0.48	<0.002	1.18	11.3
14	Innl. Lindlandstj. Ø (Midt)	0.18	0.09	0.078	0.55	0.51	<0.002	1.24	12.3
15	Innl. Lindlandstj. Ø (Øver)	0.16	0.15	0.082	0.48	0.46	0.009	1.19	11.7
16	Stemmen øverst	0.28	0.65	0.082	0.42	0.61	0.003	1.16	12.0
17	Stemmen v/Skojeveien	0.25	0.54	0.094	0.42	0.53	0.003	1.20	11.6
18	Utl. Hellerlona	0.15	0.10	0.076	0.32	0.30	0.006	0.82	8.9
19	Bekk fra Hellerlona	0.14	0.08	0.074	0.36	0.30	0.003	0.82	8.9
20	Oppstr. Skrekmyra	0.17	0.19	0.088	0.37	0.33	<0.002	0.74	9.0
22	Bekk nedstr. Maurtj	0.16	0.14	0.061	0.54	0.25	0.004	0.74	9.7
23	Maurtjørnb. nedstr. trasé	0.17	0.23	0.072	0.56	0.20	0.002	0.62	8.4
24	Oppstr. Flegemyran	0.11	0.05	0.077	0.29	0.12	0.004	0.55	6.9
25	Flegemyrb. nedstr. trasé	0.11	0.04	0.065	0.29	0.17	<0.002	0.61	6.0
28	Utl. Systadvatn	0.21	0.18	0.069	0.56	0.15	<0.002	0.47	7.7
31	Mandalselva v/Stusvik	0.17	0.31	0.025	0.36	0.10	<0.002	0.21	4.1
32	Utløp Aurebekkvann	0.16	0.08	0.050	0.56	0.37	0.004	1.03	9.2
33	Nedstr. Venselmyra (innl. Aurebekkv.)	0.23	0.28	0.072	0.52	0.53	0.006	1.05	10.5
34	Nedstr. Viksmyra (innl. Mandalselva)	0.17	0.21	0.077	0.65	0.52	<0.002	1.32	14.3

### **4.3 Klassifisering av miljøtilstand i innsjøene**

Ikke klar. Innsjøprøvetakingen skal foregå i perioden mai-oktober 2019.

## 5 Referanser

- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43
- Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02: 2009 – Overvåking av miljøtilstand i vann.
- Direktoratsgruppa (2018). Veileder 2:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann – Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver, 222 s.
- Eriksen, T.E., Bækken, T. & Moe, J. (2010) Innsamling og bearbeiding av bunnfauna i rennende vann – et metodestudium. NIVA-rapport 6043. 21 s.
- Mechsner, K. (1985) The influence of seasonal light variations on the growth of *Sphaerotilus natans*. *Hydrobiologia* (120): 193-197.
- NS-EN 14407:2014 Vannundersøkelse – Veiledning for identifisering og telling av prøver av bentiske kiselalger fra rennende vann og innsjøer.
- NS-EN 16150 Vannundersøkelse - Veiledning i habitatarealproporsjonal prøvetaking av bentiske makroinvertebrater fra ulike habitater i vadbare elver
- NS-EN ISO 10870:2012 Vannundersøkelse – Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann.
- NS-EN ISO 15708:2009 Vannundersøkelse – Veiledning i overvåking, innsamling og laboratorieanalyse av bentiske alger i grunne elver.
- Schneider, S.C. & Lindstrøm, E.A. (2011). The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia* (665): 143-155.
- Schneider, S.C. (2011). Impact of calcium and TOC on biological acidification assessment in Norwegian rivers. *Science of the Total Environment* (409): 1164-1171.
- Zipin, C. 1958. The Removal Method of population estimation. - *J. Wildl. Manage.* 22: 82-90

# Vedlegg A. Primærdata

## **A1. Vannkjemi**

Excel-filer med månedlige kjemianalyser er oversendt per e-post.

Tabeller med primærdata utarbeides når prøvetakingsprogrammet er avsluttet

## **A2. Bunndyr**

## **A3. Påvekstalger**

## **A4. Fisk**