

NOAH AS

► Tiltaksrettet overvåking Langøya 2019

Oppdragsnr.: 5195570 Dokumentnr.: 5195570-RIM02 Versjon: J04 Dato: 2020-04-14



Oppdragsgiver: NOAH AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Kristofer Larsen
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Karin Raamat
Fagansvarlig: Anne Fevang
Andre nøkkelpersoner: Heidi Kjennbakken, Ruth Vingerhagen

J04	2020-04-14	For bruk	KarRam	AnFev	KarRam
D03	2020-03-27	For godkjenning av oppdragsgiver	KarRam	AnFev	KarRam
C02	2020-02-20	For kommentar hos kunde	KarRam	AnFev	KarRam
A01	2020-02-10	For fagkontroll	KarRam		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

I 2019 har Norconsult på vegne av NOAH AS gjennomført en tiltaksrettet resipientovervåking ved Langøya i Holmestrandsfjorden.

Det ble satt ut blåskjell ved fire prøvelokaliteter utenfor Langøya. To lokaliteter ved vestsiden, en lokalitet ved østsiden av Langøya, og en lokalitet ved Mølen. Mølen representerer referansestasjoner i overvåkingen. Hver prøvelokalitet hadde ca. 200 skjell. Skjellene ble hentet inn etter åtte ukers eksponeringstid. I tillegg ble det tatt sjøvannprøve ved utslippspunktet til NOAH og sedimentprøver fra 4 grunne (ca. 20 m vanndyp) og 4 dype (ca. 100 m vanndyp) områder.

Resultater fra overvåkingen viste hovedsakelig lave konsentrasjoner (tilstandsklasse I) av tungmetaller og radionuklider i alle analysene. Arsen var det eneste metallet som hadde konsentrasjoner i tilstandsklasse III, dette i vannprøven og i en blåskjellprøve ved Mølen. Det ble ikke målt høye arsenkonsentrasjoner i blåskjell nærmere utslippspunktet, og det er dermed konkludert at det er en annen kilde som påvirker blåskjell ved Mølen.

Den tidligere, registrerte trenden med økning i kvikksølvnivåer i blåskjell ved hovedkaia på Langøya, har nå flatet ut. Tungmetaller i blåskjell hadde konsentrasjoner som er betraktet som referansekonsentrasjoner for norske kystområder

Sammenligning av resultater fra 2019 med tidligere år viste at konsentrasjoner av både tungmetaller og radionuklider har små variasjoner, med unntak av Uran-238, som har vist økning i både grunne sedimentstasjoner og i vannprøven. Dette må undersøkes videre. De andre variasjonene er vurdert å være naturlig variasjon. Det påpekes at tidsseriene for enkelte av parameterne er korte.

Resultater fra 2019-overvåkingen indikerer at utslippet til NOAH ikke påvirker resipienten i merkbar grad og ikke hindrer vannforekomsten i å nå miljømålene. Samtidig viser historiske data at for enkelte parametere kan det være negativ påvirkning. Det er viktig å poengtere at datamengden er begrenset og det er dermed anbefalt å fortsette med overvåkingen av tungmetaller og radionuklider i de nærliggende stasjoner til Langøya.

► Innhold

1	Bakgrunn	5
1.1	Resipient	5
1.2	Andre forurensningskilder i området	5
1.3	Tidligere overvåking	6
2	Vurderingsgrunnlag	9
2.1	Blåskjell	10
2.2	Sediment	11
2.3	Vann	11
3	Feltarbeid	12
3.1	Blåskjellundersøkelser	12
3.2	Sedimentundersøkelser	15
3.3	Vannundersøkelser	16
3.4	Passive prøvetakere, DGT	18
4	Resultater og vurderinger	19
4.1	Blåskjell	19
4.1.1	<i>Prioriterte stoff</i>	19
4.1.2	<i>Vannregionspesifikke stoff</i>	27
4.1.3	<i>Kobolt og mangan</i>	35
4.1.4	<i>Radionuklider</i>	37
4.2	Passive prøvetakere, DGT	38
4.3	Sediment	40
4.3.1	<i>Tungmetaller</i>	40
4.3.2	<i>Radionuklider</i>	41
4.4	Sjøvann	46
4.4.1	<i>Tungmetaller</i>	46
4.4.2	<i>Radionuklider</i>	46
5	Konklusjon og videre overvåking	49
5.1	Anbefalinger for videre overvåking	49
6	Litteratur	50
7	Vedlegg	51

1 Bakgrunn

NOAH driver behandlingsanlegg og deponier for uorganisk farlig avfall og ordinært avfall på Langøya i Holmestrand kommune i Vestfold (Figur 1). NOAH Langøya har tillatelse fra to myndigheter, Miljødirektoratet og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet/Statens strålevern (DSA).

NOAH AS kan årlig motta 1 000 000 tonn avfall til sluttbehandling på Langøya ifølge tillatelsen fra Miljødirektoratet (tillatelsesnummer 2009.121.T). Tillatelsen fra Statens strålevern gjelder for mottak og deponering av inntil 100 000 tonn radioaktivt avfall på Langøya per år (tillatelsesnummer TU17-10).

Vannstanden inne i deponiene for farlig avfall kontrolleres gjennom å holde vannstanden i deponienes randsoner lik eller lavere enn kote 0. For å oppnå dette er det etablert et dreneringssystem, ringdrenering. Vann fra deponiene samles opp og ledes til renseanlegg som renser vannet før det slippes til sjø. Utløp fra renseanlegget ledes til resipient via utslippsrør som går ut på ca. 38 m dyp nord for det nordre kaianlegget. Utslipet fra NOAH innlagres på 32-40 m vanddyp (NIVA, 2017). Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet.

1.1 Resipient

NOAH AS har utslipp til vannforekomst Langøya (vannforekomst-ID 0101021000-2-C). Vannforekomsten har vanntype beskyttet kyst/fjord med delvis blandet vannsøyle og moderat oppholdstid for bunnvann (uker; vann-nett.no 3.02.2020).

Miljømål for vannforekomst Langøya er å oppnå «god» økologisk tilstand og «god» kjemisk tilstand. Miljømålene skal oppnås i 2021 (vann-nett.no 3.02.2020). Dagens økologiske tilstand er «**moderat**». Kvalitetsenelementene «Siktedyp» og «Nitrat + nitritt» har «dårlig» tilstand. Dagens kjemiske tilstand er «**dårlig**». Det er enkelte PAH-forbindelser, PFOS, kvikksølv og TBT i «dårlig» tilstand. Både økologisk og kjemisk tilstand har høy presisjon.

Det er registrert middels grad av påvirkning fra punktforurensning fra industri (NOAH Langøya og Hydro Aluminium; vann-nett.no 3.02.2020).

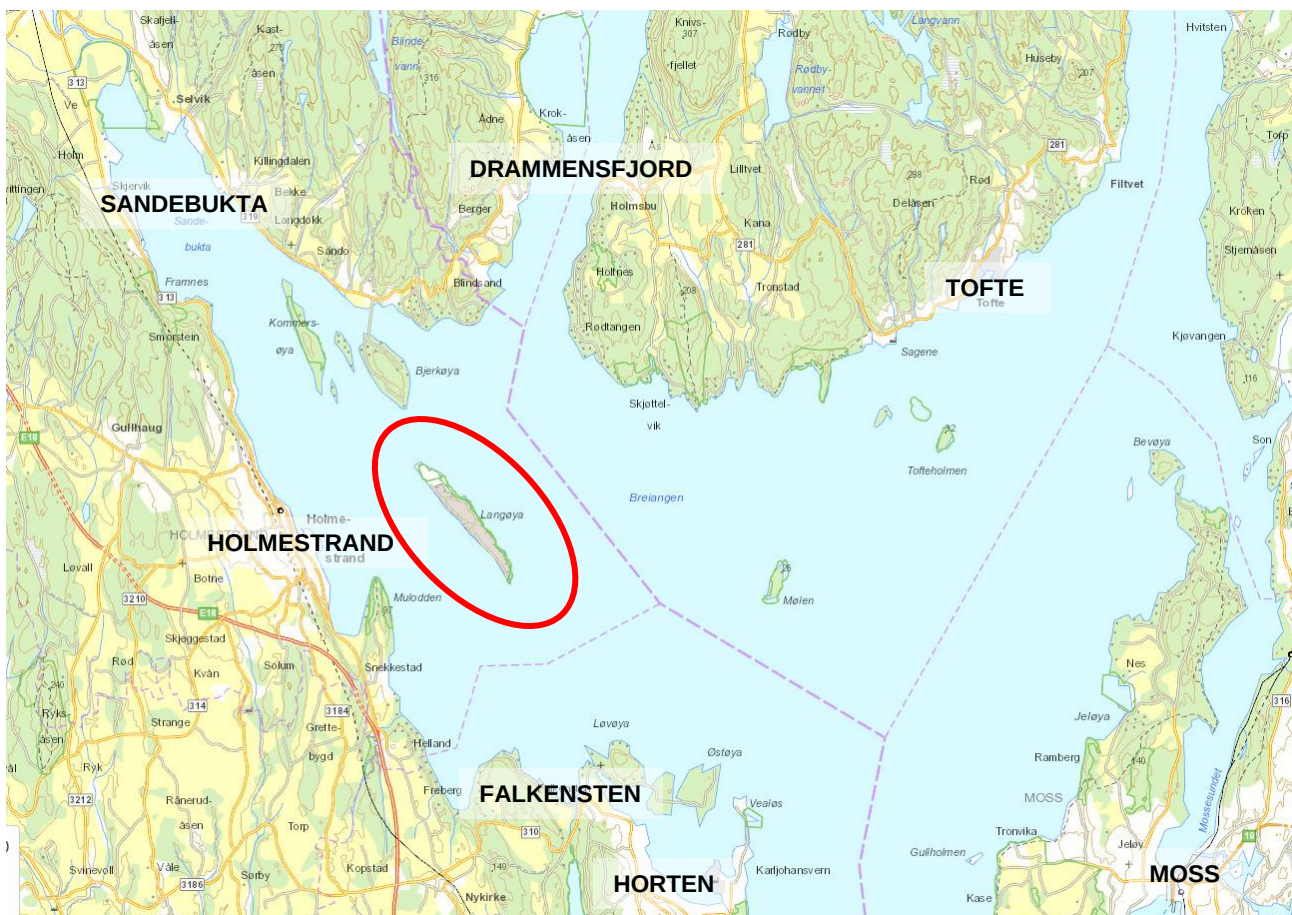
Referansestasjon ved Mølen ligger i vannforekomst Breiangen-vest (vannforekomst-ID 0101021000-1-C). Vannforekomsten er karakterisert som beskyttet kyst/fjord med delvis blandet vannsøyle og moderat oppholdstid for bunnvann (uker). Dagens økologiske tilstand er «**moderat**» med høy presisjon. Kvalitetsenelementene for bløtbunnsfauna, «Siktedyp» og «Totalfosfor» har «moderat» tilstand og «Nitrat + nitritt» har «dårlig» tilstand. Dagens kjemiske tilstand er «**dårlig**» fordi kvikksølv i blåskjell er i «dårlig» tilstand (vann-nett.no 8.01.2020). Kjemisk tilstand har lav presisjon.

1.2 Andre forurensningskilder i området

Følgende forurensningskilder ligger i området rundt Langøya og det er sannsynlig at disse kan påvirke miljøet i resipienten (Figur 1):

- Falkensten renseanlegg
- Hydro Aluminium Rolled Products og Holmestrand avløpsanlegg i Holmestrand
- Langøya ligger i Drammenselvas/-fjordens influensområde
- Nærheten til industrien i Holmestrand, Sandebukta, Tofte, Horten og Moss
- Skipstrafikk

- Generelt mye trafikk av fritidsbåter spesielt på sommeren
- Diffus utlekking av miljøgifter fra historiske kilder og forurensede sedimenter i vannforekomsten



Figur 1: Kart over Langøya-området med potensielle andre forurensningskilder. Bakgrunnskart hentet fra vannmiljø.no.

1.3 Tidligere overvåking

Både Miljødirektoratets og DSAs tillatelser setter krav om overvåking av sjøresipient utenfor NOAH sitt anlegg på Langøya.

Overvåkning av miljøgifter i resipient er gjennomført ved årlig prøvetaking av ikke-radioaktive stoffer i resipienten utenfor Langøya siden 1996.

I 2010 ble analyser av radioaktivitet i sedimenter inkludert i det årlige programmet, og i 2013 ble programmet utvidet til å dekke radioaktivitet i sjøvann og blåskjell. Overvåkning av resipient med hensyn på radioaktive stoffer har dermed foregått i en begrenset tidsperiode. Tabell 1 viser oversikt over undersøkelser siden 2010, dvs. siden radionuklider ble inkludert i resipientovervåkingen.

Tabell 1: Liste over overvåkingsundersøkelser siden 2010. Tabellen viser også hvilke parametere som ble målt, i hvilke matrise, og hvilket laboratorium som ble brukt.

År	Selskap	Matrise	Analyser (lab)
2010	NIVA	Blåskjell Sediment Bløtbunnsfauna Sedimentprofilfoto Strandsone Sjøsone	Tungmetaller (NIVA), organiske miljøgifter og dioksiner (NILU og ALS) Tungmetaller (NIVA) og Radioaktivitet (IFE)
2011	NIVA	Blåskjell Sediment Bløtbunnsfauna Sedimentprofilfoto Strandsone Sjøsone	Tungmetaller (NIVA), organiske miljøgifter og dioksiner (NILU og Eurofins) Tungmetaller (NIVA) og radioaktivitet (IFE)
2012	NIVA	Blåskjell Sediment Bløtbunnsfauna Sedimentprofilfoto Strandsone Sjøsone	Tungmetaller (NIVA), organiske miljøgifter og dioksiner (NILU og Eurofins) Tungmetaller (NIVA) og radioaktivitet (IFE)
2013	NIVA	Blåskjell Sediment Bløtbunnsfauna Sedimentprofilfoto Strandsone Ålegras	Tungmetaller (NIVA), organiske miljøgifter og dioksiner (NILU og Eurofins) Tungmetaller (NIVA) og radioaktivitet (IFE)
2014	NIVA	Blåskjell Sediment Bløtbunnsfauna Sedimentprofilfoto Strandsone Sjøsone	Tungmetaller, organiske miljøgifter, dioksiner (Eurofins) og radioaktivitet (IFE) Tungmetaller (NIVA) og radioaktivitet (IFE)
2015	NIVA	Blåskjell Sediment Bløtbunnsfauna Sedimentprofilfoto Makroalger Ålegras Sjøvann	Tungmetaller, organiske miljøgifter (Eurofins) og radioaktivitet (IFE) Tungmetaller, organiske miljøgifter (Eurofins) og radioaktivitet (IFE) Klf.a, CTD, fysiske-kjemiske parametere, oksygen (NIVA) og radionuklider (IFE)

År	Selskap	Matrise	Analyser (lab)
2016	NIVA	Blåskjell Sediment Bløtbunnsfauna Sedimentprofilfoto Makroalger Sjøvann	Tungmetaller, organiske miljøgifter (Eurofins) og radioaktivitet (IFE) Radioaktivitet (IFE) Radioaktivitet (IFE)
2017	NIVA	Blåskjell Torsk	Tungmetaller, organiske miljøgifter (Eurofins) og radioaktivitet (IFE) Tungmetaller, organiske miljøgifter (Eurofins) og radioaktivitet (IFE)
2018	DNV GL	Blåskjell Sediment Makroalger Sjøvann	Tungmetaller, organiske miljøgifter, dioksiner og radioaktivitet (ALS) Tungmetaller, organiske miljøgifter og radioaktivitet (ALS) Radioaktivitet (ALS)
2019	Norconsult	Blåskjell Sediment Vann	Tungmetaller og radionuklider (ALS og IFE) Tungmetaller og radionuklider (ALS) Tungmetaller og radionuklider (ALS)

2 Vurderingsgrunnlag

Gjennom vannforskriften er det satt miljømål for vannforekomstene. De skal som hovedregel oppnå minst «god» økologisk og kjemisk tilstand innen utgangen av 2021 (Figur 2). Enkelte forekomster har fått utsettelse til 2027.

God økologisk tilstand er definert som «akseptable avvik fra naturtilstanden» for de biologiske elementene, samt for de fysiskkjemiske og hydromorfologiske støtteparametrene (Direktoratsgruppen, 2019)

Kjemisk tilstand i en vannforekomst bestemmes dels ut fra målinger av utvalgte miljøgifter i vannforekomsten og dels ved hjelp av miljøkvalitetsstandarter (EQS, *Environmental Quality Standards* / grenseverdier) for de utvalgte miljøgiftene. Disse utvalgte kjemiske forbindelsene kalles prioriterte stoff. For å oppnå miljømålet god kjemisk tilstand i overflatevannet skal utslipp av de prioriterte stoffene reduseres eller opphøre slik at det oppnås konsentrasjoner i vannmiljøet som ligger nær bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoff og nær null for menneskeskapte stoff (Direktoratsgruppen, 2019).



Figur 2: Miljøtilstand- og miljømålklassifisering. Hentet fra vannforskriftens veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen, 2019)

For å klassifisere tilstand med hensyn på miljøgifter, skal resultatene vurderes mot EQS (miljøkvalitetsstandard) eller tilstandsklasser.

Kjemiske stoff er delt i to grupper:

1. **Prioriterte stoff** – brukes for klassifisering av kjemisk tilstand i en vannforekomst. Hvis en eller flere stoff har konsentrasjon over EQS-verdien, blir vannforekomsten klassifisert med dårlig tilstand.
2. **Vannregionspesifikke stoff** – er et av støtteelementene i klassifisering av økologisk tilstand i en vannforekomst. I tilfelle en eller flere vannregionspesifikke stoff har konsentrasjoner over EQS-verdien, kan vannforekomsten få maksimum moderat økologisk tilstand. Det betyr at vannforekomsten ikke kan nå miljømålet.

Overvåking 2019 inkluderte prøvetaking av tungmetaller og radionuklider. Kvikksølv, bly, nikkel og kadmium tilhører de prioriterte stoffene og brukes for å klassifisere kjemisk tilstand i vannforekomsten. Kobber, sink, arsen og krom hører til de vannregionspesifikke stoffene for å klassifisere økologisk tilstand i vannforekomsten. Overvåkingen inkluderer dermed både vurdering av økologisk og kjemisk tilstand.

Radionuklider og resterende undersøkte tungmetaller følger ikke av vannforskriften og er vurdert ifølge diverse retningslinjer per matrise avhengig av tilgjengelig data.

Alle resultater sammenlignes med tidligere undersøkelser gjennomført av NIVA og DNV GL for å vurdere om det finnes betydelige langsiktige trender i registreringer.

2.1 Blåskjell

Ettersom det, per dags dato, kun er utarbeidet EQS-verdi for et tungmetall i blåskjell, kvikksølv, er det i tillegg valgt å se resultatene mot følgende:

1. Resultater vurderes mot siste veileder publisert i Norge som har klassegrenser for tungmetaller i blåskjell, Veiledning 97:03, se Tabell 2 (Molvær, 1997).
2. Resultater vurderes mot grenseverdier som er rettet mot mattrygghet og er brukt av Mattilsynet¹. Det er tre metaller med bestemt grenseverdi, Hg, Cd og Pb.
3. I overvåkingsprogrammet «Miljøgifter i norske kystområder - MILKYS» brukes det et begrep kalt norsk provisorisk høy referansekonsentrasjon for miljøgifter, PROREF (Green, et al., 2019). Dette verktøyet angir referansekonsentrasjoner for miljøgifter, hovedsakelig i områder fjernt fra punktkilder, og gir dermed en verdifull metode for å vurdere nivåer av miljøgifter i tillegg til EQS. Resultater skal vurderes mot PROREF-verdier fra 2018.

Vurderinger under første punktet er gjort basert på konsentrasjoner i tørrvekt, fordi Veiledning 97:03 har grenseverdier for tørrvekt. Resterende vurderinger baseres på konsentrasjoner i våtvekt, fordi dette brukes i nyere undersøkelser og av Mattilsynet.

Tabell 2: Klassegrenser for bly og kadmium i blåskjell iht. Veiledning 97:03 fra SFT (Molvær, 1997). EQS er vanligvis grensen mellom tilstandsklasse II og III for alle oppdaterte grenseverdier, men disse er gamle og ikke gjennomgått tilpassingen ennå.

Tilstandsklasse I	Tilstandsklasse II	Tilstandsklasse III	Tilstandsklasse IV	Tilstandsklasse V
Ubetydelig-Lite forurenset	Moderat forurenset	Markert forurenset	Sterkt forurenset	Meget sterkt forurenset

¹ Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr ble startet av Mattilsynet i 2006 på bakgrunn av krav i Europaparlaments- og rådsforordning (EF) nr. 854/2004 av 29. april 2004 om fastsettelse av særlige regler for gjennomføringen av offentlig tilsyn med produkter av animalsk opprinnelse beregnet på humant konsum (H3) ("Hygienepakken"). Før dette har NIFES/Havforskningsinstituttet bidratt i skjellovervåking siden 1999. (Havforskningsinstituttet, 2019)

2.2 Sediment

Resultatene fra analysene klassifiseres med fargekoder iht. tilstandsklasser gitt i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen, 2019). Tilstandsklassene representerer ulik forurensningsgrad basert på fare for effekter på organismer. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i Tabell 3.

For å vurdere miljøtilstand benyttes sammenligning mot miljøkvalitetsstandard (EQS), som er oftest en grenseverdi mellom god og dårlig tilstand (Figur 2). Dette gjøres for å konkludere om utslippet fra renseanlegg vil hindre sannsynligheten for vannforekomsten for å nå miljømålene.

Tabell 3: Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter (Direktoratsgruppen, 2019).

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

2.3 Vann

Resultatene fra analysene klassifiseres med fargekoder iht. tilstandsklasser gitt i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen, 2019). Tilstandsklassene representerer ulik forurensningsgrad basert på fare for effekter på organismer. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i Tabell 3.

For å konkludere om utslippet ev. vil hindre sannsynligheten for vannforekomsten for å nå miljømålene, vurderes resultatene mot EQS. Miljøkvalitetsstandarder i vann er oppgitt som to verdier; årlig gjennomsnitt (AA-EQS) og maksimal verdi (MAC-EQS). AA-EQS er ment å gi beskyttelse for kronisk eksponering mens MAC-EQS er ment å gi beskyttelse for akutt eksponering. Grenseverdien er bestemt utfra et risikohensyn for helse og miljø for eller via akvatiske økosystem. Årlig gjennomsnitt sammenlignes med AA-EQS og hver enkel prøve sammenlignes med MAC-EQS og begge EQS-verdier må tilfredsstilles for å kunne oppnå miljømål.

3 Feltarbeid

Undersøkelser ble planlagt og gjennomført i samsvar med følgende Norske Standarder:

- NS 9434:2017 Vannundersøkelse - Overvåking av miljøgifter i blåskjell (*Mytilus* spp.) - Innsamling av utplasserte eller stedegne skjell og prøvebehandling
- NS-EN ISO 5667-19:2004 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004)
- NS-EN ISO 5667-9:1992 Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 9: Veiledning i prøvetaking av sjøvann (ISO 5667-9:1992)

Plassering av prøvepunkter samsvarer hovedsakelig med stasjoner som ble benyttet i forrige overvåkingen (DNV GL, 2019). Det var undersøkt fire grunnere områder og fire dypere områder (Tabell 4).

Sedimentstasjon BK-ny-dyp (fra 2018) ble flyttet på sørøstsiden av Mølen for å få vanndypet tilsvarende de andre dype prøvepunktene og ble kalt BK100 (ca. 100 m vanndyp). Blåskjellstasjon BK-ny (fra 2018), ble flyttet mot nordøst langs Mølen, nærmere til MILKYS-prøvepunktet «Mølen». Prøvepunktet ble flyttet for å unngå båttrafikken fra de to småbåtkaiene som ligger ved Mølen. Blåskjell ved B3 ble flyttet ca. 480 m sørover for å unngå propellforstyrrelser fra skip.

GPS-koordinater for prøvepunktene er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Koordinater til prøvepunktene i 2019 (gitt i desimalgrader WGS 84).

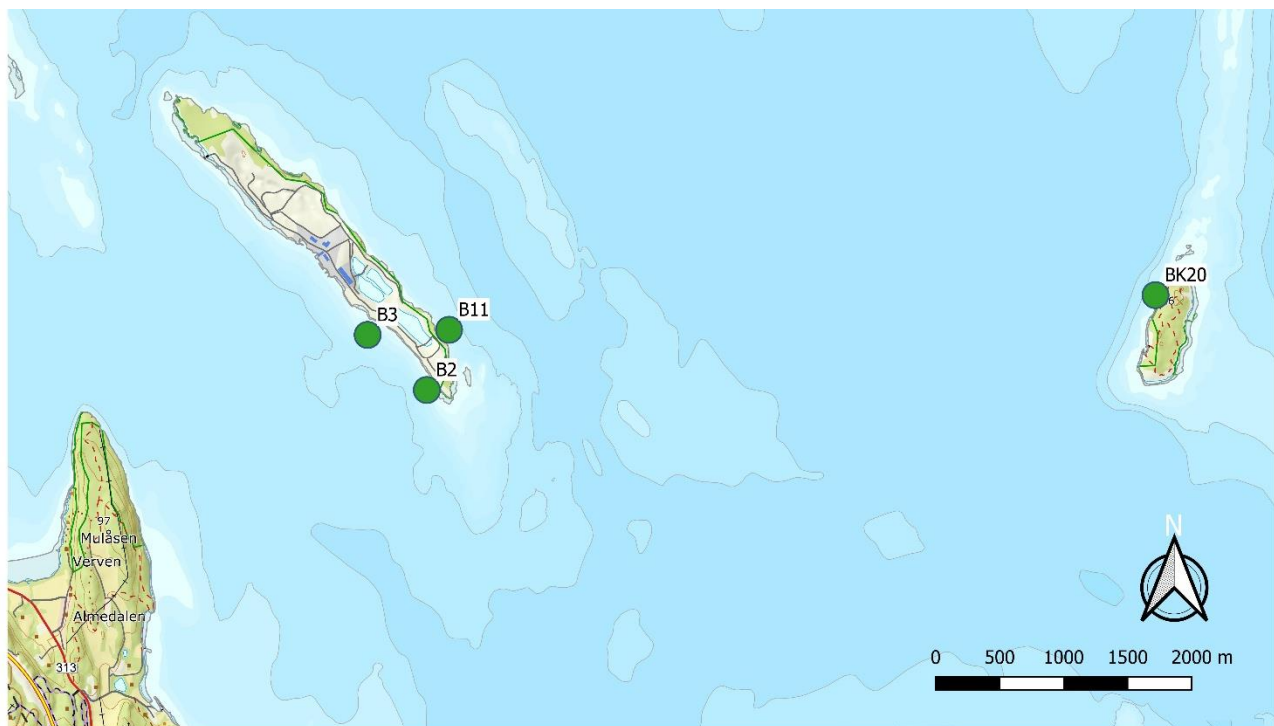
Punkt	Prøvematrise	Vanndyp (m)	Nord	Øst
B2	Sediment + Blåskjell	24	59,482239	10,395737
B3	Sediment	21	59,489254	10,382092
B3	Blåskjell	20	59,486196	10,388135
B11	Sediment + Blåskjell	20	59,488281	10,396466
BK20 (Mølen)	Blåskjell	20	59,487790	10,496920
BK-ny	Sediment	18	59,483215	10,492234
S3	Sediment	93	59,473499	10,386500
S4	Sediment	93	59,489937	10,356993
S5	Sediment	105	59,509121	10,360800
BK100	Sediment	95	59,475849	10,505442
NOA06	Vann	50	59,491850	10,371850

3.1 Blåskjellundersøkelser

Konsentrasjon av miljøgifter i blåskjell er mye brukt som indikator for miljøgiftinnholdet i sjøvann. Blåskjell er filtrerende organismer som tar opp metaller, både løst i vann eller partikkelbundet. I tillegg er det relevant å måle forurensning i blåskjell mht. konsum for mennesker (og sjøfugl).

2018-overvåkingen viste at det er få store skjell igjen på stasjonene og at det trolig vil gå noen år før populasjonene av blåskjell på de ulike stasjonene er store nok til å støtte en innsamling tilsvarende det som ble utført i 2018. (Mortensen & Strohmeier, 2018) I 2019-overvåkingen er det derfor satt ut blåskjell i nett.

Blåskjellene ble kjøpt inn fra Sørskjell AS. Blåskjellene var fra Kaldvellfjorden² i Agder, som er et område klassifisert som rent. Skjellene var frie for skjellsykdommer og fremmede organismer og kunne fritt settes ut i sjøen mellom Bergen og Svenskegrensen. Det ble kjøpt inn totalt 1000 blåskjell med en størrelse fra ca. 3-6 cm, hvorav 800 skjell ble satt ut i fire prøvepunkter, kalt «riggskjell» og 200 ble fryst ned for senere analyse av bakgrunnsnivåer i skjell, kalt «start riggskjell». Plassering av blåskjellenettene er vist på Figur 3.



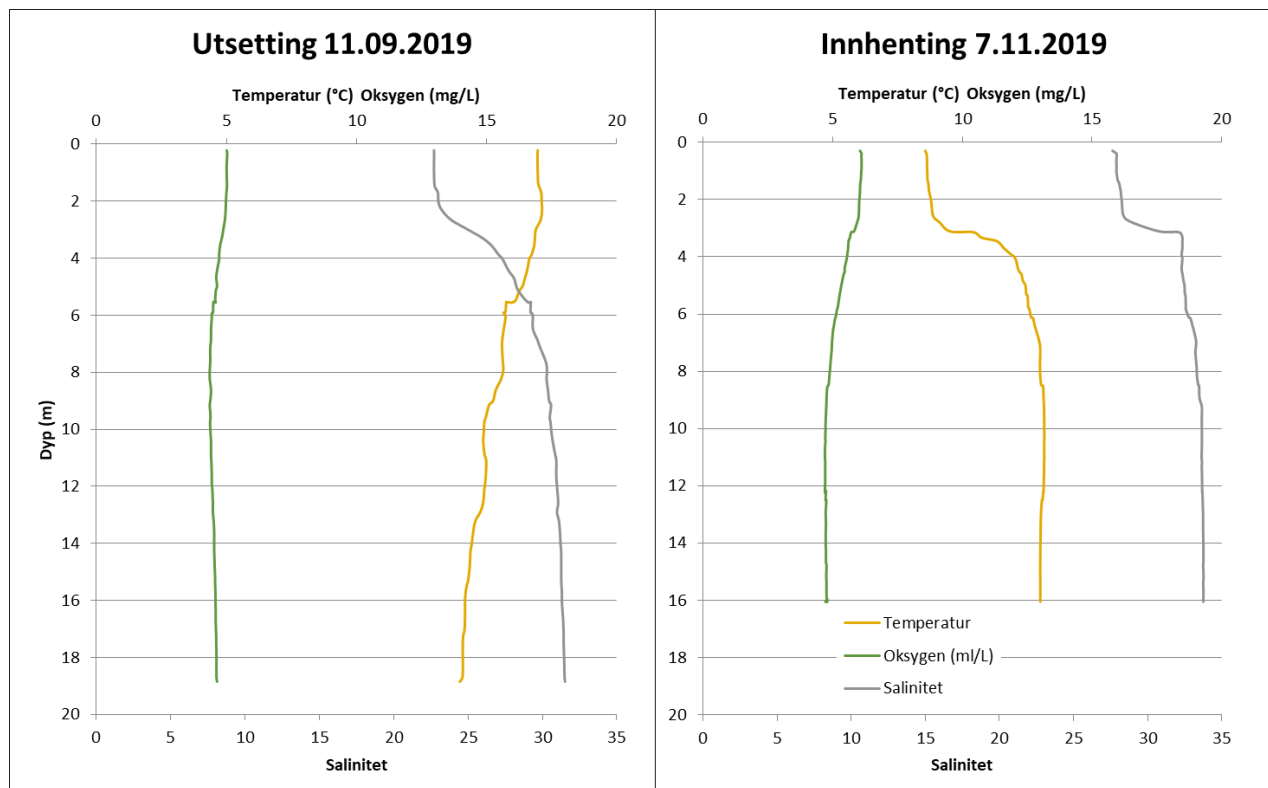
Figur 3: Kart som viser plassering av blåskjellnettene.

Blåskjell ble satt ut 11. september 2019 og hentet inn 7. november 2019. Dette gir eksponeringstid på 2 måneder. Blåskjellene ble plassert på 10 m vandndyp. Dette betyr at blåskjellene i 2019 var plassert nærmere utslippet fra renseanlegget enn tidligere.

Ved utsetting og innhenting av blåskjellene ble det målt konduktivitet, temperatur og tetthet med CTD for å få profiler av fysiske forhold i vannsøylen. Etter kjøring av en CTD-profil, ble data lastet ned og kvalitetssikret i felt. Profiler for oksygen, temperatur og salinitet er vist i Figur 4.

Figurene viser en del ulike forhold ved utsetting og innhenting av blåskjellene. Ved begge stasjoner og tidspunkt var termoklinen grunnere enn 10 m som betyr at blåskjellene var plassert under termoklinen.

² Kaldvellfjorden er en liten fjord på grensen mellom Grimstad og Lillesand kommune, like øst for Lillesand by i Agder fylke.



Figur 4: Temperatur, salinitet og oksygen i vannsøylen ved utsetting (venstre) og innhenting (høyre) av blåskjellene.

Etter innhenting av blåskjellene ble lengden på hvert skjell målt, og skjellene ble renset. Data om blåskjellene er vist i Tabell 5. Skjellene ble fryst ned og sendt til ALS Laboratory Groups AS for analyser av tungmetaller og til IFE for radionuklidanalyser. Det ble analysert 3 paralleller fra hver stasjon. Følgende parametere ble analysert i blåskjell fra alle prøvelokaliteter:

- Tungmetaller: As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb og Zn
- Radionuklider (ifølge pålegget fra DSA): Pb-210, Ra-226, Ra-228, U-238 og Th-232

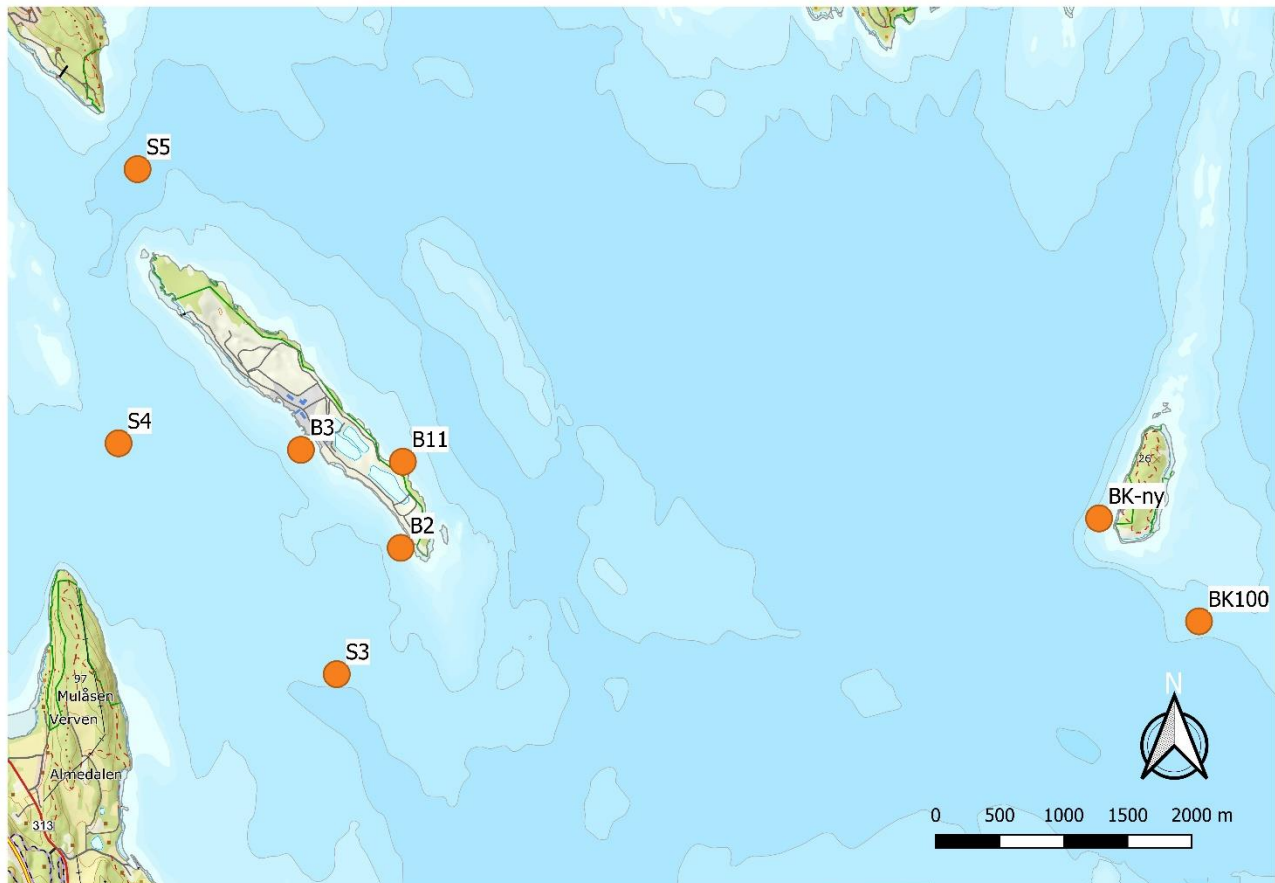
Tabell 5: Oversiktstabell over blåskjellprøvene. Merk at 3 prøver (B3-C, BK-A og BK-B) ble tapt pga. menneskelig feil og dermed ikke analysert. Disse prøvene ble erstattet med materiale fra allerede frysetørket radionuklidanalyser.

		Antall skjell (ind.)	Skall-lengde (mm)	Gjennomsnittslengde (mm)	Total våtvekt av prøve (kg)	Døde skjell (ind.)
Start riggskjell	A	20	32-59	48,90	23,0	33 (10,1 %)
	B	20	31-52	42,25	15,7	
	C	20	35-58	45,65	24,7	
	RN	233	30-59	44,68	271,9	
B2	A	20	32-56	48,30	30,3	25 (10,5 %)
	B	20	36-57	48,70	37,4	
	C	20	38-58	48,45	39,5	
	RN	152	30-61	48,95	237,5	
B3	A	20	33-56	48,55	36,9	41 (9,7 %)
	B	20	32-61	42,40	17,7	
	C	20	31-56	44,85	-	
	RN	320	30-63	43,44	300,2	
B11	A	20	32-57	46,80	36,5	31 (9,0 %)
	B	20	35-59	49,90	38,9	
	C	20	42-58	49,35	41,8	
	RN	253	29-62	47,78	451,7	
BK	A	20	35-60	50,25	-	23 (8,9 %)
	B	20	30-56	44,75	-	
	C	20	34-54	48,15	37,5	
	RN	176	30-61	47,48	340,2	

3.2 Sedimentundersøkelser

Sedimentprøver ble tatt fra samme lokaliteter som i 2018. Unntaket er stasjon BK-ny-dyp, som ble flyttet for å ha tilsvarende dyp som de andre dype stasjonene (rundt 100 m vanddyp). Stasjonen ble flyttet mot sørøst og kalt BK100. Plassering og vanddyp i prøvepunktene er vist i Tabell 4 og vist på kart på Figur 5. Feltlogg med prøvebeskrivelser finnes i Vedlegg 1.

Feltarbeid ble gjennomført med forskningsfartøyet F/F Trygve Braarud den 24. oktober 2019. Sediment ble samlet inn ved hjelp av en stor Van Veen grabb (0,15 dm³). For sedimentprøver ble det innhentet 3-4 replikater fra hver stasjon. Sediment fra øverste 0-1 cm og 0-2 cm sjiktet av prøven ble samlet og laget som blandprøver. Blandprøve av det øverste 0-1 cm laget ble analysert for tungmetaller. Blandprøve av det øverste 0-2 cm laget ble analysert for radionuklider.



Figur 5: Oversiktskart over plassering av prøvepunkter for sedimentanalyser.

Sedimentprøvene ble oppbevart kjølig og levert til lab for analyser neste dag. Analyser ble gjennomført av ALS Laboratory Group, som er akkreditert for de aktuelle analysene, bortsett fra analyser for to radionuklider, Th-232 og U-234. Følgende parametere ble analysert i sediment fra alle prøvelokaliteter:

- Tungmetaller: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn
- Radionuklider (ifølge kravet fra DSA): Pb-210, Ra-226, Ra-228, U-238, Th-232, Ac-227, K-40, Pa-231, Ra-223, Th-227, Th-228, Th-230, Th-234, U-234 og U-235

3.3 Vannundersøkelser

Vannprøve ble samlet inn fra én stasjon, NOA06, ved utslippet til Langøya på 10 meters dyp, se Figur 6.

Prøvetaking ble gjennomført med fartøyet Trygve Braarud på samme dag med sedimentprøvetaking, 24. oktober 2019. Prøven ble samlet inn med Ruttner vannhenter. Vannprøven ble oppbevart kjølig og levert til lab for analyser neste dag. Analyser ble gjennomført av ALS Laboratory Group, som er akkreditert for de

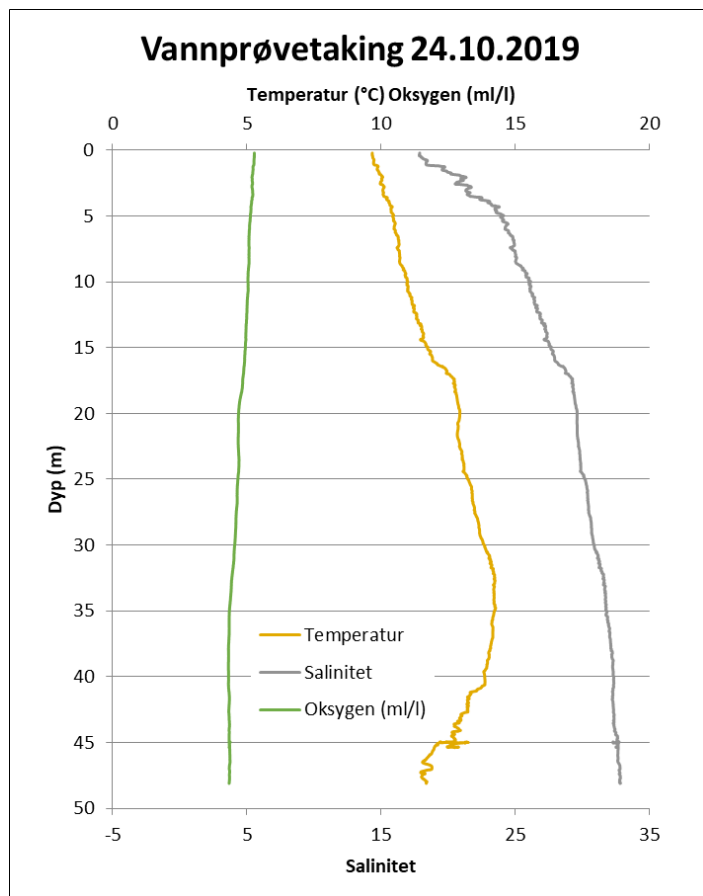
aktuelle analysene, bortsett fra analyser for radionuklider Th-232, U-234 og U-238. Følgende parametere ble analysert i vann:

- Tungmetaller: As, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Zn og Hg
- Radionuklider (ifølge kravet fra DSA): Pb-210, Ra-226, Ra-228, U-238, Th-232, Ac-227, K-40, Pa-231, Ra-223, Th-227, Th-228, Th-230, Th-234, U-234 og U-235



Figur 6: Oversiktskart over undersøkelsesområdet som viser plassering av vannprøvepunkt.

Ved vannprøvetaking ble det målt konduktivitet, temperatur og tetthet med CTD for å få profiler av fysiske forhold i vannsøylen. Etter kjøring av en CTD-profil, ble data lastet ned og kvalitetssikret i felt. Profiler for temperatur, oksygen og salinitet er vist i Figur 7.



Figur 7: Temperatur, salinitet og oksygen i vannsøylen ved vannprøvetaking NOA06 den 24. oktober 2019.

3.4 Passive prøvetakere, DGT

Overvåkingen i 2018 viste at antall stedege blåskjell er signifikant redusert ved Langøya. Observasjoner av endringer i blåskjellbestander har blitt observert i hele Europe over flere tiår. Det er antatt at det er flere faktorer som kan årsake endringene, f.eks. miljøforhold, bestandsgenetiske forhold eller sykdom (Mortensen & Strohmeier, 2018). Fordi det kan bli utfordrende å samle inn nok blåskjell i fremtiden, ble det gjennomført en pilotundersøkelse med passive prøvetakere.

Diffusion gradient in thin films (DGT) fungerer ved at metallioner i vannet diffunderer gjennom filtret og gelen, for å akkumuleres i ionebytteren. DGT-er ble satt ut sammen med blåskjellnettene og med samme eksponeringstid som blåskjellene, 8 uker. Formålet med undersøkelsen var å sammenligne resultater fra passive prøvetakere med resultater fra blåskjell.

Følgende tungmetaller ble analysert med passive prøvetakere: Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Pb og U.

4 Resultater og vurderinger

4.1 Blåskjell

Analyseresultatene fra blåskjellprøvene i 2019 er vist på Figur 9-Figur 17 og Tabell 7-Tabell 14. Resultatene av tungmetaller i biota er delt i prioriterte og vannregionspesifikke stoff iht. klassifiseringsmetodikken. Originale analyserapporter fra laboratoriet finnes i vedlegg 3 og vedlegg 4.

4.1.1 Prioriterte stoff

Analyseresultater av prioriterte stoff er vurdert detaljert i fire kapitler nedenfor. Resultatene for prioriterte stoff fra 2019 viser ingen negativt påvirkning, eller hindrer vannforekomsten «Langøya» for å nå «god» økologisk tilstand. Det finnes tidligere undersøkelser, hvor kvikksølv har hatt konsentrasjonen over EQS. Det ble gjennomført ekstra undersøkelser i 2019 om sporing av kvikksølv og resultater er representert i egen rapport, *Kildesporing av kvikksølv* (rapportnr. 5195570-RIM01).

4.1.1.1 Bly

Blykonsentrasjoner i blåskjell fra overvåkingen i 2019 er gitt i Tabell 6. Resultatene er sammenlignet med tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997) og viser at alle konsentrasjoner er i tilstandsklasse I, dvs. «ubetydelig-lite forurenset» (Tabell 2).

Målinger av bly i blåskjell som hadde vært oppbevart i fryser har fått benevnelsen «start riggskjell». Resultatene fra disse varierte fra 1,2 til 1,4 mg/kg tørrvekt. Konsentrasjoner av bly i skjellene som ble hengt ut i nett, «riggskjell», hadde både lavere og høyere verdier (0,9-1,7 mg/kg tørrvekt). De to høyeste konsentrasjonene ble registrert ved lokalitetene nærmest til kaia (B3 og B2).

Tabell 6: Analyseresultater av blykonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

PB	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	0,166	0,168	0,217	0,184	0,218	0,167	0,189	0,191	0,164	0,159	0,159	0,161	0,167	0,189	0,139	0,165	0,212	0,218	0,192	0,207
TV	1,280	1,110	1,650	1,347	1,590	1,080	1,270	1,313	1,030	0,942	0,938	0,970	1,280	1,450	0,866	1,199	1,310	1,390	1,230	1,310

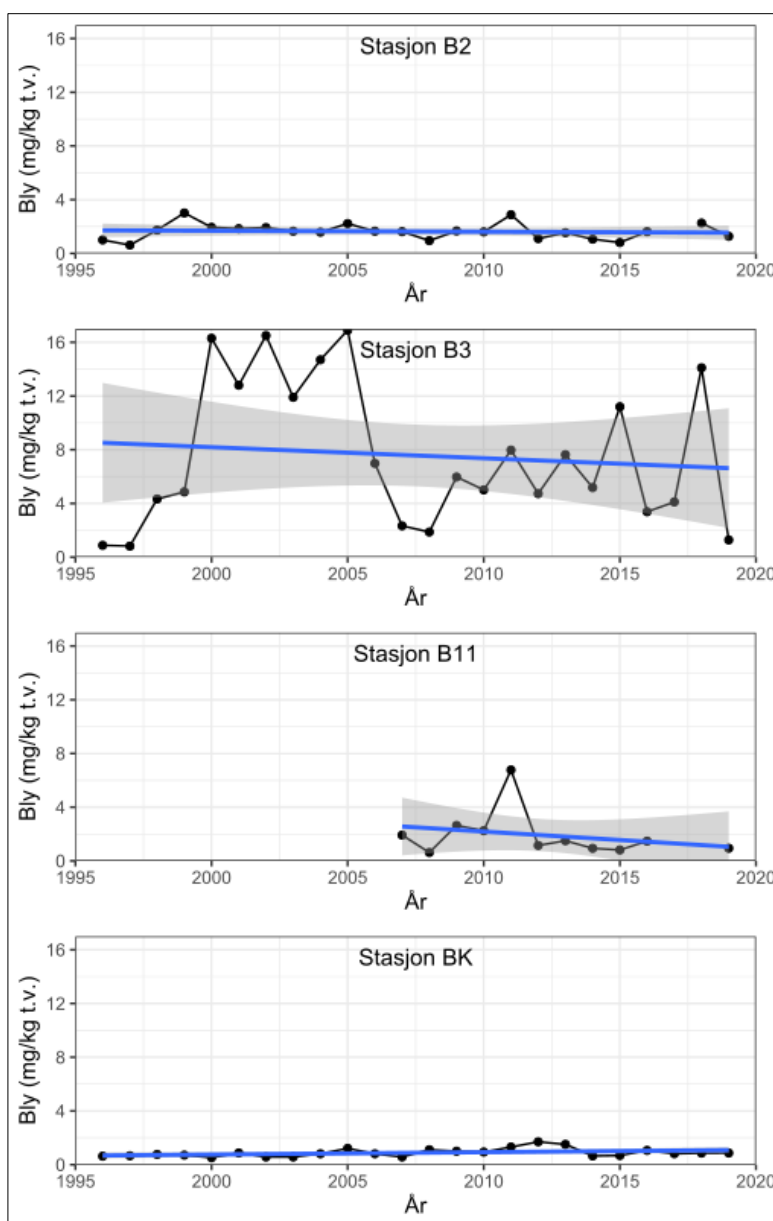
Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2019 hadde også blykonsentrasjoner som tilfredsstillende EUs og Norges grenseverdi på 1,5 mg Pb/kg våttvekt for konsum ((EC) No 854/2004).

Miljødirektoratet karakteriserer lokaliteter med blykonsentrasjoner i blåskjell lavere enn 3 mg/kg tørrvekt eller 0,45 mg/kg våttvekt som ubetydelig til lite forurenset (Havforskningsinstituttet, 2019). Ingen av prøvene i 2019 hadde konsentrasjoner over denne grensen.

Per 2018, ligger PROREF-verdien for bly på 0,195 mg/kg våttvekt. To enkeltprøver, B3-C og B2-A, har konsentrasjonen så vidt over denne verdien (hhv. 0,217 og 0,218 mg/kg våttvekt). Disse konsentrasjonene er mest sannsynlig ikke forårsaket av NOAH sitt anlegg, siden det ble målt sammenlignbare konsentrasjoner i bakgrunnsprøvene «start riggskjell» (0,212 og 0,218 mg/kg våttvekt).

Det kan konkluderes at blykonsentrasjoner i blåskjell fra 2019 er tilsvarende det som er målt langs Norske kysten, og er trygt for konsum av mennesker.

Figur 8 viser utvikling av blykonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser ikke en betydelig trend ved B2 og BK. Både B11 og B3 har en nedadgående trend. B3 skiller seg ut med variasjoner i målte konsentrasjoner gjennom årene. Målte konsentrasjoner har vært i tilstandsklasse I eller II siden 2006. Dermed kan det konkluderes at konsentrasjoner av bly i blåskjell ikke er til hinder for at vannforekomsten kan oppnå god kjemisk tilstand i 2021.



Figur 8: Historiske mediankonsentrasjoner av bly i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.1.2 Kvikksølv

Ved sammenligning mot tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997), viser resultater fra overvåkingen i 2019 at kvikksølv i utsatte blåskjell (Tabell 7) tilfredsstiller tilstandsklasse I (Tabell 2)

Analyseresultater i tørrvekt viser at konsentrasjoner av kvikksølv er på samme nivå som konsentrasjoner i «start riggskjell» i nesten alle prøvene. Kvikksølvkonsentrasjoner i «start riggskjell» varierte fra 0,051 til 0,06 mg/kg tv. For riggskjell, varierte 11 av 12 prøver fra 0,056-0,066 mg/kg. En prøve, B3-C, skiller seg ut med en del høyere konsentrasjon. Der ble det målt 0,105 mg/kg. Gjennomsnittskonsentrasjonen for hvert prøvepunkt var også høyest ved B3. Det påpekes at forskjellene kun tilsvarer 0,03 mg/kg og at alle konsentrasjoner ved B3 tilfredsstiller tilstandsklasse I, dvs. «ubetydelig-lite forurenset» ifølge SFTs veileder (Molvær, 1997).

Kvikksølv er det eneste tungmetall som har fastsatt EQS-verdi, den er 0,02 mg/kg våtvekt (Direktoratsgruppen, 2019). Høyest målt verdi i våtvekt var 0,014 ved B3 som er 30 % lavere enn EQS. Det kan dermed vurderes at basert på kvikksølvkonsentrasjoner målt i blåskjell i 2019, vil dette ikke hindre vannforekomsten å nå «god» kjemisk tilstand i 2021.

Tabell 7: Analyseresultater av kvikksølvkonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våtvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

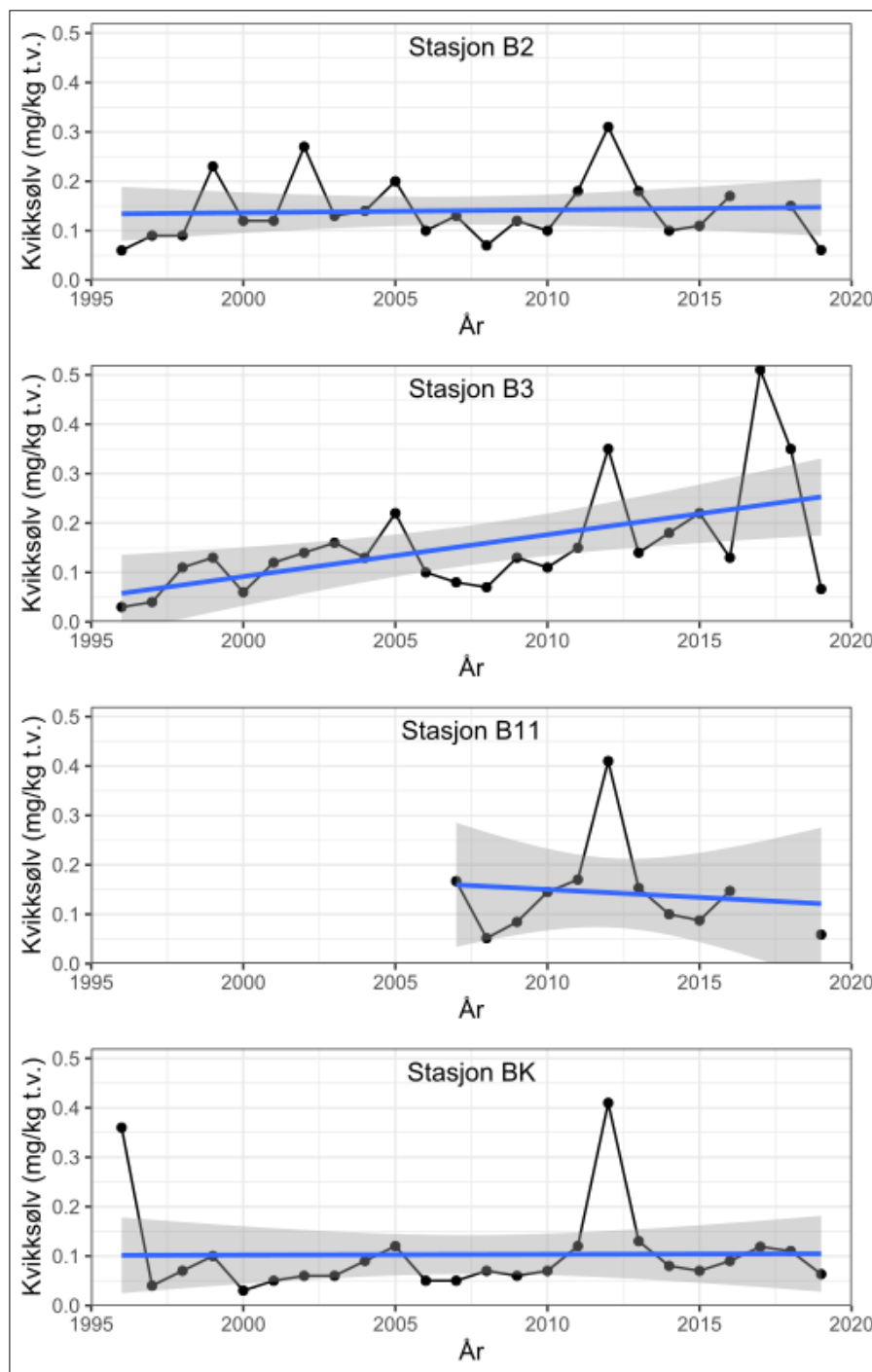
HG	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	0,008	0,010	0,014	0,011	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010	0,010	0,009	0,010	0,008	0,008	0,010	0,008	0,008	0,008	0,009	0,009
TV	0,062	0,066	0,105	0,078	0,063	0,056	0,061	0,060	0,061	0,059	0,056	0,058	0,059	0,058	0,063	0,060	0,051	0,053	0,060	0,055

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2019 hadde kvikksølvkonsentrasjoner som tilfredsstiller EUs og Norges grenseverdi på 0,5 mg Hg/kg våtvekt for konsum ((EC) No 854/2004).

Miljødirektoratet karakteriserer lokaliteter med kvikksølvkonsentrasjoner i blåskjell under 0,2 mg/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset (Havforskningsinstituttet, 2019). Ingen av prøvene i 2019 hadde verdi over 0,2 mg/kg våtvekt.

Per 2018, ligger PROREF for kvikksølv på 0,012 mg/kg våtvekt. En prøve, B3-C, har konsentrasjon så vidt over denne verdien (0,014 mg/kg våtvekt), mens gjennomsnittet ligger under. Det er konkludert at basert på registrert kvikksølvresultater i blåskjell fra 2019 er resultater tilsvarende det som er målt langs Norske kysten, og er trygt for konsum av mennesker.

Figur 9 viser utvikling av kvikksølvkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser ingen tydelig trend ved B2 og BK. Ved B11 er det vist en nedadgående trend, men datamengden er mindre enn for de andre stasjonene. B3 skiller seg ut med en betydelig oppadgående trend i målte konsentrasjoner. Dette skyldes hovedsakelig høye konsentrasjoner i 2016-2017. Målt konsentrasjon 2019 er blant de fem laveste målinger siden 1996. Kvikksølvsporing i og rundt Langøya er vurdert mer detaljert i egen rapport, *Kildesporing av kvikksølv* (rapportnr. 5195570-RIM01).



Figur 9: Historiske mediankonsentrasjoner av kvikksølv i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.1.3 Nikkel

Sammenlignet med tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997) viser resultater fra overvåkingen i 2019 at nikkel i utsatte blåskjell (Tabell 8) tilfredsstiller tilstandsklasse I, dvs. «ubetydelig-lite forurensset» (Tabell 2).

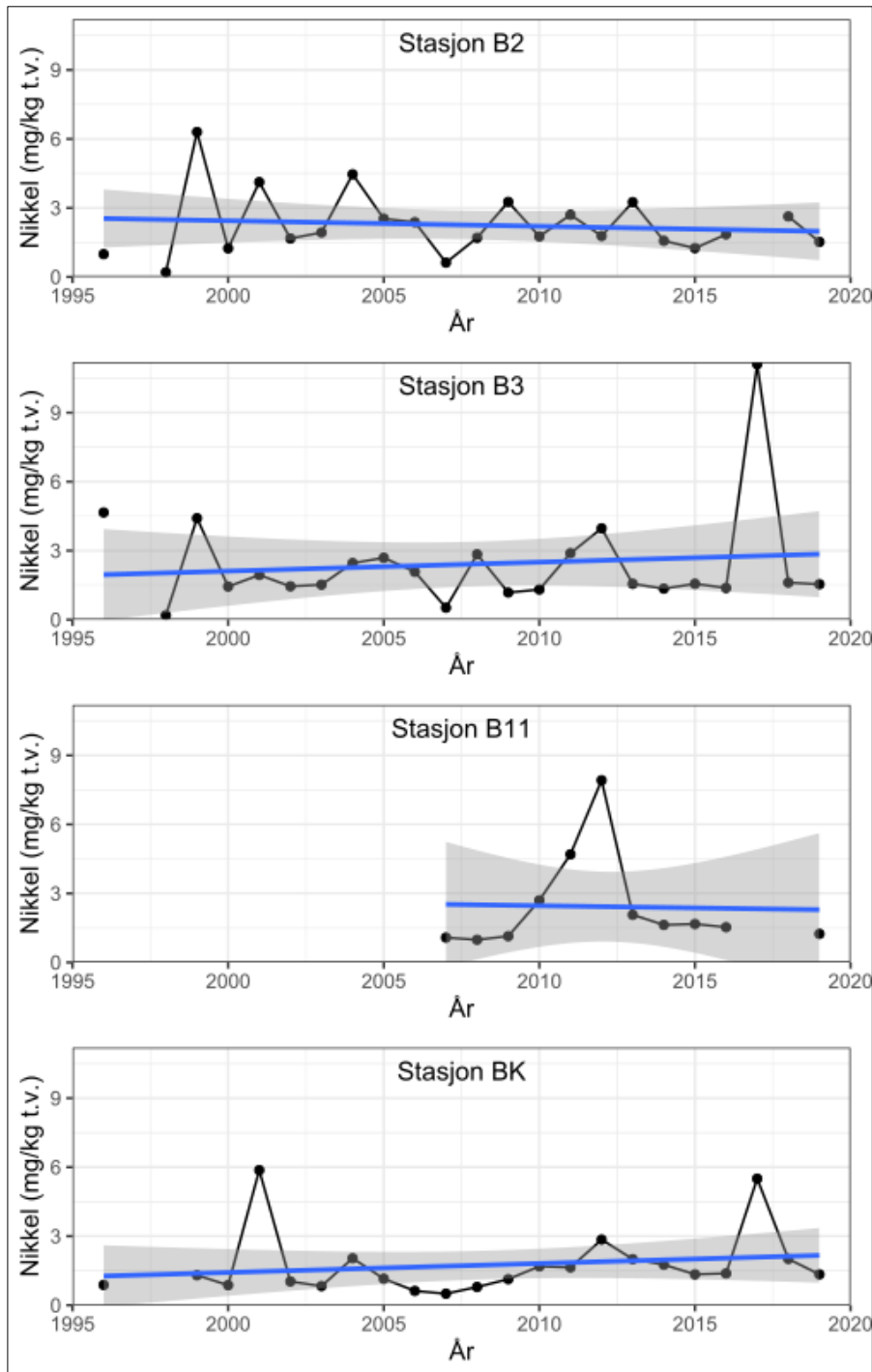
Målinger av nikkel i «start riggskjell» varierte fra 1,38 til 1,79 mg/kg tørrvekt. Konsentrasjoner av nikkel i riggskjell hadde både lavere og høyere verdier (1,24-2,12 mg/kg tørrvekt). De tre høyeste konsentrasjonene ble registrert ved kaia, B3, og ved referansestasjonen, BK.

Tabell 8: Analyseresultater av nikkelkonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

NI	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	0,200	0,217	0,279	0,232	0,240	0,198	0,226	0,222	0,197	0,226	0,211	0,211	0,244	0,235	0,216	0,232	0,224	0,262	0,279	0,255
TV	1,54	1,44	2,12	1,70	1,75	1,28	1,52	1,52	1,24	1,34	1,24	1,27	1,87	1,80	1,34	1,67	1,38	1,67	1,79	1,61

Per 2018, ligger PROREF for nikkel på 0,29 mg/kg våttvekt. Alle prøver tilfredsstiller denne grenseverdien. Høyest konsentrasjon ble målt ved kaia (B3), på 0,279 mg/kg. Det kan konkluderes med at nikkelkonsentrasjoner i blåskjell er på samme nivå eller lavere enn det som er målt langs Norskekysten.

Figur 10 viser utvikling av nikkelkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser en svak nedadgående trend ved B2 og B11, og svak oppadgående trend ved B3 og BK. Det har aldri blitt målt nikkelkonsentrasjoner som overskrider tilstandsklasse II (SFT veileder 97:03 på 20 mg/kg tørrvekt). Dermed kan det konkluderes at konsentrasjoner av nikkel i blåskjell ikke er til hinder for at vannforekomsten kan oppnå god kjemisk tilstand i 2021.



Figur 10: Historiske mediankonsentrasjoner av nikkel i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.1.4 Kadmium

Sammenlignet med tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997) viser resultater fra overvåkingen i 2019 at samtlige konsentrasjoner av kadmium i utsatte blåskjell (Tabell 9). tilfredsstillende tilstandsklasse I, dvs. «ubetydelig-lite forurenset» (Tabell 2).

Målinger av kadmium i «start riggskjell» varierte fra 0,59 til 0,66 mg/kg tørrvekt. Konsentrasjoner av kadmium i riggskjell hadde både lavere og høyere verdier (0,47-0,75 mg/kg tørrvekt). De to høyeste konsentrasjonene ble registrert ved referansestasjonen ved Mølen. To prøvepunkter ved Langøya kai, B2 og B3, hadde lavere konsentrasjoner enn det som ble målt i «start riggskjell».

Tabell 9: Analyseresultater av kadmiumkonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

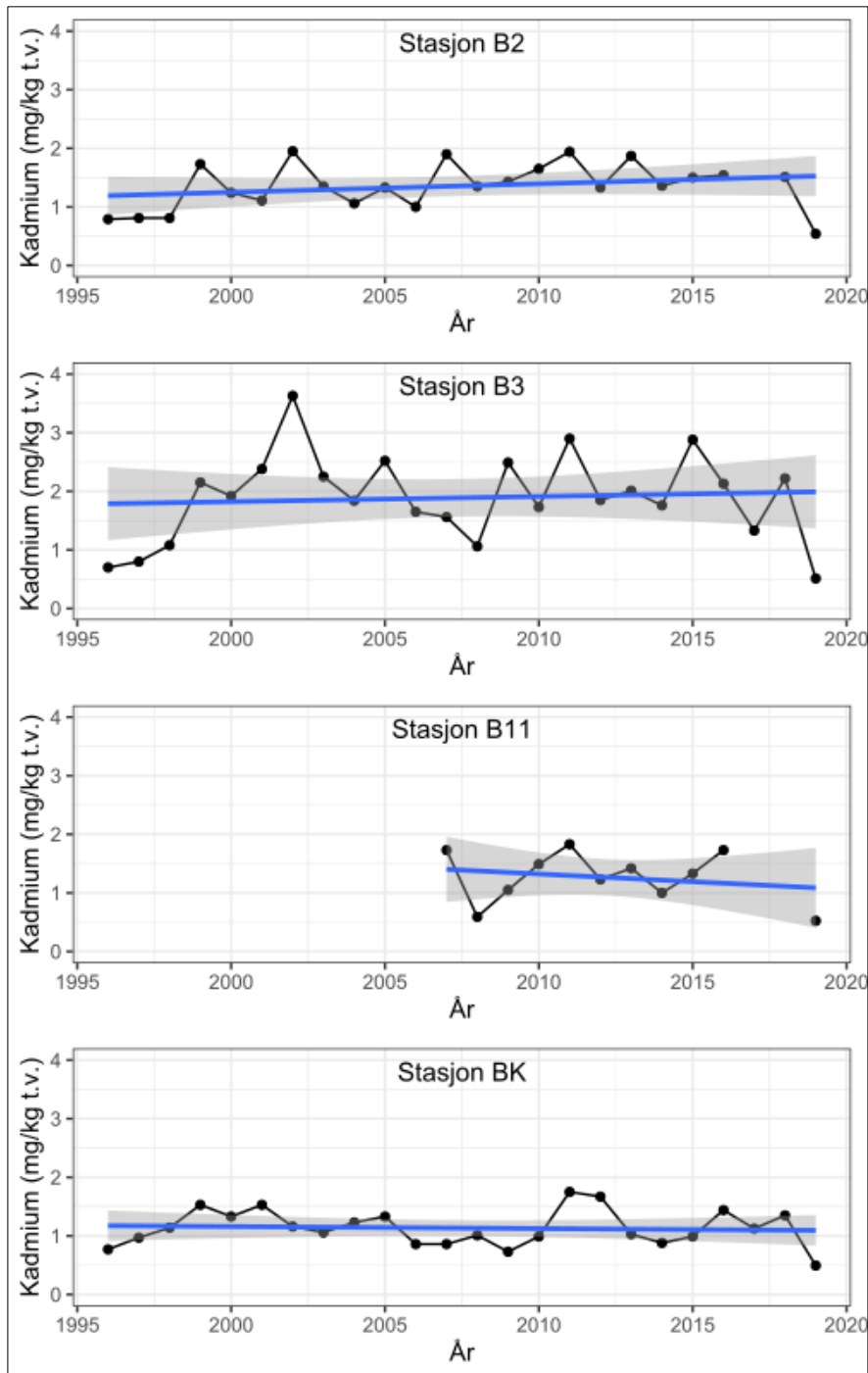
CD	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	0,064	0,077	0,082	0,074	0,077	0,075	0,080	0,078	0,085	0,088	0,079	0,084	0,098	0,088	0,080	0,089	0,097	0,093	0,103	0,098
TV	0,492	0,512	0,622	0,542	0,564	0,484	0,540	0,529	0,533	0,523	0,467	0,508	0,751	0,677	0,494	0,641	0,601	0,594	0,658	0,618

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2019 hadde kadmiumkonsentrasjoner som tilfredsstillende EUs og Norges grenseverdi på 1,0 mg Cd/kg våttvekt for konsum ((EC) No 854/2004).

Miljødirektoratet karakteriserer lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell under 0,4 mg/kg våttvekt som ubetydelig til lite forurenset (Havforskningsinstituttet, 2019). Ingen av prøvene i 2019 hadde verdi over 0,4 mg/kg.

Per 2018, ligger PROREF for kadmium på 0,18 mg/kg våttvekt. Alle prøver for 2019 tilfredsstillende dette. Høyest konsentrasjon ble målt ved Mølen 0,098 mg/kg som er 50 % under PROREF verdien. Det kan konkluderes med at kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell er lavere enn det som er målt langs Norskekysten, og er trygt for konsum av mennesker.

Figur 11 viser utvikling av kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser en svak nedadgående trend ved både B11 og Mølen, og sakte oppadgående trend ved B2 og B3. Det har aldri vært målt konsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse II (SFT veileder 97:03 er 5 mg/kg tørrvekt). Dermed kan det konkluderes at konsentrasjoner av kadmium i blåskjell ikke er til hinder for at vannforekomsten kan oppnå god kjemisk tilstand i 2021.



Figur 11: Historiske mediankonsentrasjoner av kadmium i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.2 Vannregionspesifikke stoff

Nedenfor er resultater av vannregionspesifikke stoff vurdert.

Det konkluderes med at resultatene ikke viser negativ utvikling, eller hindrer vannforekomsten «Langøya» fra å nå god økologisk tilstand. En måling ved referansestasjonen på Mølen vil ev. hindre vannforekomsten «Breiangen-vest» fra å oppnå bedre enn moderat økologisk tilstand.

4.1.2.1 Kobber

Sammenlignet med tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997), viser resultater fra overvåkingen i 2019 at konsentrasjoner av kobber i utsatte blåskjell (Tabell 10) tilfredsstiller tilstandsklasse I, dvs. «ubetydelig-lite forurenset» (Tabell 2).

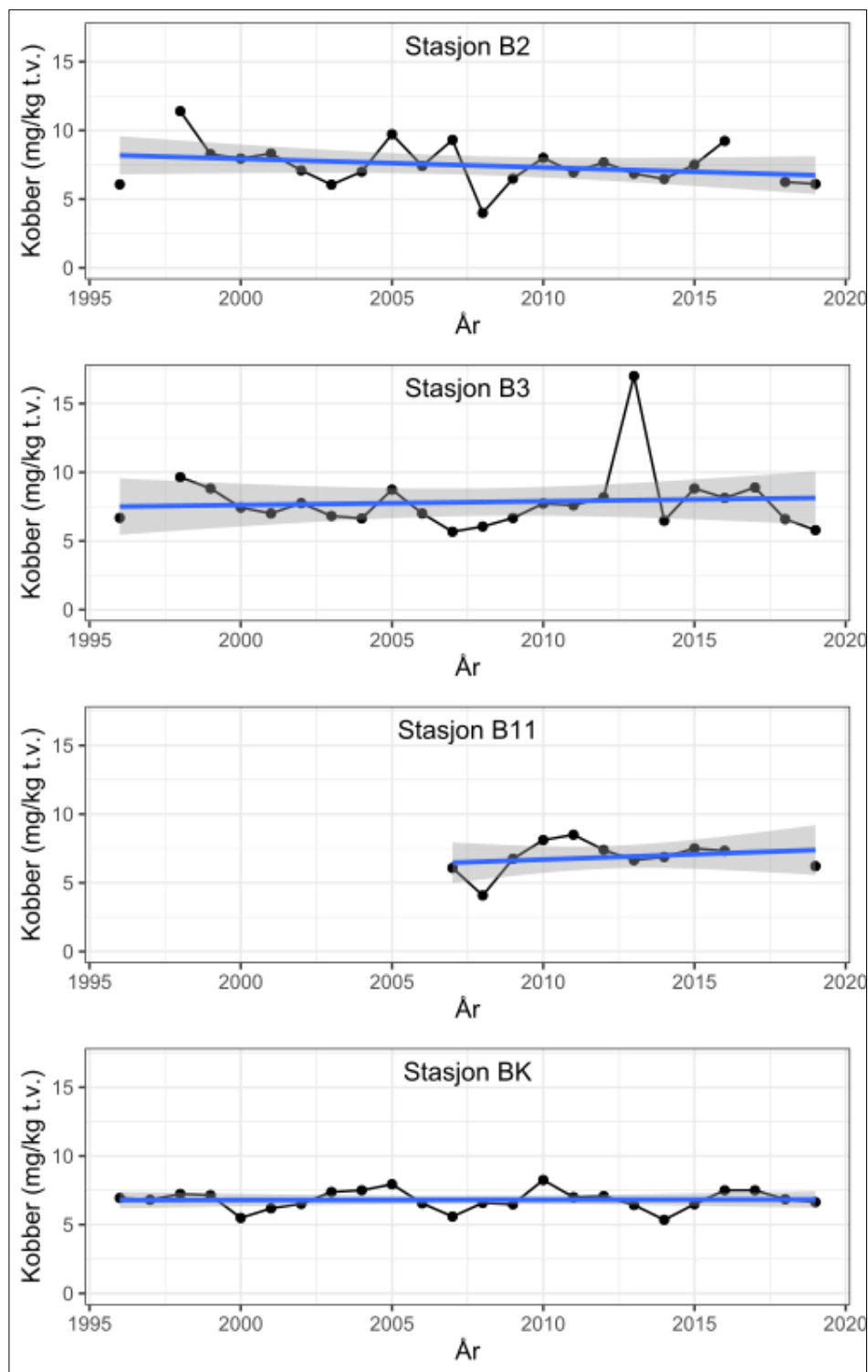
Målinger av kobber i «start riggskjell» varierte fra 5,80 til 6,85 mg/kg tørrvekt. Konsentrasjoner av kobber i riggskjell hadde både lavere og høyere verdier (5,39-7,52 mg/kg tørrvekt). De to høyeste konsentrasjonene ble registrert ved referansestasjonen ved Mølen. To prøvepunkter nærmest til Langøya kai, B2 og B3, hadde laveste konsentrasjoner.

Tabell 10: Analyseresultater av kobberkonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

CU	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	0,742	0,874	0,895	0,837	0,836	0,835	0,924	0,865	1,030	1,049	0,961	1,013	0,976	0,982	1,069	1,009	1,110	0,911	1,011	1,010
TV	5,71	5,79	6,80	6,10	6,10	5,39	6,20	5,90	6,48	6,21	5,65	6,11	7,47	7,52	6,64	7,21	6,85	5,80	6,48	6,38

Per 2018, ligger PROREF for kobber på 1,4 mg/kg våttvekt. Alle prøver fra 2019 tilfredsstiller dette. Høyest konsentrasjon ble målt ved Mølen, 1,07 mg/kg. Det kan konkluderes med at kobberkonsentrasjoner i blåskjell ved Langøya er lavere enn det som er målt langs Norskekysten.

Figur 12 viser utvikling av kobberkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser en svak nedadgående trend ved B2, og svak oppadgående trend ved B3 og B11. Det har aldri blitt målt konsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse II (SFT veileder 97:03, 30 mg/kg tørrvekt). Det konkluderes med at konsentrasjoner av kobber ikke er til hinder for at vannforekomsten kan oppnå god økologisk tilstand i 2021.



Figur 12: Historiske mediankonsentrasjoner av kobber i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.2.2 Sink

Sammenlignet med tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997) viser resultater fra overvåkingen i 2019 at konsentrasjoner av sink i utsatte blåskjell (Tabell 11) tilfredsstiller tilstandsklasse I, dvs. «ubetydelig-lite forurenset» (Tabell 2).

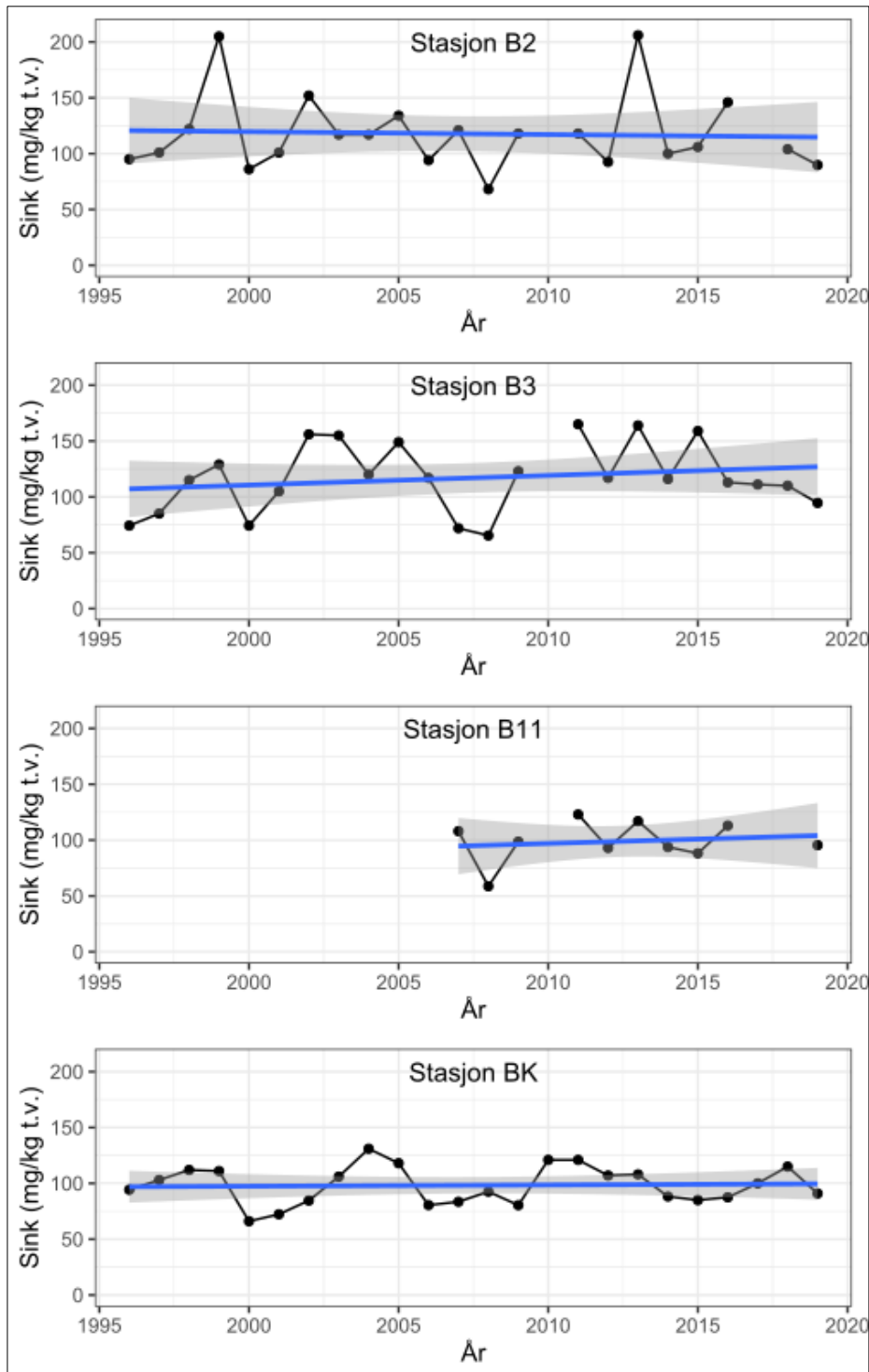
Målinger av sink i «start riggskjell» varierte fra 100 til 106 mg/kg tørrvekt. Konsentrasjoner av sink i riggskjell hadde både lavere og høyere verdier (88-122 mg/kg tørrvekt). De to høyeste konsentrasjonene ble registrert ved referansestasjonen Mølen.

Tabell 11: Analyseresultater av sinkkonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

ZN	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	12,3	13,3	14,9	13,5	15,5	13,9	13,3	14,2	15,2	15,6	17,9	16,2	15,9	15,4	14,6	15,3	16,2	16,6	16,2	16,3
TV	95	88	113	99	113	90	89	97	96	93	105	98	122	118	91	110	100	106	104	103

Per 2018, ligger PROREF for sink på 17,66 mg/kg våttvekt. En prøve fra B11 (østsiden av Langøya) hadde konsentrasjoner av sink så vidt over PROREF verdien, 17,85 mg/kg. Dette er bare 1 % avvik. Dette er innenfor analysemetodens feilmargen (20 %) og kan vurderes som ubetydelig. Det konkluderes med at sinkkonsentrasjoner i blåskjell er på tilsvarende nivå som det er målt langs Norskekysten.

Figur 13 viser utvikling av sinkkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser en svak nedadgående trend ved B2, og svak oppadgående trend ved B3 og B11. Konsentrasjoner så vidt over tilstandsklassegrense I (200 mg/kg) er målt i to enkeltprøver på stasjon B2. Det har aldri blitt målt konsentrasjoner høyere enn tilstandsklasse II (SFT veileder 97:03, 400 mg/kg tørrvekt). Det konkluderes med at konsentrasjoner av sink ikke er til hinder for at vannforekomsten kan oppnå god økologisk tilstand i 2021.



Figur 13: Historiske mediankonsentrasjoner av sink i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.2.3 Arsen

Sammenlignet med tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997) viser resultater fra overvåkingen i 2019 at konsentrasjoner av arsen i utsatte blåskjell (Tabell 12). tilsvarer tilstandsklasse II, dvs. «moderat forurenset». En enkeltprøve fra referansestasjonen, BK-C, tilsvarer tilstandsklasse III «markert forurenset» (Tabell 2).

Arsenkonsentrasjoner i «start riggskjell» varierte fra 11,8 til 13,5 mg/kg tørrvekt, mens riggskjell varierte fra 13,3-20,2 mg/kg i 11 av 12 prøver. En prøve, BK-C, skiller seg ut med 39,2 mg/kg.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for hvert prøvepunkt var høyest ved referansestasjonen ved Mølen.

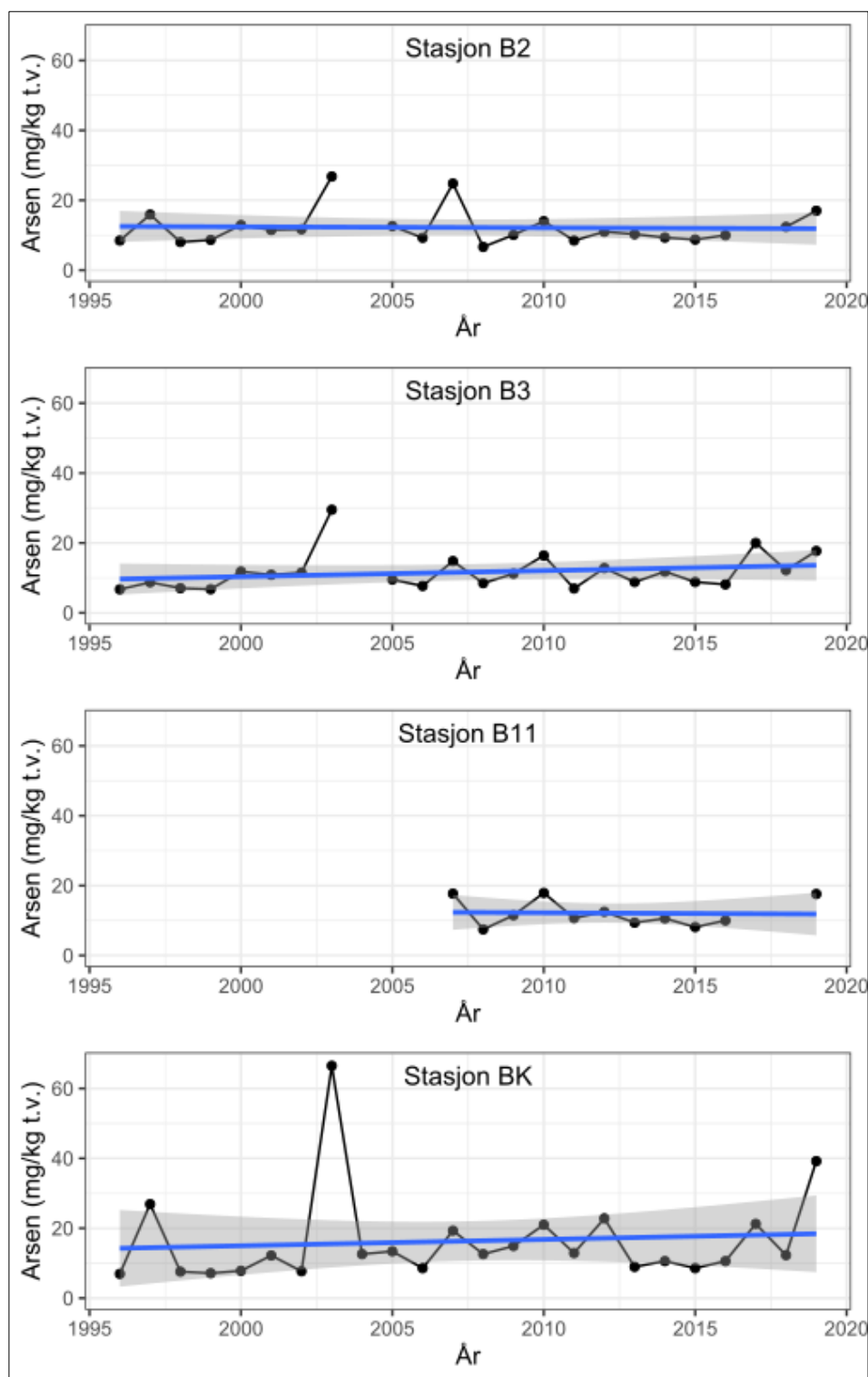
Det påpekes at arsen er et komplisert stoff for å analysere på laben, og kommer derfor med høy måleusikkerhet på ca. 26 %. Når måleusikkerheten er tatt inn i beregningen, er verdien ved Mølen mellom 28,9 og 49,5 mg/kg, noe som plasserer prøven i både tilstandsklasse II og III (grensen mellom de to klassene ligger på 30 mg/kg (Molvær, 1997)). Høyere konsentrasjoner kan også være naturlige i området siden arsenkonsentrasjon i f.eks. skifer og kalkstein er høyere enn normalt for bergarter, og berggrunnen rundt Holmestrandsfjorden er rik på disse bergartene..

Tabell 12: Analyseresultater av arsenkonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

AS	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	2,30	2,52	2,66	2,49	2,52	2,45	2,53	2,50	2,88	2,97	2,86	2,90	1,83	1,74	6,31	3,29	1,91	1,96	2,11	1,99
TV	17,7	16,7	20,2	18,2	18,4	15,8	17,0	17,1	18,1	17,6	16,8	17,5	14,0	13,3	39,2	22,2	11,8	12,5	13,5	12,6

Per 2018, ligger PROREF for arsen på 2,5 mg/kg våttvekt. Gjennomsnitt av prøver fra vestsiden av Langøya (2,49- 2,50 mg/kg våttvekt) viser at disse tilfredsstiller PROREF verdier. Gjennomsnittskonsentrasjon i B11 fra østsiden av Langøya overskrider PROREF med 16%. En enkeltprøve fra BK hadde konsentrasjoner av arsen 2,5 ganger høyere enn PROREF, noe som er uvanlig høyt. Unntatt den ene prøven ved referansestasjonen, kan det konkluderes at arsenkonsentrasjoner i blåskjell rundt Langøya er på tilsvarende nivå som det er observert langs Norskekysten.

Figur 14 viser utvikling av arsenkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser ingen trend ved B2 og B11, og svak oppadgående trend ved B3 og BK. Konsentrasjoner over tilstandsklasse II (30 mg/kg) er målt tre ganger, ved B3 og BK i 2003 og ved BK i 2019. Siden BK ligger i en annen vannforekomst enn Langøya, kan det konkluderes med at resultater fra arsenanalyser ikke er til hinder for at vannforekomst «Langøya» kan oppnå god økologisk tilstand.



Figur 14: Historiske mediankonsentrasjoner av arsen i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.2.4 Krom

Sammenlignet med tilstandsklasser i SFTs veiledning 97:03 (Molvær, 1997) viser resultater fra overvåkingen i 2019 at konsentrasjoner av krom i utsatte blåskjell (Tabell 13) tilfredsstiller tilstandsklasse I, dvs. «ubetydelig-lite forurenset» (Tabell 2).

Målinger av krom i «start riggskjell» varierte fra 0,519 til 0,914 mg/kg tørrvekt. Konsentrasjoner av krom i riggskjell hadde både lavere og høyere verdier (0,522-1,14 mg/kg tørrvekt). De høyeste konsentrasjonene ble registrert ved den nærmeste stasjonen til hovedkaia, B3.

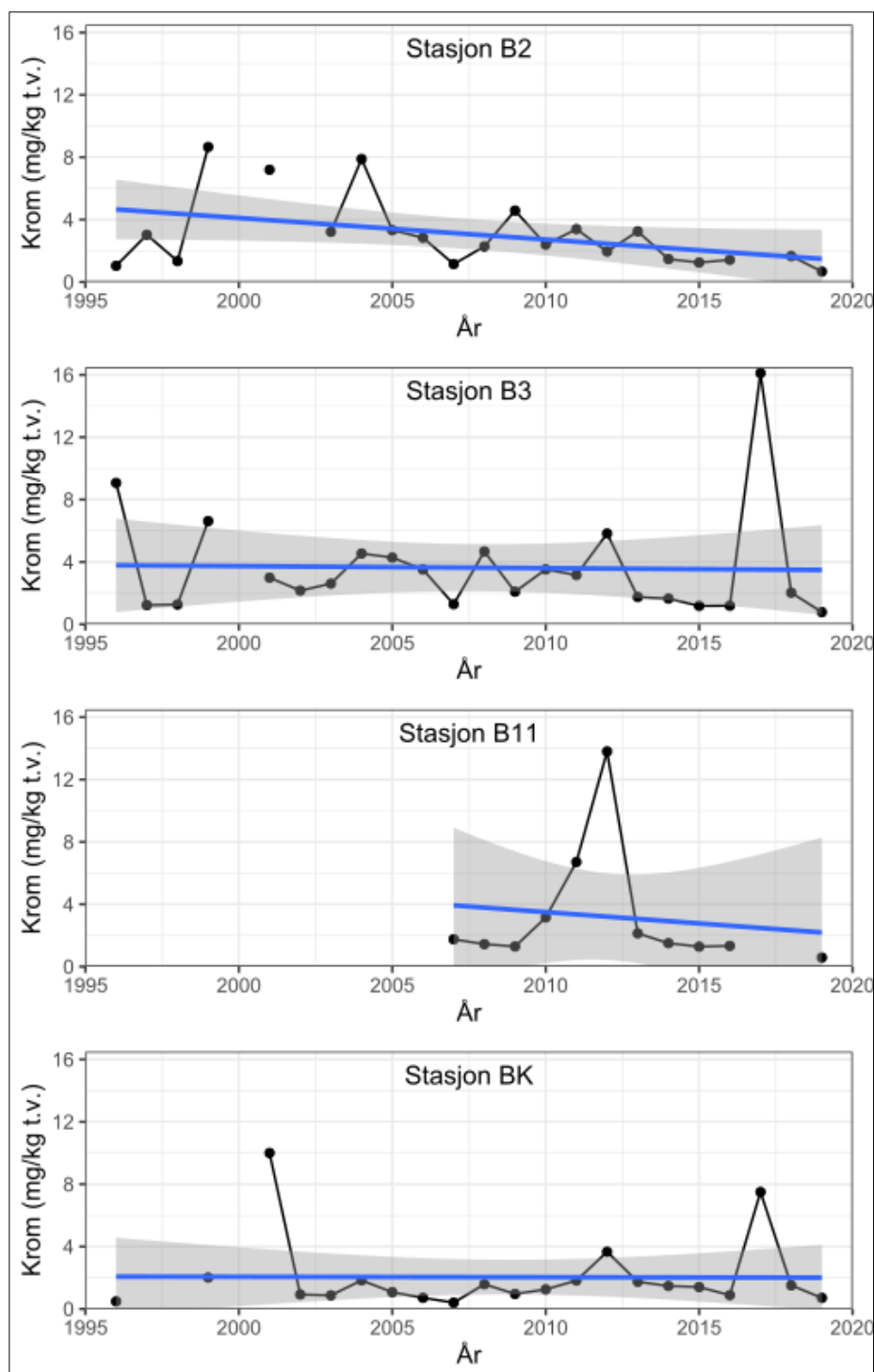
Tabell 13: Analyseresultater av kromkonsentrasjoner i biota (mg/kg). Resultater i tørrvekt er fargekodet ifølge tilstandsklasser gitt i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

CR	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
VV	0,101	0,118	0,150	0,123	0,092	0,081	0,106	0,093	0,098	0,098	0,095	0,097	0,073	0,065	0,114	0,084	0,084	0,143	0,088	0,105
TV	0,780	0,781	1,140	0,900	0,669	0,522	0,711	0,634	0,615	0,579	0,559	0,584	0,562	0,499	0,706	0,589	0,519	0,914	0,565	0,666

Per 2018, ligger PROREF for krom på 0,361 mg/kg våttvekt. Alle prøvene fra 2019 tilfredsstiller PROREF verdien. Høyeste, målte konsentrasjon var 0,15 mg/kg ved hovedkaia, B3. Det konkluderes med at kromkonsentrasjoner i blåskjell ved Langøya er lavere enn det som er målt langs Norskekysten.

Figur 15 viser utvikling av kromkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser ingen eller liten nedadgående trend i alle stasjoner. Konsentrasjon over tilstandsklassegrense II (10 mg/kg) er målt ved stasjon B3 i 2017, samt ved Mølen samme år. Dessverre finnes det ikke data fra andre stasjoner i 2017, og det er dermed ikke mulig å vurdere årsaken til de målte konsentrasjonene.

Totalt er det målt krom i tilstandsklasse III tre ganger. Målinger er fra forskjellige stasjoner og fra to forskjellige år, noe som betyr at det ikke er mulig å tilskrive disse målinger til en bestemt kilde. Det konkluderes med at det ikke er entydig om konsentrasjoner av krom vil være til hinder for at vannforekomsten «Langøya» kan oppnå god økologisk tilstand i 2021.



Figur 15: Historiske mediankonsentrasjoner av krom i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.3 Kobolt og mangan

Kobolt og mangan har ikke tilstandsklasser i SFTs veileder 97:03 (Molvær, 1997). De er heller ikke inkludert i klassifisering av kjemisk og økologisk tilstand i vannforekomst.

Tabell 14 viser resultater fra 2019. Kobolt viser høyere konsentrasjoner ved referansestasjonen, BK enn fra stasjonene ved Langøya.

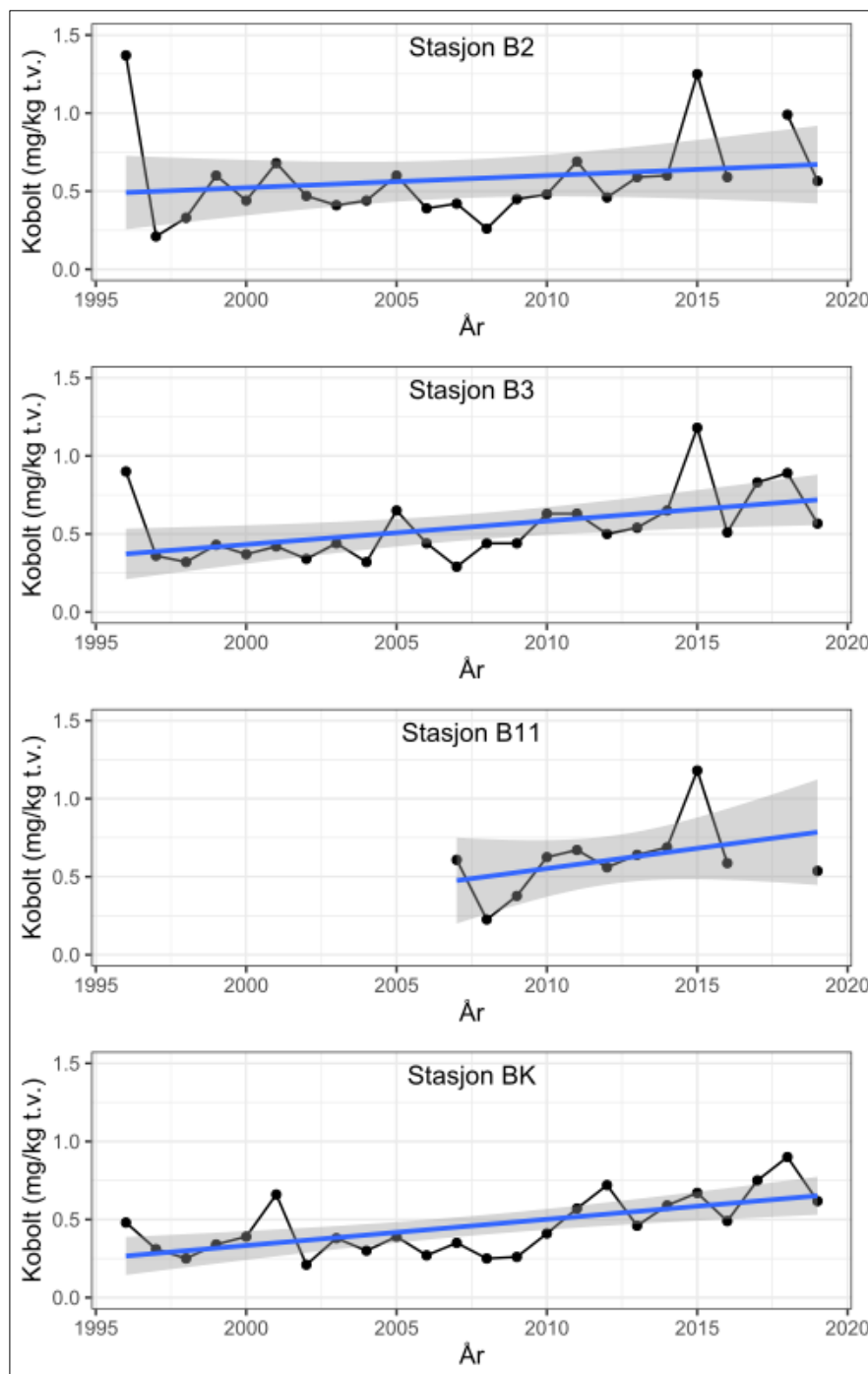
Mangan har høyere konsentrasjoner ved hovedkaia, B3. Siden det er første gang det er målinger av mangan og det ikke er etablert grenseverdier, kan det ikke vurderes om konsentrasjonene ved B3 og BK avviker fra normalen.

Tabell 14: Analyseresultater av kobolt- og mangankonsentrasjoner i biota (mg/kg). VV = Våttvekt, TV = tørrvekt, GS = Gjennomsnitt.

	B3				B2				B11				BK				Start riggskjell			
	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS	A	B	C	GS
CO																				
VV	0,07	0,08	0,10	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,12	0,12	0,10	0,11	0,12	0,15	0,15	0,14
TV	0,57	0,54	0,75	0,62	0,61	0,48	0,57	0,55	0,54	0,56	0,49	0,53	0,91	0,89	0,62	0,81	0,74	0,94	0,95	0,88
MN																				
VV	1,60	1,74	1,99	1,77	1,73	1,53	1,73	1,66	1,42	1,53	1,41	1,45	1,04	1,05	1,87	1,32	1,14	1,23	1,11	1,16
TV	12,3	11,5	15,1	13,0	12,6	9,8	11,6	11,3	8,9	9,0	8,3	8,8	8,0	8,0	11,6	9,2	7,0	7,8	7,10	7,32

Per 2018, ligger PROREF for kobolt på 0,08 mg/kg (våttvekt). Gjennomsnittsverdier viser at B2 og B3 på vestsiden av Langøya er i tråd med PROREF, mens B11 og BK øst for Langøya ligger noe over. Høyest koboltverdi er målt i referanseskjellene «Start riggskjell». Det kan konkluderes med at koboltkonsentrasjoner i blåskjell ved Langøya hovedkai er på tilsvarende nivå som det er målt langs Norskekysten.

Figur 16 viser utvikling av koboltkonsentrasjoner i blåskjell fra 1996 til 2019. Resultater viser oppadgående trend ved alle prøvepunkter, noe som tyder på at økning over tid sannsynligvis ikke kan tilskrives aktiviteten på Langøya.



Figur 16: Historiske mediankonsentrasjoner av kobolt i fire stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.

4.1.4 Radionuklider

Tabell 15 viser resultater fra 2019 sammenlignet med målinger fra 2018. Ved inkurie ble blåskjellene opparbeidet på feil måte ved lab. Dermed er det for høye deteksjonsgrenser på analyseresultatene.

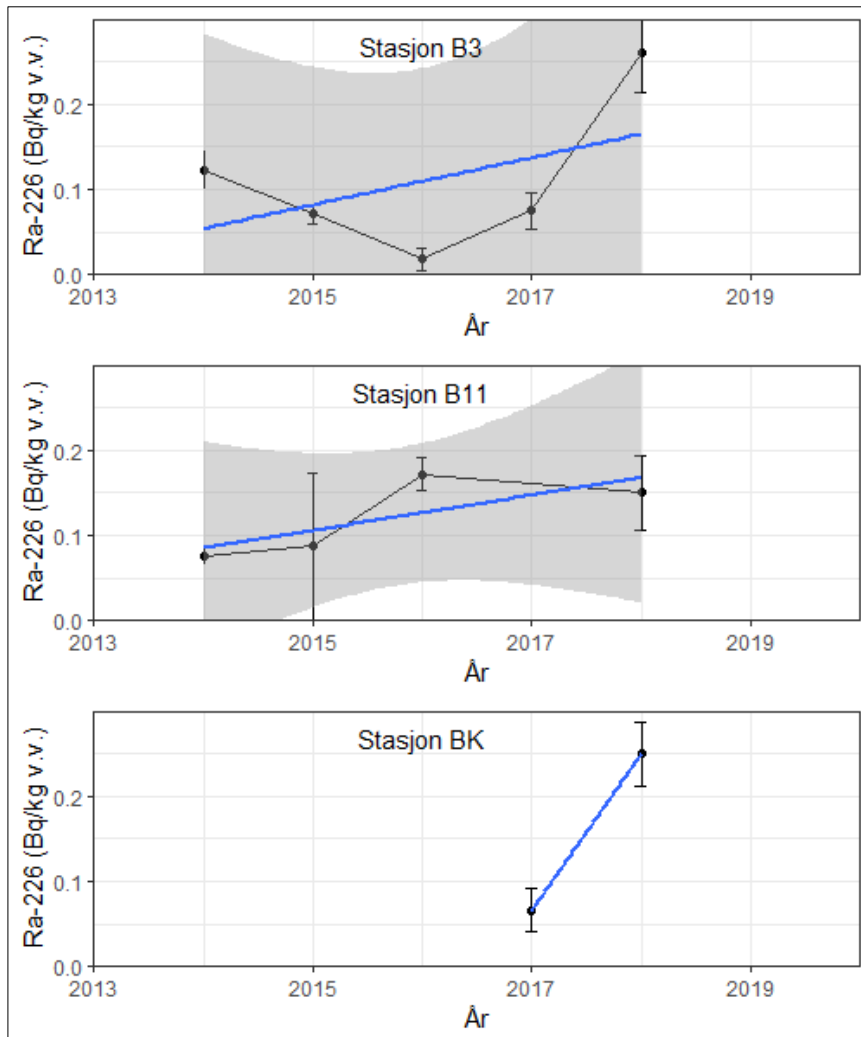
Uran-238 viser konsentrasjoner over deteksjonsgrense i alle prøver, med høyest måling i start riggskjell. Pb-210 hadde også høyest konsentrasjon i start riggskjell. Ra-226 og Ra-228 hadde ingen prøver over deteksjonsgrensen. Ett studie fra 2019 har samlet data om radioaktiviteten i nordiske fisk og muslinger (Komperød, et al., 2019). Studie viste at målinger av Ra-226 og Ra-228 ofte ikke er over deteksjonsgrensen. Innledende resultater viste høyeste konsentrasjoner fra hhv. 1,1 til 1,5 Bq/kg, som er ikke betydelig lavere enn det som ble målt i 2019-overvåkingen ved Langøya.

Tabell 15: Analyseresultater av radionuklidanalyser i blåskjell fra 2018 og 2019 i Bq/kg våtvekt. Parametere som ikke er påvist over analysens rapporteringsgrense er markert med grått farge.

	B3		B2		B11		BK		Start riggskjell
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2019
Ra-226	0,26 ± 0,05	<1,6	0,21 ± 0,05	<0,7	0,26 ± 0,04	<1,9	0,15 ± 0,04	<2	<2,1
Ra-228	0,35 ± 0,06	<2,2	0,34 ± 0,06	<1,2	0,34 ± 0,06	<2,7	0,24 ± 0,05	<2,3	<3
Pb-210	<7,5	<4	<7,6	4,4 ± 1,4	<7,1	<4	<6,2	<4	12 ± 7
U-238	0,23 ± 0,03	0,34 ± 0,04	0,24 ± 0,03	0,30 ± 0,07	0,19 ± 0,03	0,26 ± 0,04	0,18 ± 0,03	0,24 ± 0,04	0,49 ± 0,06
Th232	0,06 ± 0,05	0,23 ± 0,10	0,05 ± 0,05	0,16 ± 0,08	0,03 ± 0,04	<0,22	0,04 ± 0,04	<0,16	<0,07

Resultater av Ra-226-målinger fra 2014 til 2018 er vist i Figur 17. Merk at pga. høye deteksjonsgrensen i 2019, er dette ikke inkludert på figuren.

Merk at bruk av trendanalyser på radionuklidkonsentrasjoner i blåskjell er usikker. Dette fordi usikkerheten i analysene i radionuklider fra lab er høye, og at det ikke ligger like lange tidsserier for trendanalyser på radionuklider eller fullt datasett fra referansestasjonen (i henhold til krav i utslippstillatelsen fra DSA).



Figur 17: Konsentrasjoner av Ra-226 ved 4 stasjoner fra 2014 til 2018 med illustrert måleusikkerhet for hvert punkt.

4.2 Passive prøvetakere, DGT

Resultater fra undersøkelser av passive prøvetakere, DGT-er, er vist i Tabell 16. Ved sammenligning mot klassegrenser for tungmetaller i sjøvann, viste alle stasjonene og alle tungmetallene som det er utviklet klassegrenser for i kystvann, konsentrasjoner i tilstandsklasse I, dvs. «bakgrunnsnivå». Det er ikke målt kvikksølv i DGT-ene.

Tabell 16: Analyseresultater av tungmetaller for passive prøvetakere.

	Enhet	B3	B2	B11	BK20
Temperatur	°C	14	14	14	14
Al (Aluminium)	µg/l	0,449	0,262	0,662	0,125
Cd (Kadmium)	µg/l	0,0106	0,0114	0,0115	0,0107
Co (Kobolt)	µg/l	0,0138	0,0123	0,0117	0,0127
Cr (Krom)	µg/l	0,0162	0,0145	0,0138	0,0150
Cu (Kobber)	µg/l	0,0842	0,0807	0,0686	0,1000
Fe (Jern)	µg/l	0,776	0,523	1,040	0,359
Mn (Mangan)	µg/l	0,299	0,207	0,249	0,559
Zn (Sink)	µg/l	0,518	0,551	0,504	0,513
Ni (Nikkel)	µg/l	0,189	0,194	0,198	0,190
Pb (Bly)	µg/l	0,00471	0,00504	0,00347	0,00378
U (Uran)	µg/l	0,0185	0,0126	0,0103	0,00927

Det er ønskelig å vurdere om DGT kan erstatte blåskjell ved fremtidig overvåking. DGT benyttes for å vurdere teoretisk innhold av metallioner fra vannfasen i tidsrommet blåskjellene er eksponert for sjøvann. I DGTen akkumulerer metallioner, og ikke totalinnholdet av metallene i sjøvannet. Partikulære og sterkt kompleksbundne metaller blir ekskludert på en måte som tilsvarer metallenes utilgjengelighet for biota. Resultatene kan derfor ikke benyttes til å vurdere totalinnholdet av metaller i vannfasen.

Tester ved NTNU indikerer at DGT membranen akkumulerer mindre tungmetaller per tid i ionefattig vann kontra ionerikt vann (Børset, 2014). Samtidig er opptaket for de fleste metallene (Cd, Cu og Zn) mest stabilt i de mest ionerike vannløsningene da det vil forekomme en økning av diffusjonskoeffisientene i svært fortynnede vannløsninger. Ved bruk av DGT-prøvetakere kan det se ut til at kontaminering ved preparering og bruk av enhetene er et problem, og at dette vil ha størst betydning ved kortere prøvetakingsperioder. Dette vil, i tillegg til flere andre faktorer, kunne føre til en overestimert av metallkonsentrasjoner. Analyseresultatene tyder også på at DGT-prøvetakerne kan bli påvirket av biofilmdannelse i naturlig vann etter 4-7 dager, da de i testforsøk viste en nedgang i akkumulert mengde per tid for de fleste metallene.

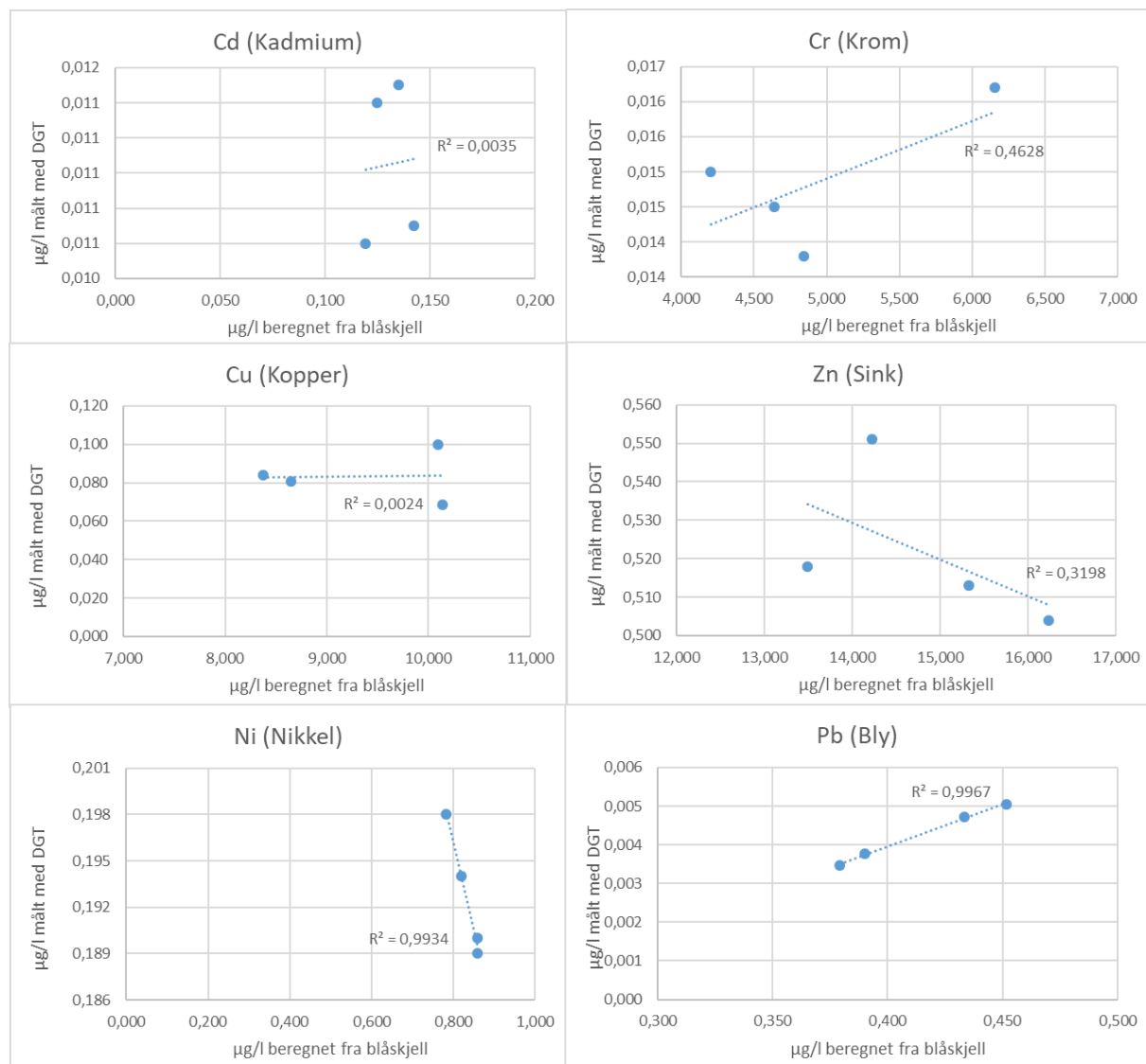
Sammenstilling av omregnede verdier for metaller i sjøvann fra DGT og blåskjell er vist i Figur 18. Tallmaterialet er omfattet av flere feilkilder som nevnt over. Det er benyttet en biokonsentrasjonsfaktor (BCF)³ i fisk (Miljødirektoratet, 2014) for å beregne forventet konsentrasjoner i vann fra blåskjell:

$$\text{Forventet konsentrasjon i vann (}\mu\text{g/l)} = \frac{\text{Målt konsentrasjon i biota (}\mu\text{g/kg)}}{\text{BCF (l/kg)}}$$

For å vurdere om det er et stabilt forhold mellom opptak av metaller i DGT og blåskjell, ble det benyttet forholdstall mellom beregnet metallkonsentrasjon i vann fra DGT og blåskjell (Figur 18). Figuren viser et relativt stabilt forhold for metallene Ni og Pb, mens for Cd og Cu er avvikene større.

Dette kan tyde på at det er mulig for enkelte metaller å bruke BCF og målinger fra DGT for å beregne hvilke metallkonsentrasjoner som kan forventes i biota. Det trengs dog flere målinger for å vurdere egnetheten.

³ BCF = Konsentrasjonen i organismen (mg/kg) / konsentrasjonen i sjøvannet (mg/l).



Figur 18: Forhold mellom beregnede metallkonsentrasjoner i vann fra DGT og blåskjell.

4.3 Sediment

Resultater fra analyser av sedimentprøver er gitt i Tabell 17-Tabell 19 og Figur 19-Figur 20. Feltlogg med beskrivelser av prøver og bilder av sedimentet finnes i vedlegg 1.

4.3.1 Tungmetaller

Alle målinger i 2019 hadde konsentrasjoner i tilstandsklasse I «svært god» og II «god» (Tabell 17).

Tre stasjoner utenfor Langøya (B2, B3 og B11), samt en referansestasjon (BK-ny) er tatt på ca. 20 m vanddyp. Alle tilfredsstiller tilstandsklasse 1.

De fire prøvepunktene (S3, S4, S5 og BK100) er tatt på større vanndyp (93-105 m) og mer sentralt i fjorden. Resultatene viser at disse prøvene tilsvarer tilstandsklasse II med hensyn på metallene kobber, bly og sink.

Ingen av de målte konsentrasjonene overskrider EQS-en (Direktoratsgruppen, 2019). Dette betyr at tungmetaller i sedimentet ikke er til hinder for at vannforekomstene kan oppnå god kjemisk og økologisk tilstand.

Tidligere data fra tungmetallanalyser i fem stasjoner er presentert på figurer og vist i vedlegg 2. Figurene viser generelt at metallene har negative trender ved i alle stasjonene. For enkelte stasjoner er datamengden begrenset.

Tabell 17: Analyseresultater av tungmetaller for sediment. Innhold av forurensningsparametere er klassifisert iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen, 2019). Parametere som ikke er påvist over analysens rapporteringsgrense er markert med grå farge. EQS verdien gir grensen mellom kjemisk og økologisk tilstand «god» og «ikke god». For konsentrasjoner som tilfredsstiller denne grensen er tallet farget blått. For verdier som overskrider grensen er tallet farget rødt.

		B2	B3	B11	BK_ny	BK100	S3	S4	S5	EQS
Vanndyp (m)		24	22	20	18	95	93	93	105	
Prøvetakingsdyp (cm)		0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	
Tørrstoff	%	78,7	74,4	74,1	85,4	49,0	47,3	52,2	45,0	
As (Arsen)**	mg/kg TS	2,68	2,36	2,31	2,86	9,44	12,40	12,80	14,80	18
Cd (Kadmium)*	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,13	0,19	0,18	0,19	2,5
Cr (Krom)**	mg/kg TS	8,04	11,40	9,58	18,10	29,10	30,20	25,10	28,30	660
Cu (Kopper)**	mg/kg TS	5,83	11,40	7,37	5,12	22,00	25,20	22,80	24,70	84
Hg (Kvikksølv)*	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,26	<0,27	<0,25	<0,28	0,52
Ni (Nikkel)*	mg/kg TS	6,8	10,3	8,2	15,6	26,4	28,1	23,0	26,0	42
Pb (Bly)*	mg/kg TS	8,5	13,2	8,8	7,0	36,1	38,6	31,1	34,5	150
Zn (Sink)**	mg/kg TS	29,4	45,4	32,2	22,8	102,0	122,0	103,0	112,0	139

* Prioriterte stoff

** Vannregionspesifikke stoff

4.3.2 Radionuklider

2019-overvåkingen inkluderte analyser av radionuklider i alle prøvestasjonene, dvs. i fire grunne prøvepunkter, B2, B3, B11 og BK-ny, og i fire dypere prøvestasjoner, S3, S4, S5 og BK100. Resultater er vist i Tabell 18.

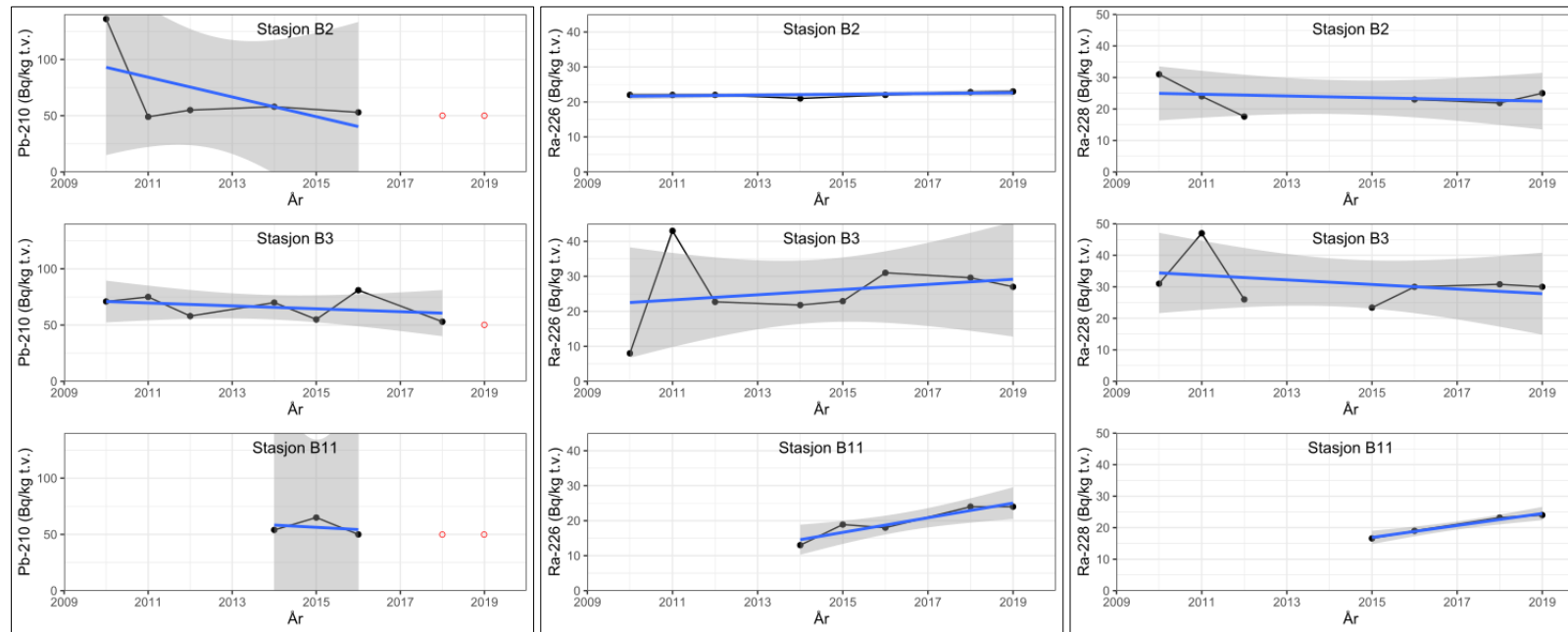
Resultater viser sammenlignbare resultater til det som ble observert i tungmetallanalysene. Konsentrasjoner av radionuklider øker med økende vanndyp. Dette var også observert i 2018-overvåkingen, hvor det ble konkludert at: «På de dypere stasjonene er det generelt noe høyere verdier for alle radionuklider og spesielt mye på den nyetablerte referansestasjon BK-ny dyp, som lå dypest. Trolig vil radionuklidene korrelere med mengde finstoff som øker med dypet.» (DNV GL, 2019).

Høyeste konsentrasjoner av Pb-210, Ra-226, U-238, Th-228 er målt på vanndyp 105m i stasjon S5. Ra-228 og Th-232 har de høyeste målingene på stasjon S3 (93m vanndyp). U-234 er høyest i S4 (93m vanndyp) og BK-100 (95m vanndyp).

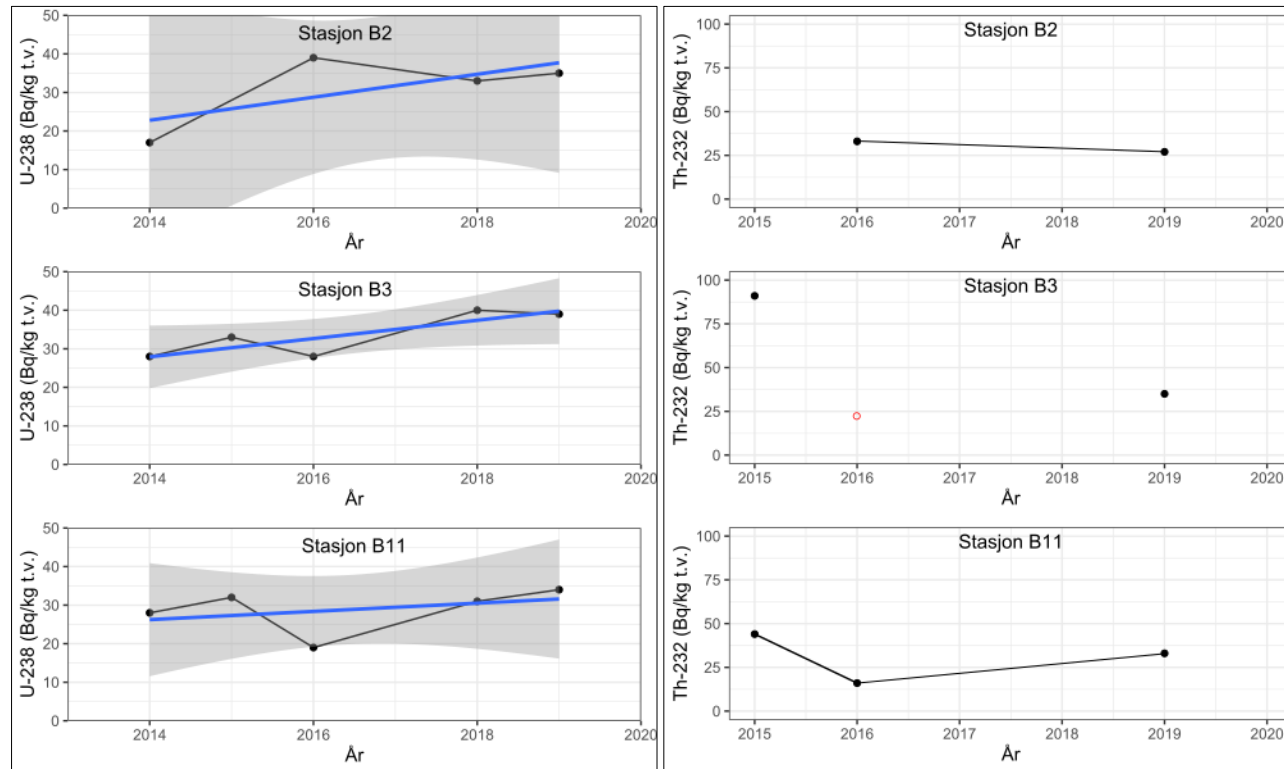
Tabell 18: Analyseresultater av radionuklider for sediment i 2019. Parametere som ikke er påvist over analysens rapporteringsgrense er markert med grå farge. Måleusikkerheter er vist i originale analyserapporter i vedlegg 3.

	Enhet	B2	B3	B11	BK_ny	BK100	S3	S4	S5
Pb-210	Bq/kg TS	<50	<50	<50	<50	96	93	115	117
Ra-226	Bq/kg TS	23	27	24	23	34	37	37	38
Ra-228	Bq/kg TS	25	30	24	27	40	45	43	44
Th-232	Bq/kg TS	27	35	33	31	51	62	60	57
U-238	Bq/kg TS	35	39	34	30	46	44	51	56
Th-227	Bq/kg TS	<2.6	<2.3	<2.7	<2.5	<3.1	<3.5	<3.5	<4.1
Th-228	Bq/kg TS	25	32	26	27	46	56	54	57
Th-230	Bq/kg TS	<100	<90	<105	<95	<130	<140	<130	<150
Th-234	Bq/kg TS	39	49	34	40	66	65	91	112
U-235	Bq/kg TS	2	2	2	1	2	2	2	3
U-234	Bq/kg TS	27	32	27	23	38	34	38	37
Ac-227	Bq/kg TS	<2.6	<2.3	<2.7	<2.5	<3.1	<3.5	<3.5	<4.1
K-40	Bq/kg TS	760	801	728	859	1000	1110	1100	1120
Pa-231	Bq/kg TS	<13.0	<11.0	<14.0	<13.0	<16.0	<16.0	<17.0	<20.0
Ra-223	Bq/kg TS	<4.6	<4.2	<4.5	<3.1	<5.8	<6.5	<6.8	<7.5

Data fra tidligere undersøkelser av radionuklider fra undersøkelsesområdet er vist nedenfor. Figur 19 og Figur 20 viser data fra 2010 til 2019 i tre grunne stasjoner rundt Langøya, B2, B3 og B11. Målte trender viser en oppadgående trend for Ra-226 og U-238, mens Pb-210 og Ra-228 viser en nedadgående trend. Det er viktig å poengtere at datamengden ikke er tilstrekkelig for å oppdage en reell økning/reduksjon av radionuklider i sedimentet per dags dato.



Figur 19: Historiske konsentrasjoner av Pb-210, Ra-226 og Ra-228 i tre grunne stasjoner rundt Langøya. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor, blå linje modellert trendlinje og røde ringer vise resultater under deteksjonsgrensen.



Figur 20: Historiske konsentrasjoner av U-238 og Th-232 i sedimentet i tre grunne stasjoner rundt Langøya. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor, blå linje modellert trendlinje og røde ringer vise resultater under deteksjonsgrensen.

I Tabell 19 er data av radionuklidanalyser for de stasjonene som bare har data fra 2018 og 2019 sammenstilt. Merk at BK-ny-dyp og BK100 ikke er samme stasjonen. Prøvepunktet BK-ny-dyp ble flyttet mot sørøst for å nå sammenlignbart vanddyp, dvs. ca. 100 m. BK-ny-dyp hadde nesten 200 m vanddyp i 2018. Betydelig lavere konsentrasjoner ved det grunnere prøvepunktet, BK100, forsterker ovenfornevnt hypotese at radionuklidkonsentrasjoner øker mot dypet i korrelasjon med økning av finstoffet. Økning i 2019 sammenlignet med 2018 ser ut til å gjelde stasjon BK-ny, S4 og S5. S3 og BK100 ser ut til å vise forbedring.

Tabell 19: Analyseresultater av radionuklidanalyser i sediment fra 2018 og 2019 (Bq/kg TS). Parametere som ikke er påvist over analysens rapporteringsgrense er markert med grått farge.

Stasjon	BK-ny		BK-ny-dyp / BK100		S3		S4		S5	
År	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Pb-210	<50	<50	152±30	96±19	101±20	93±19	117±23	115±23	96±19	117±23
Ra-226	26±3,9	23,1±3,5	88,8±13,3	33,8±5,1	35±5,2	37,2±5,6	36,1±5,4	36,5±5,5	35,9±5,4	37,6±5,6
Ra-228	26,1±3,9	26,9±4,0	82,4±12,4	40±6,0	47,7±7,2	44,6±6,7	36,2±5,4	43±6,4	37,7±5,6	43,6±6,5
Th-232		31±4,6		51,1±7,7		61,7±9,2		59,6±8,9		57,2±8,6
U-238	31±6,2	30±10	73±18	46±11	82±16	44±11	78±16	51±18	68±14	56±20
Ac-227	<2.0	<2.5	<2.6	<3.1	<1.8	<3.5	<3.6	<3.5	<1.8	<4.1
K-40	787±157	859±172	1040±209	1000±200	1140±229	1110±221	1020±205	1100±220	1020±203	1120±224
Pa-231	<5.0	<13.0	<6.8	<16.0	<5.0	<16.0	<6.9	<17.0	<5.0	<20.0
Ra-223	<3.0	<3.1	<4.8	<5.8	<3.0	<6.5	<4.3	<6.8	<2.1	<7.5
Th-227	<1.9	<2.5	<2.6	<3.1	<1.8	<3.5	<3.6	<3.5	<1.8	<4.1
Th-228	26,2±3,9	27,2±4,1	87,9±13,2	45,9±6,9	60±9	55,8±8,4	52±7,8	54,2±8,1	49,2±7,4	57,1±8,6
Th-230	<55	<95	<108	<130	<92	<140	<105	<130	<80	<150
Th-234	31±5	40±8	73±18	66±12,2	82±16	65±13	78±16	91±18	68±14	112±22
U-235	2±0,6	1,4±0,5	3,7±1,1	2,1±0,5	2,7±0,8	2±0,6	3,1±0,9	2,3±0,8	2,9±0,9	2,6±0,9
U-234		22,8±4,6		37,5±7,5		34,3±6,9		37,8±7,6		36,8±7,4

4.4 Sjøvann

Analyseresultatene fra vannprøven 2019 er vist i Tabell 20-Tabell 22 og Figur 21. Originale analyserapporter er vist i vedlegg 3.

4.4.1 Tungmetaller

Resultatene av tungmetaller er vist i Tabell 20. Konsentrasjonene er lave, med unntak av arsen. Arsen har konsentrasjon over AA-EQS, men under MAC-EQS. Som nevnt ovenfor, kan arsen være forhøyet i områder med mye kalkstein- og/eller skifer berggrunn.

Vannprøver er et øyeblikksbilde. Det har ikke blitt målt tungmetaller i vannprøvene tidligere.

For å få et tilstrekkelig bilde av kvaliteten i resipienten og kunne vurdere mot økologisk og kjemisk tilstand er det behov for flere målinger. For å sammenligne konsentrasjoner med AA-EQS trengs det flere målinger fra forskjellige årstider.

Tabell 20: Analyseresultater av tungmetaller for sjøvann. Innhold av forurensningsparametere er klassifisert iht. veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen, 2019). Parametere som ikke er påvist over analysens rapporteringsgrense er markert med grått farge. EQS verdiene gir grensen mellom kjemisk og økologisk tilstand «god» og «ikke god». For konsentrasjoner som tilfredsstiller denne grensen er tallet farget blått. For verdier som overskrider grensen er tallet farget rødt.

	Enhet	NOA_06	AA-EQS	MAC-EQS
As (Arsen)**	µg/l	1,52	0,6	8,5
Cd (Kadmium)*	µg/l	<0,05	0,2	0,45
Co (Kobolt)	µg/l	<0,2		
Cr (Krom)**	µg/l	<0,9	3,4	35,8
Cu (Kobber)**	µg/l	<1	2,6	2,6
Mo (Molybden)	µg/l	7,78		
Ni (Nikkel)*	µg/l	<0,6	8,6	34
Pb (Bly)*	µg/l	<0,5	1,3	14
V (Vanadium)	µg/l	0,911		
Zn (Sink)**	µg/l	<4	3,38	6
Hg (Kvikksølv)*	µg/l	<0,02		0,07

* Prioriterte stoff

** Vannregionspesifikke stoff

4.4.2 Radionuklider

Analyseresultater av radionuklider i sjøvannet er i hovedsak under deteksjonsgrensen for metoden (Tabell 21). Bare tre målte radionuklider hadde konsentrasjoner over deteksjonsgrensen, U-238, K-40 og U-234. Usikkerheten i analysene er 15 %.

Tabell 21: Analyseresultater av radionuklider for sjøvann. Parametere som ikke er påvist over analysens rapporteringsgrense er markert med grå farge.

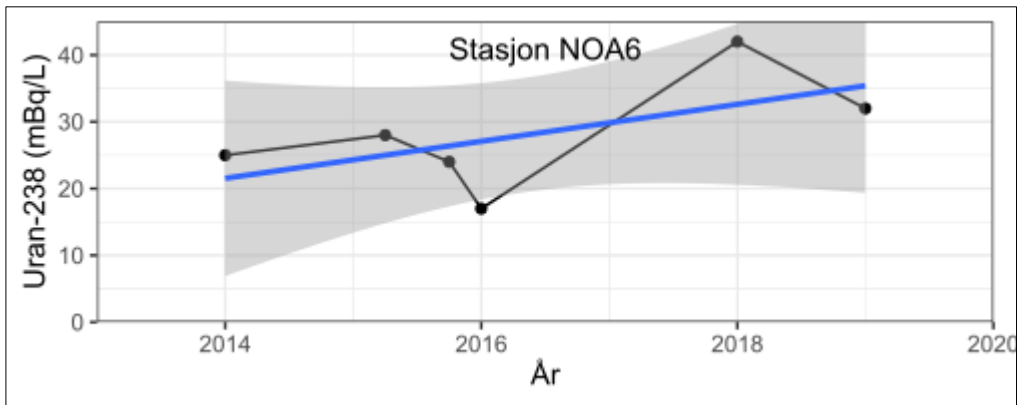
	Enhet	NOA_06
Pb-210	Bq/l	<10
Ra-226	Bq/l	<0,20
Ra-228	Bq/l	<0,20
Th-232	Bq/l	<0,001
U-238	Bq/l	0,032±0,0048
Ac-227	Bq/l	<0,20
K-40	Bq/l	8,8±1,8
Pa-231	Bq/l	<1
Ra-223	Bq/l	<0,20
Th-227	Bq/l	<0,20
Th-228	Bq/l	<0,20
Th-230	Bq/l	<10
Th-234	Bq/l	<2,0
U-235	Bq/l	<0,20
U-234	Bq/l	0,039±0,0058

Det finnes ikke grenseverdier for radionuklider i sjøvann. Tabell 22 sammenligner data fra 2018 og 2019. Målte konsentrasjoner viser en forbedret tilstand for U- 238 i 2019, resterende stoff er alle rundt deteksjonsgrensen.

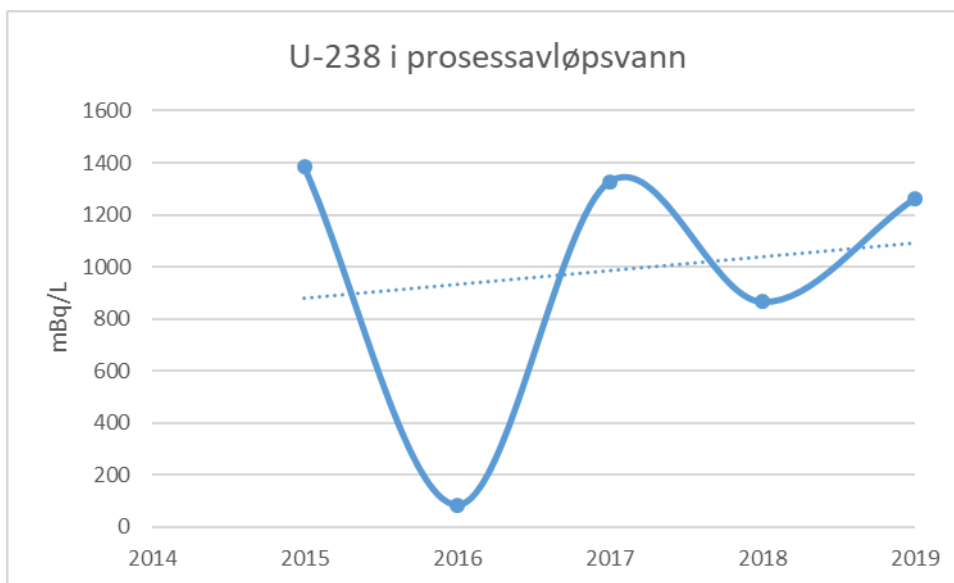
Tabell 22: Radionuklidkonsentrasjoner fra 2018 og 2019. Parametere som ikke er påvist over analysens rapporteringsgrense er markert med grå farge.

	Pb-210	Ra-226	Ra-228	Th-232	U-238
	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L
2018	<0.06	<0.2	<0.2	0,001	0,042
2019	<10	<0.2	<0.2	<0.001	0,032

Uran-238 er den eneste radionukliden som har målinger siden 2014 (Figur 21). Lengre måleserie viser derimot en generell økning ved utslippspunktet. Uran-238 viste også økning i sedimentprøvene rundt Langøya. Målinger i rensed utslippsvann i perioden 2015 til 2019 viser tilsvarende endringer i konsentrasjoner av Uran-238 i vannet (Figur 22). Resultater kan tyde på en korrelasjon, men fordi det ikke finnes analyser fra referansestasjonen i samme tidsrom, gjør det vurderingen av mulig korrelasjon mellom utslipp og økning av U-238 i sjøvann noe mer usikker.



Figur 21: Målte konsentrasjoner av Uran-238 siden 2014 i sjøvann ved stasjon NOA_06. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor og blå linje modellert trendlinje.



Figur 22: Målte konsentrasjoner av Uran-238 i prosessvann fra 2015-2019.

5 Konklusjon og videre overvåking

Resultater fra overvåkingen av vannforekomstene utenfor NOAH AS i Langøya har vist lave konsentrasjoner av tungmetaller og radionuklider i 2019. De målte konsentrasjonene av tungmetaller var hovedsakelig i tilstandsklasse I.

Tungmetaller i blåskjell hadde konsentrasjoner som er beregnet som referansekonsentrasjoner for norske kystområder. Den tidligere, registrerte trenden med økning i kvikksølvnivåer i blåskjell ved hovedkaia på Langøya, har saktet ned.

Arsen var eneste tungmetallet med konsentrasjon i tilstandsklasse III, dette gjelder en blåskjellprøve ved Mølen og sjøvannprøve ved NOAHs utslipp. Siden ingen av blåskjellstasjonene nærmere Langøya hadde forhøyede konsentrasjoner av arsen, kan det konkluderes at det er andre arsenkilder i området.

Analyser av radionuklider i 2019 viser tilsvarende nivåer som har vært observert i tidligere år i både sediment og sjøvann. Uran-238 har vist oppadgående trend i både sjøvannprøven og i utslippsvannet fra NOAH. Den samme trenden er observert i tre sedimentprøver (B2, B3 og B11) siden 2014, noe som tyder på at det er generell økning av U-238 konsentrasjoner i området. U-238 hadde så vidt høyere konsentrasjon i 2019 enn det som ble målt i 2018 i alle prøver.

Resultater fra 2019-overvåkingen tyder ikke på at utslippet til NOAH påvirker resipienten i merkbar grad og sannsynligvis ikke er til hinder for at vannforekomsten oppnår miljømålene.

Samtidig viste historiske data en oppadgående trend for kvikksølv i blåskjell ved hovedkaia, forårsaket av høye konsentrasjoner i 2017 og 2018. I 2019 er kvikksølvkonsentrasjonene flatet ut. Fremtidige variasjoner bør overvåkes til nivåene er stabile. I 2019 ble det gjennomført kildesporing av kvikksølv på land og i sjø. Resultater fra undersøkelsen er vist i egen rapport.

5.1 Anbefalinger for videre overvåking

NOAH har utslipp av både prioriterte og vannregionspesifikke stoffer, samt radionuklider til resipienten. For enkelte parametere er datamengden begrenset, og tilstrekkelig kunnskap om bakgrunnsnivåer mangler.

Det er anbefalt å fortsette med overvåkingsprogrammet. Det er anbefalt å bruke IFE for analyser av radionuklider, siden de er mest spesialisert for sånne type analyser.

Som matriks for overvåkingen av tungmetaller er det etter hvert gode tidslinjer og erfaringer med akkumulasjon i blåskjell. Det er ønsket å plukke stedegnede skjell for undersøkelser, men hvis det ikke er tilstrekkelig med blåskjell i 2020, viser 2019-overvåkingen at utsatte blåskjell er godt egnet for formålet. Ved utsatte blåskjell er det anbefalt å repetere 2019-overvåkingen (8 ukers eksponeringstid ved 10 m vanddyp) for best sammenlignbare resultater.

Det er anbefalt å ikke fortsette med parallellmålinger med DGT og blåskjell for å evaluere om DGT-målinger kan overta for blåskjell. Dette fordi dårlig korrelasjon mellom målinger i biota og DGT. Det kunne ev. vurderes å bruke passive prøvetakere for å måle radionuklider i sjø, hvis en sånn prøvetaker finnes.

Det anbefales at nye prøvepunkter BK20 for blåskjell og BK100 for sedimentprøve brukes også de neste årene.

6 Litteratur

Børset, K. (2014). *Uttesting av stabiliteten til DGT-prøvetakere for metallbestemmelse, Master oppgave*. NTNU.

Direktoratsgruppen. (2019). *Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver* (Veileder 02:2018. utg.). Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften.

DNV GL. (2019). *Tiltaksrettet overvåking NOAH Langøya 2018*.

Green, N. W., Schøyen, M., Hjermann, D. Ø., Øxnevad, S., Ruus, A., Beylich, B., . . . Bæk, K. (2019). *Miljøgifter i norske kystområder 2018*. NIVA. Miljødirektoratet report M-1515|2019.

Havforskningsinstituttet. (2019). *Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr*. Havforskningsinstituttet.

Komperød, M., García, F. P., Guðnason, K., Kämäräinen, M., Roos, P., Jensen, L. K., & Skjerdal, H. K. (2019). *Natural Radioactivity in Nordic Fish and Shellfish – Summary report 2018*. NKS-416. Nordic Nuclear Safety Research.

Miljødirektoratet. (2014). *Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder*. M-241|2014.

Molvær, J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann* Veiledning 97:03. SFT.

Mortensen, S., & Strohmeier, T. (2018). *Hvorfor forsvinner blåskjellene?*

NIVA. (2017). *Tiltaksorientert vannovervåking i Holmestrandsfjorden. Overvåking for NOAH Langøya 2016*.

7 Vedlegg

1. Feltlogg fra sedimentprøvetaking 24. oktober 2019.
2. Figurer av historisk utvikling av tungmetallkonsentrasjoner i sedimentet
3. Analyserapporter fra ALS Laboratory Group
4. Analyserapporter fra IFE

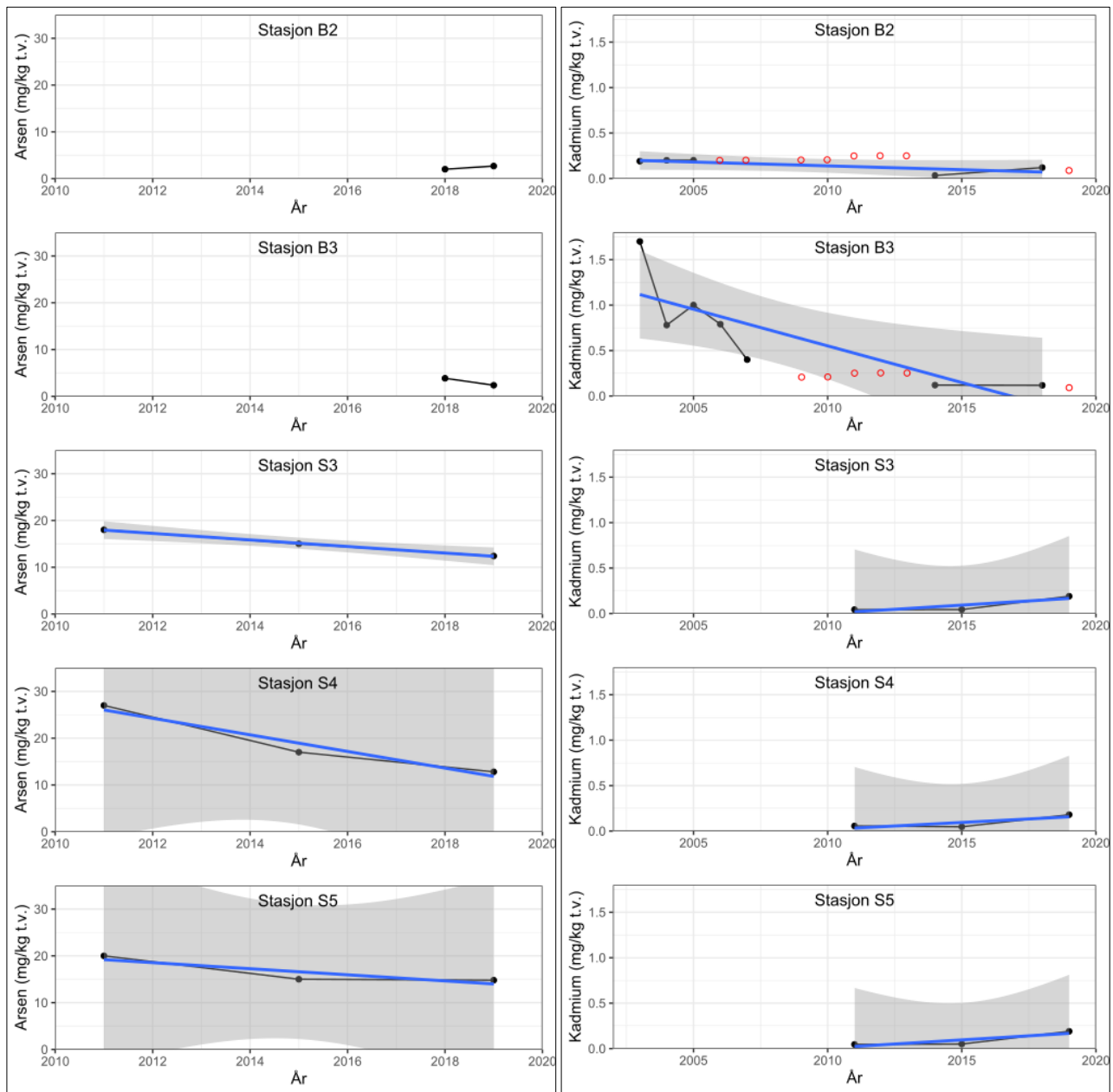
Vedlegg 1: Feltlogg fra sedimentprøvetaking

Prøvestasjon	Beskrivelse	Bilde
B2	Homogen prøve uten betydelige strukturer. Siltig og leirig sand. Olivenbrun til mellomgrå Lite biologisk aktivitet. En stor eremittkreps Vanndyp ca. 25 m	
B3	Homogen prøve Veldig fin sand og leire 2 øverste mm lysbrun, grå bunn Tegn på bioturbasjon i sedimentet Vanndyp ca. 22 m	
B11	Homogen, fast Fin sand med grove korn Fra olivengrønn topp til grå bunn Veldig lite biologi synlig; mange døde skjell Vanndyp ca. 20 m	

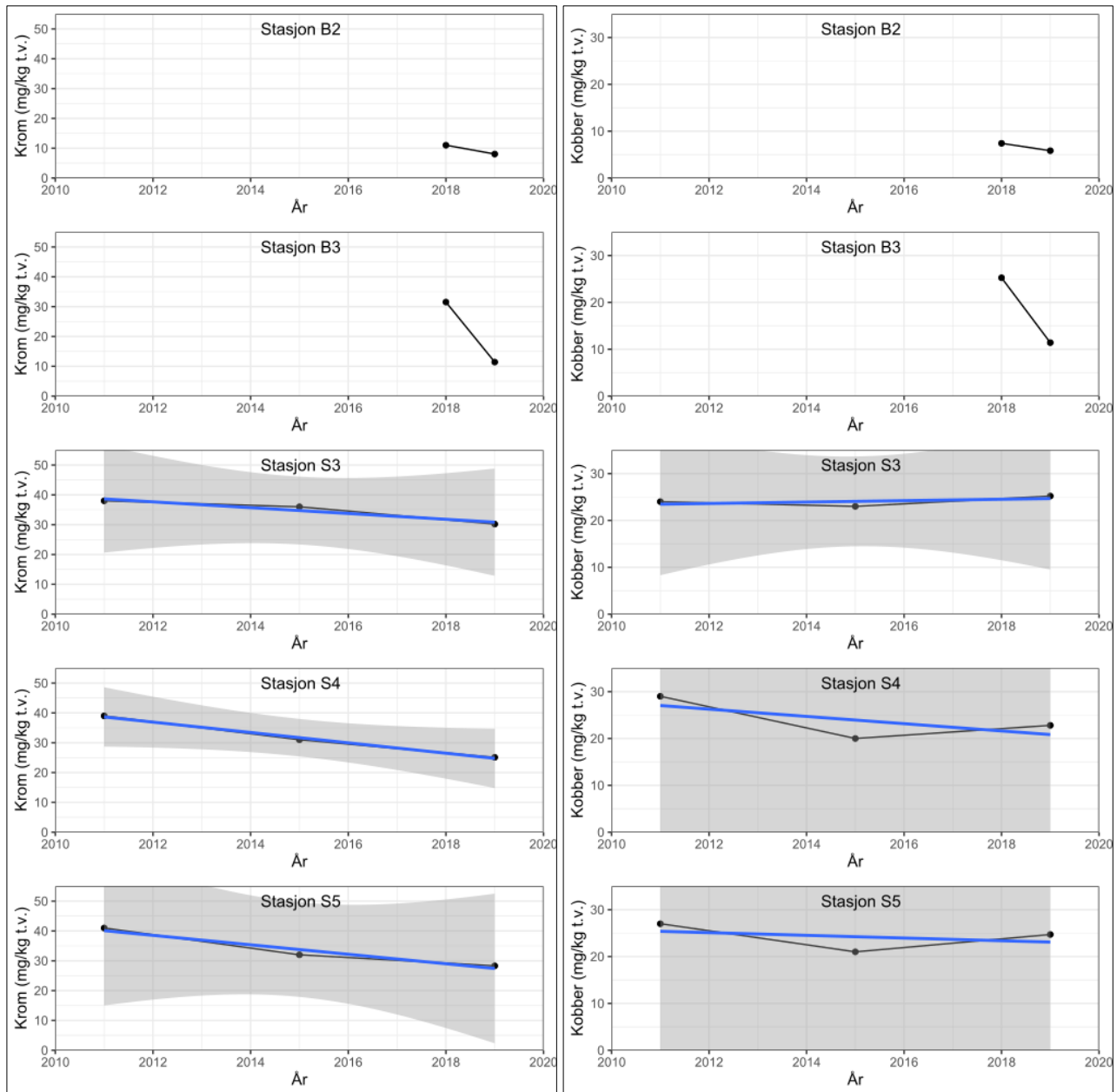
Prøvestasjon	Beskrivelse	Bilde
BK-ny	Mye stein i alle størrelser Veldig sandig/grusig. Mellomgrovt til grov sand Gråbrun topp, grå bunn Mye biologisk aktivitet med store og små (døde) skjell, sjøpølse, orm, alger, snegl osv. Vanndyp ca. 18 m	
S3	Homogen, ensgradert Siltig leire Tynt brunt fluffyt topplag, grå leire under Endel biologisk aktivitet på toppen, kråkebolle og en stor orm Vanndyp ca. 96 m	
S4	Homogen og ensgradert prøve, fast i formen Fin siltig leire Fluffyt tynt brunt topplag, grå leire under Tegn av biologi, stor kråkebolle, synlig bioturbasjon, liten kreps Vanndyp ca. 93 m	

Prøvestasjon	Beskrivelse	Bilde
S5	Homogen Siltig leire Olivenbrun – mellomgrå Høy biologisk aktivitet i overflatelaget Vanndyp ca. 105 m	
BK100	Homogen Siltig leire Olivengrønt toppsjikt, gradvis mer grått fra ca. 1 cm Bioturbasjon, tegn til biologi/liv i topplag Vanndype ca. 95 m	

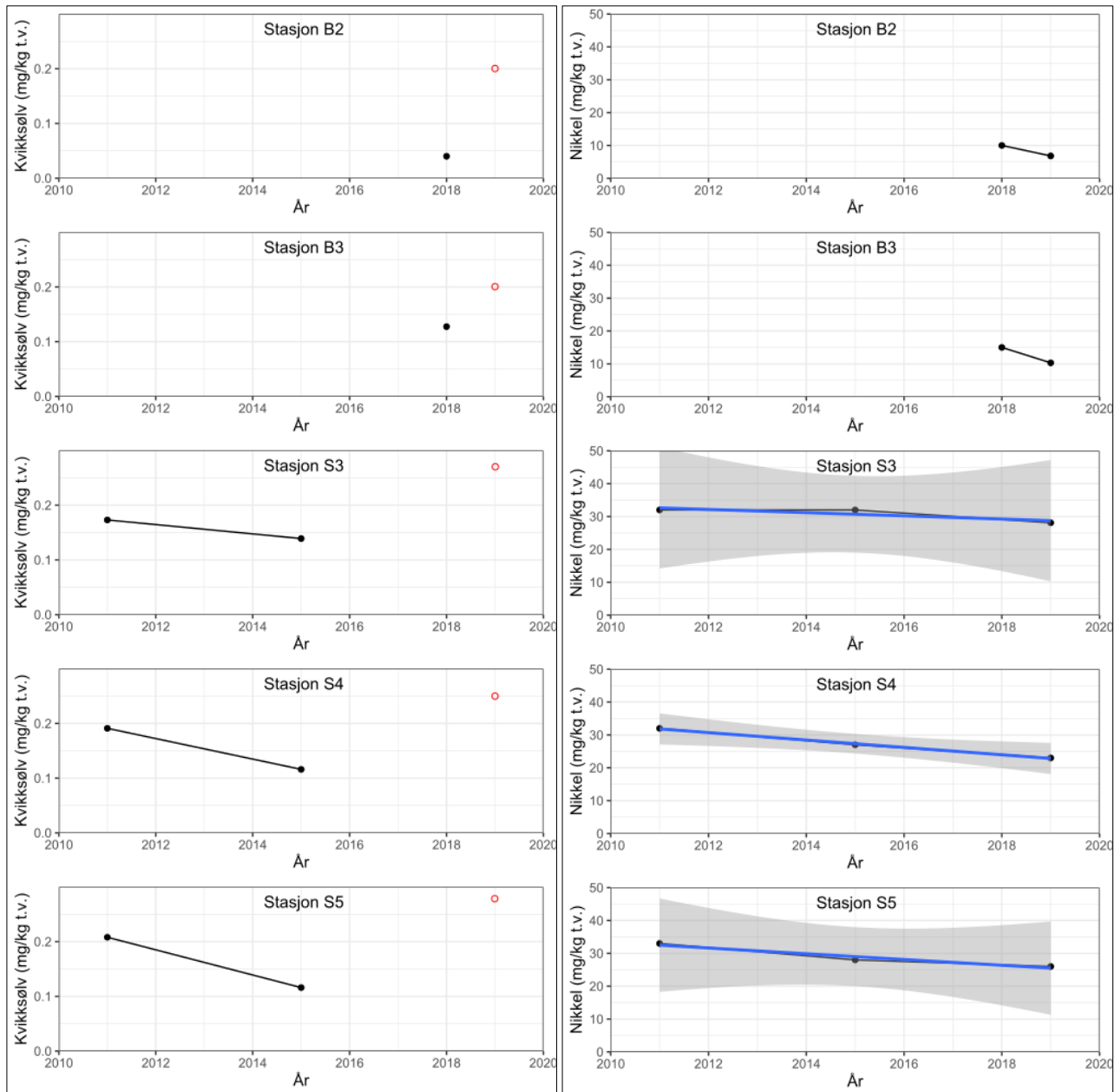
Vedlegg 2: Figurer av historisk utvikling av tungmetallkonsentrasjoner i undersøkelsesområdet.



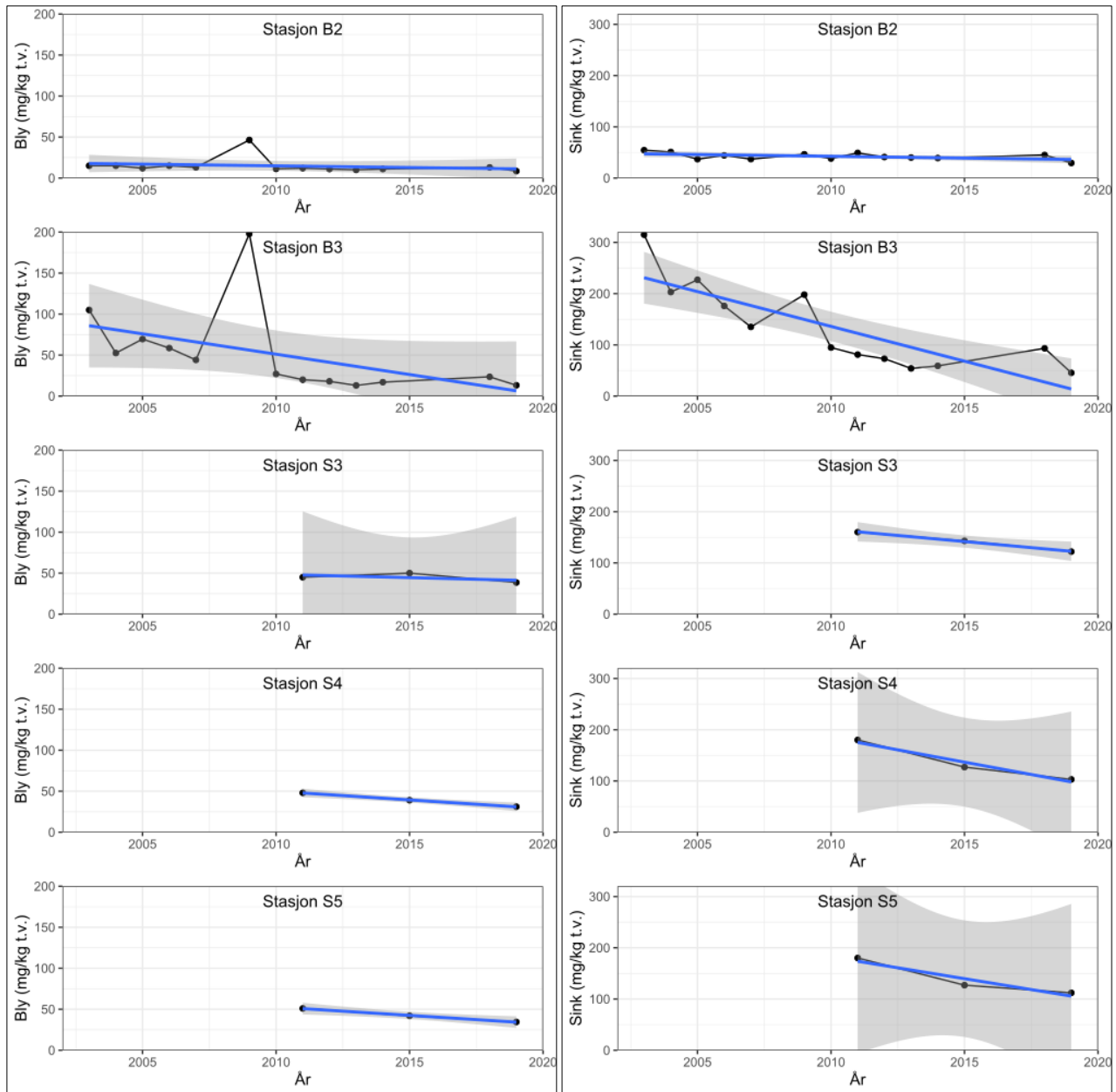
Figur 23: Historiske konsentrasjoner av arsen og kadmium i fem stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor, blå linje modellert trendlinje og røde ringer viser resultater under deteksjonsgrensen.



Figur 24: Historiske konsentrasjoner av krom og kobber i fem stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor, blå linje modellert trendlinje og røde ringer vise resultater under deteksjonsgrensen.



Figur 25: Historiske konsentrasjoner av kvikksølv og nikkel i fem stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor, blå linje modellert trendlinje og røde ringer vise resultater under deteksjonsgrensen. Kvikksølv hadde en høyere deteksjonsgrense i 2019 enn tidligere.



Figur 26: Historiske konsentrasjoner av bly og sink i fem stasjoner som var undersøkt under overvåkingen 2019. Grått område viser 95 % sikkerhetsfaktor, blå linje modellert trendlinje og røde ringer viser resultater under deteksjonsgrensen.



Mottatt dato **2019-11-18**
Utstedt **2020-01-23**

Norconsult AS
Karin Raamat
Ansattnr: 105440
Pb 8984
7439 Trondheim
Norway

Prosjekt **Tiltaksrettet overvåkning Langøya 2019**
Bestnr **5195570**

Analyse av biologisk materiale

Deres prøvenavn	B3_A Blåskjell					
Labnummer	N00702586					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	17.7	4.6	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.492	0.094	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.567	0.134	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.780	0.206	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.71	1.07	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0622	0.0200	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	12.3	2.3	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.54	0.41	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.28	0.26	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	94.6	18.5	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørrking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	13.0		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM



Deres prøvenavn	B3_B Blåskjell					
Labnummer	N00702587					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	16.7	4.4	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.512	0.097	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.543	0.123	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.781	0.207	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.79	1.11	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0664	0.0214	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	11.5	2.3	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.44	0.39	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.11	0.23	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	88.1	17.3	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	15.1		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	B3_RN (sendt i 2 poser) Blåskjell				
Labnummer	N00702589				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Prøvepreparering *	-----		4	1	MALU
Th-232 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
U-234 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	-----	%	6	2	MALU
Ac-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pb-210 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
K-40 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pa-231 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-223 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-226 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-230 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-234 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-235 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-238 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU



Deres prøvenavn	B2_A Blåskjell					
Labnummer	N00702590					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	18.4	4.9	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.564	0.107	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.605	0.137	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.669	0.177	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.10	1.14	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0629	0.0203	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	12.6	2.6	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.75	0.46	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.59	0.32	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	113	22	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	13.7		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	B2_B Blåskjell					
Labnummer	N00702591					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	15.8	4.1	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.484	0.092	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.477	0.106	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.522	0.139	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.39	1.01	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0560	0.0182	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	9.84	1.83	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.28	0.34	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.08	0.22	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	89.8	17.6	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	15.5		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM



Deres prøvenavn	B2_C Blåskjell					
Labnummer	N00702592					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	17.0	4.5	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.540	0.103	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.565	0.128	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.711	0.187	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.20	1.17	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0607	0.0197	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	11.6	2.3	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.52	0.40	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.27	0.26	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	89.0	17.6	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	14.9		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	B2_RN (sendt i 2 poser) Blåskjell				
Labnummer	N00702593				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Prøvepreparering *	-----		4	1	MALU
Th-232 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
U-234 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	-----	%	6	2	MALU
Ac-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pb-210 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
K-40 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pa-231 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-223 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-226 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-230 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-234 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-235 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-238 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU



Deres prøvenavn	B11_A Blåskjell					
Labnummer	N00702594					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	18.1	4.8	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.533	0.102	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.537	0.125	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.615	0.162	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.48	1.21	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0611	0.0197	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	8.91	1.71	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.24	0.33	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.03	0.21	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	95.5	18.8	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	15.9		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	B11_B Blåskjell					
Labnummer	N00702595					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	17.6	4.6	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.523	0.100	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.555	0.122	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.579	0.156	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.21	1.17	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0587	0.0189	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	9.04	1.67	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.34	0.35	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	0.942	0.195	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	92.6	18.4	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	16.9		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM



Deres prøvenavn	B11_C Blåskjell					
Labnummer	N00702596					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	16.8	4.4	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.467	0.089	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.489	0.108	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.559	0.147	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.65	1.06	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0556	0.0180	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	8.30	1.52	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.24	0.33	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	0.938	0.190	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	105	20	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	17.0		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	B11_RN (sendt i 2 poser) Blåskjell				
Labnummer	N00702597				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Prøvepreparering *	-----		4	1	MALU
Th-232 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
U-234 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	-----	%	6	2	MALU
Ac-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pb-210 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
K-40 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pa-231 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-223 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-226 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-230 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-234 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-235 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-238 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU



Deres prøvenavn	BK_C Blåskjell					
Labnummer	N00702600					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	39.2	10.3	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.494	0.094	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.618	0.137	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.706	0.188	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.64	1.26	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0633	0.0203	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	11.6	2.2	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.34	0.35	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	0.866	0.175	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	90.9	17.8	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	16.1		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	BK_RN (sendt i 2 poser) Blåskjell				
Labnummer	N00702601				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Prøvepreparering *	-----		4	1	MALU
Th-232 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
U-234 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
Tørrstoff (E) a ulev	-----	%	6	2	MALU
Ac-227 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pb-210 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
K-40 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pa-231 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-223 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-226 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-228 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-227 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-228 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-230 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-234 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-235 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-238 a ulev	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU



Deres prøvenavn	REF_A Blåskjell					
Labnummer	N00702602					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	11.8	3.1	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.601	0.115	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.740	0.164	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.519	0.136	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.85	1.31	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0513	0.0166	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	7.04	1.30	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.38	0.37	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.31	0.26	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	99.9	19.7	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	16.2		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	REF_B Blåskjell					
Labnummer	N00702603					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	12.5	3.3	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.594	0.113	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.942	0.208	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.914	0.244	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.80	1.10	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0525	0.0170	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	7.83	1.51	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.67	0.44	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.39	0.28	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	106	21	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	15.7		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM



Deres prøvenavn	REF_C Blåskjell					
Labnummer	N00702604					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	13.5	3.6	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.658	0.126	mg/kg TS	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.947	0.209	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.565	0.149	mg/kg TS	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.48	1.21	mg/kg TS	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0599	0.0192	mg/kg TS	1	H	SAHM
Mn (Mangan) ^{a ulev}	7.10	1.34	mg/kg TS	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.79	0.47	mg/kg TS	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.23	0.25	mg/kg TS	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	104	20	mg/kg TS	1	H	SAHM
Frysetørking *	-----			2	1	SAHM
Tørrstoff (L) *	15.6		%	3	W	SAHM
Prøvepreparering *	-----			4	1	SAHM

Deres prøvenavn	REF_RN (sendt i 2 poser) Blåskjell				
Labnummer	N00702605				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Prøvepreparering *	-----		4	1	MALU
Th-232 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
U-234 *	-----	Bq/kg TS	5	2	MALU
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	-----	%	6	2	MALU
Ac-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pb-210 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
K-40 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Pa-231 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-223 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-226 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Ra-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-227 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-228 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-230 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
Th-234 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-235 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU
U-238 ^{a ulev}	-----	Bq/kg TS	6	2	MALU



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"*" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	M-4, metaller i biologisk materiale Metode: Analyse med ICP-SFMS utføres i henhold til ISO 17294-1,2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse med ICP-AES utføres i henhold til ISO 11885 (mod), samt EPA-metode 200.7 (mod). Prøve forbehandling: Prøven har blitt frysetørket før analyse. Oppslutning har skjedd i mikrobølgeovn med HNO₃ + H₂O₂ i lukket teflonbeholder Rapporteringsgrenser (LOQ): Arsen (As): 0,08 mg/kg Kadmium (Cd): 0,005 mg/kg Kobolt (Co): 0,005 mg/kg Krom (Cr): 0,03 mg/kg Kobber (Cu): 0,1 mg/kg Kvikksølv (Hg): 0,01 mg/kg Mangan (Mn): 0,04 mg/kg Nikkel (Ni): 0,04 mg/kg Bly (Pb): 0,04 mg/kg Sink (Zn): 0,2 mg/kg Måleusikkerhet: Måleusikkerheten (MU) beregnes individuelt for hver enkelt prøve og er direkte koplet til den aktuelle målingen. Dette betyr at rapportert MU gjelder ved den aktuelle prøvens målte konsentrasjon. Måleusikkerheten kan variere med matriksinterferens, fortynninger og lav prøvemengde
2	Frysetørrking Prinsipp: Prøve tørkes ved -20 grader Celsius ved trykk 10 Pa. Tørkes til det ikke observeres vektforandring på materialet.
3	Tørrstoff i jord/slam/sediment Metode: SS 028113 Måleprinsipp: Gravimetrisk
4	Prøvepreparering



Metodespesifikasjon	
5	Radionuklider, utvidet, naturlige isotoper Måleprinsipp: ICP-SFMS Rapporteringsgrenser: U-234: 1,0 Bq/kg TS Th-232: 0,1 Bq/kg TS
6	Radionuklider i jord Metode: ISO 10703 Måleprinsipp: HR-Gammaspektrometri Rapporteringsgrenser (LOQ): Uran-238: 10 Bq/kg TS Thorium-234: 10 Bq/kg TS Thorium-230: 50 Bq/kg TS Radium-226: 1,0 Bq/kg TS Bly-210: 50 Bq/kg TS Uran-235: 1,0 Bq/kg TS Protactinium-231: 5,0 Bq/kg TS Actinium-227: 1,0 Bq/kg TS Thorium-227: 1,0 Bq/kg TS Radium-223: 1,0 Bq/kg TS Radium-228: 1,0 Bq/kg TS Thorium-228: 1,0 Bq/kg TS Kalium-40: 10 Bq/kg TS

	Godkjenner
MALU	Mats Lund
SAHM	Sabra Hashimi

Utf ¹	
H	ICP-SFMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
W	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



	Utf ¹

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.



Mottatt dato **2020-01-15**
Utstedt **2020-01-20**

Norconsult AS
Karin Raamat
Ansattnr: 105440
Pb 8984
7439 Trondheim
Norway

Prosjekt **Tiltaksrettet overvåkning Langøya 2019**
Bestnr **5195570**

Analyse av biologisk materiale

Deres prøvenavn	B3_RN Blåskjell					
Labnummer	N00714830					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	20.2	5.3	mg/kg TS	1	H	ANME
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.622	0.119	mg/kg TS	1	H	ANME
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.746	0.167	mg/kg TS	1	H	ANME
Cr (Krom) ^{a ulev}	1.14	0.30	mg/kg TS	1	H	ANME
Cu (Kopper) ^{a ulev}	6.80	1.28	mg/kg TS	1	H	ANME
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.105	0.034	mg/kg TS	1	H	ANME
Mn (Mangan) ^{a ulev}	15.1	2.8	mg/kg TS	1	H	ANME
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	2.12	0.56	mg/kg TS	1	H	ANME
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.65	0.33	mg/kg TS	1	H	ANME
Zn (Sink) ^{a ulev}	113	22	mg/kg TS	1	H	ANME
Tørrstoff (L) *	95.4		%	2	W	ANME

Deres prøvenavn	BK_RN Parallell I Blåskjell					
Labnummer	N00714831					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	14.0	3.7	mg/kg TS	1	H	ANME
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.751	0.143	mg/kg TS	1	H	ANME
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.914	0.204	mg/kg TS	1	H	ANME
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.562	0.150	mg/kg TS	1	H	ANME
Cu (Kopper) ^{a ulev}	7.47	1.40	mg/kg TS	1	H	ANME
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0591	0.0193	mg/kg TS	1	H	ANME
Mn (Mangan) ^{a ulev}	8.00	1.48	mg/kg TS	1	H	ANME
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.87	0.50	mg/kg TS	1	H	ANME
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.28	0.26	mg/kg TS	1	H	ANME
Zn (Sink) ^{a ulev}	122	24	mg/kg TS	1	H	ANME
Tørrstoff (L) *	95.3		%	2	W	ANME



Deres prøvenavn	BK_RN Parallell II Blåskjell					
Labnummer	N00714832					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	13.3	3.5	mg/kg TS	1	H	ANME
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.677	0.129	mg/kg TS	1	H	ANME
Co (Kobolt) ^{a ulev}	0.886	0.195	mg/kg TS	1	H	ANME
Cr (Krom) ^{a ulev}	0.499	0.145	mg/kg TS	1	H	ANME
Cu (Kopper) ^{a ulev}	7.52	1.41	mg/kg TS	1	H	ANME
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.0577	0.0188	mg/kg TS	1	H	ANME
Mn (Mangan) ^{a ulev}	8.01	1.47	mg/kg TS	1	H	ANME
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	1.80	0.48	mg/kg TS	1	H	ANME
Pb (Bly) ^{a ulev}	1.45	0.29	mg/kg TS	1	H	ANME
Zn (Sink) ^{a ulev}	118	23	mg/kg TS	1	H	ANME
Tørrstoff (L) ^{a ulev}	95.2	2.0	%	2	1	ANME



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"*" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	M-4, metaller i biologisk materiale Metode: Analyse med ICP-SFMS utføres i henhold til ISO 17294-1,2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse med ICP-AES utføres i henhold til ISO 11885 (mod), samt EPA-metode 200.7 (mod). Prøve forbehandling: Prøven har blitt frysetørket før analyse. Oppslutning har skjedd i mikrobølgeovn med HNO ₃ + H ₂ O ₂ i lukket teflonbeholder Rapporteringsgrenser (LOQ): Arsen (As): 0,08 mg/kg Kadmium (Cd): 0,005 mg/kg Kobolt (Co): 0,005 mg/kg Krom (Cr): 0,03 mg/kg Kobber (Cu): 0,1 mg/kg Kvikksølv (Hg): 0,01 mg/kg Mangan (Mn): 0,04 mg/kg Nikkel (Ni): 0,04 mg/kg Bly (Pb): 0,04 mg/kg Sink (Zn): 0,2 mg/kg Måleusikkerhet: Måleusikkerheten (MU) beregnes individuelt for hver enkelt prøve og er direkte koplet til den aktuelle målingen. Dette betyr at rapportert MU gjelder ved den aktuelle prøvens målte konsentrasjon. Måleusikkerheten kan variere med matriksinterferens, fortynninger og lav prøvemengde
2	Tørrstoff i jord/slam/sediment Metode: SS 028113 Måleprinsipp: Gravimetrisk

Godkjenner	
ANME	Anne Melson

Utf ¹	
H	ICP-SFMS

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Utf ¹	
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
W	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.



Mottatt dato **2019-11-15**
Utstedt **2019-11-28**

Norconsult AS
Karin Raamat
Ansattnr: 105440
Pb 8984
7439 Trondheim
Norway

Prosjekt **Tiltaksrettet overvåkning Langøya 2019**
Bestnr **105440 (5195570)**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	B3 DGT, passiv prøvetaker				
Labnummer	N00702606				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur *	14	°C	1	1	SAHM
Al (Aluminium) *	0.449	µg/l	1	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0106	µg/l	1	S	SAHM
Co (Kobolt) *	0.0138	µg/l	1	S	SAHM
Cr (Krom) *	0.0162	µg/l	1	S	SAHM
Cu (Kopper) *	0.0842	µg/l	1	S	SAHM
Fe (Jern) *	0.776	µg/l	1	S	SAHM
Mn (Mangan) *	0.299	µg/l	1	S	SAHM
Zn (Sink) *	0.518	µg/l	1	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	0.189	µg/l	1	S	SAHM
Pb (Bly) *	0.00471	µg/l	1	S	SAHM
U (Uran) *	0.0185	µg/l	1	S	SAHM

Deres prøvenavn	B2 DGT, passiv prøvetaker				
Labnummer	N00702607				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur *	14	°C	1	1	SAHM
Al (Aluminium) *	0.262	µg/l	1	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0114	µg/l	1	S	SAHM
Co (Kobolt) *	0.0123	µg/l	1	S	SAHM
Cr (Krom) *	0.0145	µg/l	1	S	SAHM
Cu (Kopper) *	0.0807	µg/l	1	S	SAHM
Fe (Jern) *	0.523	µg/l	1	S	SAHM
Mn (Mangan) *	0.207	µg/l	1	S	SAHM
Zn (Sink) *	0.551	µg/l	1	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	0.194	µg/l	1	S	SAHM
Pb (Bly) *	0.00504	µg/l	1	S	SAHM
U (Uran) *	0.0126	µg/l	1	S	SAHM



Deres prøvenavn	B11 DGT, passiv prøvetaker				
Labnummer	N00702608				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur *	14	°C	1	1	SAHM
Al (Aluminium) *	0.662	µg/l	1	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0115	µg/l	1	S	SAHM
Co (Kobolt) *	0.0117	µg/l	1	S	SAHM
Cr (Krom) *	0.0138	µg/l	1	S	SAHM
Cu (Kopper) *	0.0686	µg/l	1	S	SAHM
Fe (Jern) *	1.04	µg/l	1	S	SAHM
Mn (Mangan) *	0.249	µg/l	1	S	SAHM
Zn (Sink) *	0.504	µg/l	1	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	0.198	µg/l	1	S	SAHM
Pb (Bly) *	0.00347	µg/l	1	S	SAHM
U (Uran) *	0.0103	µg/l	1	S	SAHM

Deres prøvenavn	BK DGT, passiv prøvetaker				
Labnummer	N00702609				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Temperatur *	14	°C	1	1	SAHM
Al (Aluminium) *	0.125	µg/l	1	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0107	µg/l	1	S	SAHM
Co (Kobolt) *	0.0127	µg/l	1	S	SAHM
Cr (Krom) *	0.0150	µg/l	1	S	SAHM
Cu (Kopper) *	0.100	µg/l	1	S	SAHM
Fe (Jern) *	0.359	µg/l	1	S	SAHM
Mn (Mangan) *	0.559	µg/l	1	S	SAHM
Zn (Sink) *	0.513	µg/l	1	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	0.190	µg/l	1	S	SAHM
Pb (Bly) *	0.00378	µg/l	1	S	SAHM
U (Uran) *	0.00927	µg/l	1	S	SAHM



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"*" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av metaller, kationer, i DGT, PSM-1.
	Metode: Oppslutning: EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) Adsorpsjonsgel er laket med 10% HNO₃

Godkjenner	
SAHM	Sabra Hashimi

Utf ¹	
S	ICP-SFMS
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Mottatt dato **2019-10-25**
Utstedt **2019-12-27**

Norconsult AS
Karin Raamat
Ansattnr: 105440
Pb 8984
7439 Trondheim
Norway

Prosjekt **Tiltaksrettet overvåking Langøya 2019**
Bestnr **5195570**

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	B2 Sediment					
Labnummer	N00698283					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	78.7	4.75	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	2.68	0.54	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	8.04	1.61	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.83	1.17	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	6.8	1.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	8.5	1.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	29.4	5.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<2.6		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	<50		Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	760	152	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<13.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<4.6		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	23.0	3.4	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	25.4	3.8	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<2.6		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	25.2	3.8	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<100		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	39	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	1.6	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	35	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	10.2	1.5	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	11.4	2.3	Bq/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn	B3 Sediment					
Labnummer	N00698284					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	74.4	4.49	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	2.36	0.47	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	11.4	2.29	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	11.4	2.28	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	10.3	2.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	13.2	2.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	45.4	9.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<2.3		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	<50		Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	801	160	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<11.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<4.2		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	27.3	4.1	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	30.1	4.5	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<2.3		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	32.2	4.8	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<90		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	49	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	1.8	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	39	±25%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	12.1	1.8	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	12.7	2.5	Bq/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn		B11				
		Sediment				
Labnummer		N00698285				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	74.1	4.48	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	2.31	0.46	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	9.58	1.92	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	7.37	1.47	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	8.2	1.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	8.8	1.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	32.2	6.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<2.7		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	<50		Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	728	146	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<14.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<4.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	24.4	3.7	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	24.0	3.6	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<2.7		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	25.8	3.9	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<105		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	34	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	1.7	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	34	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	5.2	0.8	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	11.6	2.3	Bq/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn		BK_ny Sediment				
Labnummer		N00698286				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	85.4	5.15	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	2.86	0.57	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.10		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	18.1	3.62	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.12	1.02	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	15.6	3.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	7.0	1.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	22.8	4.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<2.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	<50		Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	859	172	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<13.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<3.1		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	23.1	3.5	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	26.9	4.0	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<2.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	27.2	4.1	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<95		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	40	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	1.4	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	30	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	7.7	1.2	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	10.9	2.2	Bq/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn	BK100 Sediment					
Labnummer	N00698287					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	49.0	2.97	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	9.44	1.89	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.13		mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	29.1	5.83	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	22.0	4.39	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.26		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	26.4	5.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	36.1	7.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	102	20.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<3.1		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	96	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	1000	200	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<16.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<5.8		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	33.8	5.1	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	40.0	6.0	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<3.1		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	45.9	6.9	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<130		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	66	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	2.1	±25%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	46	±25%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	13.1	2.0	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	16.7	3.3	Bq/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn	S3					
	Sediment					
Labnummer	N00698288					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	47.3	2.87	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	12.4	2.48	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.19	0.04	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	30.2	6.04	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	25.2	5.04	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.27		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	28.1	5.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	38.6	7.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	122	24.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<3.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	93	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	1110	221	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<16.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<6.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	37.2	5.6	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	44.6	6.7	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<3.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	55.8	8.4	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<140		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	65	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	2.0	±30%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	44	±25%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	17.9	2.7	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	17.6	3.5	Bq/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn	S4 Sediment					
Labnummer	N00698289					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	52.2	3.16	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	12.8	2.55	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.18	0.04	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	25.1	5.03	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	22.8	4.57	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.25		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	23.0	4.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	31.1	6.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	103	20.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<3.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	115	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	1100	220	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<17.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<6.8		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	36.5	5.5	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	43.0	6.4	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<3.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	54.2	8.1	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<130		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	91	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	2.3	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	51	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	16.6	2.5	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	15.2	3.0	Bq/kg TS	3	1	SAHM



Deres prøvenavn	S5 Sediment					
Labnummer	N00698290					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	45.0	2.73	%	1	1	CAFR
As (Arsen) ^{a ulev}	14.8	2.96	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.19	0.04	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom) ^{a ulev}	28.3	5.66	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	24.7	4.93	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.28		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	26.0	5.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly) ^{a ulev}	34.5	6.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink) ^{a ulev}	112	22.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Ac-227 ^{a ulev}	<4.1		Bq/kg TS	2	1	MORO
Pb-210 ^{a ulev}	117	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
K-40 ^{a ulev}	1120	224	Bq/kg TS	2	1	MORO
Pa-231 ^{a ulev}	<20.0		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-223 ^{a ulev}	<7.5		Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-226 ^{a ulev}	37.6	5.6	Bq/kg TS	2	1	MORO
Ra-228 ^{a ulev}	43.6	6.5	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-227 ^{a ulev}	<4.1		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-228 ^{a ulev}	57.1	8.6	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-230 ^{a ulev}	<150		Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-234 ^{a ulev}	112	±20%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-235 ^{a ulev}	2.6	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
U-238 ^{a ulev}	56	±35%	Bq/kg TS	2	1	MORO
Th-232 *	20.5	3.1	Bq/kg TS	3	1	SAHM
U-234 *	15.5	3.1	Bq/kg TS	3	1	SAHM



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"**" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon																											
1	«M-1C-tungmetaller» Bestemmelse av tungmetaller i jord/sediment/kompost Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120 Rapporteringsgrenser: <table> <tr><td>As:</td><td>0.50 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cd:</td><td>0.10 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cr:</td><td>0.25 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Cu:</td><td>0.10 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Hg:</td><td>0.20 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Ni:</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Pb:</td><td>1.0 mg/kg TS</td></tr> <tr><td>Zn:</td><td>5.0 mg/kg TS</td></tr> </table> Måleusikkerhet: 20%	As:	0.50 mg/kg TS	Cd:	0.10 mg/kg TS	Cr:	0.25 mg/kg TS	Cu:	0.10 mg/kg TS	Hg:	0.20 mg/kg TS	Ni:	1.0 mg/kg TS	Pb:	1.0 mg/kg TS	Zn:	5.0 mg/kg TS										
As:	0.50 mg/kg TS																										
Cd:	0.10 mg/kg TS																										
Cr:	0.25 mg/kg TS																										
Cu:	0.10 mg/kg TS																										
Hg:	0.20 mg/kg TS																										
Ni:	1.0 mg/kg TS																										
Pb:	1.0 mg/kg TS																										
Zn:	5.0 mg/kg TS																										
2	Radionuklider i jord Metode: ISO 10703 Måleprinsipp: HR-Gammaspektrometri Rapporteringsgrenser (LOQ): <table> <tr><td>Uran-238:</td><td>10 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Thorium-234:</td><td>10 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Thorium-230:</td><td>50 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Radium-226:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Bly-210:</td><td>50 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Uran-235:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Protactinium-231:</td><td>5,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Actinium-227:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Thorium-227:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Radium-223:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Radium-228:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Thorium-228:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Kalium-40:</td><td>10 Bq/kg TS</td></tr> </table>	Uran-238:	10 Bq/kg TS	Thorium-234:	10 Bq/kg TS	Thorium-230:	50 Bq/kg TS	Radium-226:	1,0 Bq/kg TS	Bly-210:	50 Bq/kg TS	Uran-235:	1,0 Bq/kg TS	Protactinium-231:	5,0 Bq/kg TS	Actinium-227:	1,0 Bq/kg TS	Thorium-227:	1,0 Bq/kg TS	Radium-223:	1,0 Bq/kg TS	Radium-228:	1,0 Bq/kg TS	Thorium-228:	1,0 Bq/kg TS	Kalium-40:	10 Bq/kg TS
Uran-238:	10 Bq/kg TS																										
Thorium-234:	10 Bq/kg TS																										
Thorium-230:	50 Bq/kg TS																										
Radium-226:	1,0 Bq/kg TS																										
Bly-210:	50 Bq/kg TS																										
Uran-235:	1,0 Bq/kg TS																										
Protactinium-231:	5,0 Bq/kg TS																										
Actinium-227:	1,0 Bq/kg TS																										
Thorium-227:	1,0 Bq/kg TS																										
Radium-223:	1,0 Bq/kg TS																										
Radium-228:	1,0 Bq/kg TS																										
Thorium-228:	1,0 Bq/kg TS																										
Kalium-40:	10 Bq/kg TS																										
3	Radionuklider, utvidet, naturlige isotoper Måleprinsipp: ICP-SFMS Rapporteringsgrenser: <table> <tr><td>U-234:</td><td>1,0 Bq/kg TS</td></tr> <tr><td>Th-232:</td><td>0,1 Bq/kg TS</td></tr> </table>	U-234:	1,0 Bq/kg TS	Th-232:	0,1 Bq/kg TS																						
U-234:	1,0 Bq/kg TS																										
Th-232:	0,1 Bq/kg TS																										

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen
MORO	Monia Alexandersen



	Godkjenner
SAHM	Sabra Hashimi

	Utf ¹
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Mottatt dato **2019-10-25**
Utstedt **2019-11-22**

Norconsult AS
Karin Raamat
Ansattnr: 105440
Pb 8984
7439 Trondheim
Norway

Prosjekt **Tiltaksrettet overvåking Langøya 2019**
Bestnr **5195570**

Analyse av vann

Deres prøvenavn	NOA_06 Saltvann					
Labnummer	N00698282					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
As (Arsen) ^{a ulev}	1.52	0.31	µg/l	1	H	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.05		µg/l	1	H	SAHM
Co (Kobolt) ^{a ulev}	<0.2		µg/l	1	H	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	<0.9		µg/l	1	H	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	<1		µg/l	1	H	SAHM
Mo (Molybden) ^{a ulev}	7.78	1.48	µg/l	1	H	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	<0.6		µg/l	1	H	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	<0.5		µg/l	1	H	SAHM
V (Vanadium) ^{a ulev}	0.911	0.183	µg/l	1	H	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	<4		µg/l	1	H	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.02		µg/l	1	F	SAHM
Ac-227 ^{a ulev}	<0.20		Bq/l	2	1	SAHM
Pb-210 ^{a ulev}	<10		Bq/l	2	1	SAHM
K-40 ^{a ulev}	8.8	1.8	Bq/l	2	1	SAHM
Pa-231 ^{a ulev}	<1		Bq/l	2	1	SAHM
Ra-223 ^{a ulev}	<0.20		Bq/l	2	1	SAHM
Ra-226 ^{a ulev}	<0.20		Bq/l	2	1	SAHM
Ra-228 ^{a ulev}	<0.20		Bq/l	2	1	SAHM
Th-227 ^{a ulev}	<0.20		Bq/l	2	1	SAHM
Th-228 ^{a ulev}	<0.20		Bq/l	2	1	SAHM
Th-230 ^{a ulev}	<10		Bq/l	2	1	SAHM
Th-234 ^{a ulev}	<2.0		Bq/l	2	1	SAHM
U-235 ^{a ulev}	<0.20		Bq/l	2	1	SAHM
Th-232 *	<0.001		Bq/l	3	1	SAHM
U-234 *	0.0390	0.0058	Bq/l	3	1	SAHM
U-238 *	0.0320	0.0048	Bq/l	3	1	SAHM



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"*" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon																										
1	«V-3B Bas + Hg»	Metaller i forurenset vann, etter oppslutning. Metode: Analyse med ICP-SFMS utføres i henhold til ISO 17294-1,2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse med ICP-AES utføres i henhold til ISO 11885 (mod), samt EPA-metode 200.7 (mod). Kvikksølv (Hg) analyseres med AFS, utføres i henhold til ISO 17852. Prøve forbehandling: 12 ml prøve blir surgjort med 1.2 ml suprapur HNO₃ og kjørt i autoklav. Ved analyse av W blir ikke prøven surgjort før analyse. Ved analyse av Ag blir prøven konserverert med HCl. Rapporteringsgrenser: <table><tr><td>As, Arsen</td><td>0,5 µg/l</td></tr><tr><td>Ba, Barium</td><td>1 µg/l</td></tr><tr><td>Cd, Kadmium</td><td>0.05 µg/l</td></tr><tr><td>Co, Kobolt</td><td>0.2 µg/l</td></tr><tr><td>Cr, Krom</td><td>0.9 µg/l</td></tr><tr><td>Cu, Kopper</td><td>1 µg/l</td></tr><tr><td>Mo, Molybden</td><td>0.5 µg/l</td></tr><tr><td>Ni, Nikkel</td><td>0.6 µg/l</td></tr><tr><td>Pb, Bly</td><td>0.5 µg/l</td></tr><tr><td>V, Vanadium</td><td>0.2 µg/l</td></tr><tr><td>Zn, Sink</td><td>4 µg/l</td></tr><tr><td>Hg, Kvikksølv</td><td>0.02 µg/l</td></tr></table> Rapporteringsgrensene kan variere med forurensningsgrad for innsendt vann. Måleusikkerhet: Måleusikkerheten (MU) beregnes individuelt for hver enkelt prøve og er direkte koplet til den aktuelle målingen. Dette betyr at rapportert MU gjelder ved den aktuelle prøvens målte konsentrasjon. Måleusikkerheten kan variere med matriksinterferens, fortynninger og lav prøvemengde. Annen info: Prøver som har et høyt innhold av klorid kan gi forhøyet rapporteringsgrense for As. Prøver som har et høyt innhold av Mo kan gi forhøyet rapporteringsgrense for Cd.	As, Arsen	0,5 µg/l	Ba, Barium	1 µg/l	Cd, Kadmium	0.05 µg/l	Co, Kobolt	0.2 µg/l	Cr, Krom	0.9 µg/l	Cu, Kopper	1 µg/l	Mo, Molybden	0.5 µg/l	Ni, Nikkel	0.6 µg/l	Pb, Bly	0.5 µg/l	V, Vanadium	0.2 µg/l	Zn, Sink	4 µg/l	Hg, Kvikksølv	0.02 µg/l
As, Arsen	0,5 µg/l																									
Ba, Barium	1 µg/l																									
Cd, Kadmium	0.05 µg/l																									
Co, Kobolt	0.2 µg/l																									
Cr, Krom	0.9 µg/l																									
Cu, Kopper	1 µg/l																									
Mo, Molybden	0.5 µg/l																									
Ni, Nikkel	0.6 µg/l																									
Pb, Bly	0.5 µg/l																									
V, Vanadium	0.2 µg/l																									
Zn, Sink	4 µg/l																									
Hg, Kvikksølv	0.02 µg/l																									
2	Bestemmelse av naturlige radionuklider Metode: ISO 10703 Måleprinsipp: Høyoppløselig gammaspektrometri Rapporteringsgrenser: <table><tr><td>Ac-227:</td><td>0,20</td><td>Bq/l</td></tr><tr><td>Pb-210</td><td>10</td><td>Bq/l</td></tr><tr><td>K-40</td><td>2,0</td><td>Bq/l</td></tr><tr><td>Pa-231</td><td>1</td><td>Bq/l</td></tr><tr><td>Ra-223</td><td>0,20</td><td>Bq/l</td></tr><tr><td>Ra-226</td><td>0,20</td><td>Bq/l</td></tr><tr><td>Ra-228</td><td>0,20</td><td>Bq/l</td></tr></table>		Ac-227:	0,20	Bq/l	Pb-210	10	Bq/l	K-40	2,0	Bq/l	Pa-231	1	Bq/l	Ra-223	0,20	Bq/l	Ra-226	0,20	Bq/l	Ra-228	0,20	Bq/l			
Ac-227:	0,20	Bq/l																								
Pb-210	10	Bq/l																								
K-40	2,0	Bq/l																								
Pa-231	1	Bq/l																								
Ra-223	0,20	Bq/l																								
Ra-226	0,20	Bq/l																								
Ra-228	0,20	Bq/l																								



Metodespesifikasjon				
	Th-227	0,20	Bq/l	
	Th-228	0,20	Bq/l	
	Th-230	10	Bq/l	
	Th-234	2,0	Bq/l	
	U-235	0,20	Bq/l	
	Rapporteringsgrensene gjelder for opprinnelig prøvemengde på 5 liter, konsentrert til 0,45liter.			
3	Radioaktive isotoper i vann, Uran og Thorium			
	Metode:	intern metode		
	Måleprinsipp:	ICP-SFMS		
	Rapporteringsgrenser (LOQ):	Thorium-232:	0,001 Bq/l	
		Thorium-234:	2,0 Bq/l	
		Thorium-230:	0,001 Bq/l	
		Uran-235:	0,001 Bq/l	
		Uran-234:	0,001 Bq/l	
		Uran-238	0,001 Bq/l	
	Annen informasjon:	Analysen er ikke akkreditert		

	Godkjenner
SAHM	Sabra Hashimi

	Utf ¹
F	AFS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
H	ICP-SFMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

Norconsult
Kjørboveien 22
1337 Sandvika

Att.: Karin Raamat

Instituttveien 18
Postboks 40, NO-2027 Kjeller
Tlf: +47 63 80 60 00
Faks: +47 63 81 25 61
Org. nr.: NO 959 432 538
Web: www.ife.no

Vår ref.: VE/1.8.1/CCSW
Dir. tlf: +47 976 65 948
E-mail: radanalyse@ife.no

Deres ref.: Karin Raamat
Best. nr.:

Dato: 2020-02-19

Resultater på bestemmelse av Ra-isotoper, ^{210}Pb , ^{238}U og ^{232}Th i blåskjellprøver

Oppdragsnr.: 2020-2421

De mottatte prøvene har blitt analysert for innhold av ^{226}Ra , ^{228}Ra og ^{210}Pb vha høyoppløselig gammaspektrometri. ^{226}Ra ble bestemt vha datternuklidene ^{214}Pb og ^{214}Bi etter inngroing til radioaktiv likevekt. ^{228}Ra ble bestemt ved å måle aktiviteten til datternukliden ^{228}Ac . Ved radioaktiv likevekt er aktiviteten av ^{226}Ra lik aktiviteten av ^{214}Pb og ^{214}Bi . Det samme gjelder for ^{228}Ra og ^{228}Ac . For ^{210}Pb er det foretatt korreksjon for selvabsorpsjon i prøven.

Et uttak av prøven ble også analysert for innhold av ^{232}Th og ^{238}U . Uttaket ble tilsatt utbyttebestemmere, forasket og løst med salpetersyre. Uran og thorium ble så separert ved bruk av ekstraksjonskromatografi, før aktiviteten ble bestemt vha alfaspektrometri.

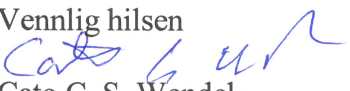
Alle resultater er gitt i tabell 1. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95 %.

Tabell 1. Måleresultater for prøver av blåskjell tilsendt fra Norconsult. Resultatene er i Bq/kg våtvekt i henhold til kundens opplysninger om prøvenes tørrstoffinnhold.

Prøve	^{226}Ra	^{228}Ra	^{210}Pb	^{238}U	^{232}Th
B3_RN	≤ 1.6	≤ 2.2	≤ 4	0.34 ± 0.04	0.23 ± 0.10
B2_RN	≤ 0.7	≤ 1.2	4.4 ± 1.4	0.30 ± 0.07	0.16 ± 0.08
B11_RN	≤ 1.9	≤ 2.7	≤ 4	0.26 ± 0.04	≤ 0.22
BK_RN	≤ 2	≤ 2.3	≤ 4	0.24 ± 0.04	≤ 0.16
REF_RN	≤ 2.1	≤ 3	12 ± 7	0.49 ± 0.06	≤ 0.07

Hvis ikke annet er avtalt, vil prøven bli oppbevart i to uker og deretter avhendet.

Vennlig hilsen


Cato C. S. Wendel
Forskre
Avd. Miljø- og strålevern