

Tiltaksorientert overvåking av Glommas munningsområde og Hvalerområdet for Kronos Titan AS og Borregaard AS - undersøkelse av miljøgifter, 2018



CORRIGENDUM

Endringer for NIVA-rapport «Tiltaksorientert overvåking av Glommas munningsområde og Hvalerområdet for Kronos Titan AS og Borregaard AS – undersøkelse av miljøgifter, 2018», NIVA løpenr. 7341-2019, 14.02.2019:

Sammendrag i kolofon, femte setning: «. . . fem-delte, hvor . . .» endret til «. . . fem-delte klassifiseringssystem, hvor . . .»

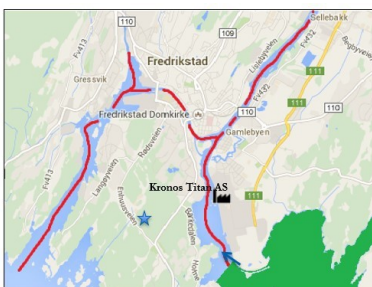
Forord, siste avsnitt: Sløyfet «NIVA har hatt en prosjektgruppe, som med bidrag fra mange kolleger på NIVA, har arbeidet med utvikling av verktøy og tilrettelegging i forbindelse med den tiltaksrettede overvåkingen for industrien. Hovedkoordinator for dette arbeidet og utvikling av rapportmal har vært Eirin Pettersen.»

Side 8: Klassifisering - Blæretang: «. . . stoffene arsen, kobolt, fluorid, arsen og sink . . .» endret til «. . . stoffene arsen, kobolt, fluorid og sink . . .», og siste setning i siste avsnitt «For kvikksølv innebærer dette at kjemisk tilstand etter vannforskriften er god.» endret til «Dersom vi legger vannforskriftens EQS for biota til grunn betyr det at kjemisk tilstand er god for kvikksølv i blæretang.»

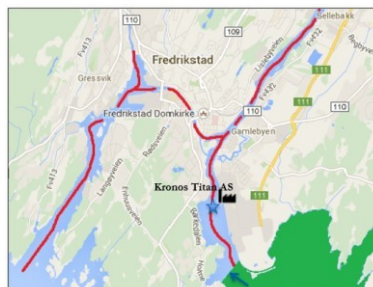
Side 8: Klassifisering - Blåskjell: Tilføyet på slutten av avsnittet «Konsentrasjonene av kvikksølv i blåskjell var under vannforskriftens EQS for biota og kjemisk tilstand er dermed god.»

Side 8: Stedsgradienter, siste setning: «. . . for alle tre metallene . . .» endret til «. . . for alle fire metallene . . .»

Side 12, figur 2:



endret til



Side 24: Siste avsnitt: «Veileder 97:03» endret til «Molvær *et al.* (1997, Veileder 97:03)»

Side 27: 2.4.2 Utregning, andre setning: «. . . 20 mg/kg . . . » endret til «. . . 20 µg/kg . . . ».

Side 29: 3.1.1 Blæretang, andre setning: «(omregnet til 0,1 mg/kg t.s.)» sløyfet.

Side 29: 3.1.2 Blåskjell: «Bruker en imidlertid EUs EQS verdi for kvikksølv i biota dvs. 20 µg/kg v.v. (omregnet til 0,1 mg/kg t.s.) ville begge stasjonene klassifiseres til «ikke god» tilstand.» endret til «Bruker en imidlertid EUs EQS verdi for kvikksølv i biota dvs. 20 µg/kg v.v. ville begge stasjonene klassifiseres til «god» tilstand.»

Side 42: 4.1 Klassifisering, tredje avsnitt: «Målt mot EQS-verdi for kvikksølv i biota var blåskjell fra begge stasjoner i «Ikke god kjemisk tilstand», mens for blæretang var det i «God kjemisk tilstand».» endret til «Sammenlignet med EQS-verdi kan konsentrasjonene for kvikksølv i biota og blæretang for alle stasjoner bli klassifisert som «God kjemisk tilstand».».

Oslo, 28.02.2019
Norman Green

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

NIVA Danmark

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

Internett: www.niva.no

Tittel Tiltaksorientert overvåking av Glommas munningsområde og Hvalerområdet for Kronos Titan AS og Borregaard AS - undersøkelse av miljøgifter, 2018	Løpenummer 7357-2019 Revidert versjon av rapport 7341-2019	Dato 28.02.2019
Forfatter(e) Norman W. Green	Fagområde Miljøgifter - marin	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Sider 67

Oppdragsgiver(e) Kronos Titan AS og Borregaard AS	Oppdragsreferanse Øystein Ruud/ Kjersti Garseg
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 180075

<p>Sammendrag</p> <p>Ved implementeringen av vannforskriften er det krav om at minimum «god tilstand» skal oppnås i alle vannforekomster. Kronos Titan AS og Borregaard AS har utslipp til Glomma som når munningsområdet. Her presenteres resultatene fra analyse av arsen, kobolt, krom, kobber, jern, molybden, titan, vanadium sink, kadmium, kvikksølv, nikkel og bly i blæretang og blåskjell fra Hvalerestuaret. I vannforskriften er det kun fastsatt grenseverdi i biota for kvikksølv. Øvrige stoffer er derfor klassifisert etter Miljødirektoratets fem-delte klassifiseringssystem, eller hvor det mangler en eldre fire-delt klassifisering av forurensningsgrad. For denne undersøkelsen er konsentrasjoner i Klasse I – Ubetydelig-lite forurenset eller Klasse II – Moderat forurenset betraktet som «lave». For stasjonene nærmest Glommas munning (innen 8 km) var konsentrasjonene for de vannregionspesifikke stoffene jern og titan høyere enn Klasse II på alle stasjonene, og for krom og vanadium på én stasjon (Kjøko). Blant de prioriterte stoffene som ble undersøkt i dette området nærmest munningen var det kun én stasjon (Kråkerøy) med konsentrasjoner over Klasse II for bly. NIVA konkluderer med at i den grad undersøkelsesområdet har et metallproblem, er dette i hovedsak knyttet til jern og titan. Forutsatt at det ikke gjennomføres mudring eller finner sted andre betydelige tiltak eller endringer av utslippsregimet, vil overvåking med 3 - 6 års intervaller være tilstrekkelig for å fange opp eventuelle endringer i tilstanden over tid. Imidlertid må det understrekkes at det statistiske grunnlaget for å detektere tidstrend blir betraktelig redusert jo lengre intervaller det er mellom målinger. Vi anbefaler derfor at overvåkingen skjer hvert 3. år.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tiltaksorientert overvåking for industri 2. Blåskjell, blæretang 3. Metaller 4. Hvaler-estuaret 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operational monitoring for industry 2. Blue mussel, bladder wrack 3. Metals 4. Hvaler estuary
---	--

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

Norman W. Green
Prosjektleder

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7092-1
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

**Tiltaksorientert overvåking av Glommas
munningsområde og Hvalerområdet for Kronos
Titan AS og Borregaard AS – undersøkelse av
miljøgifter, 2018**



Forord

Borregaard AS og Kronos Titan AS har utslipp av metaller som potensielt kan påvirke Glommas munningsområde. Det ble derfor avtalt å gjennomføre en felles overvåking i Glommas munningsområde i 2015. Miljødirektoratet har i brev av 20.06.2016 og 06.12.2016 kommet med en tilbakemelding på overvåkingen foretatt i 2015 og krav om videre overvåking. På møte mellom bedriftene og NIVA 17.03.2017 ble det avtalt at NIVA skulle utarbeide et program for oppfølgende tiltaksorientert overvåking i Glommas munningsområde i 2018.

Et forslag til oppfølgende tiltaksorientert overvåking datert 27.09.2017 (journal nr. 1237/17) ble den 28.09.2017 oversendt til Kronos Titan AS og Borregaard AS. Programmet ble av bedriftene oversendt til Miljødirektoratet for godkjenning. NIVA ble i desember 2017 informert av bedriftene om at programmet «Oppfølgende tiltaksorientert overvåkingsprogram iht. vannforskriften for Kronos Titan AS og Borregaard AS» datert 27.09.2017 var godkjent av Miljødirektoratet. Bedriftene ba da om at NIVA utarbeidet et kostnadstilbud for undersøkelsene.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsene som omhandler analyser av miljøgifter i blæretang og blåskjell i Glommas munningsområde og områdene utenfor. John Arthur Berge har vært prosjektleder på NIVA frem til sommeren 2018. Siden har Norman Green vært prosjektleder, og har hatt kontakt mot oppdragsgivere. Kontaktperson hos Kronos Titan AS har vært Øystein Ruud og hos Borregaard AS Kjersti Garseg Gyllensten og Lena Ulvan.

- Hos NIVA har Bjørnar Beylich og Marijana Stenrud Brkljadic gjennomført feltarbeidet ifm innsamlingen av blåskjell og blæretang.
- Opparbeiding av blåskjellprøver ble gjort av Bjørnar Beylich og Marijana Stenrud Brkljadic.
- Alle analyser er foretatt hos Eurofins og samarbeidspartnere
- Mottak av prøver på NIVAs laboratorium og kontakt med Eurofins er gjennomført under ledelse av Veronica Sæther Eftevåg.
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av seksjonsleder Marianne Olsen. I tillegg har det blitt gjort en kvalitetssikring iht. vannforskriften av Sissel Ranneklev.

Oslo, 14.2.2018

Norman W. Green

Foto på forsiden: John Arthur Berge

Sammendrag

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Dette gjelder både kjemisk og økologisk tilstand. Kronos Titan AS har sin virksomhet på industriområde Øra ved Glommas munning og produserer fargestoffer og pigmenter. Bedriften har utslipp til vannforekomst «Glomma fra Greåker til sjøen» (vannforekomst nr. 002-3551-R). Bedriftens hovedavløp går ut på 6 m dyp i Glomma ved Øra. Utslipet består i hovedsak av svovelsyre, titanoksid, jernsulfat og andre metaller. Bedriftens beliggenhet medfører at utslipp transporteres nedstrøms til tilstøtende vannforekomst «Østerelva» (0101010405-C) og videre ut i Glommaestuaret.

Borregaard AS har sin virksomhet ved Sarpsborg ca. 12 km oppstrøms Kronos Titan AS. Bedriften har sine utslipp til vannforekomsten «Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker» (002-3549-R). Bedriften tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papirmasse". Bedriften har en mangslungen virksomhet og produserer en hel rekke produkter/kjemikalier. Det er laget en egen overvåkingsrapport for bedriften som omhandler områdene i Glomma ved Sarpsborg. Det henvises til denne for overvåkings resultater fra nærområdet til bedriften i Glomma og generelt om bedriften.

En rekke virksomheter i tillegg til Kronos Titan AS og Borregaard AS har eller har hatt utslipp som potensielt kan påvirke Glommas munningsområde og estuariet utenfor. For området nedenfor Sarpsfossen kan nevnes: Nordic Paper AS, Unger fabrikker, anlegget for behandling av kommunalt avløp på Øra (FREVAR) og tilsvarende anlegg i Sarpsborg (Alvim), småbåthavner, ferjekai, fritidsbåter. I tillegg fører Glomma med seg store mengder partikler og metaller som har utspring i tilførsler av ulike slag oppstrøms Sarpsfossen.

Med bakgrunn i krav fra Miljødirektoratet har Kronos Titan AS med innspill fra Borregaard AS engasjert NIVA til å utforme et tiltaksorientert overvåkingsprogram der det i hovedsak fokuseres på Kronos Titan AS sin utslippsprofil. Borregaard AS har utslipp av en del metaller som er felles med utslippene til Kronos Titan AS. Deler av resultatene fra overvåkingen er derfor relevant for begge bedriftene.

I denne rapporten presenteres resultatene fra undersøkelse NIVA har gjort i 2018 for analyse av arsen, kobolt, krom, kobber, jern, molybden, titan, vanadium, sink, kadmium, kvikksølv, nikkel og bly i blæretang fra seks stasjoner og blåskjell fra to stasjoner fra Glommas munningsområde og områdene utenfor.

Det godkjente overvåkingsprogrammet omfattet ikke biologiske kvalitetselementer, kun konsentrasjonsmålinger av vannregionspesifikke og prioriterte stoffer i blåskjell og blæretang.

Klassifisering som er benyttet.

Da det i dag kun er utviklet grenseverdier etter vannforskriften for kvikksølv i «biota», er konsentrasjonene for øvrige metaller målt mot Miljødirektoratets tidligere etablerte klassifiseringssystem for forurensningstilstand, eller hvor dette mangler. NIVAs fire-delte klassifisering. Konsentrasjoner i Klasse I og II tilsvarer henholdsvis Ubetydelig-lite forurenset og Moderat forurenset. Konsentrasjoner i disse to klassene er betraktet som «lave». For de stoffene der det er fastsatt grenseverdier etter vannforskriften tilsvarer disse klassene at kjemisk tilstand er god (gjelder de prioriterte stoffene), og at økologisk tilstand ikke er redusert som følge av

forurensningstilstanden (gjelder de vannregionspesifikke stoffene). Vi har derfor valgt å definere et skille under og over øvre grense til Klasse II ved presentasjon av resultatene.

Klassifisering - Blæretang

Det ble i 2018 observert lave konsentrasjoner av de vannregionspesifikke stoffene arsen, kobolt, fluorid og sink samt de prioriterte stoffene kvikksølv og kadmium, tilsvarende Klasse I Ubetydelig – lite forurenset eller Klasse II – Moderat forurenset på alle stasjoner. For de øvrige vannregionspesifikke og prioriterte stoffene var det overskridelser av øvre grense til Klasse II. På de fem stasjonene nærmest Glommas munning ble de vannregionspesifikke stoffene jern og titan målt i konsentrasjoner over Klasse II. Det var også overskridelse av øvre grense Klasse II for de vannregionspesifikke stoffene krom på to stasjoner (Kjøkkø og Tisler), kobber på én stasjon (Tisler) og vanadium på én stasjon (Kjøkkø). Det er uklart hvorfor overskridelser ble registrert på Tisler som ligger utenfor selve Hvalerområdet.

For prioriterte stoffer i blæretang (kadmium, kvikksølv, nikkel og bly) ble det observert konsentrasjoner under Klasse II på alle stasjoner bortsett ifra for bly på Kråkerøy og Tisler. Dersom vi legger vannforskriftens EQS for biota til grunn betyr det at kjemisk tilstand er god for kvikksølv i blæretang.

Klassifisering - Blåskjell

Overvåking av metaller i blåskjell viste konsentrasjoner under øvre grense for Klasse II for samtlige metaller på begge de undersøkte stasjonene, bortsett ifra jern og titan hvor konsentrasjonene var høyere enn Klasse II. Konsentrasjonene av kvikksølv i blåskjell var under vannforskriftens EQS for biota og kjemisk tilstand er dermed god.

Stedsgradienter

I all hovedsak ble de laveste konsentrasjonene for jern og titan samt kobolt og vanadium i blæretang observert på Tisler, stasjonen lengst unna Glommas munning, og de høyeste i området ut til ca. 8 km fra munningen. Bare for blæretang ved seks stasjoner var det tilstrekkelig statistisk grunnlag for å vurdere stedsgradient utover fra Glommas munning ved Kråkerøy til Tisler (hhv. 1,4 og 21,7 km fra Kaldera lykt) ved hjelp av linear regresjon. Da kun to stasjoner inngikk i overvåkingen av blåskjell var grunnlaget for lite til å vurdere stedsgradient. Kun for kobolt ble det registrert en statistisk signifikant nedadgående stedsgradient. Derimot ble høyeste konsentrasjon av arsen, krom, kobber og nikkel registrert på Tisler, og for alle fire metallene var oppadgående stedsgradient utover fra Glommas munning signifikant.

Tidstrender

Av statistisk signifikant tidstrend i blæretang var tre oppadgående (jern på Kjøkkø, titan på Rognholmen og bly på Kråkerøy) og to nedadgående (kobber på Kjøkkø og bly på Belgen). Ingen signifikant tidstrend ble registrert for blåskjell fra Kirkøy.

Videre overvåking

Nivåene av metaller som ble observert i denne undersøkelsen var i hovedsak lave (Klasse I eller II), med unntak av jern, titan og til dels krom. Forutsatt at det ikke gjennomføres mudring eller finner sted andre betydelige tiltak eller endringer av utslippsregimet, vil overvåking med 3 - 6 års intervaller være tilstrekkelig for å fange opp eventuelle endringer i tilstanden over tid. Imidlertid må det understrekkes at det statistiske grunnlaget for å detektere tidstrend blir betraktelig redusert jo lengre intervaller det er mellom målinger. Vi anbefaler derfor at overvåkingen skjer hvert 3. år. Dersom utslippene eller andre forhold skulle endre seg betydelig vil det imidlertid kunne være aktuelt med nye undersøkelser. I første omgang ca. et år etter at endringen har funnet sted.

Det er planlagt store mudringsoperasjoner i Røssvikrenna som ligger i vannforekomsten «Østerelva». I en slik situasjon vil det som en del av kontrollundersøkelsene for tiltaket være naturlig med en hyppig overvåking av forekomst av metaller og eventuelle andre miljøgifter i blæretang og blåskjell under anleggsarbeidene. En slik undersøkelse bør også gjennomføres ca. ett år etter at tiltaket er ferdig.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	11
1.1 Prinsipper for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand	11
1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomhetene.....	11
1.2.1 Kronos Titan AS.....	17
1.2.2 Borregaard AS.....	19
1.3 Vannforekomstene.....	19
1.4 Utslippspunkter og andre kilder til forurensninger i vannforekomstene	21
1.5 Stasjonsvalg.....	21
2 Materiale og metoder	24
2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram.....	24
2.2 Prøvetakingsmetodikk	24
2.2.1 Blæretang	24
2.2.2 Blåskjell.....	25
2.3 Analysemetoder.....	26
2.3.1 Blæretang og blåskjell.....	26
2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand	26
2.4.1 Prinsipp	26
2.4.2 Utregning.....	27
2.4.3 Statistikk og verdier under kvantifiseringsgrense	38
3 Resultater	29
3.1 Klassifisering	29
3.1.1 Blæretang	29
3.1.2 Blåskjell.....	29
3.2 Stedgradienter	30
3.2.1 Blæretang	30
3.2.2 Blåskjell.....	30
3.3 Tidstrender	34
3.3.1 Blæretang	34
3.3.2 Blåskjell.....	39
4 Konklusjoner og videre overvåking	42
4.1 Klassifisering	42
4.2 Stedsgradienter	43
4.3 Tidstrender	43
4.3.1 Blæretang	43
4.3.2 Blåskjell.....	43
4.4 Videre overvåking	44
5 Referanser	45
Vedlegg A Analyserapport – blæretang	47
Vedlegg B Analyserapport – blåskjell	56
Vedlegg C Data fra tidligere undersøkelser – blæretang	65
Vedlegg D Data fra tidligere undersøkelser – blåskjell	67

1 Innledning

1.1 Prinsipper for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster i Norge fått konkrete og målbare miljømål, ved at «god kjemisk tilstand» og minimum «god økologisk tilstand» skal oppnås.

Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås. Vannforskriften er nå hjemlet i forurensningsloven, plan- og bygningsloven, vannressursloven og naturmangfoldloven. Hjemmel i naturmangfoldloven tydeliggjør at vannforskriften også gjelder for kystvannforekomster som utsettes for annen påvirkning enn det som klart kan anses som forurensning, for eksempel fysiske tiltak i kystvann som påvirker strømforhold og vannmengde, samt påvirkning fra levende dyr og planter som for eksempel fremmede organismer. De siste rettelsene i vannforskriften ble gjort 14.01.2019¹.

Fundamentalt i vannforskriften er at det foretas en karakterisering og klassifisering av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst basert på systematisk overvåking.

Kjemisk tilstand skal beregnes ut fra miljøgifter som står på liste over prioriterte stoffer, der tilstanden angis som ikke god dersom ett eller flere av disse prioriterte stoffene overskrider grenseverdier som er satt for hvert stoff (*Environmental Quality Standards – EQS*).

Økologisk tilstand for vannforekomsten beregnes ved kombinasjon av parametere/indekser for de forskjellige kvalitetselementene det finnes data for. For beregning av økologisk tilstand inngår biologiske kvalitetselementer (f.eks. bunnfauna), fysisk-kjemiske kvalitetselementer (f.eks. næringsalter), hydromorfologiske kvalitetselementer (f.eks. strøm og eksponering) og vannregionspesifikke stoffer, dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet (miljøgifter), men som ikke står på liste over prioriterte stoffer. Det er fastsatt grenseverdier på samme måte som for de prioriterte stoffene for noen av de vannregionspesifikke stoffene. For begge stoffgrupper er det imidlertid i hovedsak fastsatt grenseverdier for vann og sediment, mens det kun er fastsatt grenseverdi for kvikksølv i biota.

Dersom kjemisk og/eller økologisk tilstand ikke er god er miljømålet ikke oppnådd, og det skal vurderes om tiltak må gjennomføres. Disse prinsippene er illustrert i **Figur 1**.

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

¹ Kilde: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446?q=vannforskriften>

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel etter utslippspunktene beliggenheter, hydromorfologiske egenskaper² og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.



Figur 1. Prinsippskisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand. Se tekst for nærmere forklaring. (Fra Direktoratgruppen vanddirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering).

Programmet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en vannforvaltningsplan for vannregionen på grunnlag av opplysninger innsamlet i henhold til kravene i vedlegg II og vedlegg V i vannforskriften, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet. Tiltaksorientert overvåking skal utføres på alle vannforekomster som på grunnlag av virkningsvurderingen i henhold til vedlegg II i vannforskriften eller basisovervåkingen anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, og for vannforekomster som det slippes ut prioriterte stoffer i. Det skal velges overvåkingslokaliteter som angitt i regelverket som fastsetter den relevante miljøkvalitetsnorm. I alle andre tilfeller, herunder i forbindelse med prioriterte stoffer når det ikke er gitt spesifikk veiledning i regelverket, skal overvåkingslokalitetene velges som følger:

- For vannforekomster som er i fare som følge av betydelige punktkildebelastninger, skal det være tilstrekkelig mange overvåkingspunkter innen hver vannforekomst til at omfang og konsekvenser av punktkildebelastningene kan vurderes. Dersom en vannforekomst er utsatt for en rekke punktkildebelastninger, kan overvåkingspunktene velges slik at omfang og konsekvenser av belastningene kan vurderes i sin helhet.
- For vannforekomster som er i fare som følge av betydelige diffuse kildebelastninger, skal det være tilstrekkelig mange overvåkingspunkter innen et utvalg av vannforekomstene til at omfang og konsekvenser av de diffuse kildebelastningene kan vurderes. Valget av vannforekomster skal være slik at de er representative for de relative risikoene for forekomster av diffuse kildebelastninger, og for de relative risikoene for at god tilstand ikke oppnås for overflatevann.

² Hydromorfologiske egenskaper: Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

- For vannforekomster som er i fare som følge av betydelige hydromorfologiske belastninger, skal det være tilstrekkelig mange overvåkingspunkter innen et utvalg av vannforekomstene til at omfang og konsekvenser av de hydromorfologiske kildebelastningene kan vurderes. Valget av vannforekomster skal være slik at de er karakteristiske for den samlede virkningen av hydromorfologiske belastninger som alle vannforekomstene er utsatt for.

For å vurdere omfanget av belastningen som vannforekomstene er utsatt for, skal man overvåke kvalitetselementer som er karakteristiske for belastningene som vannforekomst(e) er utsatt for. For å vurdere virkningene skal man etter relevans overvåke:

- Parametere som er karakteristiske for det eller de biologiske kvalitetselementene som er mest følsomme for de belastningene som vannforekomstene er utsatt for.
- Alle prioriterte stoffer³ som slippes ut, og alle andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder
- Parametere som er karakteristiske for det hydromorfologiske kvalitetselement som er mest følsomt for den identifiserte belastningen.

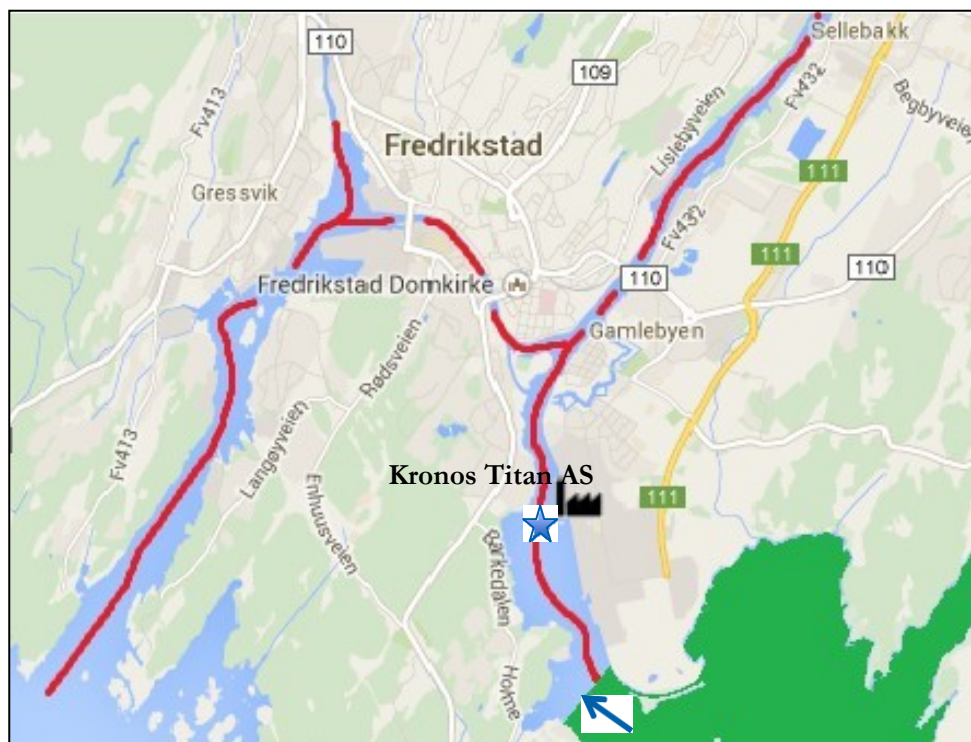
NIVA har med bakgrunn i brev datert 20.06.2016 og 06.12.2016 fra Miljødirektoratet utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram i henhold til vannforskriftens krav for Kronos Titan AS og Borregaard AS datert 27.09.2018. Programmet ble godkjent av Miljødirektoratet, og NIVA har på oppdrag fra Kronos Titan AS og Borregaard AS gjennomført overvåking i 2018.

1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomhetene

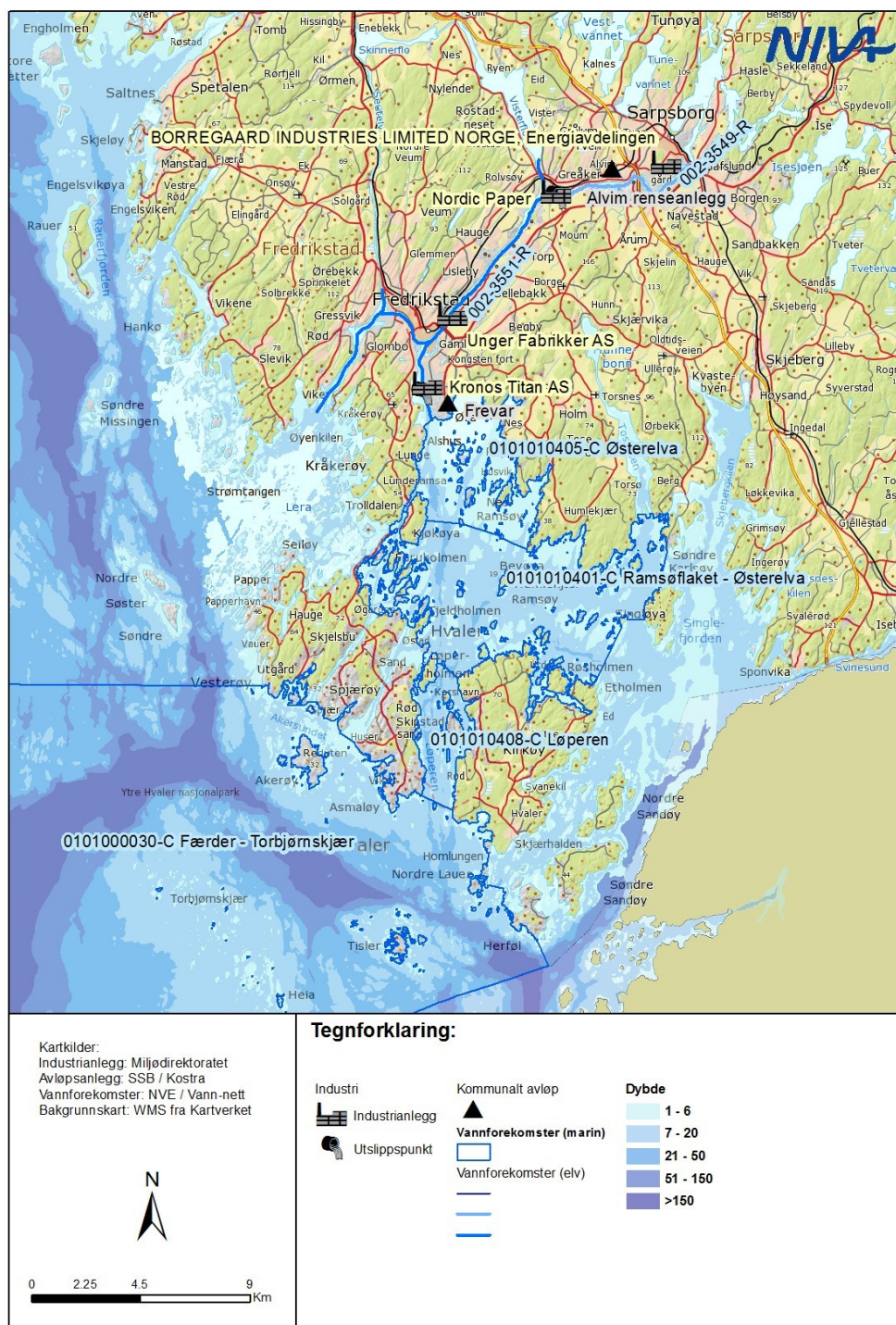
1.2.1 Kronos Titan AS

Kronos Titan AS tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "produksjon av fargestoffer og pigmenter". Anlegget holder til på Øra i Fredrikstad kommune i Østfold. Titan AS på Øra startet i 1916. I perioden 1964-1966 ble det bygget en fabrikk som i utgangspunktet er lik den nåværende og det er da bedriftens utslipp til Glomma startet. I 1989 ble tynnsvovelsyre (Fe-holdig svovelsyre) sendt til Langøya for nøytralisering og deponering. Bedriften er lokalisert i Glommas munningsområde (**Figur 2**) og har utslipp til vannforekomst 002-3551-R (Glomma fra Greåker til sjøen, se **Figur 2** og **Figur 3**). Bedriftens beliggenhet medfører at utslipp også transporteres nedstrøms til tilstøtende vannforekomst «Østerelva» (0101010405-C).

³ Redusert overvåkingsfrekvens for allestedsnærværende stoffer (stoff nr. 5, 21, 28, 30, 35, 37, 43 og 44 i vedlegg VIII del A tillates, så lenge overvåkingen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).



Figur 2. Bedriftens beliggenhet i vannforekomst 02-3551-R «Glomma fra Greåker til sjøen» (markert med heltrukken rød linje), og bedriftens hovedutslipp (blå stjerne). Grensen mellom vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» og «Østerelva» er markert med en pil. Vannforekomsten «Østerelva» er markert med klargrønn farge. For oversiktskart se Figur 3.



Figur 3. Beliggenhet til Kronos Titan AS i vannforekomst 02-3551-R (Glomma fra Greåker til sjøen) og Borregaard AS i vannforekomsten nr. 002-3549-R (Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker). I figuren vises også beliggenheten til 2 andre industribedrifter (Unger Fabrikker AS og Nordic Paper AS) som har krav om overvåking, samt de kommunale renseanleggene Alvim ved Sarpsborg og Frevar på Øra.

Prosessbeskrivelse

Kronos Titan AS produserer titandioksidpigment etter den såkalte sulfatprosessen med ilmenitt som råstoff. Som biprodukt dannes jernsulfat. I prosessen reagerer ilmenitt med svovelsyre for å danne vannløselige sulfater. Ilmenitt inneholder ilmenitt (FeTiO_3) samt oksider av bl.a. kobber (Cu), krom (Cr), vanadium (V), nikkel (Ni), sink (Zn) og bly (Pb). Bedriften bruker konsentrert svovelsyre som kan inneholde små mengder kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd). Etter reaksjonen mellom ilmenitt og svovelsyre (H_2SO_4) tilsettes skrapjern for å redusere Fe^{3+} til Fe^{2+} . Det uløste fra oppslutningstrinnet blir deponert på Langøya. Den kraftige reaksjonen mellom svovelsyre og ilmenitt (kalt oppslutning) gir avgasser som blir vasket med ellevann. Det sure vaskevannet inneholder svovelsyre og Hg.

Sulfatløsningen fra oppslutning blir kjølt ned for å krystallisere ut jernsulfat som er et biprodukt. Jernsulfat separeres fra løsningen med filtrering og sentrifugering. Etter utkrystallisering av jernsulfat kokes den resterende sulfatløsningen med direkte damp (kalt fellingstrinn). Titansulfat (TiOSO_4) omdannes da til titanhydrat ($\text{TiO}(\text{OH})_2$), mens rest av jernsulfat forblir i løsning. I dette prosessstrinnet dannes svovelsyre. Titanhydrat ($\text{TiO}(\text{OH})_2$) er fast stoff. Løsningen filtreres og vaskes (Moorefilter) for å fjerne svovelsyre, jernsulfat og andre Me-sulfater. Filtratet fra Moorefilter splittes i 3:

1. «Langøya» (for det mest konsentrerte tynnsyre, som blir nøytralisert og deponert på Langøya)
2. Resirkulasjon (resirkulert fraksjon)
3. Til Glomma (lavest konsentrasjon med Me-sulfater). Dette går til Glomma i bedriftens hovedavløp (sort avløp).

Det rene titanhydratet mates til glødeovner for krystallisering til titan dioksid (TiO_2). Titanhydrat inneholder noe svovelsyre som omdannes til SO_2 og SO_3 i glødeovnen. Disse avgassene blir renset i kjøletårn, elektrofilter og SO_2 -renseanlegg (sjøvannsvasker). Avløpet fra SO_2 -renseanlegget har eget avløp i Glomma, mens surt vann fra kjøletårn går i hovedavløp (sort avløp).

Etter glødeovner blir TiO_2 malt ned til riktig partikkelstørrelse i flere nedmalingstrinn. TiO_2 blir også behandlet med forskjellige kjemikalier for å oppnå riktige optiske egenskaper. I den forbindelse dannes løselige sulfater (Na_2SO_4) som vaskes ut i roterende filter hvor filtratet går til Glomma i hovedavløp (sort avløp).

Avløp til Glomma

Kronos Titan har 4 avløp til Glomma hvor hovedavløp (sort avløp) har størst fokus. Under er beskrevet de viktigste bidragene til hvert avløp og utslippsdyp i Glomma.

1. Hovedavløp (sort avløp, 6 m dyp i Glomma):
 - fra Moorefilter (H_2SO_4 , FeSO_4 og tungmetaller),
 - vann fra kjøletårn etter glødeovner (TiO_2 og H_2SO_4)
 - filtrat fra vask av behandlet pigment (TiO_2 og Na_2SO_4)
2. SO_2 -renseanlegg (6 m dyp i Glomma)
 - vaskevann fra SO_2 -renseanlegg (H_2SO_4)
3. Kjølevann (hvitt avløp, 2 m dyp i Glomma)
 - kjølevann fra krystallere og inndampere

4. Sprayvannsavløp (oppslutning, 2 m dyp i Glomma)
- vaskevann fra avgasser oppslutning (H₂SO₄ og Hg)

Utslippskomponenter til vann

Kronos Titan AS sine utslippsbegrensninger til vann er vist i **Tabell 1**. Bedriftens utslippstillatelse ble sist endret den 21. oktober 2014. Utslipp de siste 4 år ses i **Tabell 2**. Utslippene av sulfat regnes i utgangspunktet som lite problematisk da sulfat naturlig finnes i relativt store mengder i sjøvann. Fluor er et grunnstoff som kan skape problemer i forbindelse med utslipp til luft (særlig fra aluminiumsverk). Fluor finnes naturlig i berggrunnen og kan under spesielle forhold utgjøre et helseproblem i ved høye verdier i drikkevann. En kjenner imidlertid ikke til at miljøeffekter av utslipp til sjø utgjør noe stort problem.

Kronos Titan AS har et relativt stort utslipp av surt vann/svovelsyre (**Tabell 2**). Undersøkelser (Berge *et al.* 2008) tyder imidlertid på at influensområdet til utslippet fra Kronos Titan AS mht. pH er begrenset til selve nærområdet og muligens begrenset til en avstand på 50-100 meter fra utslippet. Dette inngår derfor ikke i den godkjente overvåkning.

Av øvrige utslippskomponenter fra Kronos Titan AS er det to stoffgrupper som potensielt kan påføre resipienten følgende belastninger:

- Organisk belastning (kjemisk oksygenforbruk (KOF) og suspendert stoff (SS)) NB: SS fra Kronos er i all vesentlighet uorganisk materiale slik at utslippene i seg selv egentlig ikke representerer en organisk belastning, men kan i teorien likevel påvirke bløtbunnsamfunn (se også **Tabell 2** med fotnoter).
- Miljøgiftpåvirkning (metaller).

Tabell 1. Kronos Titan AS sine utslippsbegrensninger til vann. (Kilde: utslippstillatelsen på www.norskeutslipp.no, ingen endring siden 21.10.2014).

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser				Gjelder fra
		Døgnmiddel	Ukemiddel kg/døgn	Månedsmiddel kg/døgn	Flytende 12-mnd middel kg/døgn a)	
H ₂ SO ₄	Sum utslipp		11500		8500	28.2.2007
Fe			1300		700	
pH	Avløp til Glomma	c)				1.1.2009
Cd	Sum utslipp				2,5 kg/år	28.2.2007
Hg					4 kg/år	
Cr (total)			2,0		1,5	
Pb	Hovedavløp			b)	30 kg/år	
Cu	Sum utslipp			b)	0,3	
As	Hovedavløp				20 kg/år	
V	Sum utslipp			b)	3	
Ti			900		750	
SO ₄ ²⁻				30 tonn/døgn	25 tonn/døgn	3.10.2014
SS					800	28.2.2007

a) Utslippsgrense basert på de siste 12 månedsprøvene

b) Skal inngå i måleprogram for utslipp til vann

c) Kontinuerlig overvåking av pH i alle avløp til resipienten (endret 14.3.2012)

Kort utslippshistorikk

Kronos Titan AS har utslipp av surt prosessavløpsvann fra sitt produksjonsanlegg på Øra. Hovedutslippet og utslippet fra SO₂-rensanlegget går ut svært nær hverandre på ca. 6 m dyp i Glomma syd for bedriften (ca. 1.2 km nord for grensen mellom de to vannforekomstene nevnt ovenfor) (**Figur 2**) dvs. i vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen». Vannmassene i utslippsdyppet er ofte dominert av saltvannskilen som trenger inn under det utstrømmende elvevannet som også har innslag av saltvann. Utslippet består i hovedsak av svovelsyre, titanoksid, jernsulfat og en del metaller (se **Tabell 2**). Tilførslene de siste årene har grovt sett vært på samme nivå, men tilførslene av kvikksølv og fluorid var noe høyere i 2014 enn foregående år, mens utslippet av titan har gått noe ned (**Tabell 2**). Totaltilførslene av metaller til Glommas munningsområde er betydelige, men domineres av det som tilføres oppstrøms Sarpsborg og i hovedsak ikke av det som kommer fra industri og kommunale rensanlegg nedstrøms Sarpsborg (Berge og Walday 2012).

Tabell 2 Rapporterte utslipp fra Kronos Titan AS til Glomma, 2008-2017 (tonn/år) (kilde: www.norskeutslipp.no). Data for vanadium er innhentet fra bedriften

Stoff	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kjemisk oksygenforbruk (KOF) ¹		93	98	67	74,4	102,7	78,9	72	70	74
Suspendert stoff (SS) ²	270,8	160	221	295	225	198	226	276	314	272
Arsen (As)	0,00005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0022	0,0038	0,0036	0,0025	0,0026	0,0021
Kobolt (Co)	0,0468	0,0318	0,0568	0,0423	0,0464	0,0464	0,063	0,045	0,041	0,044
Krom (Cr)	0,4607	0,475	0,513	0,394	0,34	0,482	0,396	0,338	0,369	0,351
Kobber (Cu)	0,0694	0,095	0,161	0,077	0,088	0,091	0,099	0,091	0,077	0,071
Fluorider (F)	13,3	11,6	11	14,4	8,3	23,4	37,6	2,2	3,2	5,2
Jern (Fe)	159	186,1	212,3	174,963	155,637	190,7	192,179	162,883	168,244	150,705
Molybden (Mo)	0,0015	0,0011	0,0013	0,0013	0,0053	0,0053	0,0036	0,0055	0,0091	0,012
Titan (Ti)	254,1	189	229,4	232,1	219	194	122	156	187,356	156,965
Vanadium (V)					0,522	0,694	0,700	0,551	0,478	0,417
Sink (Zn)	0,1381	0,121	0,176	0,121	0,112	0,112	0,112	0,093	0,104	0,094
Kadmium (Cd)	0,00035	0,00001	0,0004	0,0006	0,0002	0,00014	0,00033	0,00027	0,00045	0,00056
Kvikksølv (Hg)	0,0035	0,0033	0,0028	0,0024	0,0017	0,0021	0,0032	0,003	0,0017	0,003
Nikkel (Ni)	0,132	0,127	0,128	0,104	0,083	0,083	0,101	0,081	0,068	0,069
Bly (Pb)	0,0204	0,0239	0,0254	0,0207	0,0254	0,0232	0,0231	0,0261	0,0296	0,0244
Sulfat (SO ₄)	6194	6293	7773	7437	6935	8424	7765	7858	7665	7127
Svovelsyre (H ₂ SO ₄)	2934	2408	3203	2948	2479	2802	2837	2956	2077	2423

¹⁾ Bedriften antar at en vesentlig del av KOF er av uorganisk art (som f. eks Fe²⁺)

²⁾ Bedriften antar at 75 % av SS er av uorganisk art og ca. 25 av organisk art (tremel)

Resultater fra tidligere overvåking knyttet til Kronos sin virksomhet (Berge *et al.* 2008) har vist at influensområdet til utslippet mht. pH og forekomst av metaller i vann er begrenset til selve nærområdet til utslippene og at påvirkningen var vanskelig å spore, spesielt ved høy vannføring.

1.2.2 Borregaard AS

Bedriften har sin virksomhet ved Sarpsborg ca. 12 km oppstrøms Kronos Titan AS (**Figur 3**). Bedriften tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papirmasse". Borregaards fabrikkområde strekker seg fra tømmerrenseri på Opsund i nord til Melløs kai i syd - en strekning på 3 km. Borregaards fabrikker har utviklet seg gradvis over 100 år. Borregaards trekjemikonsept baseres på utvikling av stadig mer høyforedledede og spesialiserte produkter. Borregaard har omlag 16 anlegg med utslipp til Glomma. Bedriften har dermed en mangeslungen virksomhet og produserer en hel rekke produkter/kjemikalier som er for omfattende til at det omhandles ytterligere i denne rapporten.

Viktigste renseinstallasjoner hos Borregaard er:

- Anaerobt renseanlegg. KOF-rensing av avløpsstrømmer som går via dette anlegget.
- Renseanlegg for Hg. Rensing av grunnvann ved Kloralkalifabrikken.
- AOX-reaktor. Reduksjon av AOX-innhold i avløpsstrømmer som går via dette anlegget.
- Gjenvinningsystem for kobber.

Bedriften har sine utslipp til vannforekomsten Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker (vannforekomst nr. 002-3549-R).

Det er laget en egen overvåkingsrapport for bedriften (Aanes *et al.*, 2016a) som omhandler områdene i Glomma nær bedriften. Det henvises til denne for overvåkings resultater i nærområdet til bedriften i Glomma og generelt om bedriften.

Bedriften har en utslippstillatelse fra 2005 som sist er oppdatert 17.04.2015. Gjeldende utslippsgrenser ses i **Tabell 3**.

Tabell 3. Utslippsbegrensninger til vann for Borregaard AS. (Kilde: utslippstillatelsen på www.norskeutslipp.no, ingen endring siden 17.04.2015).

Utslipps-komponent	Utslippskilde/fabrikk	Utslippsgrenser				Gjelder fra
		Korttidsgrense (flytene midlingstid)	Langtidsgrense	Spes. utslipp kg/tonn produsert masse (TAD)		
				Mnd (flytende):	År	
KOF ¹⁾	Totalt fra fabrikkområdet (treforedling, vanilin og Farma)	90 tonn/døgn (mnd)	69 tonn/døgn (år)			1.01.2014
KOF ¹⁾	Treforedling				165 ³⁾	30.06.2013
S-TS ¹⁾	Totalt fra fabrikkområdet (treforedling, vanilin og Farma)	8,5 tonn/døgn (mnd)	6,8 tonn/døgn (år)			1.01.2010
S-TS ¹⁾	Treforedling				15	1.01.2010
AOX	Treforedling			1,1	0,9	30.06.2011
P-tot	Totalt fra fabrikkområdet (treforedling, vanilin og Farma)	85 kg/døgn (mnd)	70 kg/døgn (år)			14.03.2005
N-tot	Totalt fra fabrikkområdet	900 kg/døgn (mnd)	750 kg/døgn (år)			

	(treforedling, vanilin og Farma)					
Cu	Etanol, lignin, vanilin og biologisk renseanlegg	20 kg/døgn (mnd)	13 kg/døgn (år)			15.07.2010
Na-salter (som Na)	Alva	65 tonn/døgn (døgn)	50 tonn/døgn (år)			19.08.2009
Toluen ²⁾	Vanilinfabrikk		190 tonn/døgn (år)			14.03.2005
AUORG (Sum av NaCl, NaOH, Na ₂ SO ₄ , NaClO ₃)	Kloralkalifabrikken, Saltlakeresirkulasjon	5,0 tonn/døgn (mnd)	4,3 tonn/døgn (år)			
Cl ₂	Kloralkalifabrikken		4)			
Hg	Kvikksølvrenseanlegg, Kloralkalifabrikken		1,2 kg/år ⁵⁾			
Olje	Oljeavskiller	15mg /l (døgn) ⁶⁾				
Metaller (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn)	Totalt fra fabrikkområdet (treforedling, vanilin og Farma)		7)		7)	14.03.2005

1) For bestemmelse av KOF kan ISO 15705 benyttes. S-TS bestemmes etter NS 4733 (GF/Afilter), men kan etter søknad fra bedriften bestemmes etter NS 4760 (70 µm filter).

2) Utslipet måles ikke, grense er fastsatt i forhold til innkjøpt produkt.

3) Spesifikt utslipp skal måles i forhold til pakket cellulose (TAD).

4) Kloravgassing er tillatt fra kloralkalifabrikken når den må tømmes for overflødig klorgass ved driftsstans. Situasjoner med avgassing skal loggføres med angivelse av årsak, klormengde og varighet. Klorgassmengde og antall utslipp skal rapporteres årlig, jfr. 11.2.

5) Gjelder anlegg for rensing av kvikksølvholdig sigevann fra grunnen ved kloralkalifabrikken. Prøve av sigevann skal tas hvert kvartal.

6) Gjelder uforynnnet avløpsvann

7) Grense ikke fastsatt. Måles hvert kvartal

I **Tabell 4** gis en oversikt over noen av utslippene til Borregaard.

Tabell 4. Rapporterte utslipp fra Borregaard AS til Glomma, 2008-2017 (tonn/år) (kilde: www.norskeutslipp.no). Data for vanadium er supplert fra bedriften.

Stoff	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	27375	32412	35446	31147	28400	27724	25311	24329	23204	24229
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF)	3672	6345	8650	8906	8784	6607	5621	5439	5380	5402
Suspendert organisk stoff (S-TS)	2555	2482	1898	1752	1867	1789	1679	1497	1464	1208
Andre uorganiske forbindelser (AUORG)	1570	1595	1460	1606	1647	1628	1522	1537	1534	1422
Absorberbare klororganiske forbindelser (AOX)	58	158	139	129	104	122	105	129	101	109
Nitrogen, totalt (N-tot)	169	172	109	100	154	148	151	130	150	160
Fosfor, total (P-tot)	23	39	28	21	25	23	15	15	13	14
Arsen (As)	0,026	0,0073	0,015	0,011	0,011	0,011	0,011	0,01	0,012	0,009
Krom (Cr)	0,445	1,037	0,848	0,525	0,614	0,555	0,791	0,331	0,428	0,277
Kobber (Cu)	5,913	6,424	4,291	3,896	3,092	3,464	4,083	3,176	4,215	3,455
Sink (Zn)	4,022	4,5	4,746	3,737	2,723	3,113	6,187	4,184	4,017	3,799
Kadmium (Cd)	0,018	0,0073	0,007	0,007	0,004	0,004	0,006	0,005	0,005	0,005
Kvikksølv (Hg)	0,0022	0,0017	0,003	0,003	0,0025	0,0015	0,0019	0,009	0,0025	0,003
Nikkel (Ni)	0,529	0,748	0,442	0,464	0,425	0,33	0,864	0,338	0,385	0,289
Bly (Pb)	0,23	0,336	0,3	0,143	0,096	0,184	0,469	0,244	0,206	0,181

Ved sammenligning av **Tabell 2** og **Tabell 4** ser en at Borregaard har større utslipp av kadmium, nikkel, bly, krom, arsen, kobber og KOF enn Kronos Titan AS. Mens utslippene av kvikksølv fra de to bedriftene er ganske like. En antar at Kronos Titan AS til forskjell fra Borregaard ikke har noe utslipp av AOX. Det er ikke oppgitt noen tall for utslipp av jern og titan fra Borregaard.

1.3 Vannforekomstene

Kronos Titan AS har utslipp til Glomma i vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» (002-3551-R) som er karakterisert som en stor, moderat kalkrik, humøs elv. I utslippsområdet har de imidlertid til tider vært et betydelig og varierende innslag av saltvann, blant annet avhengig av vannføring (ved høy vannføring 3. juli 2007 varierte saltholdigheten relativt lite 2-4 PSU fra 0-6 m dyp, mens den ved lav vannføring 18. september 2007 varierte fra 5-26 PSU fra 0-5 m dyp). Det varierende saltvannsinnsalget skaper problemer ved valg av biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer.

Vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» hvor Kronos Titan har sine utslipp til grenser nedstrøms til vannforekomsten «Østerelva» (0101010405-C), som er karakterisert som en sterk ferskvannspåvirket fjord. Lenger syd er det ytterligere to vannforekomster (Ramsøflaket – Østerelva og Løperen) karakterisert som «Beskyttet kyst/fjord» før vannet når vannforekomsten utenfor Hvalerøyene (Færder Torbjørnskjær) karakterisert som åpen eksponert kyst (**Tabell 5**).

Tabell 5. *Vannforekomster oppstrøms og nedstrøms utslippene fra Kronos Titan AS. Utslippene fra Kronos Titan AS går i ut i vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» mens utslippene til Borregaard går ut i vannforekomsten «Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo».*

Vannforekomst	Elvelengde/ Areal	Vanntype- kode	Vanntype
002-3549-R Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo	7,59 km	REL5321	Svært stor, moderat kalkrik, humøs
002-3551-R Glomma fra Greåker til sjøen	21,62 km	REL5321	Svært stor, moderat kalkrik, humøs
0101010405-C Østerelva	19,51 km ²	CS5623300	Sterkt ferskvannspåvirket fjord
0101010401-C Ramsøflaket - Østerelva	52,27 km ²	CS3723300	Beskyttet kyst/fjord
0101010408-C Løperen	8,45 km ²	CS3723312	Beskyttet kyst/fjord
0101000030-C Færder Torbjørnskjær	605,64 km ²	CS1722300	Åpen eksponert kyst

Vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» og «Østerelva» er i Vann-Nett (www.vann-nett.no) klassifisert til å ha moderat økologisk tilstand, mens kjemisk tilstand er udefinert. Pålitelighetsgraden i klassifiseringen er imidlertid satt som lav. Unger fabrikker har også utslipp til vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen» (Vannforekomst 002-3551-R, se **Figur 3**). Vannforekomsten «oppstrøms» Kronos Titan AS er «Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker» (002-3549-R). Denne er i Vann-Nett klassifisert til å ha svært dårlig økologisk tilstand, mens kjemisk tilstand er god. Borregaard AS og Nordic Paper AS har utslipp til vannforekomsten «Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker» (Vannforekomst 002-3549-R, se **Figur 3**), men berører også vannforekomsten nedenfor (Vannforekomst 002-3551-R, se **Figur 3**). En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for vannforekomstene i **Tabell 5** er gitt i Vann-Nett.

Det er gjennomført egne overvåkingsprogram for utslippene fra Unger Fabrikker (Aanes *et al.* 2016c), Nordic Paper AS (Aanes *et al.* 2016b) og Borregaard AS (Aanes *et al.* 2016a) og de omtales derfor ikke nærmere her.

1.4 Utslippspunkter og andre kilder til forurensninger i vannforekomstene

Kronos Titan AS

Kronos Titan AS har sine utslipp nederst i Glomma (**Figur 2**). I overflatelaget er strømforholdene preget av det sydoverstrømmende ferskvannet/brakkvannet i Glomma som fører til at utslippene i 2 m dyp raskt fortynnes og føres ut i Glommaestuariet.

Utslippene på 6 m dyp går ut i et mer sjøvannspåvirket vann (saltvannskile) hvor strømhastigheten antas å være mindre og kan være både utadgående og innadgående avhengig av tidevann og vannføring i Glomma uten at en kjenner til detaljer i dette. I det store og hele antas utslippsområdet å ha meget stor fortynningsevne. Utslipet på 6 m dyp kan imidlertid også spres nordover i saltvannskilen før det igjen fanges opp av det sydovergående ferskvannet/brakkvannet.

Borregaard AS, Unger Fabrikker AS, Nordic Paper AS

Dette er bedrifter som har sine utslipp relativt langt unna Glommas munningsområde. Utslippene fra disse bedriftene ventes i all hovedsak å følge Glommavannet. Det er utarbeidet egne overvåkingsundersøkelser for disse bedriftene (Aanes *et al.* 2016a, b og c) og det henvises til disse for mer detaljer om de enkelte bedrifters utslipp og utslippsforhold og resultater fra overvåkingen. For Borregaard AS er det imidlertid gitt en oversikt over hovedutslippene til vann i **Tabell 3** og **Tabell 4**.

FREVAR KF (Fredrikstad Renovasjonsforetak)

FREVAR har sitt utslipp av rensert kommunalt avløpsvann til Glommas munningsområde (**Figur 3**).

Kommunalt renseanlegg ved Sarpsborg

Sarpsborg kommune sitt hovedrenseanlegg ligger på Alvim i Sarpsborg (**Figur 3**). Her renses daglig ca. 25000 kubikkmeter avløpsvann. Anlegget ble satt i drift i 1989. Fosfor og organisk stoff renses fra avløpsvannet. Restutslippet går i Glomma nær utslippene til Nordic Paper AS. Mer detaljer finnes i egen rapport (Aanes *et al.* 2016a).

1.5 Stasjonsvalg

Posisjonen for innsamling av organismene som ble brukt i overvåkingen ses i **Tabell 6**.

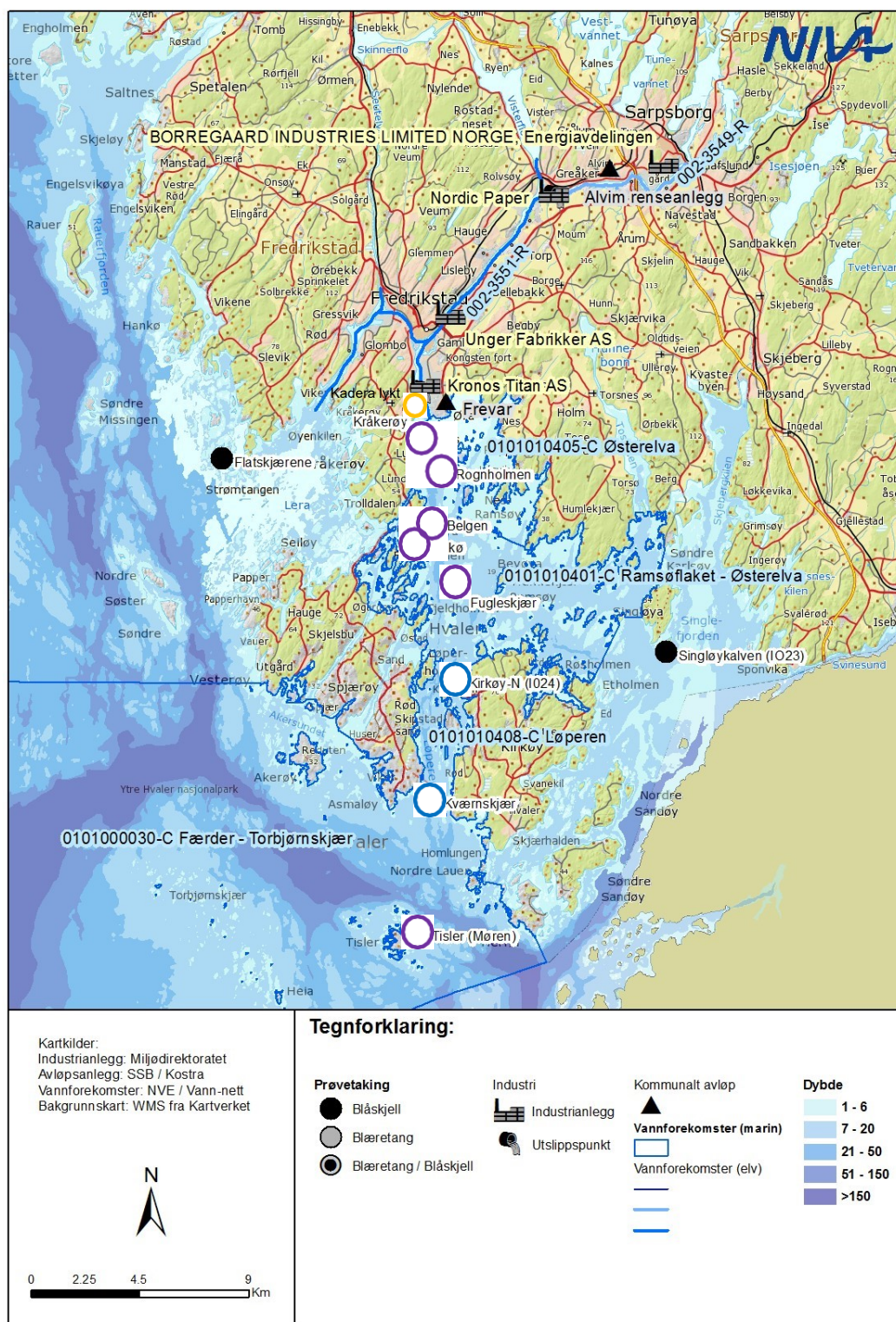
Det ble valgt å foreta innsamling av blæretang (*Fucus vesiculosus*) på seks stasjoner nærmest Glommas munningsområde (Kråkerøy, Rognholmen Belgen, Kjøkkø og Fugleskjær) (**Figur 4**). Dette er et område hvor det ikke er blåskjell eller hvor det er vanskelig å finne slike skjell. På stasjoner lenger ut (Kirkøy, Flatskjærene, Singløykvalven, Kvernskjær) hadde en som førstevalg å benytte blåskjell (*Mytilus edulis*) som analysematriser. På den ytterste stasjonen (Tisler) og Kjøkkø og Fugleskjær analyseres begge arter.

Stasjonene Flatskjærene, Singløykvalven, Kvernskjær og Tisler ligger langt unna Kronos Titan. Argumentet for å ta med Kvernskjær var at denne ligger midt i hovedløpet for vanntransporten fra Glomma til åpent hav. Det er lite sannsynlig at de tre øvrige stasjonene (Flatskjærene, Singløykvalven og Tisler) påvirkes av utslippene fra Kronos Titan AS. Vi tok likevel med disse fordi resultatene kan representere en form for bakgrunnsinformasjon som i tillegg til klassifiseringen belyser alvorlighetsgraden av de resultater en får fra de mer nærliggende stasjonene. Dette er også

stasjonene som har vært benyttet i tidligere overvåking for Kronos Titan AS, men da med blæretang som matriks.

Tabell 6. *Beliggenhet av stasjoner for innsamling. I tabellen vises også hvilken vannforekomst den enkelte stasjon tilhører og organisme brukt i overvåkingen. (Se også kart i Figur 4).*

Stasjon	Posisjon	Avstand fra Kadera lykt (km)	Vannforekomst	Organisme	
				Blæretang	Blåskjell
Kadera lykt	N59,181, Ø10,9509	0	[Glommas munning]		
Kråkerøy	N59,1685, Ø10,952	1,4	Østerelva	x	
Rognholmen	N59,1572, Ø10,9675	2,8		x	
Belgen	N59,1367, Ø10,9638	5,0	Ramsøflaket-Østerelva	x	
Kjøkkø	N59,1295, Ø10,9517	5,3		x	x
Fugleskjær	N59,1158, Ø10,9829	7,5		x	x
Kirkøy	N59,08, Ø10,9864	11,0	Løperen		x
Kværnskjær	N59,1568, Ø10,8079	16,3	Færder-		x
Tisler (Møren)	N59,0949, Ø11,1366	21,7	Torbjørnskjær	x	x



Figur 4. Kart som viser stasjoner for innsamling av blæretang og blåskjell for kjemiske analyser, ved tidligere undersøkelser (se tegneforklaring), og innsamling av blæretang (fiolett sirkler) og blåskjell (blå sirkler) 28. september 2018. Kaldera lykt vises med gul sirkel.

2 Materiale og metoder

2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

En kort oppsummering av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 7**. Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som ble godkjent av Miljødirektoratet. På enkelte stasjoner var det for få blåskjell til å få analysert det antall prøver og replikater som var planlagt.

Tabell 7. Analyserte elementer, matriks, antall stasjoner og frekvens, prøvetakingstidspunkt anvendt i overvåkingsprogram for Kronos Titan AS og Borregaard AS. VRSS = Vannregion spesifikt stoff. PS = prioritert stoff.

	Utslippskomponenter	Kvalitets-element	Medium/ Matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr år)	Tidspkt.
Økologisk tilstand	Arsen (As)	VRSS	Blæretang og blåskjell	6 (tang) 2 (skjell)	1	28/9-2018
	Kobolt (Co)					
	Krom (Cr)					
	Kobber (Cu)					
	Fluorid (F)					
	Jern (Fe)					
	Molybden (Mo)					
	Titan (Ti)					
	Vanadium (V)					
	Sink (Zn)					
Kjemisk tilstand	Kadmium (Cd)	PS	Blæretang og blåskjell	6 (tang) 2 (skjell)	1	28/9-2018
	Kvikksølv (Hg)					
	Nikkel (Ni)					
	Bly (Pb)					

2.2 Prøvetakingsmetodikk

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med det tiltaksorienterte overvåkingsprogrammet når det gjelder miljøgifter i biota. Det er samlet inn prøver av biota for analyse av prioritert stoffer, vannregionspesifikke stoffer og noen andre forbindelser/stoffer.

2.2.1 Blæretang

Innsamlingen av blæretang ble gjennomført 28. september 2018. Fra hver av de seks stasjonene (**Tabell 6**) ble det innsamlet ca. 20 individer av blæretang voksende på hardbunn i fjæra. En blandprøve bestående av den øvre delen (5-10 cm) av hvert individ ble analysert. Blæretangen ble innsamlet ved å vasse eller ved svømmedykking. Blæretangprøvene ble fryst ned (<-20 °C) etter innsamling og holdt nedfrost inntil innlevering for analyse. Prøvene av blæretang ble analysert for følgende metaller: kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb), sink (Zn), jern (Fe), arsen (As), nikkel (Ni), vanadium (V), kobolt (Co), molbyden (Mo) og titan (Ti). I tillegg er det analysert for fluorid. Molvær *et al.* (1997, Veileder 97:03) "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann" og Knutzen og Skei (1990) er benyttet for klassifisering.

Det var usikkerhet omkring merking av blæretangprøver fra Kjøkkø og Fugleskjær før det ble levert til analyse. For å finne ut hvor det er mest sannsynlig hvilken stasjon resultatene tilhører ble de to stasjoner sammenlignet basert på metall-resultater fra tidligere undersøkelser (i perioden 1984-2015). Det var ingen statistisk forskjell mellom de to stasjonene (paret t-test, $p \geq 0,05^4$), men gjennomsnittskonsentrasjon var høyere på Kjøkkø enn på Fugleskjær for alle metallene bortsett ifra vanadium. Av denne grunnen ble resultatene fra 2018-undersøkelse byttet om. Etter bytting er alle konsentrasjoner høyere på Kjøkkø enn på Fugleskjær bortsett ifra for arsen.

2.2.2 Blåskjell

Innsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført 28. september 2018. Blåskjell ble forsøkt samlet inn i fjæra ved snorkling eller svømmedykking på i alt fem stasjoner (**Tabell 6**), og fortrinnsvis skjell med skall-lengde 3-5 cm. Men til tross for intensiv leting ble tilstrekkelig mengder med skjell kun funnet på Kirkøy og Kværnskjær (**Tabell 8**). Det ble i hovedsak samlet inn minst 20 skjell fra hver stasjon (eller pr replikat). Blåskjellene ble lagt i rene plastposer av polyetylen og merket med prosjektnummer, stasjonskode og dato. Blåskjellprøvene ble fryst ned (< -20 °C) etter innsamling. Innsamlingen og håndteringen av blåskjellene er utført på en mest mulig skånsom måte og med minst mulig kontakt med annet materiale for å hindre kontaminering av potensielle miljøgifter. Prøvetakingen følger retningslinjer gitt i OSPAR (2012).

Tabell 8. Antall skjell og replikater som inngår i prøvene som er analysert. Minste og største skjell som inngår i hver prøve er også vist.

Stasjon	Antall skjell totalt	Antall replikater	Størrelse i mm (min-max)
Kirkøy	108	3	30-39
Kværnskjær	90	3	30-50

Før opparbeidning ble blåskjellene tatt ut av fryser til tining. På laboratoriet ble det brukt engangshansker under opparbeidelsen av blåskjellene. Skallene ble skrapet rene for begroing med en kniv eller skalpell. Skjellene ble deretter åpnet skånsomt med skalpell med minst mulig kutt i de bløte delene og satt med den åpne siden ned i noen minutter for å la en del væske renne ut av skjellene (**Figur 5**). Blåskjellinnmaten ble skrapet ut med en skalpell og samles i et rent glødet prøveglass. Det ble brukt nytt skalpellblad for hver stasjon som ble opparbeidet. Blåskjellene ble analysert for de samme elementer som blæretang.



Figur 5. Foto fra opparbeidelse av blåskjellprøver. Foto (NIVA).

⁴ «p» verdien er et statistisk begrep som angir sannsynlighet for at en antagelse (hypotese) er «sann». Verdien varierer mellom 0 og 1, og $p=0,05$ er ofte brukt som et skille, hvor $p<0,05$ indikerer at det er mindre enn 5 % sjanse, statistisk sett, at antagelsen er riktig. For eksemplet med Kjøkkø og Fugleskjær er antagelsen at det er ingen forskjell mellom stasjonene, noe den statistisk paret t-test underbygger med $p \geq 0,05$.

2.3 Analysemetoder

Det er samlet inn prøver av biota for analyse av vannregionspesifikke og prioriterte stoffer.

2.3.1 Blæretang og blåskjell

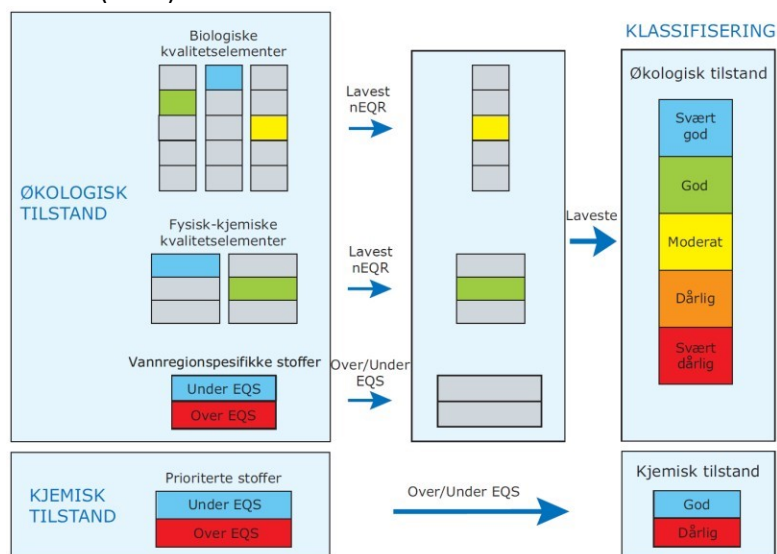
Alle kjemiske analyser ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium og deres samarbeidspartnere, som tilfredsstillende krav gitt i EU Direktiv 2009/90/EC, som beskriver tekniske spesifikasjoner for kjemiske analyser og overvåking av tilstand i biota. Analyserapporter er vist i vedlegg A og B. Der vises også analyseusikkerhet, kvantifiseringsgrense og referanse til analysemetode. Ved beregning av gjennomsnitt er halve kvantifikasjonsgrensen benyttet som konsentrasjonsverdi dersom en eller flere av stoffer er under kvantifikasjonsgrensen.

2.4 Klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand

2.4.1 Prinsipp

Ingen biologiske kvalitetselementer eller fysisk-kjemiske kvalitetselementer er med i undersøkelsen. Undersøkelsen omfatter imidlertid analyse av vannregionspesifikke og prioriterte stoffer (**Tabell 7**). Konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer inngår i vurdering av økologisk tilstand sammen med flere kvalitetselementer, mens prioriterte stoffer legges til grunn for kjemisk tilstandsvurdering (**Figur 6**). Konsentrasjonene måles mot fastsatte miljøkvalitetsstandarder, såkalte EQS-verdier (*Environmental Quality Standards*), også kalt grenseverdier. Det kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av den økologiske tilstandsklassiferingen. Dersom biologiske kvalitetselementer er bestemt til «god» eller «svært god» kan den økologiske tilstanden nedgraderes til «moderat» dersom det er overskridelse av grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer.

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist i **Figur 6**, dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» oppnås dersom målte konsentrasjoner av prioriterte stoff (**Tabell 7**) er høyere enn EQS-verdier gitt for disse stoffene i vannforskriften (2015).



Figur 6. Prinsippkisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand (fra NIVA). For denne rapporten er det kun vurdert tilstand og utvikling for vannregionspesifikke og prioriterte stoffer.

2.4.2 Utrekning

Dagens klassifiseringssystem (Veileder 02:2018) er effektbasert, og det er kun utviklet grenseverdi i biota for kvikksølv (Hg) av metallene. Her er grenseverdi 20 µg/kg våtvekt i «biota». Biota er i vannforskriften definert som «fisk», men det er lagt til at «alternativ taksa eller matriks kan benyttes dersom miljøkvalitetsstandarden gir samme beskyttelsesnivå» (Veileder 02:2018). På dette grunnlaget har vi valgt å måle konsentrasjoner av kvikksølv i blæretang og blåskjell mot grenseverdien for kvikksølv. Til sammenligning, og i tråd med tidligere praksis, har vi også valgt å presentere resultatene i forhold til Miljødirektoratets fem-delte klassifiseringssystem, altså Molvær *et al.* (1997) (Berg 2016).

For de øvrige stoffene i både blæretang og blåskjell er det valgt, også etter tidligere praksis (Berg 2016), å bruke klassegrenser gitt i annen litteratur: Miljødirektoratets fem-delte klassifisering (Molvær *et al.* 1997), eller, for stoffene som finnes ikke her, en fire-delte klassifisering (Knutzen og Skei 1990). Konsentrasjoner i Klasse I og II tilsvarer henholdsvis Ubetydelig-lite forurenset og Moderat forurenset. For de stoffene der det er fastsatt grenseverdier etter vannforskriften tilsvarer disse klassene at kjemisk tilstand er god (gjelder de prioriterte stoffene), og at økologisk tilstand ikke er redusert som følge av forurensningstilstanden (gjelder de vannregionspesifikke stoffene). Vi har derfor valgt å definere et skille under og over øvre grense til Klasse II ved presentasjon av resultatene.

For denne undersøkelsen gjelder det vannregionspesifikke stoffer arsen (As), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), fluorid (F), jern (Fe), titan (Ti), vanadium (V) og sink (Zn), samt de prioriterte stoffer kadmium (Cd), nikkel (Ni) og bly (Pb) i tillegg til Hg. Det er foreløpig ingen klassegrenser fastsatt for molybden (Mo).

En oppsummering av stoffene som ble analysert på materialet fra 2018 og de benyttede klassegrensene er vist i **Tabell 9**.

Til sammenligning er det vist verdier for høye referansekonsentrasjoner utviklet av NIVA (PROREF, *provisional high reference concentration*) for flere av disse stoffene i blåskjell (Green *et al.* 2017) (**Tabell 9**). PROREF er beregnet på bakgrunn av konsentrasjoner i blåskjell fra stasjoner med ulik grad av forurensningsnivå, og fra referansestasjoner. Dataene er hentet fra overvåkingsprosjektet «Miljøgifter i norske kystområder» (MILKYS), som NIVA har utført på oppdrag for Miljødirektoratet. Alle analysedata for referansestasjonene for årene 1992-2016 er lagt til grunn i beregningene av referansekonsentrasjoner. 95 persentilen ble valgt som verdi for høy referansekonsentrasjon. Eksempelvis er PROREF for arsen i blåskjell satt til 18,2 mg/kg tørrvekt, og denne verdien faller i intervallet for Klasse II (10-30 mg/kg tørrvekt). PROREF-verdiene er konsekvent lavere enn øvre grense for Klasse II.

Tabell 9. Grenseverdier (mg/kg tørrvekt) for analyserte stoffer i blæretang og blåskjell. VRSS = Vannregionspesifikke stoff. PS = prioriterte stoffer (Veileder 02:2018). Da det i dag kun er utviklet grenseverdier for Hg i «biota», er grenseverdier for blæretang og blåskjell fra tidligere veiledere benyttet (se fotnote). i.g. = ingen grenseverdi. Særlig grad av usikkerhet er merket med «?» (se Knutzen og Skei 1990). Grensene er basert på bakgrunn av observerte konsentrasjoner klassifisert i tilstandsklasser ifølge Miljødirektoratets miljøkvalitetskriterier for Cd, Cr, Cu, F, Hg, Pb og Zn (Molvær *et al.* 1997) og ifølge Knutzen og Skei¹⁾ (1990) for Fe, V, Ti, og Co. For Mo har en ikke noe system for klassifisering. Blå fargekode= Ubetydelig-lite forurenset (Klasse I), grønn= Moderat forurenset (II),

gul= Markert forurenset (III), oransje= Sterkt forurenset (IV), rød= Meget sterkt forurenset (V). Grå= Ikke i klassifiseringssystem/kan ikke klassifiseres. PROREF verdier er fra Green et al. (2017, vedlegg F).

	Blåretang, nedre grense til Klasse:					Blåskjell, nedre grense til Klasse:					Blåskjell PROREF
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
Vannregionspesifikke stoffer (VRSS)											
Arsen (As) ²	<50	50	150	350	700	<10	10	30	100	200	18,2
Kobolt (Co) ³	<2	2	10	40	i.g.	<3	3	10	50	i.g.	0,46
Krom (Cr) ²	<1	1	5	15	50	<3	3	10	30	60	2,04
Kobber (Cu) ²	<5	5	15	50	150	<10	10	30	100	200	9,57
Fluorid (F) ²	<15	15	50	100	300	<15	15	50	150	300	i.g.
Jern (Fe) ³	<300?	300?	750	2000	i.g.	<250?	250?	500	1500	i.g.	i.g.
Molybden (Mo)	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.	i.g.
Titan (Ti) ³	<5?	5?	30	100	i.g.	<5?	5?	25	100	i.g.	i.g.
Vanadium (V) ³	<2?	2?	10	40	i.g.	<2	2	10	30	i.g.	i.g.
Sink (Zn) ²	<150	150	400	1000	2500	<200	200	400	1000	2500	134
Prioriterte stoffer (PS)											
Kadmium (Cd) ²	<1,5	1,5	3	20	40	<2	2	5	20	40	1,00
Kvikksølv (Hg) ²	<0,05	0,05	0,15	0,5	1	<0,2	0,2	0,5	1,5	4	0,06
Nikkel (Ni) ²	<5	5	25	50	100	<5	5	20	50	100	1,70
Bly (Pb) ²	<1	1	3	10	30	<3	3	15	40	100	1,16

¹ Co, Fe, Mo, Ti, og V inngår ikke i Miljødirektoratets klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al., 1997). Vi har derfor benyttet Knutzen og Skei (1990) sitt forslag til klassifisering for disse metallene. Denne klassifiseringen opererer med 4 tilstandsklasser. I omtalen av disse resultatene har vi brukt samme begrepsapparat som brukes for Klasse I-IV i SFTs klassifisering (Veileder 97:03).

² Grenseverdier (øvre grense til Klasse II) fra Molvær et al. 1997.

³ Grenseverdier (øvre grense til Klasse II) fra Knutzen og Skei 1990 basert på en fire-klasse system.

2.4.3 Statistikk og verdier under kvantifiseringsgrense

For å vurdere stedsgradienter og tidstrender ble det benyttet vanlig linear regresjon i Microsoft® Excel® 2016. For å vurdere forskjell i konsentrasjon mellom de to blåskjellstasjonene ble den ikke-parametriske testen Tukey-Kramer HSD benyttet (JMP® 14.0.0 statistikk pakke, Copyright © 2018 SAS Institute). For verdier angitt som under kvantifiseringsgrensen, ble halvparten av denne grensen benyttet (Veileder 02:2008).

3 Resultater

Det godkjente overvåkingsprogrammet omfattet ikke biologiske kvalitetselementer og en fullstendig økologisk tilstandsklassifisering kan derfor ikke gjøres på bakgrunn av denne undersøkelsen. I tillegg er det ikke fastsatt grenseverdier etter vannforskriften for andre stoffer enn kvikksølv. Målte konsentrasjoner er derfor sammenlignet med andre eksisterende klassifiseringssystemer, og resultatene er i utgangspunktet presenter som under eller over de nedre to klassene. Bakgrunnen og usikkerheten ved de klassifiseringssystemene som har vært benyttet er imidlertid forskjellig og for noen av elementene/stoffene som er analysert (Co, Mo, Ti, V i blæretang og blåskjell) foreligger det ikke noe anvendelig klassifiseringssystem.

Blåskjell er en mer etablert overvåkingsmatriks enn blæretang. Nær Glommas munning finnes imidlertid ikke blåskjell, og derfor har en benyttet blæretang som supplement til blåskjell.

Analyseresultater (rådata) fra Eurofins finnes i **Vedlegg A** for blæretang og i **Vedlegg B** for blåskjell.

3.1 Klassifisering

3.1.1 Blæretang

Konsentrasjonen av arsen, kobolt, fluorid, sink, kadmium, kvikksølv og nikkel på alle seks stasjoner som ble målt i 2018 var lave tilsvarende Klasse I - Ubetydelig-lite forurenset eller Klasse II - Moderat forurenset (**Tabell 10**). EQS verdi for kvikksølv i biota dvs. 20 µg/kg v.v. ville alle seks stasjonene klassifiseres til «god» kjemisk tilstand. For vanadium og kobber var det lave konsentrasjoner på fem stasjoner mens stasjonen Tisler var sterk forurenset – Klasse IV med kobber og Kjøkøy var markert forurenset - Klasse III med vanadium. En re-analyse på kobber fra Tisler viste samme resultat. For krom og bly var konsentrasjonene lave for fire stasjoner, unntakene gjaldt Kråkerøy, Kjøkøy og antatt referansestasjon Tisler. Konsentrasjoner av metallene jern og titan på samtlige stasjoner tilsvarende markert forurenset eller meget forurenset (Klasse IV). Molybden var under kvantifiseringsgrense på alle stasjonene (<0.77 mg/kg tørrvekt) bortsett fra på Tisler (1.11 mg/kg tørrvekt).

3.1.2 Blåskjell

Det generelle bildet for 2018 var relativt lave konsentrasjoner (Klasse I eller II) for samtlige stoffer for begge stasjoner bortsett for jern og titan som hadde konsentrasjoner tilsvarende Klasse III - Markert forurenset (**Tabell 10**). Bruker en imidlertid EUs EQS verdi for kvikksølv i biota dvs. 20 µg/kg v.v. ville begge stasjonene klassifiseres til «god» tilstand.

Dersom man legger de såkalte PROREF verdiene til grunn for vurdering, var konsentrasjoner av kobolt, krom, sink, kvikksølv og nikkel konsekvent høyere en korresponderende PROREF-verdiene, mens arsen, og på Kværnskjær kobber, kadmium og bly, var lavere.

Molybden varierte mellom 1,58 mg/kg tørrvekt på Kirkøy og 2,50-4,17 mg/kg tørrvekt på Kværnskjær.

Tabell 10. Konsentrasjonen (mg/kg tørrvekt) av metaller og fluorid i blæretang innsamlet i Hvalerområdet i 2018. Avstand er fra Kaldera lykt ved Glommas munning. Farge antyder miljøtilstand (se Tabell 9). De blå og grønne cellene indikerer vannregionspesifikke eller prioriterte stoffer er i hhv Klasse I eller II. De gule, oransje eller røde cellene indikerer at konsentrasjon er i hhv Klasse III, IV eller V. De grå cellene (gjelder Mo) indikerer at ingen klassifiseringsgrenser er oppgitte.

Stoff \ Prøvenr.	Blæretang								Blåskjell					
	Kråkerøy	Rognholm	Belgen	Kjøkø	Fugleskjær	Tisler	stedsgradient	Kirkøy		Kværnskjær				
	1	1	1	1	1	1		1	2	3	1	2	3	
Vannregionspesifikke stoffer:														
Arsen (As)	19,23	22,86	16,00	15,88	18,00	38,89	↑	10,77	10,00	10,83	10,83	11,67	11,67	
Kobolt (Co)	6,15	7,86	4,00	4,12	3,33	1,11	↓	1,15	1,08	1,17	0,92	1,00	0,78	
Krom (Cr)	3,38	2,79	2,60	5,65	2,60	8,33	↑	5,15	5,85	5,75	14,17	6,67	7,75	
Kobber (Cu)	15,38	14,29	9,33	10,59	7,33	138,89	↑	10,77	10,00	10,83	7,17	7,17	7,25	
Fluorid (F)	10,31	10,00	7,67	12,94	11,67	13,56	○	3,95			10,00	27,83	12,00	
Jern (Fe)	1692,31	1357,14	1200,00	3235,29	1400,00	105,56	○	923,08	846,15	1166,67	700,00	1166,67	666,67	
Molybden (Mo)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	1,11	-	1,58			4,17	2,50	4,17	
Titan (Ti)	92,31	100,00	73,33	170,59	86,67	1,39	○	45,79			40,00	25,00	35,00	
Vanadium (V)	5,38	5,00	4,00	10,59	4,67	1,11	○	3,16			2,50	1,67	2,50	
Sink (Zn)	176,92	171,43	86,67	82,35	66,67	127,78	○	153,85	161,54	150,00	150,00	150,00	150,00	
Prioriterte stoffer:														
Kadmium (Cd)	1,69	1,64	0,93	1,12	1,00	1,06	○	1,15	1,23	1,25	0,92	0,92	0,92	
Kvikksølv (Hg)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	○	0,13	0,13	0,14	0,12	0,11	0,13	
Nikkel (Ni)	15,38	17,14	12,00	14,12	10,67	24,44	↑	4,69	4,85	5,08	11,67	5,92	6,50	
Bly (Pb)	4,69	1,50	1,67	2,76	1,53	7,22	○	1,54	1,46	1,50	0,66	0,72	0,64	
Avstand (km)	1,4	2,8	5	5,3	7,5	21,7		11	11	11	16,3	16,3	16,3	

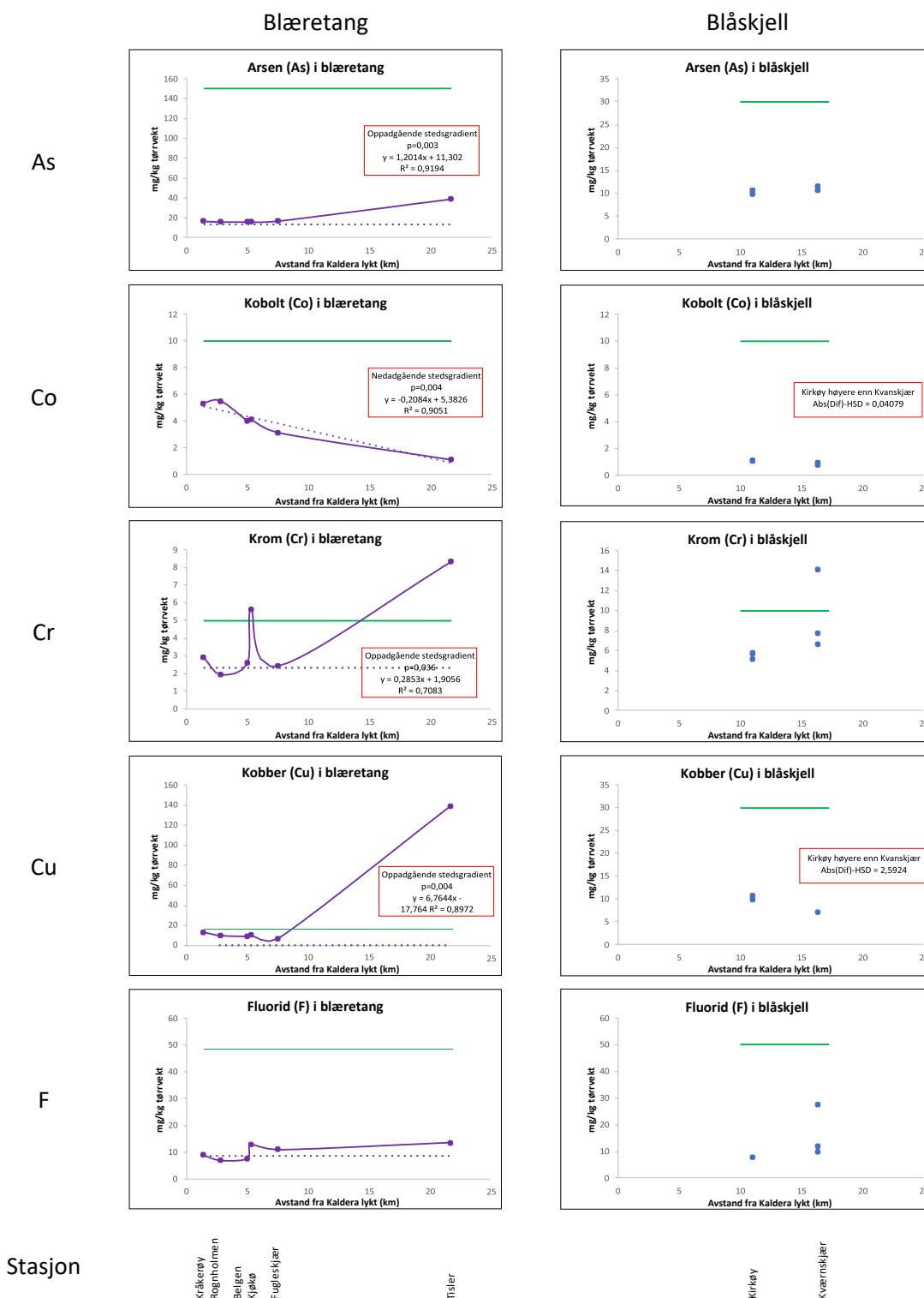
3.2 Stedsgradienter

3.2.1 Blæretang

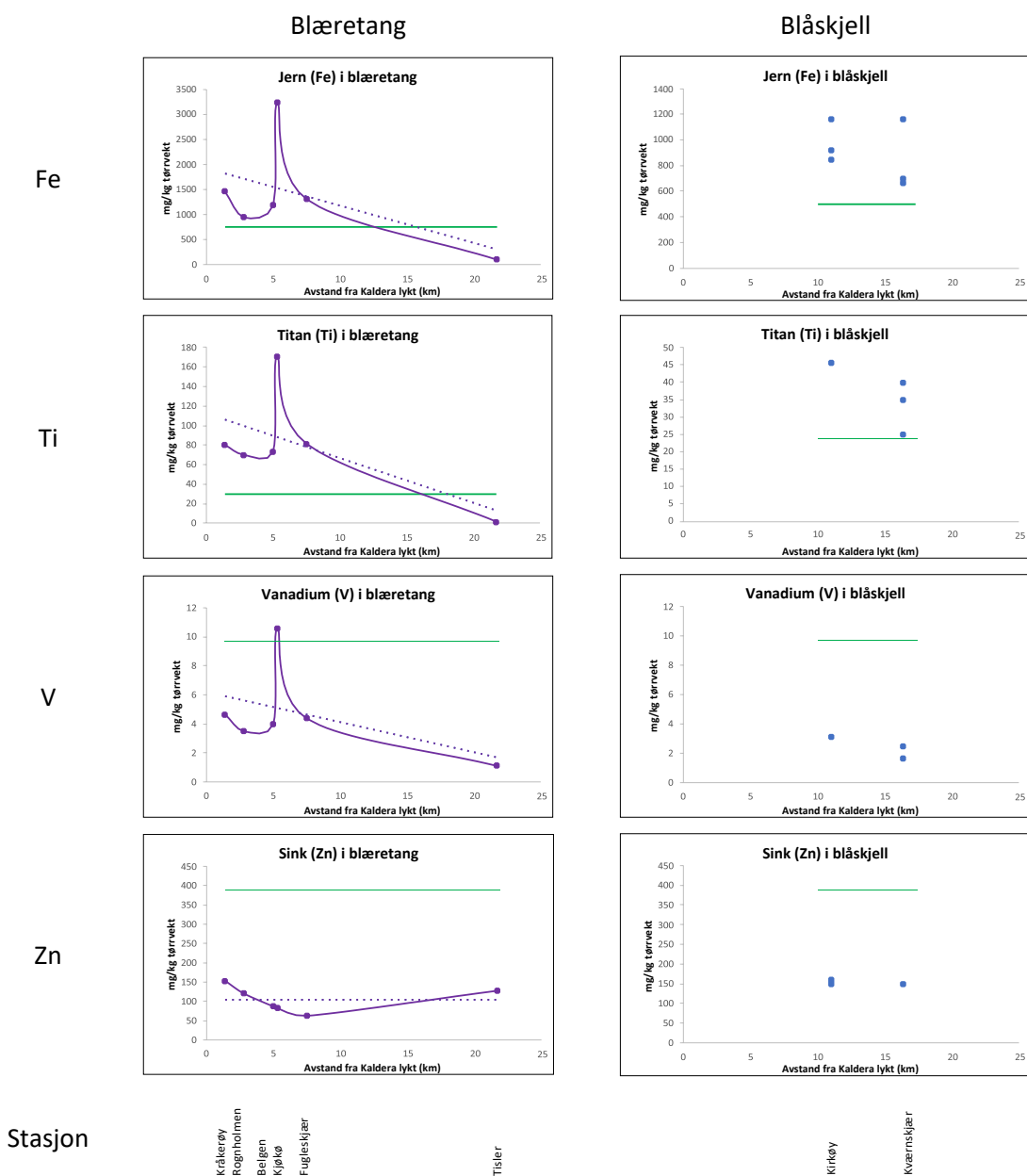
Konsentrasjonen av metaller i blæretang i ulik avstand fra Glommas munning ses i **Figur 7**, **Figur 8** og **Figur 9**. For kobolt, jern, titan og vanadium ble i hovedtrekk de laveste konsentrasjonene observert på Tisler, nesten 22 km fra Glommas munning og de høyeste i munningsområde ut til ca. 8 km fra munningen (avstand fra Kaldera lykt). En antar at den avtagende konsentrasjonen med økende avstand fra munningen har sammenheng med at Glomma er hovedkilden og at dette vannet fortynnes med økende avstand fra munningsområde. Det ble kun registrert en signifikant nedadgående stedsgradient utover (**Figur 7**, $p=0,004$) for kobolt. Av foreløpig ukjent grunn ble de høyeste konsentrasjonene funnet på Tisler for arsen, krom, kobber, nikkel og bly. Stedsgradienten var signifikant oppadgående for arsen ($p=0,003$), krom ($p=0,036$), kobber ($p=0,004$) og nikkel ($p=0,021$). Dette kan tyde på Glommavann ikke er en dominerende hovedkilde for arsen og krom. For fluorid, sink, kadmium og kvikksølv var det imidlertid relativt liten forskjell mellom høyeste og laveste konsentrasjon.

3.2.2 Blåskjell

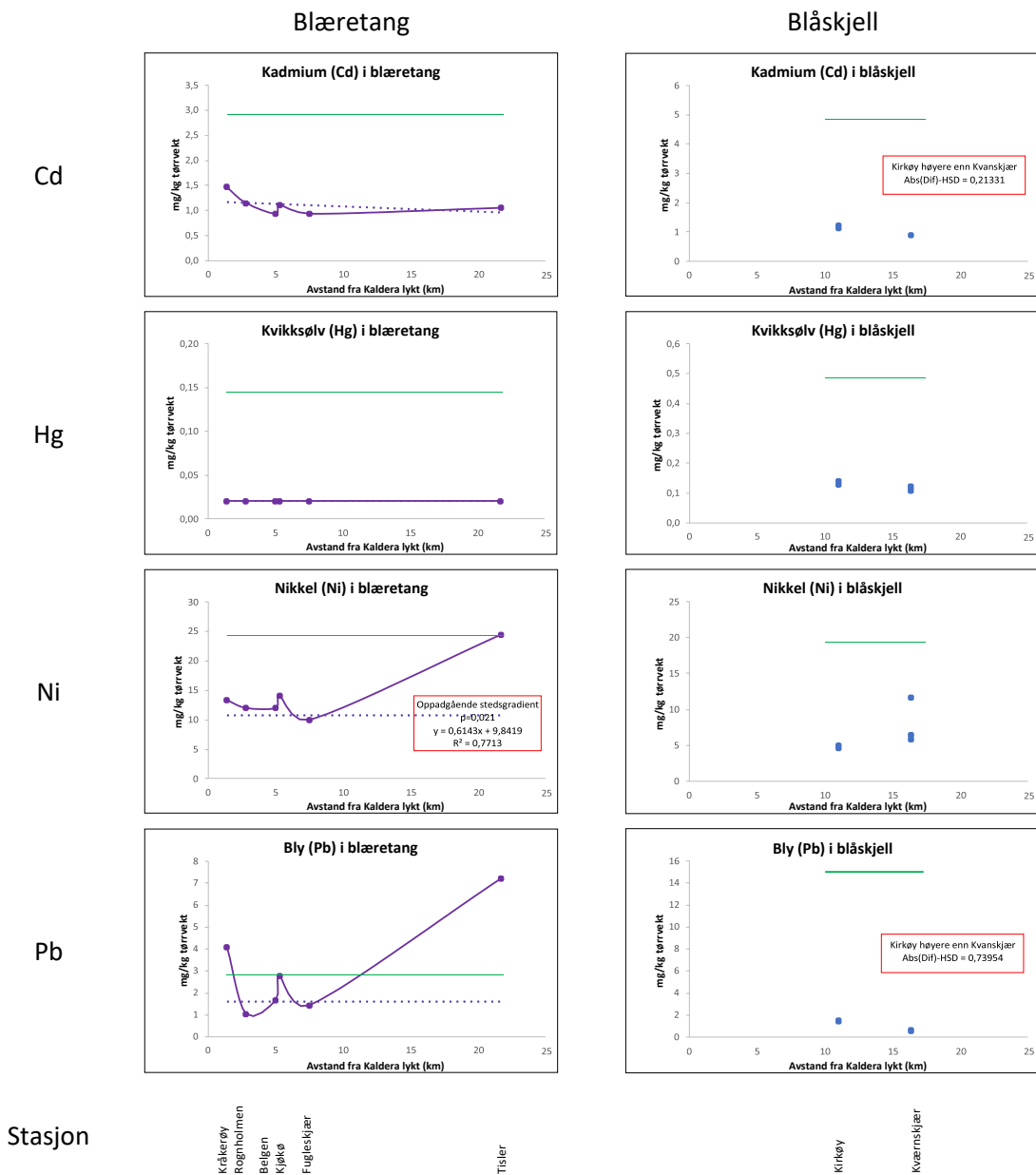
Konsentrasjonen av metaller i blåskjell på Kirkøy var i hovedsak høyere enn på Kværnskjær, unntaket var for arsen (**Figur 7**, **Figur 8**, **Figur 9**) (se for øvrig seksjon 2.2.1). Kirkøy ligger litt over 5 km nærmere Glommas munning enn Kværnskjær. For kobolt, kobber, kadmium og bly var forskjell mellom stasjonene statistisk signifikant (Tukey-Kramer HSD). Forskjell antas å skyldes nevnt fortynning med økende avstand fra munningsområde.



Figur 7. Konsentrasjon av vannregionspesifikke stoffer; arsen (As), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu) og fluorid (F) i blæretang og blåskjell i ulik avstand fra Kaldera (fyrlykt på Kråkerøy Østerelva) i 2018. Grønn horisontal linje er øvre grense for Klasse II (se Tabell 9). Linear stedsgradient er beregnet (prykkede linje) for blæretang, og ligning er gitt dersom helning er statistisk signifikant ($p < 0.05$). Dersom det er statistisk signifikant forskjell mellom de to blåskjell-stasjonene er Abs(Dif)-HSD verdi vist (Tukey-Kramer, ikke-parametrisk test).



Figur 8. Konsentrasjon av vannspesifikke stoffer; jern (Fe), titan (Ti), vanadium (V), og sink (Zn) i blæretang og blåskjell i ulik avstand fra Kaldera (fyrlykt på Kråkerøy Østerelva) i 2018. Grønn horisontal linjen er øvre grense Klasse II (se **Tabell 9**). Linear stedsgradient er beregnet (prikkede linje) for blæretang, og ingen helning er statistisk signifikant ($p \geq 0.05$). Det er ikke registrert statistisk signifikant forskjell mellom de to blåskjell-stasjonene (Tukey-Kramer, ikke-parametrisk test).



Figur 9. Konsentrasjon av prioriterte stoffer; kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), og bly (Pb) i blæretang og blåskjell i ulike avstander fra Kaldera (fyrlykt på Kråkerøy Østerelva) i 2018. Grønn horisontal linje er øvre grense for Klasse II (se **Tabell 9**). Linear stedsgradient er beregnet (prikkede linje) for blæretang bortsett ifra kvikksølv fordi mye data er under kvantifiseringsgrense, og ingen helning er statistisk signifikant ($p \geq 0.05$). Dersom det er statistisk signifikant forskjell mellom de to blåskjell-stasjonene er Abs(Dif.)-HSD verdi vist (Tukey-Kramer, ikke-parametrisk test).

3.3 Tidstrender

Konsentrasjonen av metaller i blæretang og blåskjell i denne undersøkelse og fra tidligere undersøkelser fra samme stasjonene i perioden 1988-2018 er vist i Vedlegg C for blæretang (**Tabell 11**) og Vedlegg D for blåskjell (**Tabell 12**).

3.3.1 Blæretang

Krom

Alle observasjoner av krom som ble gjort i 2011 lå vesentlig høyere enn alle tidligere år, og også observasjoner i 2018 (og 2015) med unntak av to stasjoner i 2018 (Kjøkkø og Tisler) og én stasjon (Kråkerøy) redusert til et nivå som var mer tråd med observasjonene før 2011 (**Figur 10**). Utslippstallene for Kronos Titan indikerer en statistisk signifikant nedadgående tidstrend i perioden 2008-2017 ($p=0,027$), men ingen signifikant tidstrend ble registrert for Borregaard AS i samme periode ($p=0,079$).

Kobber

En signifikant nedadgående tidstrend ble registrert på Kjøkkø for perioden 1989-2018 ($p=0,027$, **Figur 10**), ellers ble ingen tidstrend bekreftet. De fleste observasjoner av noe høye nivåer ble imidlertid observert på 80- og 90-tallet (1988 og 1995). Sett bort i fra resultatet på Tisler var konsentrasjonen av kobber i 2018 generelt noe høyere enn i 2015, og omtrent på samme nivå som i 2011 (**Figur 10**). Utslippstallene for Borregaard indikerer en statistisk signifikant nedadgående tidstrend i perioden 2008-2017 ($p=0,027$).

Vanadium

Ingen signifikant tidstrend ble registrert for perioden 2003-2018 (**Figur 10**). Konsentrasjonene har vært lave (Klasse I eller II) hele undersøkelsesperioden (2003-2018), med unntak av konsentrasjonen på 10,59 mg/kg tørrvekt funnet på Kjøkkø i 2018.

Jern og titan

Konsentrasjonsnivået av jern og titan på den enkelte stasjon har variert relativt mye fra år til år (**Figur 11**), men to statistisk signifikante tidstrender ble registrert, begge oppadgående, for jern på Kjøkkø i perioden 1989-2018 ($p=0,022$), og for titan på Rognholmen i observasjonsperioden 2008-2018 ($p=0,029$). For jern og titan har det generelt i hele observasjonsperioden blitt registrert lave konsentrasjoner i tang på Tisler. Utslippstallene for Kronos Titan indikerer en statistisk signifikant nedadgående tidstrend i perioden 2008-2017 ($p=0,018$).

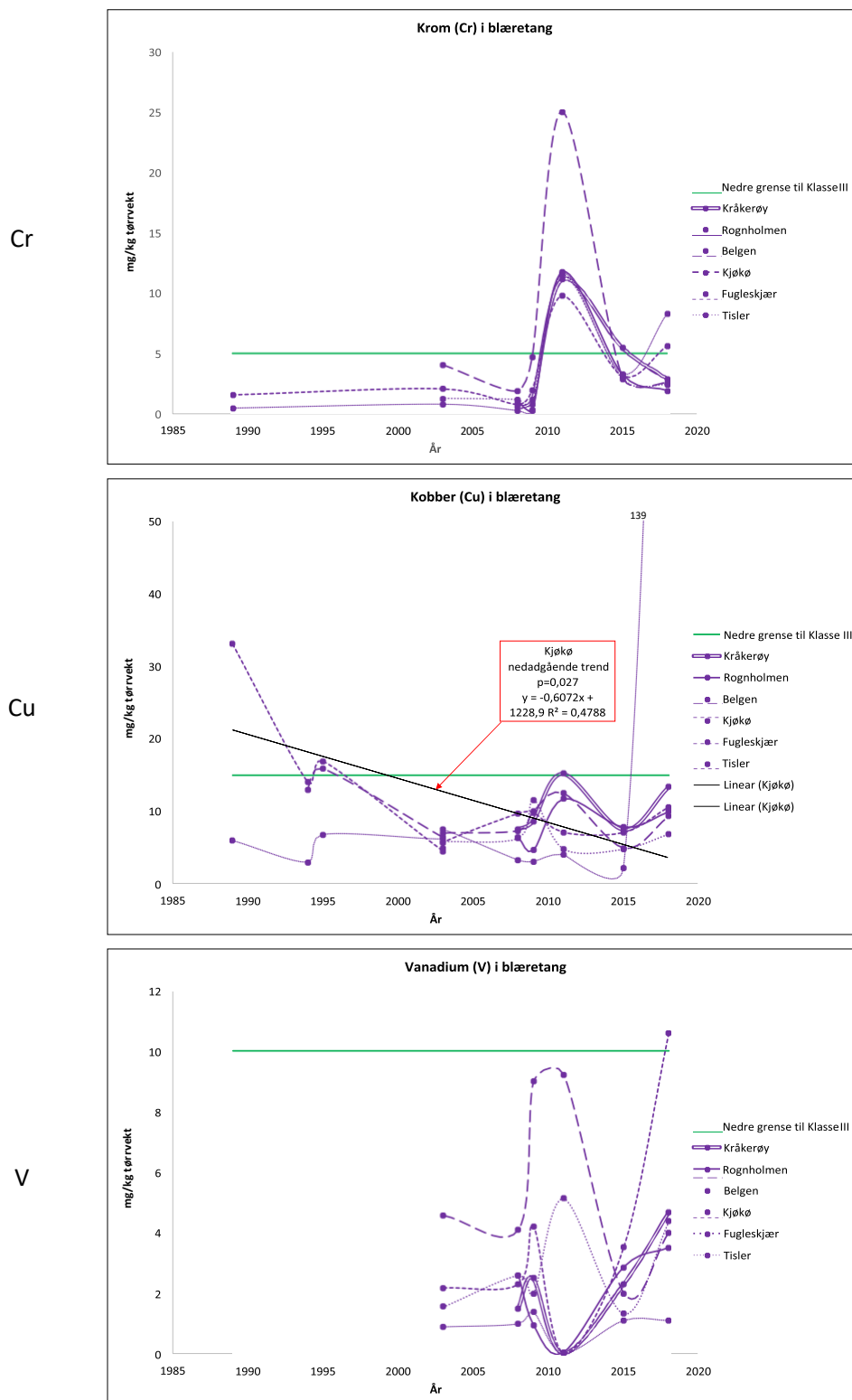
De høyeste konsentrasjoner av jern og titan ble generelt også observert på en av stasjonene nærmere munningsområdet. 2011 og til dels 2009 fremstår med relativt høye konsentrasjoner av jern og titan i tang fra Belgen i forhold til de øvrige år, men i 2018 var høyeste konsentrasjon av begge metaller fra Kjøkkø. Konsentrasjonen av titan fra Kjøkkø på 170,6 mg/kg tørrvekt i 2018 var det høyeste registrert i undersøkelsesperioden. Bortsett ifra Tisler var konsentrasjonene av begge metaller høyere i 2018 enn i 2015 på de øvrige fem stasjonene som ligger innen åtte kilometer fra Glommas munning (Kadera lykt).

Sink

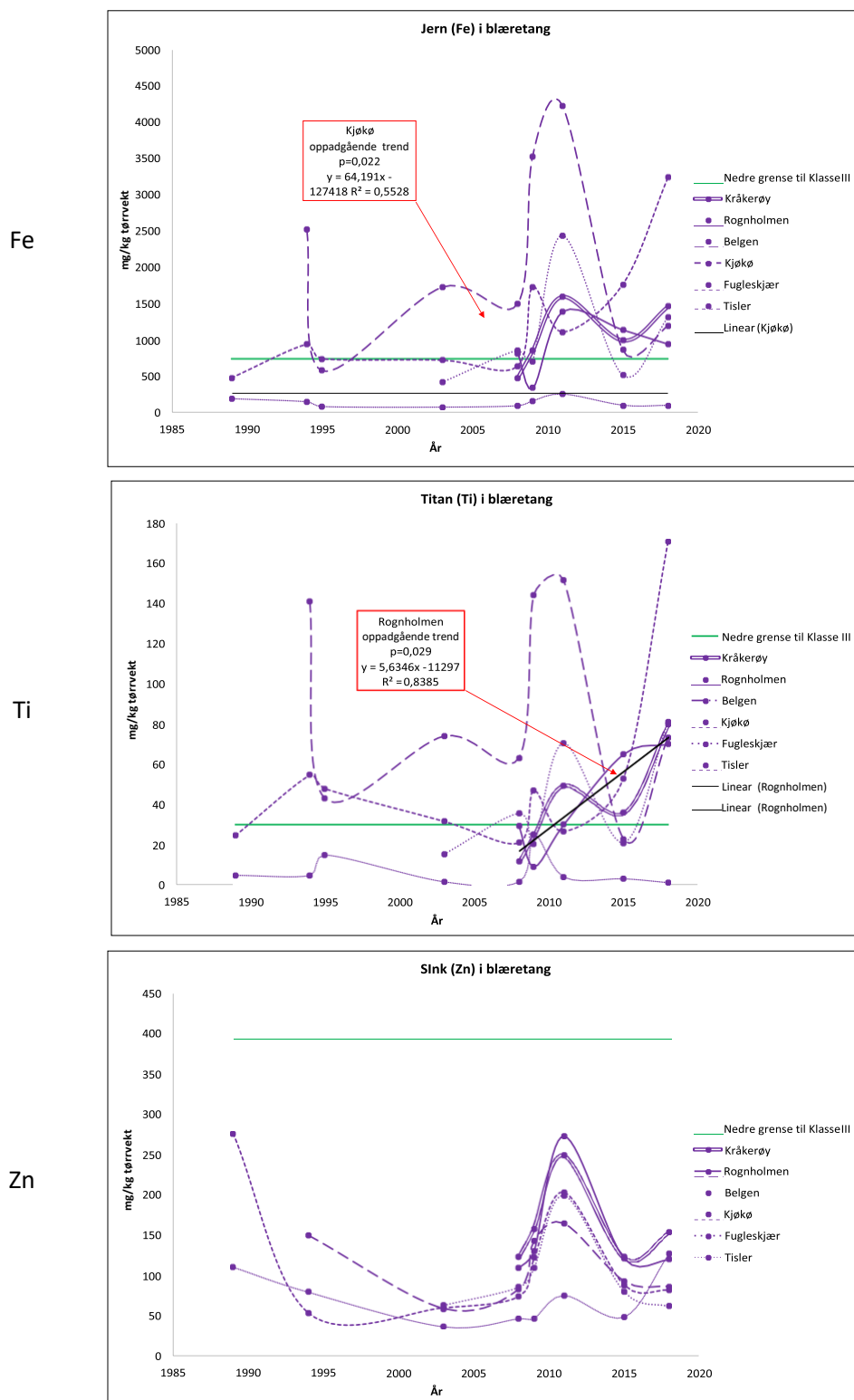
Ingen signifikant tidstrend ble registrert for perioden 1989-2018 (**Figur 11**). Konsentrasjonene har vært lave (Klasse I eller II) under hele undersøkelsesperioden (1989-2018) på alle stasjonene. Utslippstallene for Kronos Titan indikerer en statistisk signifikant nedadgående tidstrend i perioden 2008-2017 ($p=0,018$).

Kadmium, kvikksølv og bly

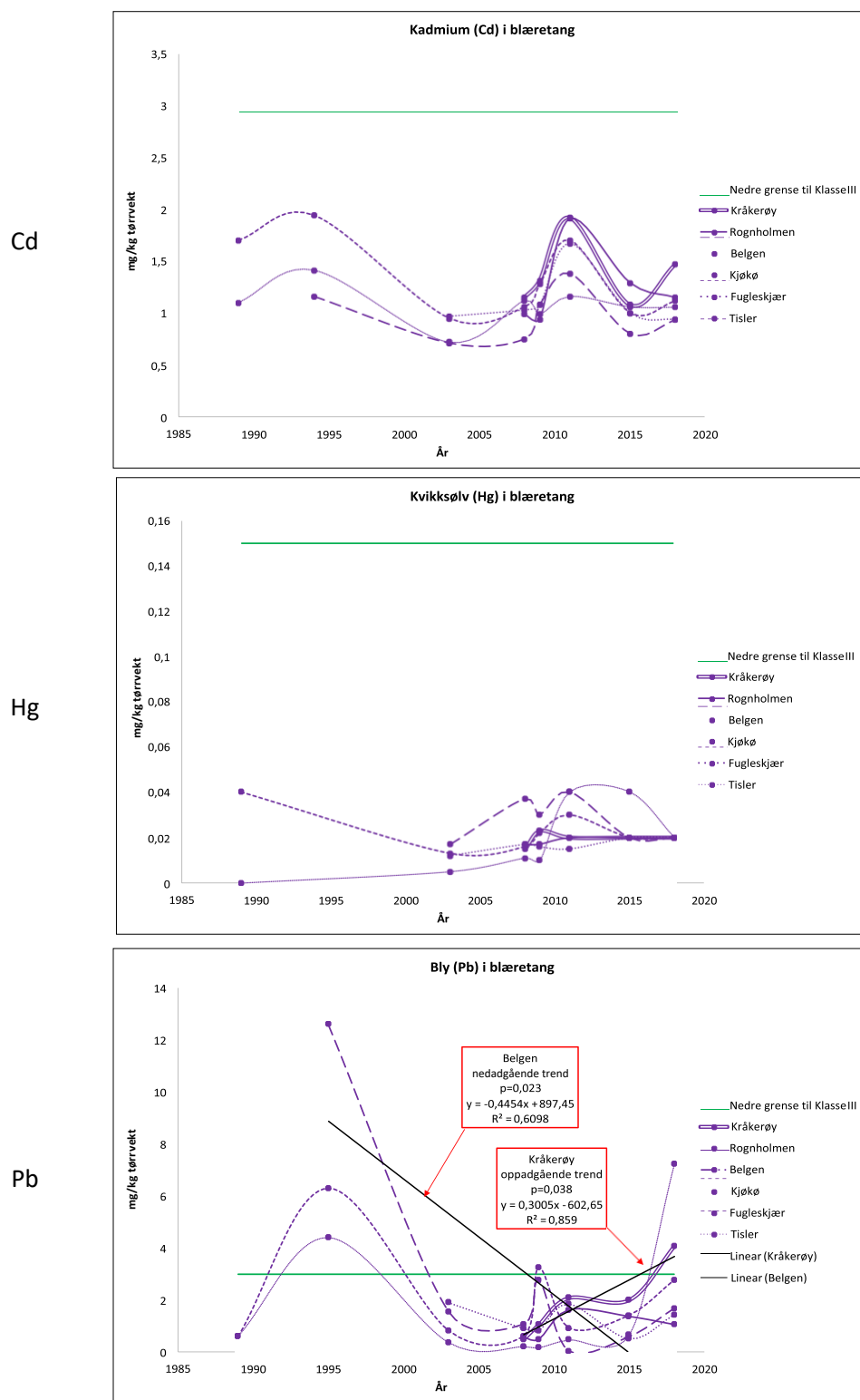
To signifikant tidstrend ble registrert for disse metallene; en nedadgående tidstrend for bly ved Belgen i perioden 1995-2018 ($p=0,023$) og en oppadgående tidstrend for bly ved Kråkerøy i perioden ($p=0,038$) (**Figur 12**). Generelt var konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv og bly som ble observert i 2018 lave (Klasse I eller II) med unntak av bly på Kirkøy (nærmest Glommas munning) og Tisler (lengst fra Glommas munning), med hhv. 4,69 og 7,22 mg/kg tørrvekt. Utslippstallene for Borregaard indikerer en statistisk signifikant nedadgående tidstrend for kadmium i perioden 2008-2017 ($p=0,041$).



Figur 10. Konsentrasjon av vannregionspesifikke stoffer; krom (Cr), kobber (Cu), og vanadium (V) i blæretang fra seks stasjoner i perioden 1989-2018. Grønn horisontal linjen er øvre grense for Klasse II (se Tabell 9). Linear tidstrend (svart linje) og ligning er vist dersom helning for en tidsserie for en stasjon er statistisk signifikant ($p < 0.05$).



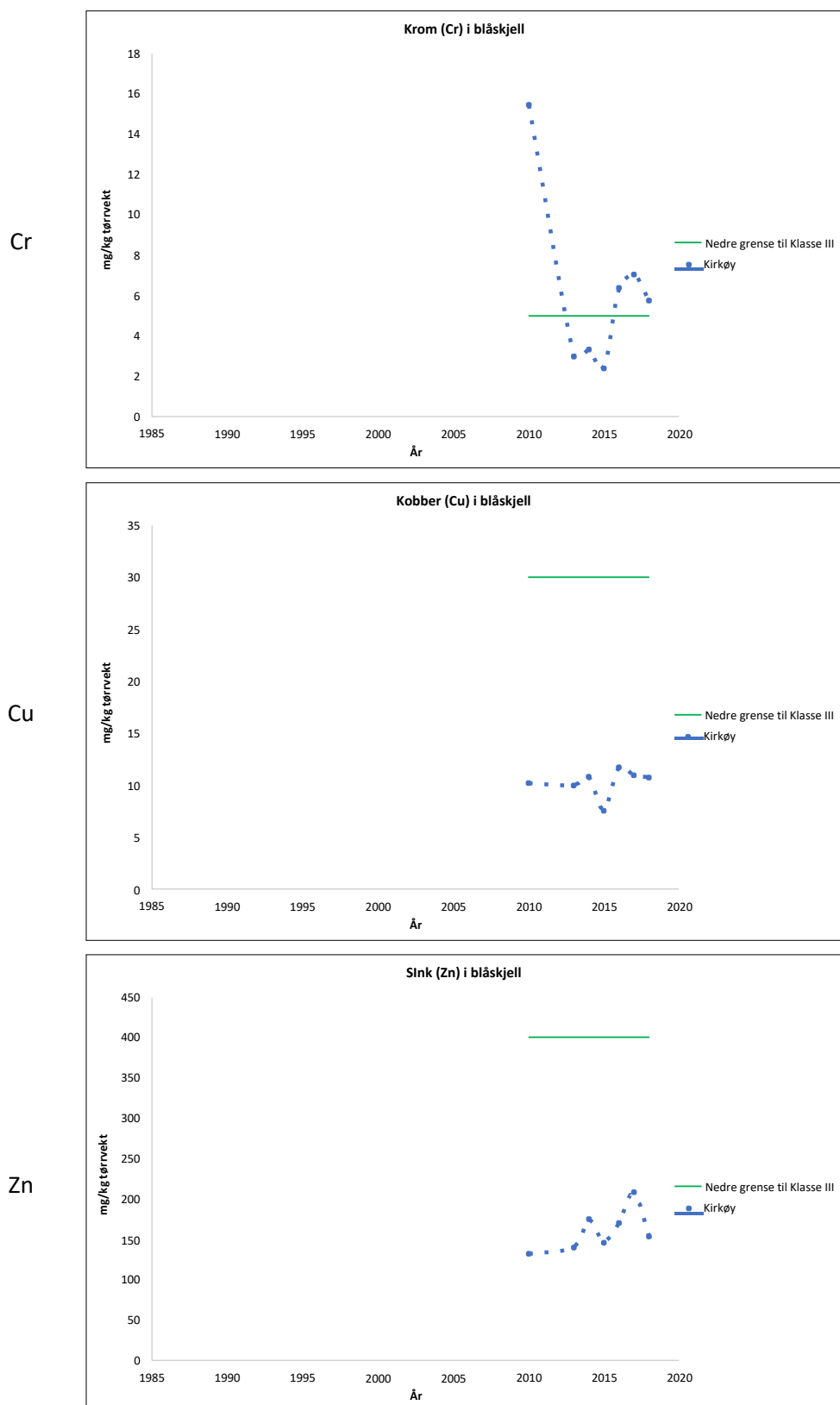
Figur 11. Konsentrasjon av vannregionspesifikke stoffer; jern (Fe), titan (Ti), og sink (Zn) i blåretang fra seks stasjoner i perioden 1989-2018. Grønn horisontal linje er øvre grense for Klasse II (se Tabell 9). Linear tidstrend (svart linje) og ligning er vist dersom helning for en tidsserie for en stasjon er statistisk signifikant ($p < 0.05$)



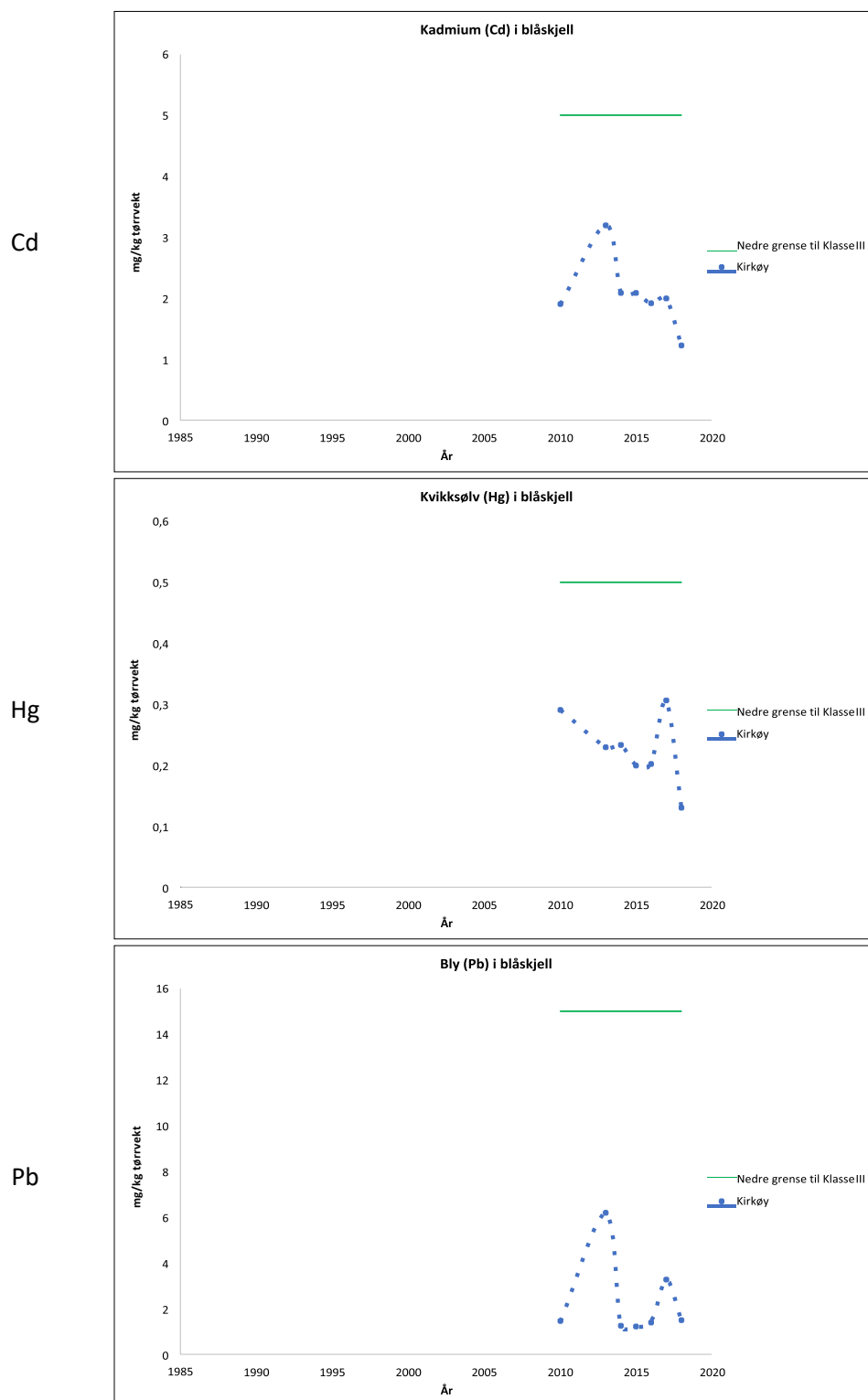
Figur 12. Konsentrasjon av EUs prioriterte stoffer; kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) i blæretang fra seks stasjoner i perioden 1989-2018. Grønn horisontal linje er øvre grense for Klasse III (se Tabell 9). Linear tidstrend (svart linje) og ligning er vist dersom helning for en tidsserie for en stasjon er statistisk signifikant ($p < 0.05$).

3.3.2 Blåskjell

De senere årene har det vært foretatt overvåking av forekomst av metallene krom, kobber, sink, kadmium, kvikksølv og bly i blåskjell fra Kirkøy. Resultater fra denne overvåkingen for perioden 2010-2018 ses i Vedlegg D (**Tabell 12**). Ingen statistisk signifikant tidstrend ble registrert for disse metallene. Med unntak for krom, har konsentrasjonene i hele perioden vært lave (Klasse I eller II) og samsvarer således med det som ble observert i 2015 for de samme metallene (**Figur 13** og **Figur 14**).



Figur 13. Konsentrasjon av vannregionspesifikke stoffer; krom (Cr), kobber (Cu) og sink (Zn) i blåskjell fra Kirkøy i perioden 2010-2018. Grønn horisontal linjen er øvre grense for Klasse II (se **Tabell 9**). Ingen statistisk signifikant linear tidstrend ble registrert ($p \geq 0.05$).



Figur 14. Konsentrasjon av EUs prioriterte stoffer; kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) i i blåskjell fra Kirkøy i perioden 2010-2018. Grønn horisontal linjen er øvre grense for Klasse II (se **Tabell 9**). Ingen statistisk signifikant linear tidstrend ble registrert ($p \geq 0.05$).

4 Konklusjoner og videre overvåking

Stasjonene som er undersøkt er plassert i retningen av vannmassene ut fra Glommas munning og ca. 22 km rett syd (**Figur 4**). Stasjonene dekker fire vannforekomster nedstrøms utslippene til Kronos Titan AS. Det er hovedløpet til Glomma fra munningen til åpent hav som er best dekket med hensyn til stasjoner. I et slikt elvemunningsområde, såkalt brakkvann, er det problemer med å finne organismer som kan anvendes innenfor hele undersøkelsesområde, når dette spenner fra ferskvann til saltvann. Dette gjelder særlig i området inn mot munningen. Blåskjell finnes ikke i munningsområdet og derfor har blæretang blitt benyttet. I 2018 var det planlagt innsamling av fem blåskjellstasjoner, men på bare to (Kirkøy og Kværnskjær) ble det funnet tilstrekkelig mengder til kjemiske analyser. Totalt sett vurderes dette å ha gitt et godt bilde av miljøsituasjonen i undersøkelsesområde når det gjelder forekomst av metaller til tross for at EQS-verdier, grenser for vise om miljømål for vannregionspesifikke og prioriterte stoffer var oppnådd eller ikke, ikke er like godt etablert for blæretang som for blåskjell.

Stasjonen Kråkerøy nærmest Glommas munning ligger ca. 1,7 km nedstrøms utslippene til Kronos Titan AS og ca. 12 km nedstrøms Borregaard. Det er derfor lite trolig at stasjonen ligger i innblandingssonene (influensområde) til bedriftens utslipp. Alle stasjonene ligger imidlertid slik til at en må forvente varierende blanding av elvevann og sjøvann.

4.1 Klassifisering

Overvåkingen av metaller i blæretang i 2018 (**Tabell 10**) avdekket at konsentrasjonene i hovedsak var lave (tilsvarende konsentrasjoner i Klasse I Ubetydelig – lite forurenset eller Klasse II – Moderat forurenset, se **Tabell 9**) for de vannregionspesifikke stoffene arsen, kobolt, fluorid og sink. For de øvrige vannregionspesifikke stoffene var det noe høyere konsentrasjoner. Kronos Titan har relativt store utslipp av de vannregionspesifikke stoffene jern og titan og tidligere overvåking har vist at dette er metaller som kan opptre i relativt høye konsentrasjoner i Glommas munningsområdet. På de fem stasjonene nærmest Glomma munning var jern og titan konsentrasjoner som tilsvarer Klasse III – Markert forurenset eller Klasse IV – Sterk forurenset. Det samme var tilfelle for det vannregionspesifikke stoffet krom på to stasjoner (Kjøkkø og «Tisler»), kobber på én stasjon (Tisler) og vanadium på én stasjon (Kjøkkø). Det er uklart hvorfor overskridelser ble registrert på Tisler som ligger utenfor selve Hvalerområdet.

For prioriterte stoffer i blæretang (kadmium, kvikksølv, nikkel og bly) ble det målt konsentrasjoner som tilsvarer Klasse I på alle stasjoner bortsett ifra bly på Kråkerøy og Tisler som hadde konsentrasjoner som tilsvarer Klasse II.

Overvåking av metaller i blåskjell viste lave konsentrasjoner for samtlige metaller på begge stasjoner (Kirkøy og Kværnskjær) med unntak av jern og titan. Sammenlignet med EQS-verdi kan konsentrasjonene for kvikksølv i biota og blæretang for alle stasjoner bli klassifisert som «God kjemisk tilstand».

Med et mulig forbehold for kvikksølv konkluderer vi derfor med at i den grad undersøkelsesområdet har et forurensningsproblem knyttet til metaller så er dette i hovedsak knyttet til jern og titan.

4.2 Stedsgradienter

Bare for blæretang med seks stasjoner undersøkt i 2018 var det statistisk grunnlag for å vurdere stedsgradient utover fra Glommas munning. Med bare to stasjoner for blåskjell var grunnlaget for lite.

I all hovedsak ble de laveste konsentrasjonene for jern og titan, samt kobolt og vanadium, i blæretang observert på Tisler, stasjonen lengst unna Glommas munning, og de høyeste i område ut til ca. 8 km fra munningen (Kaldera lykt) (**Figur 7** og **Figur 8**). Kun for kobolt ble det registrert en statistisk signifikant nedadgående stedsgradient. Den observerte avtagende konsentrasjonen med økende avstand fra Glommas munning har trolig sammenheng med at Glomma er hovedkilden og at dette vannet fortynnes med økende avstand fra elvemunningen.

Derimot ble høyeste konsentrasjon av arsen, krom, kobber og nikkel registrert på Tisler, og for alle fire metallene var oppadgående stedsgradient utover fra Glommas munning signifikant (**Figur 7**). For en de øvrige elementene (fluorid, sink, kadmium, kvikksølv og bly) kunne det ikke spores noe signifikante stedsgradient.

4.3 Tidstrender

4.3.1 Blæretang

Konsentrasjonsnivået av jern og titan på den enkelte stasjon har variert relativt mye fra år til år. Konsentrasjoner for jern og titan var generelt høyere i 2018 enn i 2015. To signifikant oppadgående tidstrend ble registrert; for jern på Kjøkkø (1989-2018) og titan på Rognholmen (2008-2018) (**Figur 11**). Utslippstallene indikerer en statistisk signifikant nedadgående tidstrend (2008-2017) kun for titan fra Kronos Titan.

Med få unntak, har konsentrasjonene kobber, vanadium, sink, kadmium, kvikksølv og bly i blæretang vært lave (Klasse I eller II) på alle stasjoner i perioden 1989-2018 (**Figur 10**, **Figur 11** og **Figur 12**). En signifikant nedadgående tidstrend ble registrert for kobber på Kjøkkø. Konsentrasjonen av bly i 2018 på Kråkerøy og Tisler var på omtrent samme nivå som konsentrasjonen i 1995 på Belgen, Kjøkkø og Tisler (**Figur 12**). På Belgen ble det funnet en signifikant nedadgående tidstrend for bly (1995-2018), mens på Kråkerøy ble det observert en signifikant oppadgående tidstrend for metallet (2008-2018). Under elvetilførselsprogrammet ble det registrert en signifikant nedadgående tidstrend for sink (Skarbøvik *et al.* 2017), men ingen signifikant tidstrend ble registrert for sink i blæretang. Utslippstallene indikerer en statistisk signifikant nedadgående tidstrend (2008-2017) kun for kobber og kadmium og kun fra Borregaard.

4.3.2 Blåskjell

For blåskjell undersøkt på to stasjoner i 2018, har en fra de siste årene kun data for krom, kobber, sink, kadmium, kvikksølv og bly fra Kirkøy (**Figur 13** og **Figur 14**). Med unntak av krom, hadde de andre metallene lave konsentrasjoner (Klasse I eller II). Krom har siden 2013 blitt målt i konsentrasjoner høyere enn Klasse II. Ingen signifikant tidstrend ble registrert.

4.4 Videre overvåking

Glommas munningsområde inkluderer fire vannforekomster nedstrøms utslippene til Kronos Titan AS i vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen». Stasjonene i denne undersøkelse fra 2018 dekker disse vannforekomstene med to stasjoner (Kråkerøy, Rognholmen) i vannforekomsten «Østerelva» nærmest utslippet til Kronos Titan, én stasjon (Kjøkkø) i vannforekomsten «Ramsøflaket – Østerelva» og to stasjoner (Kirkøy, Kværnskjær) i vannforekomsten «Løperen». Den andre stasjonen utenfor selve Hvalerområdet (Tisler) og er å oppfatte som lokale referansestasjon (en stasjon upåvirket av bedriftenes utslipp). Det er ingen blåskjell- eller blæretangstasjoner i vannforekomsten «Glomma fra Greåker til sjøen», og i 2018 ble det ikke funnet noen skjell på planlagt stasjonene Kjøkkø, Fugleskjær og Tisler. For å få en geografisk oversikt over tilstanden mht metaller og andre forbindelser i organismer anbefaler en at de samme stasjonene (også de hvor blåskjell fantes ikke i 2018) følges opp også i fremtiden.

Nivåene som ble observert i denne undersøkelsen var i hovedsak lave, med unntak av jern, titan og til dels krom hvor konsentrasjon av disse metallene var i Klasse III eller høyere, **Tabell 9**). Dersom utslippene eller andre forhold skulle endre seg betydelig vil det kunne være aktuelt med nye undersøkelser. I første omgang ca. et år etter at endringen har funnet sted. Forutsatt at det ikke gjennomføres mudring eller finner sted andre betydelige tiltak eller endringer av utslippsregimet, vil overvåking med 3 - 6 års intervaller være tilstrekkelig for å fange opp eventuelle endringer i tilstanden over tid. Imidlertid må det understrekkes at det statistiske grunnlaget for å detektere tidstrend blir betraktelig redusert jo lengre intervaller det er mellom målinger. Vi anbefaler derfor at overvåkingen skjer hvert 3. år.

Det er planlagt store mudringsoperasjoner i Røssvikrenna som ligger i vannforekomsten «Østerelva». Ifølge konsekvensvurderingen fra 2010 skal det mudres 1,2- 1,7 mill. m³. Dette arbeidet har potensiale til å spre partikler med eventuelle forurensninger også til vannforekomstene nedstrøms. I en slik situasjon vil det imidlertid som en del av kontrollundersøkelsene knyttet til tiltaket være naturlig med langt hyppigere overvåking av forekomst av miljøgifter i blæretang og blåskjell (anslagsvis 4-5 ganger pr år). En slik undersøkelse bør også gjennomføres ca. ett år etter at tiltaket er ferdig.

Utslippene fra kommunale renseanlegg kan påvirke undersøkelsesområdet. Vi anbefaler derfor at det igangsettes en overvåking i munningsområde som er rettet mot disse utslippene.

5 Referanser

- Aanes, K. J., Bækken, T., Kile, M. R., Lund, E og Rustadbakken, A. 2016a. Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2015. Utslipp fra Borregaard. NIVA Rapport L. nr. 6941-2015. 57 s.
- Aanes, K. J. og Kile, M. R. 2016b. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Nordic Paper AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015. NIVA Rapport L. nr. 7002-2016. 45s.
- Aanes, K. J. og Kile, M. R. 2016c. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015 Rapport L. nr. 7001-2016. 33s.
- Arp, H.P, Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014.
- Berge, J.A. 1991. Miljøgifter i organismer i Hvaler/Kosterområdet, NIVA-report no. 2669, 192s.
- Berge, J.A. Berglind, L., Brevik, E, Godal, A. 1996. Overvåking av Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990-1994. Miljøgifter i organismer 1994. NIVA-rapport nr. 3443-96 (ISBN 82-577-2979-5), 146s.
- Berge, J.A., 1997. Undersøkelser avmiljøgifter i blæretang, blåskjell og torsk fra Hvalerområdet i forbindelse med storflommen i Glomma i 1995. NIVA-rapport nr. 3659, 45s.
- Berge, J.A., Magnusson, J., Tjomsland, T., 2008. Undersøkelser i Glomma utenfor Kronos Titan AS – 2007. NIVA-rapport nr. 5519, 42s.
- Berge, J.A., Walday, M., Nilsson, H.C., Gitmark, J., 2009. Overvåking av Glommas munningsområde i forbindelse med mulig økede utslipp fra Borregaard ved Sarpsborg. NIVA-rapport nr. 5892, 45s.
- Berge, J.A. og Walday, M., 2012. Undersøkelser av forekomst av metaller i blæretang fra Glommas munningsområde i 2011. NIVA-rapport nr. 6325, 53s.
- Berge, J.A., 2016. Tiltaksrettet overvåking av Glommas munningsområde og Hvalerområde for Kronos Titan AS og Borregaard AS – undersøkelse av metaller, 2018. NIVA-rapport nr. 7015-2016, 53s + vedlegg.
- Borgersen, G., Norli, M. og Walday, M. 2015. Overvåking av Ytre Oslofjord. Marine undersøkelser for Borregaard AS i Hvaler-estuetet i 2015. NIVA-notat datert 10. desember 2015, 19s.
- Direktiv 2009/90 EC, Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 3s.
- Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.
- Green, N.W., Schøyen, M., Hjermann, D., Øxnevad, S., Ruus, A., Allan, I., Lusher, A., Beylich, B., Lund, E., Tveiten, L., Håvardstun, J., Jenssen, M.T.S., Ribeiro, A.L., Bæk, K., 2018. Contaminants in coastal waters of Norway -2017. Miljøgifter i kystområdene 2017. Norwegian Environment Agency Miljødirektoratet, Monitoring report M-1120|2018. Norwegian Institute for Water Research project 18330 and report no. 7302-2018, 230 pp. ISBN no. 978- 82-577-7037-2.
- Grung, M., Ranneklev, S., Green, M., Eriksen, T. E., Pedersen, A., Lyche Solheim, A., 2013. Eksempelsamling: tiltaksorientert overvåking for industribedrifter. Miljødirektoratets rapportserie 74/2013.
- Källqvist, T., Berge, J.A. (2004). Økotoksikologisk undersøkelse av avløpsvann fra Kronos Titan AS samt analyse av metaller i tang fra Glommas munningsområde og Hvaler. NIVA rapport nr. 4840, 25s.
- Knutzen, J., Skei, J., 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sediment og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. Niva-rapport nr. 2540, 139s.

- Molvær, J. Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03. Miljødirektoratets rapportserie TA 1467/1997.
- OSPAR 2012. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.
- Skarbøvik, E., Allan, I., Sample, J. E., Greipsland, I., Selvik, J. R., Schancke, L. B., Beldring, S., Stålnacke, P., Kaste, Ø., 2017. Elvetilførsler og direkte tilførsler til norske kystområder – 2016. Riverine Inputs and Direct Discharges to Norwegian Coastal Waters – 2016. Norwegian Environment Agency report M-862 | 2017. 206 pp. ISBN 978-82-577-6952-9.
- Skocau, M., Filipic, M., Petkovic, J., Novak, S., 2011. Titanium dioxide in our everyday life; is it safe? Radiology and Oncology 2011 Dec; 5(4): 227-247.
- Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdata.no.

Vedlegg A. Analyserapport – blæretang

NB.

1. Presentasjon av råda fra Eurofins er omformatert og omorganisert fra originalen for å tilpasse denne rapporten.
2. Resultatene for 2018 fra Kjøkkø er byttet Fugleskjær for vurdering av tilstand og utvikling (Se seksjon **2.2.1**).
3. Det manglet analyse på tørrstoff i blæretang fra Belgen, Kjøkkø og Tisler, derfor ble resultatene for tørrstoff fra 2015 brukt.
4. Reanalyse av kobber i blæretang fra Tisler ga samme resultat (2,44 mg/kg våtvekt).



Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde: 16.11.2018 - 23.11.2018
Prosjektnummer: O 180075 HVALEROPP

RapportID: 10667 (del 1 av 2)

Analyseoppdrag: 862-6656
Versjon: 1
Dato: 17.12.2018

Tørrstoff ble ikke rapportert fra Eurofins på prøvene NR-2018-12788 til NR-2018-12793, har sendt forespørsel til Eurofins om dette. VEF

Prøvenr.: NR-2018-12788 **Prøvemerkning:** Kråkerøy - Blæretang, blandprøve
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 28.09.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 25.10.2018
Analyseperiode: 16.11.2018 - 23.11.2018

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	1,34	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	DIN EN ISO 15763 (2010)	<0,005 *	mg/kg V.V.		0,005	Eurofins
Arsen	DIN EN ISO 15763 (2010)	2,5	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Bly	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,61	mg/kg V.V.	21%	0,05	Eurofins
Jern	NA	220	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Kadmium	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,22	mg/kg V.V.	20%	0,01	Eurofins
Kobber	NA	2,0	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Kobolt	NA	0,8	mg/kg V.V.	22%	0,1	Eurofins
Krom	NA	0,44	mg/kg V.V.	22%	0,05	Eurofins
Nikkel	NA	2,0	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Sink	NA	23	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	<0,1 *	mg/kg		0,1	Eurofins
Titan	NA	12	mg/kg	20%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,7	mg/kg	30%	0,2	Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	15	%	12%	0,03	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12789	Prøvermerking:	Rognholmen - Blåretang, blandprøve
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	16.11.2018 - 23.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	1,40	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	DIN EN ISO 15763 (2010)	<0,005 *	mg/kg V.V.		0,005	Eurofins
Arsen	DIN EN ISO 15763 (2010)	3,2	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Bly	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,21	mg/kg V.V.	28%	0,05	Eurofins
Jern	NA	190	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Kadmium	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,23	mg/kg V.V.	20%	0,01	Eurofins
Kobber	NA	2,0	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Kobolt	NA	1,1	mg/kg V.V.	21%	0,1	Eurofins
Krom	NA	0,39	mg/kg V.V.	22%	0,05	Eurofins
Nikkel	NA	2,4	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Sink	NA	24	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	<0,1 *	mg/kg		0,1	Eurofins
Titan	NA	14	mg/kg	20%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,7	mg/kg	30%	0,2	Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	20	%	12	0,02	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12790	Prøvemerkning:	Belgen - Blåretang, blandprøve
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	16.11.2018 - 23.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	1,15	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	DIN EN ISO 15763 (2010)	<0,005 *	mg/kg V.V.		0,005	Eurofins
Arsen	DIN EN ISO 15763 (2010)	2,4	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Bly	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,25	mg/kg V.V.	26%	0,05	Eurofins
Jern	NA	180	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Kadmium	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,14	mg/kg V.V.	21%	0,01	Eurofins
Kobber	NA	1,4	mg/kg V.V.	21%	0,1	Eurofins
Kobolt	NA	0,6	mg/kg V.V.	24%	0,1	Eurofins
Krom	NA	0,39	mg/kg V.V.	22%	0,05	Eurofins
Nikkel	NA	1,8	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Sink	NA	13	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	<0,1 *	mg/kg		0,1	Eurofins
Titan	NA	11	mg/kg	20%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,6	mg/kg	33%	0,2	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12791	Prøvemerkning:	Kjøko - Blæretang, blandprøve
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	16.11.2018 - 23.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	1,75	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	DIN EN ISO 15763 (2010)	<0,005 *	mg/kg V.V.		0,005	Eurofins
Arsen	DIN EN ISO 15763 (2010)	2,7	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Bly	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,23	mg/kg V.V.	27%	0,05	Eurofins
Jern	NA	210	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Kadmium	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,15	mg/kg V.V.	21%	0,01	Eurofins
Kobber	NA	1,1	mg/kg V.V.	21%	0,1	Eurofins
Kobolt	NA	0,5	mg/kg V.V.	26%	0,1	Eurofins
Krom	NA	0,39	mg/kg V.V.	22%	0,05	Eurofins
Nikkel	NA	1,6	mg/kg V.V.	21%	0,1	Eurofins
Sink	NA	10	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	<0,1 *	mg/kg		0,1	Eurofins
Titan	NA	13	mg/kg	20%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,7	mg/kg	30%	0,2	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12792	Prøvemerking:	Fugleskjær - Blæretang, blandprøve
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	16.11.2018 - 20.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	2,20	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	DIN EN ISO 15763 (2010)	<0,005 *	mg/kg V.V.		0,005	Eurofins
Arsen	DIN EN ISO 15763 (2010)	2,7	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Bly	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,47	mg/kg V.V.	22%	0,05	Eurofins
Jern	NA	550	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Kadmium	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,19	mg/kg V.V.	20%	0,01	Eurofins
Kobber	NA	1,8	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Kobolt	NA	0,7	mg/kg V.V.	23%	0,1	Eurofins
Krom	NA	0,96	mg/kg V.V.	20%	0,05	Eurofins
Nikkel	NA	2,4	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Sink	NA	14	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	<0,1 *	mg/kg		0,1	Eurofins
Titan	NA	29	mg/kg	20%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	1,8	mg/kg	22%	0,2	Eurofins
Tørrstoff %	NS 4764	16	%	12	0,02	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12793	Prøvermerking:	Tisler (Møren) - Blæretang, blandprøve
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	16.11.2018 - 22.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	2,44	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	DIN EN ISO 15763 (2010)	<0,005 *	mg/kg V.V.		0,005	Eurofins
Arsen	DIN EN ISO 15763 (2010)	7,0	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Bly	DIN EN ISO 15763 (2010)	1,3	mg/kg V.V.	20%	0,05	Eurofins
Jern	NA	19	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Kadmium	DIN EN ISO 15763 (2010)	0,19	mg/kg V.V.	20%	0,01	Eurofins
Kobber	NA	25	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Kobolt	NA	0,2	mg/kg V.V.	45%	0,1	Eurofins
Krom	NA	1,5	mg/kg V.V.	23%	0,2	Eurofins
Nikkel	NA	4,4	mg/kg V.V.	20%	0,1	Eurofins
Sink	NA	23	mg/kg V.V.	20%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	0,2	mg/kg	45%	0,1	Eurofins
Titan	NA	<0,5 *	mg/kg		0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,2	mg/kg	82%	0,2	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.



Norsk institutt for vannforskning

Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

[blank side]

Vedlegg B. Analyserapport – blåskjell

NB.

1. Presentasjon av råda fra Eurofins er omformatert og omorganisert fra originalen for å tilpasse denne rapporten.



Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00
E-post: niva@niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde: 16.11.2018 - 23.11.2018
Prosjektnummer: O 180075 HVALEROPP

RapportID: 10667 (del 2 av 2)

Analyseoppdrag: 862-6656
Versjon: 1
Dato: 17.12.2018

Tørrstoff ble ikke rapportert fra Eurofins på prøvene NR-2018-12788 til NR-2018-12793, har sendt forespørsel til Eurofins om dette. VEF

Prøvenr.: NR-2018-12912 **Prøvemerkning:** Kirkøy – Blåskjell, blandprøve 1
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 28.09.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato: 25.10.2018
Analyseperiode: 29.11.2018 - 29.11.2018

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksølv	EN ISO 12846	0,017	mg/kg V.V.			Eurofins
Arsen	Intern metode (EKSTERN_EF)	1,4	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Bly	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,20	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Jern	NS EN ISO 17294-2	120	mg/kg V.V.	35%	0,5	Eurofins
Kadmium	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,15	mg/kg V.V.			Eurofins
Kobber	Intern metode (EKSTERN_EF)	1,4	mg/kg V.V.			Eurofins
Kobolt	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,15	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Krom	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,67	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Nikkel	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,61	mg/kg V.V.			Eurofins
Sink	Intern metode (EKSTERN_EF)	20	mg/kg V.V.			Eurofins
Tørrstoff %	Intern metode (EKSTERN_EF)	13	%			Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12913	Prøvemerkning:	Kirkøy – Blåskjell, blandprøve 2
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	31.10.2018		
Analyseperiode:	29.11.2018 - 29.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksølv	EN ISO 12846	0,017	mg/kg V.V.			Eurofins
Arsen	Intern metode (EKSTERN_EF)	1,3	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Bly	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,19	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Jern	NS EN ISO 17294-2	110	mg/kg V.V.	35%	0,5	Eurofins
Kadmium	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,16	mg/kg V.V.			Eurofins
Kobber	Intern metode (EKSTERN_EF)	1,3	mg/kg V.V.			Eurofins
Kobolt	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,14	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Krom	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,76	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Nikkel	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,63	mg/kg V.V.			Eurofins
Sink	Intern metode (EKSTERN_EF)	21	mg/kg V.V.			Eurofins
Tørrstoff %	Intern metode (EKSTERN_EF)	13	%			Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12914	Prøvemerkning:	Kirkøy – Blåskjell, blandprøve 3
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	31.10.2018		
Analyseperiode:	29.11.2018 - 29.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Kvikksølv	EN ISO 12846	0,017	mg/kg V.V.			Eurofins
Arsen	Intern metode (EKSTERN_EF)	1,3	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Bly	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,18	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Jern	NS EN ISO 17294-2	140	mg/kg V.V.	35%	0,5	Eurofins
Kadmium	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,15	mg/kg V.V.			Eurofins
Kobber	Intern metode (EKSTERN_EF)	1,3	mg/kg V.V.			Eurofins
Kobolt	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,14	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Krom	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,69	mg/kg V.V.	20%		Eurofins
Nikkel	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,61	mg/kg V.V.			Eurofins
Sink	Intern metode (EKSTERN_EF)	18	mg/kg V.V.			Eurofins
Tørrestoff %	Intern metode (EKSTERN_EF)	12	%			Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.: NR-2018-14539 **Prøvemerkning:** Kirkøy (I024) – Blåskjell, blandprøve
Prøvetype: BIOTA
Prøvetakningsdato: 28.09.2018 00.00.00
Prøve mottatt dato:
Analyseperiode: 14.12.2018

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Intern metode (EKSTERN_EF)	<1	mg/kg TS			Eurofins
Molybden	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,2	mg/kg			Eurofins
Titan	Intern metode (EKSTERN_EF)	5,8	mg/kg			Eurofins
Vanadium	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,4	mg/kg			Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12787	Prøvemerking:	Kværneskjær – Blåskjell, blandprøve 1
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	12.11.2018 - 19.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	1,20	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,014	mg/kg V.V.	30%	0,005	Eurofins
Arsen	NS EN ISO 17294-2	1,3	mg/kg V.V.	30%	0,05	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,079	mg/kg V.V.	40%	0,03	Eurofins
Jern	NS EN ISO 17294-2	84	mg/kg V.V.	35%	0,5	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,11	mg/kg V.V.	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,86	mg/kg V.V.	25%	0,02	Eurofins
Kobolt	NS EN ISO 17294-2	0,11	mg/kg V.V.	25%	0,003	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	1,7	mg/kg V.V.	30%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	1,4	mg/kg V.V.	25%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg V.V.	25%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	0,5	mg/kg	26%	0,1	Eurofins
Titan	NA	4,8	mg/kg	22%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,3	mg/kg	57%	0,2	Eurofins
Tørrstoff %	NA	12	%	12%	0,02	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12910	Prøvemerkning:	Kværneskjær – Blåskjell, blandprøve 2
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	12.11.2018 - 19.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	3,34	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,013	mg/kg V.V.	30%	0,005	Eurofins
Arsen	NS EN ISO 17294-2	1,4	mg/kg V.V.	30%	0,05	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,086	mg/kg V.V.	40%	0,03	Eurofins
Jern	NS EN ISO 17294-2	140	mg/kg V.V.	35%	0,5	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,11	mg/kg V.V.	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,86	mg/kg V.V.	25%	0,02	Eurofins
Kobolt	NS EN ISO 17294-2	0,12	mg/kg V.V.	25%	0,003	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,80	mg/kg V.V.	30%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,71	mg/kg V.V.	25%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg V.V.	25%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	0,3	mg/kg	33%	0,1	Eurofins
Titan	NA	3,0	mg/kg	24%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,2	mg/kg	82%	0,2	Eurofins
Tørrstoff %	NA	13	%	12%	0,02	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Prøvenr.:	NR-2018-12911	Prøvemerkning:	Kværneskjær – Blåskjell, blandprøve 3
Prøvetype:	BIOTA		
Prøvetakningsdato:	28.09.2018 00.00.00		
Prøve mottatt dato:	25.10.2018		
Analyseperiode:	12.11.2018 - 19.11.2018		

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Fluorid	Internal Method 1	1,44	mg/kg TS		1	Eurofins
Kvikksølv	NS-EN ISO 12846	0,015	mg/kg V.V.	30%	0,005	Eurofins
Arsen	NS EN ISO 17294-2	1,4	mg/kg V.V.	30%	0,05	Eurofins
Bly	NS EN ISO 17294-2	0,077	mg/kg V.V.	40%	0,03	Eurofins
Jern	NS EN ISO 17294-2	80	mg/kg V.V.	35%	0,5	Eurofins
Kadmium	NS EN ISO 17294-2	0,11	mg/kg V.V.	25%	0,001	Eurofins
Kobber	NS EN ISO 17294-2	0,87	mg/kg V.V.	25%	0,02	Eurofins
Kobolt	NS EN ISO 17294-2	0,094	mg/kg V.V.	25%	0,003	Eurofins
Krom	NS EN ISO 17294-2	0,93	mg/kg V.V.	30%	0,03	Eurofins
Nikkel	NS EN ISO 17294-2	0,78	mg/kg V.V.	25%	0,04	Eurofins
Sink	NS EN ISO 17294-2	18	mg/kg V.V.	25%	0,5	Eurofins
Molybden	NA	0,5	mg/kg	26%	0,1	Eurofins
Titan	NA	4,2	mg/kg	22%	0,5	Eurofins
Vanadium	NA	0,3	mg/kg	57%	0,2	Eurofins
Tørrestoff %	NA	13	%	12%	0,02	Eurofins

Tegnforklaring:

* : Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.



Norsk institutt for vannforskning

Veronica Eftevåg

Overingeniør

Rapporten er elektronisk signert

Vedlegg C. Data fra tidligere undersøkelser – blæretang

Tabell 11. Konsentrasjonen (mg/kg tørrvekt) av ni stoff i blæretang innsamlet i Glommas munning og Hvalerområdet i periode 1989-2018: 1989 (Berge 1991), 1994 (Berge et al. 1996), 1995 (Berge, 1997), 2003 (Källqvist og Berge, 2004), 2008 (Berge 2009), 2009 (Berge et al. 2009), 2011 (Berge og Walday, 2012), 2015 (Berg 2016), og 2018 (denne undersøkelse). Verdier under kvantifiseringsgrense er ikke antydnet. «km» indikerer avstand fra Kaldera lyket ved Glommas munning.

Stoff	Stasjon	km	1989	1994	1995	2003	2003	2008	2009	2011	2015	2018
Krom (Cr)	Kråkerøy	1,4	i.a.			i.a.		0,6	1,2	11,2	5,54	3,3846
	Rognholmen	2,8	i.a.			i.a.		1,1	0,4	11,76	3,29	2,7857
	Belgen	5,0	i.a.			4,1		1,9	4,7	25	3,13	2,6
	Kjøkkø	5,3	1,6			2,1		0,8	2	9,8	3,18	5,6471*
	Fugleskjær	7,5	i.a.			1,3		1,2	0,8	11,54	2,93	2,6*
	Tisler	21,7	0,5			0,82		0,3	0,3	11,63	3,33	8,3333
Kobber (Cu)	Kråkerøy	1,4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	7,5	8,6	15,2	7,46	15,385
	Rognholmen	2,8	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	6,49	4,7	11,76	7,86	14,286
	Belgen	5,0	i.a.	13	15,9	6,4	7	7,34	10	12,5	4,93	9,3333
	Kjøkkø	5,3	33	14	16,9	4,5	5,7	9,7	9,8	7,06	7,06	10,588*
	Fugleskjær	7,5	i.a.	i.a.	i.a.	4,9	5,8	6,3	11,54	4,8	4,8	7,3333*
	Tisler	21,7	6	3	6,8	6,2	7,5	3,3	3,1	4,07	2,17	138,89
Jern (Fe)	Kråkerøy	1,4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.		480	857	1600	1000	1692,3
	Rognholmen	2,8	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.		820	347	1397	1143	1357,1
	Belgen	5,0	0	2520	588	1730		1500	3520	4211	867	1200
	Kjøkkø	5,3	483	943	746	726		640	1730	1111	1765	3235,3*
	Fugleskjær	7,5	i.a.	i.a.	i.a.	424		860	710	2436	520	1400*
	Tisler	21,7	197	154	88	80		100	168	262	106	105,56
Titan (Ti)	Kråkerøy	1,4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.		11,8	25,1	49,6	36	92,308
	Rognholmen	2,8	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.		29,4	9,19	30,15	65	100
	Belgen	5,0	i.a.	141	43	73,9		63,1	144	151,32	23	73,333
	Kjøkkø	5,3	24,8	54,7	48	31,8		21,1	47,1	26,8	53	170,59*
	Fugleskjær	7,5	i.a.	i.a.	i.a.	15,4		35,6	20,6	70,51	21	86,667*
	Tisler	21,7	5	5	15	1,77		1,91	25,1	4,07	3,33	2,78
Vanadium (V)	Kråkerøy	1,4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.		1,5	2,5	0,04	2,31	5,3846
	Rognholmen	2,8	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.		2,6	0,95	0,04	2,86	5
	Belgen	5,0	i.a.	i.a.	i.a.	4,56		4,1	9	9,21	2	4
	Kjøkkø	5,3	i.a.	i.a.	i.a.	2,18		2,3	4,2	0,03	3,53	10,588*
	Fugleskjær	7,5	i.a.	i.a.	i.a.	1,56		2,6	2	5,13	1,33	4,6667*
	Tisler	21,7	i.a.	i.a.	i.a.	0,9		1	1,4	0,03	1,11	1,1111
Sink (Zn)	Kråkerøy	1,4	i.a.	i.a.		i.a.		123	158	248	123	176,92
	Rognholmen	2,8	i.a.	i.a.		i.a.		110	130	272,06	121	171,43
	Belgen	5,0	i.a.	150		59,4		83,5	143	164,47	93	86,667
	Kjøkkø	5,3	275	54		60,4		74,5	122	202,61	88	82,353*
	Fugleskjær	7,5	i.a.	i.a.		64		86,2	110	198,72	80	66,667*
	Tisler	21,7	111	80		37		47	47	76	49	127,78
Kadmium (Cd)	Kråkerøy	1,4	i.a.	i.a.		i.a.		1,15	1,31	1,92	1,08	1,6923
	Rognholmen	2,8	i.a.	i.a.		i.a.		0,99	0,94	1,91	1,29	1,6429
	Belgen	5,0	i.a.	1,16		0,709		0,75	1,08	1,38	0,8	0,9333
	Kjøkkø	5,3	1,7	1,94		0,948		1,06	1,28	1,7	1	1,1176*
	Fugleskjær	7,5	i.a.	i.a.		0,968		1,03	1,08	1,67	1	1*
	Tisler	21,7	1,1	1,41		0,721		1,12	0,99	1,16	1,06	1,0556
Kvikksølv (Hg)	Kråkerøy	1,4	i.a.			i.a.		0,015	0,023	0,04	0,04	0,04
	Rognholmen	2,8	i.a.			i.a.		0,017	0,017	0,04	0,04	0,04
	Belgen	5,0	i.a.			0,017		0,037	0,03	0,04	0,04	0,04
	Kjøkkø	5,3	0,04			0,013		0,016	0,022	0,03	0,04	0,04
	Fugleskjær	7,5	i.a.			0,012		0,017	0,016	0,03	0,04	0,04
	Tisler	21,7	0,01			0,005		0,011	0,01	0,04	0,04	0,04
Bly (Pb)	Kråkerøy	1,4	i.a.			i.a.		0,49	1,05	2,08	2	4,6923
	Rognholmen	2,8	i.a.			i.a.		0,55	0,49	1,62	1,36	1,5
	Belgen	5,0	i.a.			12,6	1,55	1,07	2,76	0,03	0,58	1,6667
	Kjøkkø	5,3	0,6			6,3	0,82	0,62	3,26	0,92	1,41	2,7647*
	Fugleskjær	7,5	i.a.			i.a.	1,91	0,91	0,81	1,86	0,51	1,5333*
	Tisler	21,7	0,6			4,4	0,37	0,21	0,17	0,47	0,67	7,2222

*) Se seksjon 2.2.1 om prøve merking.

[blank side]

Vedlegg D. Data fra tidligere undersøkelser – blåskjell

Tabell 12. Median konsentrasjonen (mg/kg tørrvekt) av fem stoff i blåskjell innsamlet i Hvalerområdet i periode 2010-2018: 2010-2017 fra Miljødirektoratets overvåking av norskekysten (se Green et al. 2018) og 2018 (denne undersøkelse).

Art	Stoff	Stasjon	km	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Blåskjell	Krom (Cr)	Kirkøy	11	15,455	3,000	3,333	2,385	6,383	7,060	5,75
	Kobber (Cu)	Kirkøy	11	10,182	10	10,833	7,5833	11,702	10,979	10,769
	Sink (Zn)	Kirkøy	11	131,82	140	175	146,15	170,21	208,54	153,85
	Kadmium (Cd)	Kirkøy	11	1,9	3,2	2,0833	2,0833	1,9149	1,9917	1,2308
	Kvikksølv (Hg)	Kirkøy	11	0,2909	0,23	0,2333	0,2	0,2021	0,3063	0,1308
	Bly (Pb)	Kirkøy	11	1,4545	6,2	1,25	1,2308	1,383	3,2917	1,5

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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