



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI



**FORSVARSBYGG**

# Vannovervåking i Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt (SØF) i 2020

Rapport for Kråkenesmarka SØF. Forsvarsbygg region vest

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 124 | 2021



Ståle Haaland, Rikard Pedersen  
Divisjon for miljø og naturressurser

**TITTEL/TITLE**

Vannovervåking i Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt (SØF) i 2020 - Rapport for Kråkenesmarka SØF. Forsvarsbygg region vest

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Ståle Haaland, Rikard Pedersen

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
21.04.2021	7/124/2021	Åpen	11400-2	18/00915
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-02879-6	2464-1162	13	3	

**OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:**

Forsvarsbygg

Forsvarsbygg rapport 0549/2021 Miljø

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Turid Winther-Larsen

**GODKJENT /APPROVED**

Anja Celine Winger

\_\_\_\_\_  
NAVN/NAME

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

Ståle Haaland

\_\_\_\_\_  
NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Innhold

1	Forsvarsbyggs metallovervåkning i vann.....	4
2	Overvåkning av Kråkenesmarka SØF .....	5
2.1	Måleprogram.....	5
2.2	Prøvepunkter.....	8
2.3	Grenseverdier i kontrollpunkter .....	9
3	Resultater og diskusjon .....	10
3.1	Kontrollpunkt.....	10
3.2	Øvrige punkter.....	10
4	Konklusjon og anbefalinger .....	12
5	Referanseliste .....	13
	Vedlegg.....	14

# 1 Forsvarsbyggs metallovervåking i vann

Forsvarsbyggs vannovervåking er knyttet til forvaltningen av og ansvaret for å dokumentere tilstanden i vann ved skyte- og øvingsfelt (SØF). Vannovervåkingen i aktive SØF har foregått siden 1991. Det gjeldende nasjonale overvåkingsprogrammet er fra 2019 [1].

Hovedformålene med overvåkingsprogrammet er å kontrollere at:

- Metallutslipp fra skytebanene ikke øker nevneverdig over tid.
- Utslippene ikke har noen nevneverdig negativ påvirkning på vannkvaliteten i hovedresipienter.

Denne rapporten omhandler Kråkenesmarka SØF, Forsvarsbygg region vest.

## 2 Overvåkning av Kråkenesmarka SØF

Kråkenesmarka har blitt overvåket siden 2007. Feltet ble opprinnelig overvåket hvert fjerde år, men fra og med 2016 har det blitt prøvetatt annethvert år for å overvåke eventuelle effekter etter gjennomførte anleggsarbeider. Det er etter 2018 foreslått årlig prøvetaking her i noen år, da det skytes over vann/en elv her og fordi det er både sivil og militær bruk, samt en del feltskyting. Det nasjonale overvåkingsprogrammet kan lastes ned fra [www.forsvarsbygg.no](http://www.forsvarsbygg.no) [1]. Kart over Kråkenesmarka SØF er vist i figur 1.

### 2.1 Måleprogram

Prøvepunkter, hyppighet og parametervalg i måleprogrammet er vist i tabell 1. En beskrivelse av prøvepunktene er gitt i tabell 2.

Tabell 1. Kråkenesmarka SØF. Måleprogrammets parametervalg og frekvens [1].

Frekvens	Parametere	Prøvepunkter *
To prøverunder annethvert år	SØF standardpakke (filtrert) Bly, kobber, antimon, sink, pH, ledningsevne, organisk karbon, jern, kalsium og turbiditet	Kontrollpunkt: 3 Internpunkt: 1, 2

\* En beskrivelse av ulike punkttyper er gitt i kapittel 2.2.

#### Endringer

Ingen endringer.

#### Prøvetaking

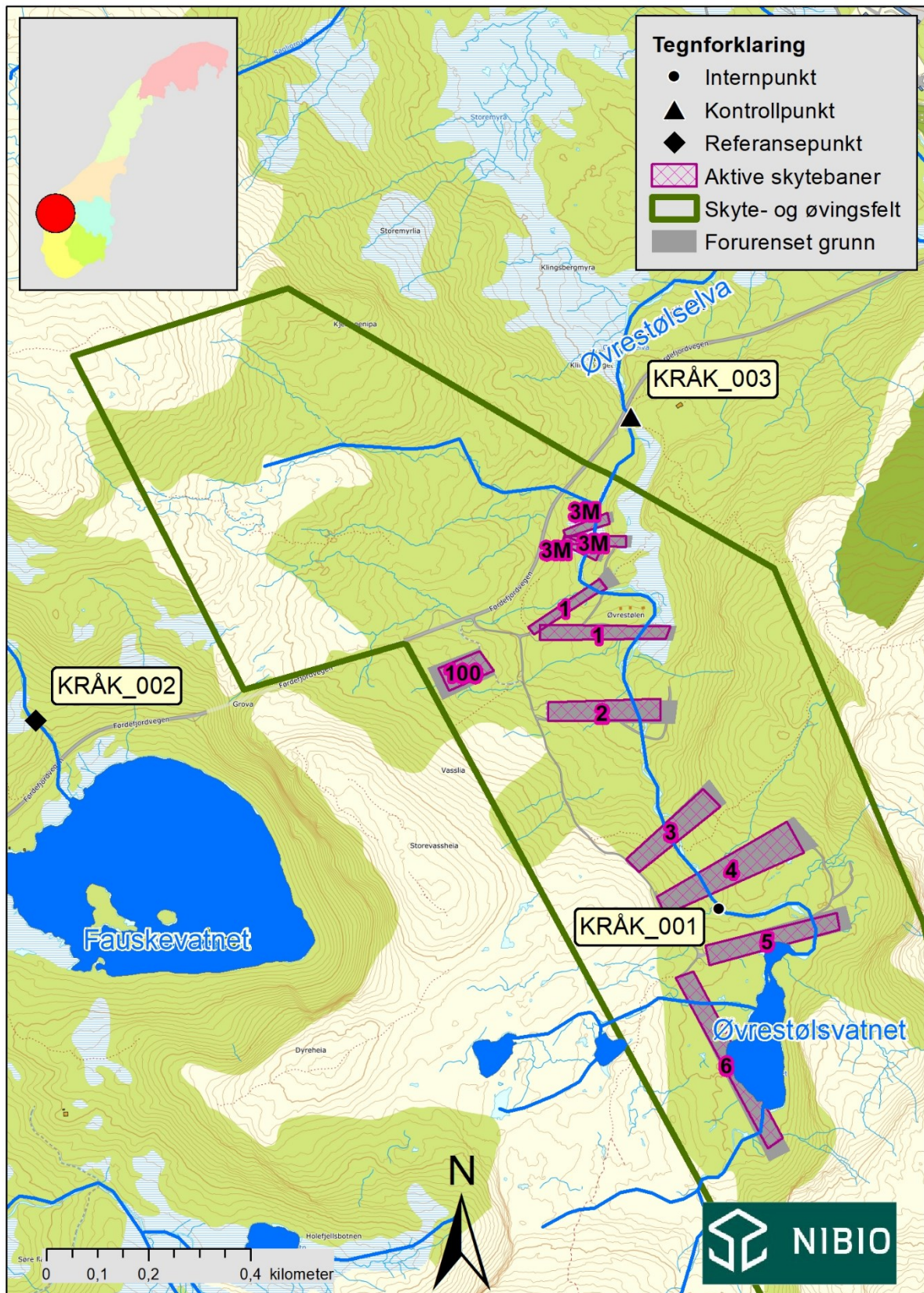
I 2020 ble det tatt ut vannprøver 26. mai og 17. august. Vannføringen ble beskrevet som normal ved prøvetakingen.

#### Analyseparametere

Vannprøvene analyseres per i dag for metallene som blir brukt/har blitt brukt i håndvåpenammunisjon: bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og antimon (Sb). I tillegg analyseres for pH (surhetsgrad), kalsium (Ca), ledningsevne, turbiditet (partikkelmengde), løst organisk karbon (DOC) og jern (Fe). Disse er støtteparametere for å kunne vurdere hvordan klima, jordsmonn og vannkvalitet påvirker toksisitet og mobilitet av metaller i feltet. Metaller er ofte mer mobile ved lav pH og i tilknytning til løst naturlig organisk materiale. Generelt ser vi også at det er høyest utlekking av metaller i sure og humusrike områder (for eksempel skog og myr). Suspendert materiale kan også holde tungmetaller i vannfasen.

Fra og med 2019 er analysene gjennomført *etter* at vannprøven er filtrert. Ved filtrering fjernes en stor andel av partikler fra vannprøven, og vi måler i større grad andelen metaller som over lang tid, holdes i vannfasen. Deteksjonsgrensene for analysene av filtrerte prøver er som regel lavere enn det er for ufiltrerte vannprøve. I vann med lave metallnivåer kan vi derfor bedre fange opp endringer i disse. Vi får også bedre tall for det som faktisk lekker ut, og nivåene kan sammenlignes med grenseverdiene for klassifisering av vann (M-608/2016).

Metaller kan i ulik grad binde seg til partikler, og konsentrasjonen av partikler i vannforekomster påvirkes av værforhold. Nivåene som måles i ufiltrerte vannprøver, kan derfor variere mye i løpet av kort tid. Partikler vil etter hvert også sedimentere ut av vannfasen, avhengig av partikkelstørrelse og vannhastighet. Ved lokaliteter som ofte er utsatt for erosjon med påfølgende mye suspendert stoff i vannfasen, kan analyse på både filtrert og ufiltrert vannprøve være aktuelt.



Figur 1. Prøvepunkter med delnedbørfelt på Kråkenesmarka SØF i 2020.

Tabell 2. Prøvepunkter på Kråkenesmarka SØF i 2020.

Prøvepunkt	Type	Dreneringsområde	UTM33	Vannmiljø ID
KRÅK_001	Internt	Bane 5 og 6	7 086 Ø 6 849 446 N	
KRÅK_002	Referanse		5 745 Ø 6 849 814 N	084-83019
KRÅK_003	Kontroll	Fanger opp all aktivitet fra banene 1-6 og sivile baner	6 913 Ø 6 850 410 N	084-83020

## 2.2 Prøvepunkter

Forsvarsbygg har anlagt ulike typer prøvepunkt i feltene.

### Referansepunkter

Velges primært for å dokumentere naturlige nivåer, eller bakgrunnsnivåer basert på annen påvirkning – eks. bebyggelse, veier, gruvedrift, landbruk mm. Punktene legges oppstrøms interne punkt som skal fange opp baneavrenningen/påvirkningene fra den tungmetallholdige ammunisjonen, og så langt som mulig der de geologiske forholdene er tilsvarende som for punktene lenger nede i vannstrengen.

I noen felt kan ikke disse kriteriene oppfylles, så referansepunkt kan være plassert utenfor feltet – f.eks. innenfor tilsvarende geologi som punktene i feltet. Dette for å være sikker på at det ikke har vært kjønt militær skyteaktivitet med tungmetallholdig ammunisjon.

### Interne punkter

Inngår i Forsvarsbyggs internkontroll:

- Punkt plasseres nært baner og baneområder for å fange opp ev. økninger eller reduksjoner i avrenningen. Måling av økte nivåer kan utløse behov for tiltaksvurdering [1].
- Punkt plasseres nært samløp av bekk/elvestrenger, men i tilstrekkelig avstand til samløpet slik at vannmassene fra de to kildene er godt blandet.

Resultater fra punkt i samme vannstreng brukes både til å fange opp hvor forurensningsbidragene er, og i vurderingen av ev. påvirkninger nedover i en vannstreng.

### Kontrollpunkter

Plasseres på/nært skytefeltgrensen som representanter for utslippet/utslippene fra feltet.

### Hovedresipienter

Større vannforekomster i eller ved feltet. Både referanse-, interne og kontrollpunkt kan også ligge i slike.

### Ekstrapunkter

Punkter som er tatt med for å sjekke ut vannkvalitet der mer data er ønsket. Disse ligger ikke inne som permanente punkter, men tas inn og ut etter behov for å støtte opp under eksisterende måleprogram.



## 2.3 Grenseverdier i kontrollpunkter

Forsvarsbygg har som mål å overholde grenseverdiene i vannforskriften (EQS) [2]. For antimon (Sb) finnes det ikke egne EQS-verdier, så her benyttes grenseverdien i drikkevannsforskriften [3]. Grenseverdiene er vist i tabell 3.

Tabell 3. Grenseverdier (AA-EQS og MAC-EQS) for bly, kobber og sink gitt i vannforskriften [2]. For antimon (Sb) finnes det ikke egne EQS-verdier, så her benyttes grenseverdien i drikkevannsforskriften [3]. Konsentrasjoner i µg/l.

Parameter	AA-EQS	MAC-EQS
Bly	1,2*	14
Kobber	7,8	7,8
Sink	11	11
Antimon	5**	5**

\* Gjelder beregnet biotilgjengelig andel (Pb\_BIO); beregnes via konsentrasjonen løst organisk karbon [4].

\*\* Grenseverdi i drikkevannsforskriften [3].

## 3 Resultater og diskusjon

Analyseresultater er vist i vedlegg 1-3.

### 3.1 Kontrollpunkt

#### Grenseverdier

Det er i 2020 ingen overskridelser.

#### Nivå og trend

Det har vært en del variasjon i konsentrasjon av tungmetaller ved kontrollpunktet (jf. figur 1v). Nivået har de siste årene variert mest for bly. Konsentrasjonen av bly ved kontrollpunktet er mindre enn 1 µg Pb/l, men dette er vesentlig høyere enn hva som måles ved referanse- og internpunkt.

Konsentrasjonen av suspendert stoff (turbiditet), pH og naturlig organisk materiale (OC), som eventuelt kunne ha forklart eventuelle forskjeller, er på samme nivå ved det interne punktet, kontrollpunktet og referansepunktet.

#### Spesielle forhold

Ingen spesielle hendelser.

### 3.2 Øvrige punkter

#### Nivå og trend

Nivå og trend for kobber, sink og antimon er tilsvarende det som måles ved kontrollpunktet.

Tilsynelatende lavere konsentrasjoner av kobber og antimon etter 2019, skyldes overgangen til filtrerte prøver med lavere kvantifiseringsnivåer. Konsentrasjonen av bly er lavere ved referansepunkt og internpunkt enn det som måles ved kontrollpunktet. Jf. figur 1v.

#### Spesielle forhold

Ingen spesielle hendelser.

Tabell 4. Konsentrasjon ( $\mu\text{g/l}$ ) av metaller i kontrollpunktet på Kråkenesmarka SØF i 2020. Disse er sammenlignet med vannprøver for de forrige 5 prøvetakingsårene (perioden 2007-2019). AA-EQS og MAC-EQS er grenseverdier gitt i vannforskriften [2]. For antimon (Sb) finnes det ikke egne EQS-verdier, så her angis grenseverdien i drikkevannsforskriften [3]. Eventuelle røde tall markerer overskridelse av grenseverdi.

Kråkenesmarka		2020				2007-2019				AA-EQS	MAC-EQS
Kontrollpunkt	Element	Antall	Antall < LOQ**	Gj.snitt $\mu\text{g/l}$	Maks $\mu\text{g/l}$	Antall	Antall < LOQ**	Gj.snitt $\mu\text{g/l}$	Maks $\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
KRÅK_003	Pb	2	0	0,46	0,52	11	3	0,48	1,20		14
	Pb-BIO	2	0	0,15	0,20	11	0	0,12	0,30	1,2	
	Cu	2	0	0,73	0,93	11	1	0,78	1,10	7,8	7,8
	Zn	2	0	1,0	1,2	11	6	3,4	9,8	11	11
	Sb	2	0	0,07	0,08	11	5	0,17	0,50	5***	5***

\* Beregnet konsentrasjon

\*\* LOQ = Kvantifiseringsgrense (Limit of Quantification)

\*\*\* Drikkevannsnorm

## 4 Konklusjon og anbefalinger

### Overskridelser

Det er i 2020 ingen overskridelser.

### Nivå og trend

- Konsentrasjonen av bly i kontrollpunktet er lavt, men i forhold til referanse- og internpunkt tilsynelatende stigende.
- Nivået tilsvarer det som har blitt målt de siste fem-seks årene.

### Anbefalinger

- Det bør sjekkes ut hvorfor konsentrasjonen av bly stiger i kontrollpunktet. Det kan lekke ut bly fra blant annet Bane 1, 2, 3 eller 4.
- Det anbefales å fortsette med prøvetaking annethvert år.
- Spesielle aktiviteter og hendelser i feltet som kan påvirke vannkvaliteten i feltet bør tilstrebes rapportert inn til Forsvarsbygg.

# Referanseliste

- [1] Overvåkingsprogram for vann i aktive skyte- og øvingsfelt. Golder-rapport 1893618/2019 / Forsvarsbygg-rapport 0322/2019/Miljø.

Tilleggsinformasjon: Dette er det nasjonale overvåkingsprogrammet for SØF. Det kan lastes ned fra [www.forsvarsbygg.no](http://www.forsvarsbygg.no). I vedlegg 1 finnes gjeldende måleprogram for Kråkenesmarka SØF (ss. 209 - 213)

- [2] Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) (2007/2020).  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>

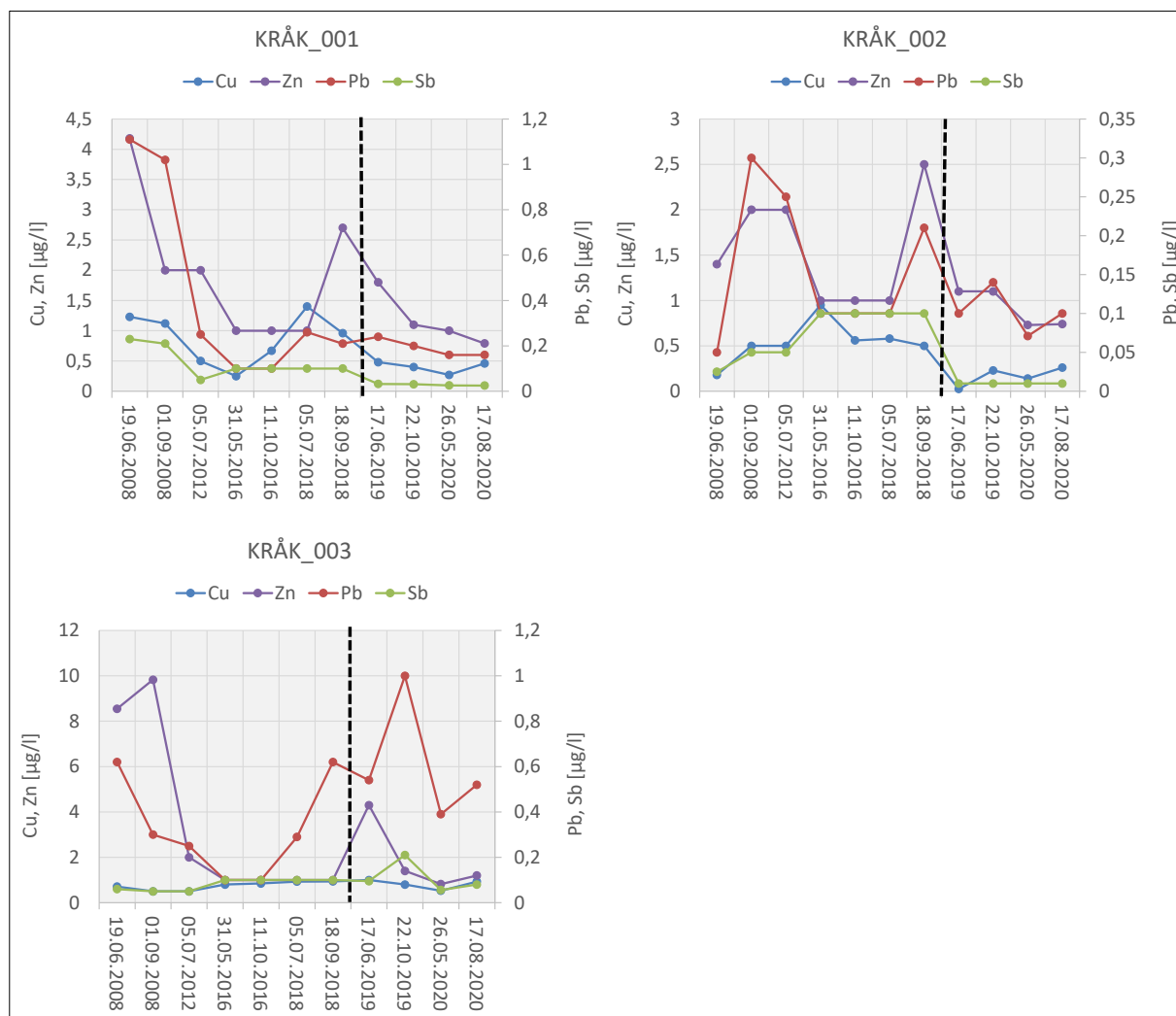
- [3] Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften) (2017).  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868>

- [4] European Commission (2014). Technical guidance to implement bioavailability-based environmental quality standards for metals.

<https://bio-met.net/wp-content/uploads/2016/10/FINAL-TECHNICAL-GUIDANCE-TO-IMPLEMENT-BIOAVAILABILITYApril-2015.pdf>

# Vedlegg 1 – Dataplott 2008-2020

Vedlegg 1 viser utviklingen av konsentrasjonen for bly, kobber, sink og antimon fra 2008 til 2020. Mer informasjon i figurtekstene.



Figur v1. Årlig variasjon i konsentrasjoner av bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og antimon (Sb) på Kråkenesmarka SØF i perioden 2008-2020. Punkt 1 er et internpunkt, punkt 2 er et referansepunkt og punkt 3 er et kontrollpunkt. Fra og med 2019 ble det analysert på filtrerte prøver, og overgangen fra ufiltrerte til filtrerte prøver er angitt med sort, stiplet vertikal linje.

## Vedlegg 2 – Datatabell 2008-2020

Vedlegg 2 viser datatabell for konsentrasjonen for bly, kobber, sink og antimon, samt støtteparametere fra 2008 og frem til i dag.

Prøvepunkt	Dato	Pb, µg/l	Cu, µg/l	Zn, µg/l	Sb, µg/l	Ca, µg/l	Fe, µg/l	pH	Kond, mS/m	Turb, FNU	OC, mg/l
KRÅK_001	19.06.2008	1,11	1,23	4,18	0,23	0,57	35	6,4	1,6		2,6
KRÅK_001	01.09.2008	1,02	1,12	2	0,21	1,02	66	6,4	1,9		2
KRÅK_001	05.07.2012	0,25	0,5	2	0,05	0,37	56,5	9,3	1,18	0,38	1,95
KRÅK_001	31.05.2016	0,1	0,25	1	0,1	1,4	5,7	6,0	1,21	0,15	2,1
KRÅK_001	11.10.2016	0,1	0,67	1	0,1	0,9	74	6,4	1,72	0,28	2,5
KRÅK_001	05.07.2018	0,26	1,4	1	0,1	0,81	130	6,5	1,81	0,27	2,4
KRÅK_001	18.09.2018	0,21	0,96	2,7	0,1	0,46	41	5,8	0,34	0,36	3
KRÅK_001	17.06.2019	0,24	0,48	1,8	0,032	0,73	52	6,5	1,42	0,49	3,5
KRÅK_001	22.10.2019	0,2	0,4	1,1	0,031	0,71	42	6,0	1,69	0,65	3,3
KRÅK_001	26.05.2020	0,16	0,27	1	0,026	0,3	27	6,2	1,09	0,2	1,7
KRÅK_001	17.08.2020	0,16	0,46	0,79	0,025	0,78	86	6,5	0,05	0,32	4,1
KRÅK_002	19.06.2008	0,05	0,18	1,4	0,025	0,62	46	6,3	2,3		2,8
KRÅK_002	01.09.2008	0,3	0,5	2	0,05	0,91	91	6,4	2,3		2,8
KRÅK_002	05.07.2012	0,25	0,5	2	0,05	0,911	78,3	7,2	3,36	0,4	1,7
KRÅK_002	31.05.2016	0,1	0,95	1	0,1	0,49	140	5,9	1,74	0,17	5,6
KRÅK_002	11.10.2016	0,1	0,56	1	0,1	0,72	74	6,1	2,08	0,05	3,3
KRÅK_002	05.07.2018	0,1	0,58	1	0,1	0,99	56	6,5	2,34	0,05	3
KRÅK_002	18.09.2018	0,21	0,5	2,5	0,1	0,31	78	5,4	0,42	0,27	5
KRÅK_002	17.06.2019	0,1	0,025	1,1	0,01	0,68	88	6,2	1,87	0,26	5,7
KRÅK_002	22.10.2019	0,14	0,23	1,1	0,01	0,55	120	5,6	1,65	0,7	6,8
KRÅK_002	26.05.2020	0,071	0,14	0,73	0,01	0,22	52	5,9	0,05	0,31	2,4
KRÅK_002	17.08.2020	0,1	0,26	0,74	0,01	0,87	130	6,4	2,02	0,05	5,8
KRÅK_003	19.06.2008	0,62	0,71	8,55	0,06	0,57	111	6,2	1,4		5,1
KRÅK_003	01.09.2008	0,3	0,5	9,83	0,05	1,24	214	6,6	2		4
KRÅK_003	05.07.2012	0,25	0,5	2	0,05	0,839	527	6,4	1,82	0,4	8,05
KRÅK_003	31.05.2016	0,1	0,8	1	0,1	0,34	78	6,1	1,32	0,2	2,9
KRÅK_003	11.10.2016	0,1	0,85	1	0,1	1	96	6,4	2,02	0,1	3,2
KRÅK_003	05.07.2018	0,29	0,93	1	0,1	0,98	120	6,8	2,32	0,18	2,1
KRÅK_003	18.09.2018	0,62	0,94	1	0,1	0,31	69	5,7	0,36	0,44	3,9
KRÅK_003	17.06.2019	0,54	1	4,3	0,095	0,79	76	6,4	1,7	0,28	5
KRÅK_003	22.10.2019	1	0,8	1,4	0,21	0,62	94	5,8	1,72	0,58	5,1
KRÅK_003	26.05.2020	0,39	0,53	0,82	0,056	0,31	39	6,1	1,07	0,2	2
KRÅK_003	17.08.2020	0,52	0,93	1,2	0,08	1	130	6,6	0,05	0,2	4,9

## Vedlegg 3 – Analyserapporter fra Eurofins 2020

Vedlegg 3 viser analyserapportene fra Eurofins i 2020. Rapportene inneholder analyseresultater, måleusikkerhet, deteksjonsgrenser for analysene, mm.





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

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

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

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