



FORSVARSBYGG



**MÅLEPROGRAM
FOR VANN
SETERMOEN
SKYTE- OG ØVINGS-
FELT**

2018



Tittel:

MÅLEPROGRAM FOR VANN
SETERMOEN SKYTE- OG ØVINGSFELT 2018

Forfatter(e) - I alfabetisk rekkefølge: Kim Forchhammer, Eli Smette Laastad og Grete Rasmussen

<i>Dato:</i> 5.1.2018	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr.:</i> -	<i>Saksnr.:</i> -
<i>Rapportnr.:</i> Forsvarsbyggrapport: 0081/2017/MILJØ Golderrapport: 1893618/2018-RENO-SETE	<i>ISBN-nr.:</i> -	<i>Antall sider:</i> 21	<i>Antall vedlegg:</i> 5

<i>Oppdragsgiver:</i> Forsvarsbygg	<i>Kontaktperson:</i> Grete Rasmussen
<i>Stikkord:</i> Skyte- og øvingsfelt, tungmetaller, overvåking	<i>Fagområde:</i> Vannkvalitet

Sammendrag:

Måleprogrammet for Setermoen gjennomføres etter følgende plan:

Hypighet	Parametere	Type analyse	Prøvestasjoner	Krav i tillatelsen
To prøverunder annethvert år (fra og med 2016)	Bly, kobber, antimon, sink, pH, ledningsevne, totalt organisk karbon, jern, kalsium og turbiditet	Ufiltrert	1, 10, 11, 14, 15, 23, 24, 25, 29, 30	Nei
		Ufiltrert (Vurder filtrerte prøver i tillegg)	4, 8, 9, 13, 21, 28	Ja

I kontrollpunkt 4, 8, 9, 13, 21 og 28 skal grenseverdier satt i tillatelsen fra Fylkesmannen overholdes.

Ved indikasjoner på at konsentrasjonene målt i et eller flere punkter øker over noe tid, skal Fylkesmannen orienteres om hvilke vurderinger Forsvarsbygg har gjort i forhold til utviklingen. Analyseresultater fra prøvetakingsårene og hvordan disse resultatene ligger i forhold til tidligere år, rapporteres til Fylkesmannen, og skal legges ved rapporteringen via Altinn i forbindelse med årsrapport 1. mars. Overvåkingsdata legges inn i databasen Vannmiljø.

Ekstra overvåking skal vurderes ved graving/anleggsdrift i forurensede områder, og ved bruk av mellomlager av forurensede masser.

Endringer i måleprogrammet skal forelegges Fylkesmannen til informasjon.

Land: Norge

Sted/Lokalitet: SØF Setermoen

Innhold

Innhold	3
Sammendrag.....	4
1 Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn og formål med måleprogrammet.....	5
1.2 Krav til vannkvalitet i tillatelsen.....	6
2 Områdebeskrivelse	7
2.1 Bruk av feltet.....	7
2.2 Geologi og andre naturforhold.....	7
2.3 Vannforekomster i Vann-Nett	10
2.4 Forurenset grunn og deponier	10
2.5 Vannkvalitet i bekker og elver.....	12
3 Måleprogram for Setermoen skyte- og øvingsfelt.	12
3.1 Forslag til måleprogram	12
3.2 Tiltak ved økt metallavrenning/overskridelse av grenseverdier	16
4 Gjennomføring av måleprogram	16
4.1 Organisering	16
4.2 Utvelgelse av Prøvepunkt.....	17
4.3 Prøvetaking.....	17
4.4 Analyser	18
5 Utvidet overvåking.....	19
5.1 Graving/anleggsdrift i forurenset grunn	19
5.2 Mellomlager	19
6 Kvalitetskontroll	19
6.1 Usikkerhetsvurderinger.....	19
6.2 Internkontroll	20
6.3 Tredjepartskontroll	20
7 Rapportering til Fylkesmannen og i Vannmiljø.....	20
8 Referanser	21

Vedlegg:

Vedlegg 1 – Kart over vannforekomster fra Vann-Nett

Vedlegg 2 – Informasjon om deponier

Vedlegg 3 – Beskrivelse av prøvepunkter

Vedlegg 4 – Analysemetoder

Vedlegg 5 – Vurderinger av usikkerhetsbidrag og tiltak for å redusere usikkerheten.

Sammendrag

En viktig del av Forsvarsbygg sin miljøoppfølging er å ha et program for overvåking av vannkvalitet i bekker og elver som drenerer skyte- og øvingsfeltene. Måleprogrammet skal fange opp endringer i utlekking av metaller fra skytebaner. Endringene kan skyldes naturlige årsaker som endringer i pH eller nedbørsaktivitet, eller graving eller kjøring på forurenset grunn på skytebaner. Da det er metaller fra håndvåpenammunisjon som normalt kan gjenfinnes i bekkene, analyseres prøvene for bly, kobber, antimon og sink.

Den forurensende virksomheten i Setermoen skyte- og øvingsfelt er regulert av en egen tillatelse fra Fylkesmannen i Troms, datert 18. april 2017 (Fylkesmannen i Troms, 2017). I vannprøver tatt ved skytefeltgrensen, i punktene 4, 8, 9, 13, 21 og 28, stiller tillatelsen krav til at grenseverdien i tabell 1 opprettholdes. Punktene er benevnt som kontrollpunkt.

Tabell 1: Grenseverdier for vannprøver fra kontrollpunktene

Tilstandsklasse	II	III	
	AA-EQS*	MAC-EQS**	Drikkevannsnorm
Bly	<1,2***	<14	
Kobber	<7,8	<7,8	
Sink	<11	<11	
Antimon			<5

* AA-EQS er grenseverdien for gjennomsnittet av prøvene tatt innenfor ett år.

** MAC-EQS er grenseverdien for høyeste målte verdi i løpet av ett år. Verdiene gjelder for filtrert prøve og er oppgitt i µg/l.

*** Miljøkvalitetsstandarden gjelder den biotilgjengelige konsentrasjonen av stoffet.

Ved indikasjoner på at konsentrasjonene målt i et eller flere punkter øker over noe tid, skal Fylkesmannen orienteres om hvilke vurderinger Forsvarsbygg har gjort i forhold til utviklingen. Analyseresultater fra prøvetakingsårene og hvordan disse resultatene ligger i forhold til tidligere år, rapporteres til Fylkesmannen, og skal legges ved rapporteringen via Altinn ifm. årsrapport 1. mars. Overvåkingsdata legges inn i databasen Vannmiljø.

Ekstra overvåking skal vurderes ved graving/anleggsdrift i forurensete områder, og ved bruk av mellomlager av forurensete masser.

Dersom det er mistanke om at prioriterte miljøgifter (vedlegg 1 i tillatelsen fra Fylkesmannen) utgjør en miljømessig betydning, skal disse tas inn i måleprogrammet. Basert på tidligere prøvetaking er det per i dag ingen mistanke om at dette er tilfelle.

Måleprogrammet for Setermoen gjennomføres etter følgende plan:

Hypighet	Parametere	Type analyse	Prøvestasjoner	Krav i tillatelsen
To prøver under annethvert år (fra og med 2016)	Bly, kobber, antimon, sink, pH, ledningsevne, totalt organisk karbon, jern, kalsium og turbiditet	Ufiltrert	1, 10, 11, 14, 15, 23, 24, 25, 29, 30	Nei
		Ufiltrert (Vurder filtrerte prøver i tillegg)	4, 8, 9, 13, 21, 28	Ja

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål med måleprogrammet

Forsvarsbygg er et forvaltningsorgan for forsvarssektorens eiendom, bygg og anlegg, og har blant annet forvaltningsansvar for skyte- og øvingsfeltene (SØF). En viktig del av Forsvarsbygg sin miljøoppfølging er å ha et program for overvåking av vannkvalitet i bekker og elver som drenerer skyte- og øvingsfeltene. Programmet skal fange opp endringer i utlekking av metaller fra skytebaner. Endringene kan skyldes naturlige årsaker som endringer i pH eller nedbørsaktivitet, eller graving eller kjøring på forurenset grunn på skytebaner. Forsvarsbygg tar prøver av vann for å følge utviklingen over tid. De fleste skyte- og øvingsfeltene er gamle, og det har vært virksomhet der i en årrekke.

Forsvarets bruk av håndvåpenammunisjon fører over tid til akkumulering av metaller. På bassis skytebaner skytes det normalt på faste skiver med et kulefang bak (normalt voll med sand). Forurensningen havner da hovedsakelig konsentrert i disse kulefangene. På feltskytebaner brukes hele banens areal og forurensningen blir tilsvarende spredt. På enkelte feltbaner finnes såkalte blenderinger (normalt voll med sand) som samler opp noe ammunisjon. Håndvåpenammunisjon bestod tidligere av en kjerne med bly og antimon, og en mantel av kobber og sink. I de siste årene har bruk av blyfri ammunisjon økt gradvis, der kjernen av bly og antimon er byttet ut med jern (stål). Ammunisjon som brukes i tyngre våpen kan inneholde andre metaller i tillegg, men en stor bestanddel er gjerne stål og aluminium, samt sprengstoff. Sprengstoff omsettes til ufarlige stoffer ved detonasjon. Metallene spres som metalldeleer over store arealer. Disse fjernes i den årlige ryddingen av skytefeltet.

Ved korrosjon av ammunisjonsrestene kan tungmetaller frigis, og spres til vann eller jord. De naturgitte forholdene er helt avgjørende for korrosjonshastigheten og spredningen av metallene. Faktorer som kjemi i jord og vann, avstand til åpen vannvei, type jordsmonn, nedbørsmengde og intensitet, samt vegetasjon, har alle betydning. I kalkrike og humusfattige områder kan utsigete av metaller være ubetydelig selv etter 60 års bruk (Rognerud, 2006). I kalkfattige og humusrike naturtyper kan prosjektilene korrodere noe raskere, og metallene lekker ut etter kortere tid.

Flere metaller kan være giftige for vannlevende organismer. Giftigheten er avhengig av blant annet konsentrasjon, og hvilken form metallene er på. Metaller bundet til partikler eller kolloider er normalt mindre giftige enn de som er løst (biotilgjengelige). Forsvarsbygg analyserer på ufiltrerte prøver, og får dermed totalkonsentrasjonen av metaller som er løst, bundet til kolloider og partikler. Miljøkvalitetsstandardene som er satt i Miljødirektoratets veileder M608/2016, gjelder filtrerte prøver. Analyseresultatet i filtrerte prøver viser innholdet av løste metaller og metaller bundet til kolloider mindre enn 0,45 µg/l. For å finne biotilgjengelig andel metall, må man enten bruke passive prøvetakere som kun tar opp biotilgjengelig metall, eller beregne med ligninger eller modeller. Per i dag er det ingen god metode å beregne biotilgjengelig bly for vannkvaliteten som finne i norske vannforekomster.

Forsvarsbygg har overvåket metallforurensning i flere SØF fra 1991, men fra 2006 ble samtlige SØF inkludert. Da ble vannprøver fra samtlige SØF analysert for flere metaller, sprengstoff og hvitt fosfor. Da det er metaller fra håndvåpenammunisjon som normalt kan gjenfinnes i bekkene, analyseres prøvene for bly, kobber, antimon og sink.

Gjennom årene har ulike konsulenter hatt ansvaret for overvåkingen av avrenning fra skyte- og øvingsfeltene:

1991–2006: NIVA

2006–2009: SWECO AS

2010–2014: Bioforsk

Fra juni 2014 har Golder Associates AS hatt ansvar for oppfølgingen. Rammeavtalen med Golder utløper i løpet av 2018.

Setermoen skyte- og øvingsfelt ble først prøvetatt av NIVA i 1993, og har vært systematisk overvåket med hensyn på metaller siden 1998 (NIVA, årlige rapporter 1994 – 2006; Sweco, årlige rapporter 2007 - 2009; Bioforsk, årlige rapporter 2010 - 2014; Golder Associates AS, årlige rapporter 2015 - 2017).

I skytefelt er utlekkingen av metaller relativt stabil. Overvåking i bekker og elver gjennomføres for å kontrollere at utlekking fra skytebanene ikke øker, og at det er minimal påvirkning i de større resipientene. Forsvarsbygg har som policy at metallutslippene fra skytebanene ikke skal øke fra år til år. Der metallkonsentrasjonene øker, tilstreber Forsvarsbygg å gjennomføre tiltak for å stoppe denne utviklingen.

Forsvarsbygg har valgt ut prøvepunkt som fanger opp metallavrenningen fra aktive skytebaner internt i skytefeltene, samt punkt som ligger på eller nær skytefeltgrensen. Forsvarsbygg har de siste årene basert sin overvåking på følgende fire punkttyper:

Kontrollpunkt – et punkt nedstrøms all aktivitet/bruk som kan påvirke vannet som renner ut av SØF (ofte nær SØF-grensen). Punktene ligger så nær feltets grense som praktisk mulig, eller ved utløp til hovedresipienter. Det er her grenseverdiene fra utslippstillatelsen kontrolleres. Punktene representerer utslippene av metaller fra skytefeltet.

Hovedresipient – et punkt i et større vassdrag (resipient – sjø/innsjø/elv). Som regel ligger vassdraget nedstrøms aktuelt SØF, men det kan også gå langs SØF-grensen, av eller ligge i/gå gjennom aktuelt SØF.

Referansepunkt – et punkt som ikke er påvirket av bruk av SØF. Nivåene her er viktige for sammenligning spesielt når naturforholdene (geologien) kan være årsaken til at høye konsentrasjoner av enkelte tungmetaller (eks. sink), måles der det er minimalt med påvirkning fra skytebanebruken. Benyttes også for å se hvor mye forurensning som tilføres fra andre forurensningskilder.

Internt punkt – et punkt inne i SØF, plassert nær skytebane(r). Punktet skal fange opp den lokale påvirkningen og ev. endringer i denne på et tidlig tidspunkt, slik at det er mulig å iverksette tiltak før forurensningen påvirker resipienter lenger nedstrøms.

1.2 Krav til vannkvalitet i tillatelsen

Det er i tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven, gitt 18. april 2017 av Fylkesmannen i Troms, satt krav til at miljøkvalitetsstandardene gitt i Miljødirektoratet M608/2016, skal overholdes for bly, kobber og sink i prøvepunktene ved skytefeltets grense (kontrollpunktene). Dette er punktene 4, 8, 9, 13, 21 og 28. I tillegg skal konsentrasjonen av antimon ikke overskride drikkevannsnormen på 5 µg/l. Miljøkvalitetsstandardene og tilstandsklasser for ferskvann er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Tilstandsklasser for ferskvann (Miljødirektoratet, 2016). AA-EQS gjelder for årlig gjennomsnitt. MAC-EQS gjelder for høyeste målte konsentrasjon. Verdiene gjelder for filtrert prøve.

	Klasse I	Klasse II AA-EQS	Klasse III MAC-EQS	Klasse IV	Klasse V (omfattende akutt tox ef- fekt)
Bly (Pb)	0,02	1,2*	14	57	>57
Kobber (Cu)	0,3	7,8	7,8	15,6	>15,6
Sink (Zn)	1,5	11	11	60	>60

*Miljøkvalitetsstandarden gjelder den biotilgjengelige konsentrasjonen av stoffet

Det settes og krav til å overvåke utslipp av andre prioriterte miljøgifter (vedlegg 1 i tillatelsen). Forsvarsbygg har basert på tidligere undersøkelser og kunnskap om forurensning i skyte- og øvingsfelt, vurdert at andre prioriterte miljøgifter ikke utgjør en miljømessig vesentlig betydning. De er derfor ikke inkludert i måleprogrammet.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Bruk av feltet

Området ved Barduelva ble tatt i bruk som ekserserplass i 1897 etter innføring av alminnelig verneplikt i Nord-Norge. Setermoen skyte- og øvingsfelt har vært brukt siden 1954, og er utviklet videre flere ganger etter dette.

Totalt er det rundt 25 ulike baner i feltet. Her benyttes alle typer våpen og ammunisjon. Feltet brukes av ulike avdelinger i Forsvaret samt av Politiet og sivile skytterlag. Det er tillatt å bruke frangible (fragmenterende) ammunisjon på bane A-1, A-16 og A-17. Denne ammunisjonen inneholder normalt en stor andel kobber, og den skytes mot harde flater. Flere baner er stengt eller nedlagt. På Kortholdbane 2 ble forurenset masse fjernet for ca. 5 år siden, og banen ble lagt innendørs.

Det ble i 2015 gjennomført anleggsarbeid (graving og sprenging) i Karlstadskogen i forbindelse med utbyggingen av målområdet til en stridsskytebane + 360 graders-bane.

2.2 Geologi og andre naturforhold

Setermoen skyte- og øvingsfelt ligger i Bardu kommune i Troms fylke. Feltet dekker til sammen et areal på 152 km².

Setermoen skyte- og øvingsfelt (SØF) strekker seg fra Setermoen sentrum og sørover til Melhusdalen/Melhuskardet, med Barduelva/Bardudalen på den ene siden og Salangsdalen på den andre. Det omfatter dalførene Liveltskardet og Kobbryggdalen, samt et område - Karlstadskogen - ved Barduelva/Østerdalen (figur 1). Terrengnivået i nord ved Setermoen sentrum er omkring 80 – 100 meter over havnivå, mens de sentrale fjellmassivene når høyder på over 1400 meter. Skoggrensen i området når opp til et nivå på ca. 550 - 600 moh. De lavereliggende delene av skytefeltet har barskog, mens det er et belte med bjerk mot fjellet.

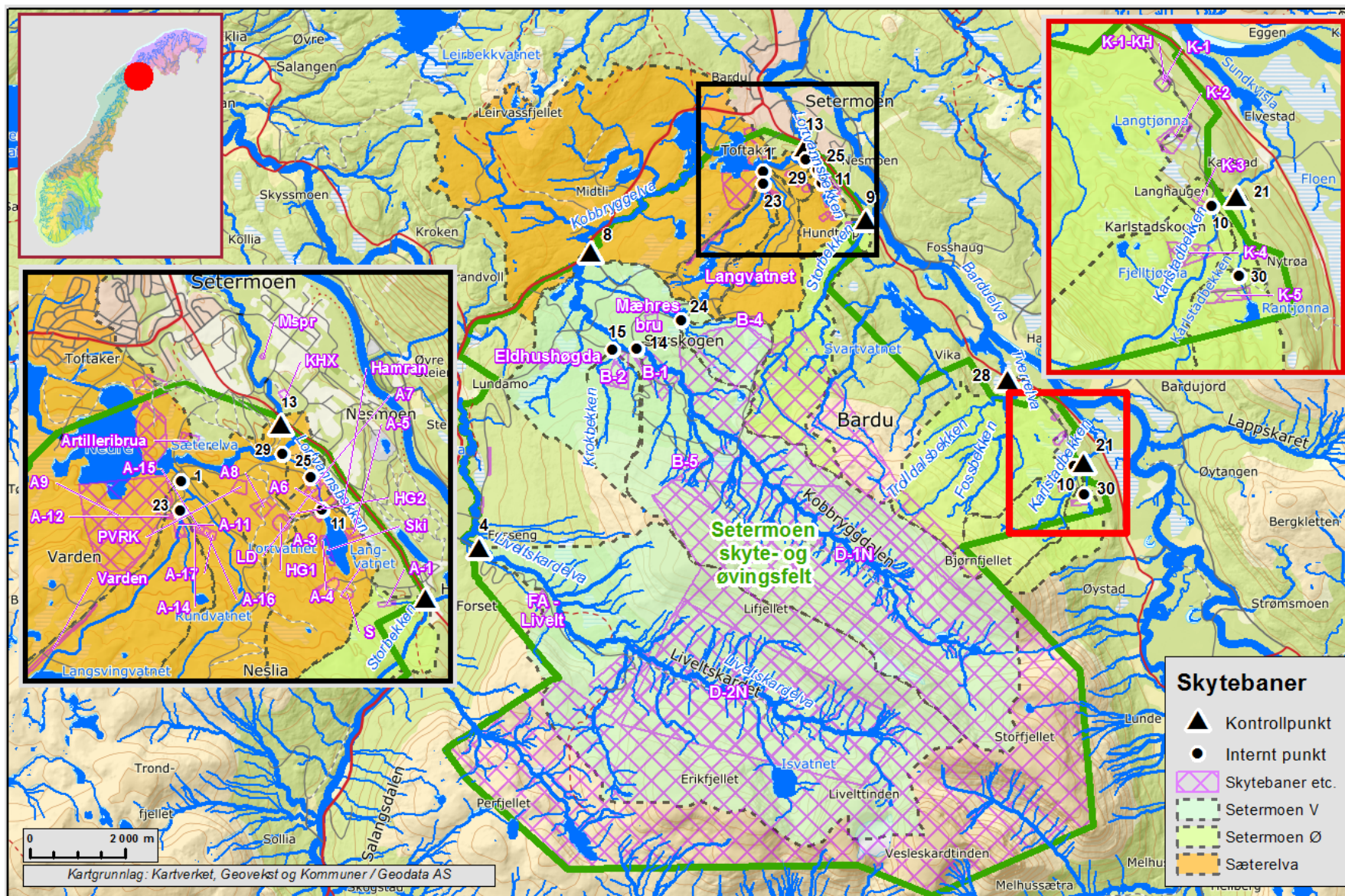
Geologisk består Troms av grunnfjell (gneiser og granitter) med et skyvedekke av metamorfe bergarter avleiret på havbunn, som senere er skjøvet opp og foldet til en fjellkjede. Skyvedekket er dominert av fyllitt, glimmerskifer og kalkstein som forvitrer lettere enn grunnfjellet. Dette

gir, der det er noe mektighet på løsmassene, opphav til et rikt jordsmonn (bl.a. rike flommarkskoger og høgstaudebjørkelier). Store arealer har imidlertid tynt løsmassedekke, med fjell i dagen. Her er også fattige og mellomfattige furumoer.

De to hoveddalførene innenfor feltet drenerer størstedelen av feltet, og gir opphav til de største vannsystemene, som er Kobbryggelva og Liveltskardelva. Disse drenerer henholdsvis til Barduelva (vannområde Bardu-/Måselvassdraget) og til Salangselva (vannområde Harstad/Salangen). Den årlige nedbøren i området er ca. 800 mm.

Figur 1 viser oversikt over Setermoen SØF, med aktive skytebaner. B-banene i Kobbryggdalen drenerer enten til Storbekken, og Storbekkvatnet og så til Kobbryggelva, eller direkte til Kobbryggelva. Kobbryggelva renner via Øvre- og Nedre Sætervann til Barduelva (vannområde Bardu-/Måselvassdraget). Målområdene for bl. a. flydropp i Liveltskardet drenerer til Liveltskardelva og videre til Salangselva (vannområde Harstad / Salangen). I Karlstadskogen ligger det fem skytebaner for håndvåpen. K-1 og K-2 drenerer mot nordvest til Fossbekken/Trolldalsbekken og videre til Barduelva. De resterende banene drenerer til Karlstadbekken, og videre ut i Barduelva. Flere av A- banene (håndvåpenbaner) drenerer til Sæter elva, som renner videre ut i Barduelva. Enkelte baner har avrenning til Lortvannet, som renner videre ut i Sæterelva og Barduelva. Bane A-1 drenerer til Storbekken før Barduelva.

Måleprogram for vann – Setermoen skyte- og øvingsfelt 2018



Figur 1: Oversikt over punkter i måleprogram for Setermoen skyte- og øvingsfelt, samt aktive skytebaner.

2.3 Vannforekomster i Vann-Nett

Tabell 3, samt vedlegg 1, viser vannforekomster identifisert i databasen Vann-Nett.

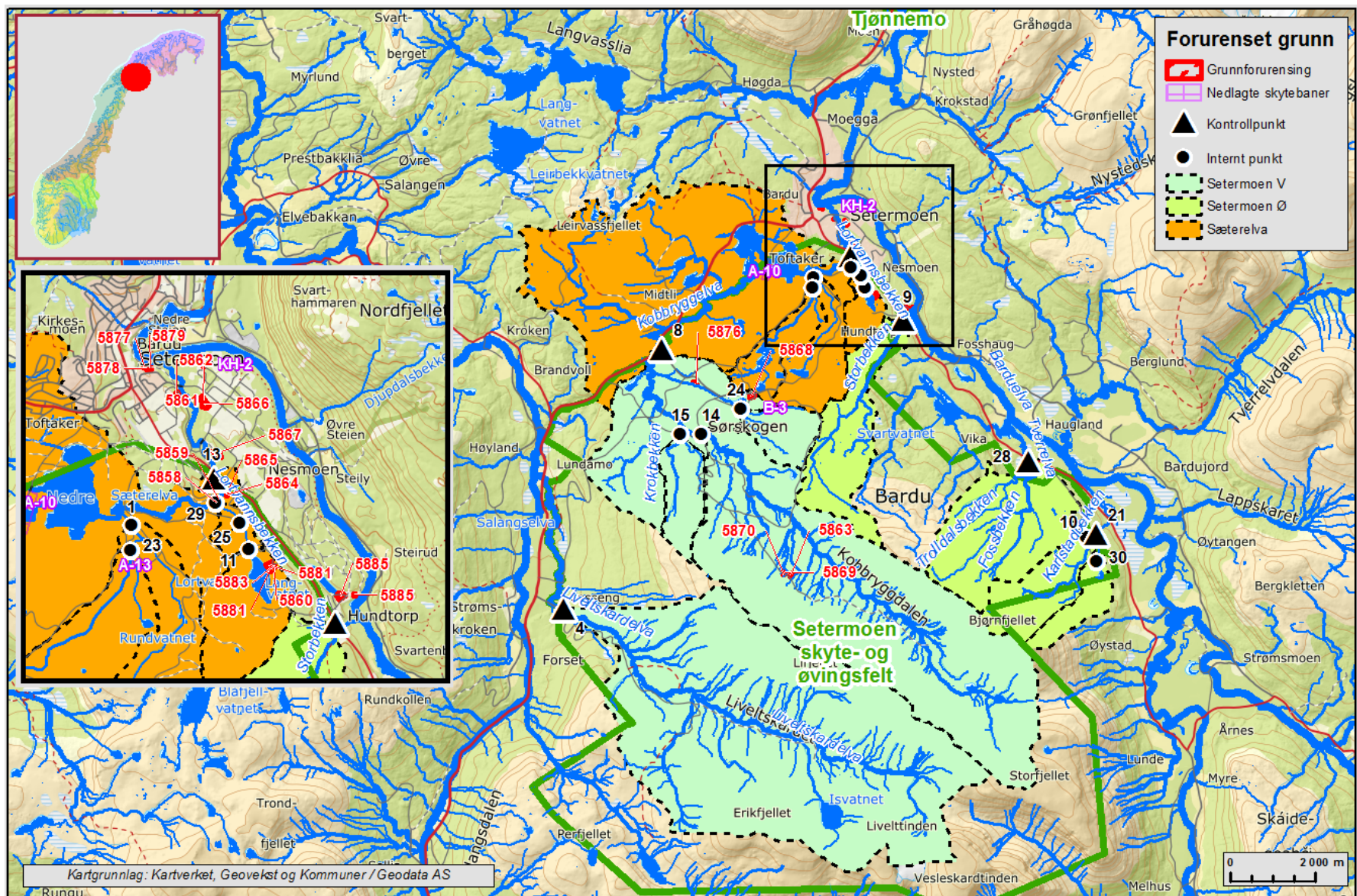
Tabell 3: Oversikt over vannforekomster fra Vann-Nett, og definert risiko. Forsvarsbyggs prøvepunkt i de ulike vannforekomstene er oppgitt, og tabellen viser hvor kontrollpunktene (hvor det er krav til EQS) er plassert.

ID	Navn vannforekomst	Kommuner	Risiko	Økologisk tilstand	Naturlig/SMVF	Prøvepunkt	Kontrollpunkt	Kommentar
196-181-R	Kobbryggelva	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	14, 8	8	
196-272-R	Kobbryggelva bekkefelt	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	15, 24		
191-82-R	Liveltskardelva bekkefelt	Bardu	Risiko	Moderat	Naturlig	Ingen i dag		
191-123-R	Liveltskardelva midtre	Bardu	Risiko	Dårlig	Naturlig	4	4	
191-122-R	Liveltskardelva nedre	Bardu	Risiko	Moderat	Naturlig	Ingen		Pkt 4 ligger like oppstrøms
196-256-R	Elv fra Langsvingvatn	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	1, 23		
196-258-R	Elv fra Langsvingvatn bekkefelt	Bardu	Ingen risiko	Svært god	Naturlig	Ingen		Pkt 1 og 23 ligger like nedenfor.
196-253-R	Karlstadbekken	Bardu	Risiko	Moderat	Naturlig	10, 30, 21	21	
196-473-R	Sæterelva	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	13	13	
196-414-R	Barduelva Setermoen-Bardufoss	Bardu, Målselv	Risiko	Moderat	Sterkt Modifisert	Ingen i dag		
196-239-R	Barduelva strekningen Sjørdalselva - Setermoen	Bardu	Risiko	Dårlig	Naturlig	Ingen i dag		
196-66281-L	Nedre Sætervatnet	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	Ingen		
191-34-R	Salangselva oppstrøms Øvrevatn	Bardu, Salangen	Udefinert	Svært dårlig	Naturlig	Ingen		
196-49223-L	Storbekkvatnet	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	Ingen		Pkt 24 tas like oppstrøms
196-391-R	Øvre Barduelv bekkefelt	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	9, 28	9, 28	
196-49179-L	Øvre Sætervatnet	Bardu	Ingen risiko	God	Naturlig	Ingen		

2.4 Forurenset grunn og deponier

Figur 2 viser deponier og stengte/nedlagte skytebaner. En oversikt over forurenset grunn og deponier er gitt i figur 2.

Måleprogram for vann – Setermoen skyte- og øvingsfelt 2018



Figur 2: Oversikt over områder med deponier og stengte/nedlagte skytebaner i Setermoen SØF. For deponier/forurenset grunn vises ID fra Miljøverndirektoratet.

2.5 Vannkvalitet i bekker og elver

En oversikt over forurensningssituasjonen i bekker og elver er gitt i vedlegg 4 til søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven, «Redegjøring av miljøtilstanden i Setermoen skyte- og øvingsfelt, og forslag til vannovervåkingsprogram» (Forsvarsbygg 2015), samt i de årlige overvåkingsrapportene som er utarbeidet for Forsvarsbyggs nasjonale overvåkingsprogram.

Det er ikke påvist noen økning av forurensning forårsaket av Forsvarets aktivitet i større bekker og elver i og utenfor Setermoen SØF. Den lave utlekkingen av metaller skyldes til dels gunstige kjemiske forhold i jord, som medfører lav korrosjon og liten mobilitet av metaller. pH varierer fra 7,5 til 8,2 – altså en basisk reaksjon. Innholdet av kalsium er etter norske forhold, høyt med konsentrasjoner mellom 8 - 19 mg/l i skytefeltet og 21 – 23 mg/l i bekken gjennom området på Karlstadskogen.

Det er ett prøvetakingspunkt i et lite sig hvor konsentrasjonene av metaller har vært høye. Dette siget ligger like ved målområde på bane K-5 i Karlstadskogen (tidligere punkt 16). Ved denne banen er fjellknauser en del av bakgrunnen/målområdet og prosjektiler pulveriseres her. Dette gjør at metalloverflaten blir større. I tillegg skytes det i selve baneløpet. Bekken renner like i forkant av fjellknausen og gjennom selve banen, slik at det er kort vei fra metallkilde til bekk. Dette medfører en høyere utlekking av metaller. På bane K-5 er det testet ut flere tiltak for å redusere metallutlekking, som del i et forsknings og utviklingsarbeid. De to bekkene som rant inn på banen ble lagt om i 2004, for å redusere mengden vann som ble tilført forurensninger. FFI har installert et fullskala filter for håndtering av resterende vannmengde ved banen, hvor ulike typer filtermaterialer testes ut (pågående prosjekt). Det brukes kun blåplast på banen i dag, noe som ikke gir metallavrenning. I dag overvåkes metallavrenningen fra området i prøvepunkt 21, hvor metallkonsentrasjonene stort sett ligger under deteksjonsgrensen.

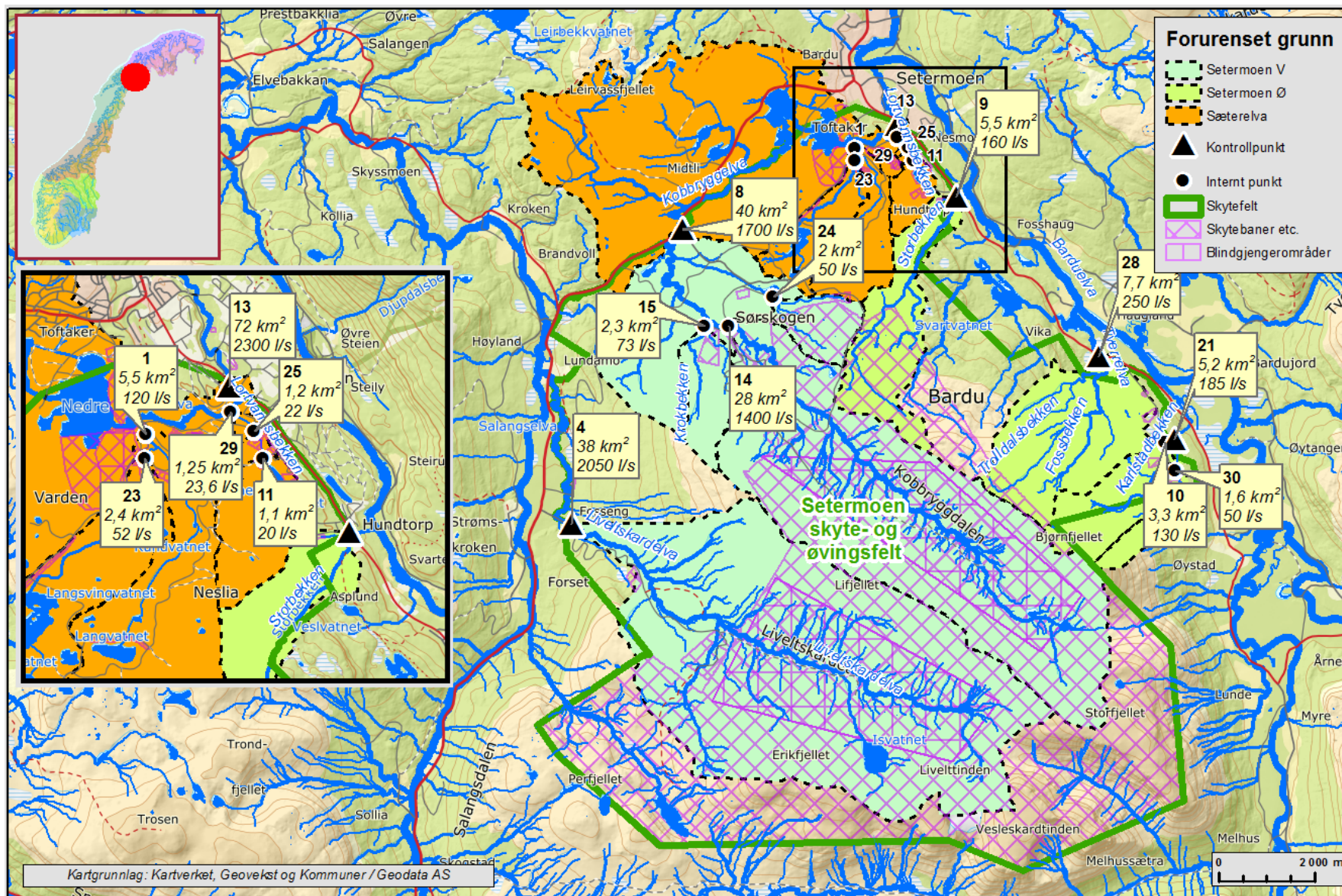
Feltet har vært undersøkt for andre forurensningsstoffer som hvitt fosfor, sprengstoff og flere andre metaller. Ingen av disse parameterne utgjør et forurensningsproblem. Konsentrasjonene har vært under deteksjonsgrensen eller på bakgrunnsnivåer i samtlige vannovervåkingspunkt.

3 Måleprogram for Setermoen skyte- og øvingsfelt.

3.1 Forslag til måleprogram

Måleprogrammet er vist i tabell 4, tabell 5 og figur 3. Overvåkingen vil være til løpende vurdering og må tilpasses resultatene som oppnås og ev. endringer i bruken av feltet eller etablering av nye baneanlegg.

Måleprogram for vann – Setermoen skyte- og øvingsfelt 2018



Figur 3: Oversikt over prøvepunkt for fremtidig måleprogram. Nedbørsfelt og avrenning for hvert målepunkt er synliggjort.

Samtlige deponier og andre lokaliteter med forurenset grunn er undersøkt tidligere. Det er gjennomført tiltak og overvåking på de lokaliteter hvor risiko var uakseptabel. Per i dag er det ikke behov for ytterligere overvåking av disse lokalitetene.

Prøvepunktene skal fange opp avrenning fra de aktive skytebanene. Metallavrenningen har i alle år med overvåking, vært rimelig konstant og på et lavt nivå pga. de gunstige geokjemiske forholdene i Setermoen. Derfor er det tilstrekkelig å ta prøver annet hvert år, med to prøverunder i det året hvor det tas prøver. Punkt 11, 25 og 29 i Lortvannsbekken prøvetas i en periode årlig for å få bedre oversikt over metallavrenning fra leirduebanen, samt sjekke hva som tilføres Sæterelva via bekken fra Lortvatn. Når vi har tilstrekkelig datagrunnlag vil kun ett av disse punkt prøvetas i måleprogrammet.

Ved behov tas ekstra prøver. Ved vedlikeholdsarbeid eller oppgradering på skytebaner og arbeid i forurenset grunn, skal Forsvarsbygg vurdere behovet for egne måleprogram for å påse at aktiviteten ikke fører til uønskede tilførsler til resipientene. Det samme gjelder ved bruk av mellomlager for forurensete masser.

Tabell 4: Analyseparametere og hyppighet av prøvetaking i måleprogrammet

	Hyppighet	Parametere	Punkttype	Prøve-punkter	Tiltak ved ev. økning i metallutslipp
Normal overvåking fra skytebaneavrenning	To prøverunder annethvert år.	Bly, kobber, antimon, sink, pH, ledningsevne, totalt organisk karbon, jern, kalsium og turbiditet	Kontrollpunkter Ufiltrerte analyser. Vurder filtrering i tillegg.	4, 8, 9, 13, 21, 28	Se kapittel 4.2
			Øvrige punkter Ufiltrerte analyser	1, 10, 11, 14, 15, 23, 24, 25, 28, 29, 30	
Ekstra overvåking skal vurderes ved graving/anleggs-drift i forurensete områder	Før og etter graving, samt en del prøver under graving.	Avhengig av forurensning (metaller, eksplosiver, hvitt fosfor og olje)			Ev. stoppe graving, og iverksette tiltak for å redusere forurensning.
Mellomlagring av forurensete masser	To ganger årlig, hvert år i perioder der det aktuelle mellomlageret er i bruk.	Ufiltrert prøve. Bly, kobber, antimon, sink og turbiditet		Avhengig av hvilket lager som brukes.	Forbedre tildekking av massene, eller andre tiltak.

Måleprogram for vann – Setermoen skyte- og øvingsfelt 2018

Tabell 5: Informasjon om prøvepunkt: hvilke bekker og elver de er plassert i, årsmiddel vannføring beregnet ut i fra areal på nedbørsfelt og årlig midlere avrenning, samt oversikt over hvilke baner de mottar avrenning fra. Kontrollpunkter er markert med grå farge. Mer detaljert beskrivelse av prøvepunktene er oppgitt i vedlegg 3.

Prøvepunkt	Bekk/Elv	Årsmiddel vannføring (l/s) og areal nedbørsfelt	Drenerer banene/deponier	Kommentar
4	Liveltskardelva	2050 l/s 38 km ²	Nedslagsfelt i Liveltskardet. D-baner.	Ved SØF grense - ut av Liveltskardet. Renner videre til Salangselva. Det er ingen definerte håndvåpenbaner i Liveltskardet, men håndvåpen kan benyttes. Vannføringen gjennom målområdene er ca 1500 l/s. Ser ingen formål med å etablere internpunkt.
8	Kobbryggelva	1700 l/s 40 km ²	B-1, B-2, B-3, B-4. Nedslagsfelt Kobbryggdalen + deponier	Ved SØF grense – ut av Kobbryggdalen. Interne pkt: 14, 15, 24.
13	Sæterelva	2300 l/s 72 km ²	Samme som punkt 8, 1 og 29 pluss nedlagte standplasser og deponier.	
14	Kobbryggelva	1400 l/s 28 km ²	B-1 og Kobbryggdalen, samt deponier.	
15	Krokbekken	73 l/s 2,3 km ²	B-2	Renner videre til Kobbryggelva
24	Storbekken, oppstrøms Storbekkvatnet	50 l/s 2 km ²	B-3 og B-4	
1	Bekk m ukjent navn	120 l/s 6 km ²	A-11, A-12, A-13, A-14, A-15, A-16, A-17	Interne pkt oppstrøms: 23. Har ingen internpunkt fra banene A14-17 da sig fra disse ikke renner direkte ut i bekk. Frangible ammunisjon tillates brukt på bane A16 og A17.
23		52 l/s 2,4 km ²	A-11, A-12, A-13	
9	Storbekken	160 l/s 6 km ²	A-1	Renner ut i Barduelva. Internpunkt er vanskelig, da avrenning fra banen er små sig og ikke danner bekk med årssikker vannføring. Frangible ammunisjon tillates brukt på bane A1.
11	Lortvannsbekken i utløp fra Lortvatnet,	20 l/s 1,1 km ²	A-3, A-4 + stengte baner og deponier.	Renner videre til Sæterelva
25		22 l/s 1,2 km ²	A-3, A-4, leirduebane + stengte baner og deponier.	Nytt pkt i 2016. Nedstrøms pkt 11 og leirduebane. Innført pga leirduebane.
29		24 l/s 1,3 km ²	A-3, A-4, leirduebane, + stengte baner og deponier + Setermoen tekniske verksted	Nytt punkt i 2016. Nedstrøms pkt 11 og 25. Innført for å erstatte punkt 11 på sikt. Utløp rør, avrenning til Sæterelva.
28	Tverrelva	250 l/s 7,7 km ²	K-1 og K-2	Renner ut i hovedresipienten Barduelva.
21	Karlstadbekken	185 l/s 5,2 km ²	K-3, K-4, stengt bane K-5 (brukes kun til blåplast i dag).	Renner ut i Barduelva. Interne pkt oppstrøms: 10 og 30.
10	Karlstadbekken	130 l/s 3 km ²	K-3, K-4	
30	Tilløp til Karlstadbekken	50 l/s 1,6 km ²	Ny bane K-5 + stengt bane K-5.	Nytt punkt i 2016. Ny bane har avrennings-sikring.

Prøvepunkt	Bekk/Elv	Årsmiddel vannføring (l/s) og areal nedbørsfelt	Drenerer bane/deponier	Kommentar
Ev punkt ihht krav i Vannforskriften				Forsvarsbygg skal i dialog med vannregionmyndighet vurdere samarbeid om andre målepunkt.

3.2 Tiltak ved økt metallavrenning/overskridelse av grenseverdier

Dersom en metallkonsentrasjon i et kontrollpunkt overskrider en satt grenseverdi, skal Forsvarsbygg iverksette aksjonspunktene under, så langt det er nødvendig for å avklare hvorvidt overskridelsen er reell.

Aksjon ved overskridelse av grenseverdi:

1. Sjekke øvrige parametere for prøven
2. Sammenlikne resultatene for filtrerte og ufiltrerte analyser
3. Sammenlikne med resultatene for punkter i samme vannsystem
4. Reanalyse av prøven
5. Sjekk om det er skjedd noe oppstrøms prøvepunkt (eks. øvelse, graving o.l.) eller det var ekstremnedbør ved prøvetaking. Sjekk også nivåene målt i referansepunktet.
6. Hyppigere prøvetaking/flere prøvetakingsrunder i en periode i punkter i samme vannsystem.

Om overskridelsen(e) fortsetter i gjentatte prøver (punkt 6 ovenfor) defineres det som et avvik og følgende tiltak kan bli aktuelle:

1. Fylkesmannen underrettes gjennom beskrivelse av avviket i årsrapporten.
2. Beregne biotilgjengelighet og toksisitet (ev med biotic ligand model) for Pb, Cu og Zn – der det er relevant.
3. Vurdere hva overskridelsen har å si for bekken, og betydning for resipienter nedstrøms.
4. Vurdere mulige tiltak, samt kost/nytte av tiltakene.

4 Gjennomføring av måleprogram

4.1 Organisering

Forsvarsbygg står for utvelgelsen av punkter som skal prøvetas, samt den overordnede prosjektledelsen. Forsvarsbygg står selv for prøvetakingen, mens konsulenter står for organisering av prøvetakingen (herunder kontakt med laboratoriet), samt bearbeiding og rapportering av resultatene.

Forsvarsbygg inngår rammeavtaler med akkreditert laboratorium og med konsulent, ca. hvert fjerde år.

4.2 Utvelgelse av Prøvepunkt

Hva angår referansepunkter er det vanskelig å finne noen egnede i området til Setermoen skyte- og øvingsfelt. Det er derfor ingen referansepunkter med i dagens måleprogram.

For de interne punktene gjør Forsvarsbygg årlige vurderinger av hvilke punkt som skal prøvetas. Punktene skal i størst mulig grad fange opp avrenning fra arealer med aktive skytebaner. Det kan forekomme endringer i prøvetakingsplanen av ulike årsaker, for eksempel behov for å avklare årsak eller kilde til høye metallverdier, nye baner, eller man oppdager at ikke alle baner har avrenning til eksisterende prøvepunkt. Det kan også oppstå behov for nye prøvepunkt i andre prosjekt Forsvarsbygg gjennomfører. De interne punktene som prøvetas kan derfor variere fra år til år, og av og til også fra vårprøvetakingen til høstprøvetakingen.

Konsulenten har ansvar for å oppdatere kartbøker og feltskjemaer, så de til enhver tid viser hvilke punkter som skal prøvetas ved neste prøvetakingsrunde.

4.3 Prøvetaking

Prøvetakingen foretas av ansatte i Forsvarsbygg. Instruksjoner for prøvetakingen utarbeides av konsulenten. Prøvetakingen tar utgangspunkt i norske standarder, og er beskrevet både i prosedyre i Forsvarsbyggs kvalitetssystem, samt i instruksjon som sendes fra konsulent til prøvetaker.

Prøvetakingsinstruksjonene tar sikte på å sikre at prøvetakingen skjer med mest mulig representativitet og med minst mulig kontaminering. Noen av hovedpunktene fra instruksjonene er gjengitt i tabell 6.

Tabell 6: Oversikt over innførte tiltak for å redusere unormale avvik i prøveresultatene

Oppgave	Tiltak
Lokalisering	Konsulenten utarbeider en kartbok med bl.a. beskrivelse av hvert prøvepunkt med kartutsnitt, GPS-koordinater og bilde.
Uttak av prøver	Prøvene tas på det dypeste stedet midt i bekken for å unngå kontaminering fra sediment og overflatelag. I større vassdrag brukes vannhenter.
Skylling av prøveflasker	Prøveflasker og korker skylles tre ganger med vann fra prøvepunktet. Skyllevannet helles ut nedstrøms prøvepunktet eller på land.
Forhåndsmerkede prøveflasker	Alle prøveflasker merkes med ferdigutfylte etiketter med strekkoder fra analyselaboratoriet. Dette reduserer feilkilden med skrivefeil fra prøvetaker, og at merkingen viskes ut under transport.
Fotografering av prøvepunktet	Ved vannprøvetakingen tas et bilde av vannstrengen og med prøveflasken(e) synlige i bildet. Dette bidrar til å redusere feilkildene ved å få mer presise oppfatninger av vannføringen på stedet, samt at man kan kvalitetssikre at de merkede prøveflaskene ble fylt opp på riktig lokasjon.
Beskrivelse av vannføring	Vannføringen ved prøvepunktet beskrives både ved avkrysning på feltskjema (lav – middels – høy), samt gjennom fotografering ved prøvepunktet.
Innsending av prøver	Prøvene sendes til analyse umiddelbart etter prøvetakingen. Hvis de må oppbevares, lagres de kaldt og mørkt.

4.4 Analyser

Så raskt som mulig etter prøvetakingen sendes prøvene til analyse ved et akkreditert laboratorium. Prøvene analyseres etter norske og/eller internasjonale standarder, så langt det er mulig. Prøvene som sendes til laboratoriet er ufiltrerte, og i alle punkter blir det utført analyser på disse ufiltrerte vannprøvene. I kontrollpunktene vil Forsvarsbygg vurdere om prøvene skal filtreres i tillegg, pga krav i vannforskriften. Dette gjennomføres i så fall av laboratoriet.

Forsvarsbygg har vurdert å gå helt over til å bare analysere filtrerte vannprøver, men da mister vi sammenlikningsgrunnlaget med tidligere utført analysering av ufiltrerte vannprøver. I rapportene har derfor hovedvekten blitt lagt på resultatene fra ufiltrerte prøver. I tillegg er Forsvarsbygg interessert i å se på total utlekking av metaller. Når årsak til økt utlekking skyldes hendelser som erosjon, graving, kjøring med tunge kjøretøy, er det viktig å ha med partikkelbundet metallutlekking.

For det nasjonale måleprogrammet for SØF bruker Forsvarsbygg analysepakken, vist i tabell 7.

Tabell 7: Standard analysepakke for analyser i Forsvarsbyggs måleprogram for nasjonale SØF.

Metaller fra ammunisjonsbruk	Kobber (Cu) Bly (Pb) Sink (Zn) Antimon (Sb)
Støtteparametere	pH Kalsium (Ca) Ledningsevne Turbiditet (FNU) Totalt organisk karbon (TOC) Jern (Fe)

Alle stoffene forekommer naturlig med bakgrunnskonsentrasjoner som kan variere mye, basert på historiske, geologiske og geokjemiske forhold. Forhøyde konsentrasjoner av disse stoffene vil også kunne gjenfinnes i avrenning fra veier og bebygde områder.

De ulike støtteparameterne som måles, er de som har størst betydning for metallenes forekomst i vannprøvene.

Metallene er ofte knyttet til partikler eller organisk stoff, og derfor måles også turbiditet (som mål for suspendert stoff) og totalt organisk materiale (TOC). Metallenes løselighet er påvirket av vannets surhetsgrad, som måles som pH og primært påvirkes av innholdet av kalsium. Kalsium virker som et binde-/utfellingsmiddel, som får organisk stoff og metaller til lettere å binde seg i jord eller sediment, og ofte ser man en tydelig sammenheng mellom kalsium- og tungmetallinnhold (lavt innhold av tungmetaller ved høyt kalsiuminnhold). Også saltinnholdet (målt som ledningsevne) er viktig, da økende saltinnhold kan gi en økt korrosjon av metaller. Denne parameteren gir i tillegg indikasjon på hvorvidt det kan være stor tilførsel av grunnvann til bekken. Jern måles fordi det sier mye om redoksforholdene. Under oksygenfattige forhold er jern forholdsvis lettoppløselig, men når det utsettes for oksygen danner det stabile kompleksforbindelser (jernoksider). I disse kompleksforbindelsene inngår som regel også andre metaller, som blir bundet og friggitt sammen med jernet.

I vedlegg 4 finnes detaljerte opplysninger om analysemetodene som brukes av det aktuelle laboratoriet. Vedlegget kan bli endret/oppdatert etter behov, f.eks. ved endring av målemetoder eller bruk av annet laboratorium.

5 Utvidet overvåking

Ved graving/anleggsdrift i forurensede områder, eller ved bruk av mellomlager, skal overvåkingen utvides.

5.1 Graving/anleggsdrift i forurenset grunn

Det utarbeides et eget måleprogram, hvor analyseparametere bestemmes ut fra type forurensning det skal graves i. Prøver tas før, under og etter graving. Hyppighet utover dette vurderes i hvert enkelt tilfelle.

5.2 Mellomlager

Det tas prøve to ganger årlig, vår og høst, fra mellomlageret tas i bruk. Plassering av prøve-stasjon vurderes av Forsvarsbygg, med formål å gi representative målinger av sigevann fra mellomlageret. Det analyseres på bly, kobber, antimon, sink og turbiditet. Andre analyseparametere må også vurderes.

6 Kvalitetskontroll

6.1 Usikkerhetsvurderinger

Golder har i et eget notat gjort en vurdering av usikkerhetene knyttet til de ulike trinnene i overvåkingsprogrammet (vedlegg 5). I tillegg ses det på hva som er gjennomført, og kan gjennomføres, for å redusere usikkerhetene. Sammenfattningen av notatet gjengis her:

Sett opp mot formålene med overvåkingsprogrammet er de største usikkerhetene knyttet til at prøvene må tas i naturlige resipienter, som kan være påvirket av mange andre faktorer, og der det er store naturlige variasjoner av alle parametere. Med bare to prøver hvert år, eller annet hvert år, er det ikke mulig å få presise verdier, som kan brukes til detaljerte beskrivelser av forskjeller mellom punkter, eller utviklingen over tid, i de enkelte punktene. Usikkerhetene kan reduseres gjennom å øke antallet prøver, men det vil kreve et stort antall ekstra prøver å oppnå en vesentlig forbedring, og dette vil få store praktiske og økonomiske konsekvenser. I betraktning av at metallnivåene på Setermoen er lave, og utviklingen tar lang tid, anser Forsvarsbygg at de naturgitte usikkerhetene er noe man må leve med. Man vil med dagens program kunne fange opp store iøynefallende endringer, og man vil kunne gjøre det i god tid før verdiene nærmer seg de fastsatte grenseverdiene.

For aktiviteter der man har bedre kontroll har Forsvarsbygg allerede iverksatt en rekke tiltak for å redusere usikkerheten. Dette gjelder spesielt selve prøvetakingen, samt analysene på laboratorium, og behandlingen og kontrollen av resultatene. Golder og Forsvarsbygg gjennomgår for tiden hele overvåkingsprogrammet for å vurdere hvilke ytterligere forbedringer og tiltak som kan gjennomføres for å redusere usikkerheten. Resultatet av dette vil være klart medio 2018. Én konkret sak som vurderes er i noen av punktene (især kontrollpunktene) å gå over til analyse på filtrerte prøver, da man dermed får en lavere rapporteringsgrense, og kan få konkrete resultater i en del punkter, der mesteparten av verdiene hittil har ligget under rapporteringsgrensen.

6.2 Internkontroll

Til hjelp med overvåkingsprogrammet bruker Forsvarsbygg en ekstern konsulent, for tiden Golder Associates AS.

Til konsulentens arbeidsoppgaver hører å foreta kontroll av noen av de arbeidsoppgavene som utføres av Forsvarsbyggs egne medarbeidere (først og fremst prøvetaking) og av laboratoriet.

I forhold til prøvetakingen kontrollerer konsulenten feltskjemaene og bilder som er tatt i forbindelse med prøvetakingen umiddelbart etter at de er mottatt for å avklare eventuelle feil eller usikkerheter så tidlig som mulig.

Når analyseresultatene mottas fra lab gjennomgår konsulenten resultatene og sammenlikner dem med de ofte lange tidsserier som foreligger. Om det konstateres verdier som ligger utenfor tidligere variasjonsintervall ber man om reanalyse. Det er Forsvarsbyggs oppfatning og erfaring, at denne kontroll er både effektiv og nyttig, idet den fanger opp de konkrete feilene i de konkrete prøvene, og fanger opp tilfeldige feil (bl.a. menneskelige feil) som det er nesten umulig å oppdage ved andre typer kvalitetskontroller (ringtester, blindprøver m.m.).

I tillegg til den direkte kontrollen deltar konsulenten i arbeidet med å etablere og kontrollere systemene og instruksjonene som brukes i overvåkingsprogrammet, samt i opplæringen av personalet fra Forsvarsbygg som gjennomfører prøvetakingen.

For Setermoen er det planlagt at Golder deltar ved den første prøvetakingen i 2018.

6.3 Tredjepartskontroll

Forsvarsbygg planlegger å gjennomføre tredjepartskontroll sent i 2018/ tidlig 2019 på Setermoen. Ved den første tredjepartskontrollen vil Forsvarsbygg sammen med kontrollør diskutere når det vil være fornuftig med ny kontroll.

7 Rapportering til Fylkesmannen og i Vannmiljø

Resultatene av overvåkingen rapporteres annethvert år. Analyseresultatene legges ved rapporteringen via Altinn ifm. årsrapport 1. mars. Overvåkingsdata legges inn i database Vannmiljø.

Hvis Forsvarsbygg måler økende mengder av metaller i punkter over noe tid, skal Forsvarsbygg informere Fylkesmannen om dette. Forsvarsbygg skal sende med en vurdering av miljørisikoen knyttet til økningen, og opplyse hvilke tiltak som blir satt inn for å avklare årsakene og også får å stanse den økte utlekkingen.

Endringer i måleprogrammet skal forelegges Fylkesmannen til informasjon.

8 Referanser

Forsvarsbygg, 2015. Redegjøring av miljøtilstanden i Setermoen skyte- og øvingsfelt, og forslag til vannovervåkingsprogram. Forsvarsbygg Futura rapport 447/2013. Revidert desember 2015.

NIVA, årlige rapporter 1994 – 2006. Overvåking av metallforurensning fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Rapportene er tilgjengelige på <https://brage.bibsys.no>.

Sweco, årlige rapporter 2007 – 2009. Avrenning fra Forsvarets skyte – og øvingsfelt. Overvåking av vannforurensning. Program Tungmetallovervåking. Rapportene er tilgjengelige hos Forsvarsbygg.

Bioforsk, årlige rapporter 2010 – 2014. Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåking. Rapportene er tilgjengelige hos Forsvarsbygg.

Golder Associates AS, årlige rapporter 2015 – 2017. Forsvarsbyggs skyte og øvingsfelt. Program tungmetallovervåking. Rapportene er tilgjengelige på www.forsvarsbygg.no.

Kobbryggelva

Vannforekomst: 196-181-R

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		■ Ingen risiko
Tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	■ Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	■ Udefinert
Miljømål	Økologisk	Kjemisk
	■ God	■ Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand	2022-2027	2028-2033



Kobbryggelva bekkefelt

Vannforekomst: 196-272-R

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		■ Ingen risiko
Tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	■ Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	■ Udefinert
Miljømål	Økologisk	Kjemisk
	■ God	■ Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand	2022-2027	2028-2033



Elv fra Langsvingvatn

Vannforekomst: 196-256-R

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		■ Ingen risiko
Tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	■ Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	■ Udefinert
Miljømål	Økologisk	Kjemisk
	■ God	■ Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand	2022-2027	2028-2033



Elv fra Langsvingvatn bekkefelt

Vannforekomst: 196-258-R

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		Ingen risiko
Tilstand		
Pålitelighetsgrad	Klassifisering	
Økologisk tilstand	Lav	Antatt svært god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	Udefinert
Miljømål		
	Økologisk	Kjemisk
	Svært god	Udefinert
Forventet økologisk og		
Kjemisk tilstand		



Karlstadbekken

Vannforekomst: 196-253-R

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		Risiko
Tilstand		
Pålitelighetsgrad	Klassifisering	
Økologisk tilstand	Lav	Antatt moderat
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	Udefinert
Miljømål		
	Økologisk	Kjemisk
	God	Udefinert
Unntak for miljømål: §9: Utsatt frist av tekniske årsaker		
Forventet økologisk og		



Barduelva Setermoen-Bardufoss

Vannforekomst: 196-414-R

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		Risiko
Potensial		
Pålitelighetsgrad	Klassifisering	
Økologisk potensial	Ingen informasjon	Moderat
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	Udefinert
Dagens økologisk tilstand	Lav	Antatt moderat
Miljømål		
	Potensial	Kjemisk
	Godt	Udefinert
Konkret miljømål Ingen konkrete mål satt		



Barduelva strekningen Søralselva - Setermoen

Vannforekomst: 196-239-R

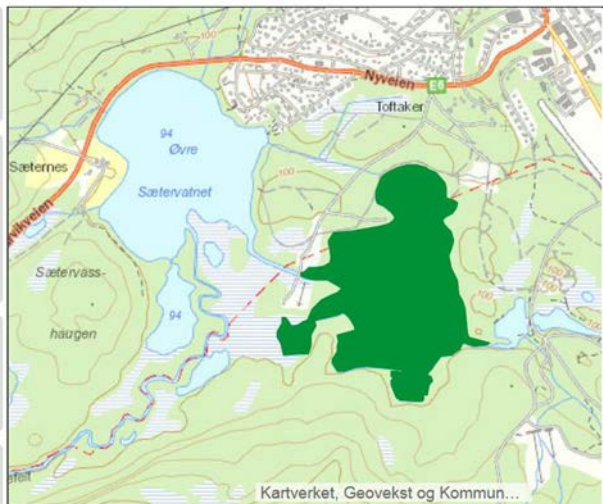
Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		Risiko
Tilstand		
Økologisk tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	Antatt dårlig
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	Udefinert
Miljømål		
	Økologisk	Kjemisk
	God	Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand		
	2022-2027	2028-2033



Nedre Sætervatnet

Vannforekomst: 196-66281-L

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		Ingen risiko
Tilstand		
Økologisk tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	Udefinert
Miljømål		
	Økologisk	Kjemisk
	God	Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand		
	2022-2027	2028-2033



Salangselva oppstrøms Øvrevatn

Vannforekomst: 191-34-R

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		Udefinert
Tilstand		
Økologisk tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	Antatt svært dårlig
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	Udefinert
Miljømål		
	Økologisk	Kjemisk
	God	Udefinert
Unntak for miljømål: §9: Utsatt frist av tekniske årsaker		
Forventet økologisk og kjemisk tilstand		
	2022-2027	2028-2033



Storbekkvatnet

Vannforekomst: 196-49223-L

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		■ Ingen risiko
Tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	■ Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	■ Udefinert
Miljømål	Økologisk	Kjemisk
	■ God	■ Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand	2022-2027	2028-2033



Sæterelva

Vannforekomst: 196-473-R

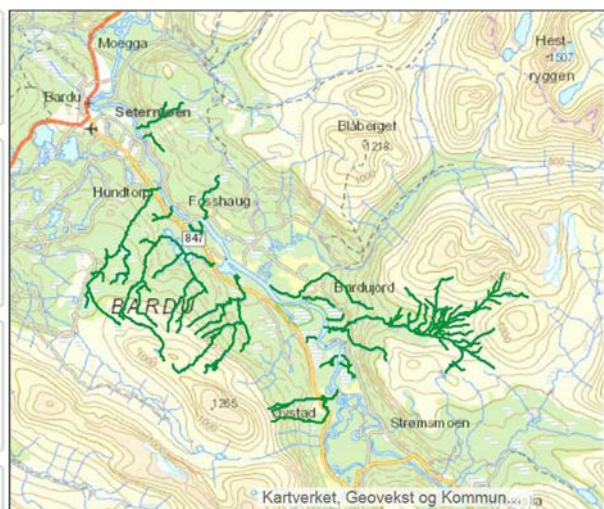
Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		■ Ingen risiko
Tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Middels	■ Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	■ Udefinert
Miljømål	Økologisk	Kjemisk
	■ God	■ Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand	2022-2027	2028-2033



Øvre Barduelv bekkefelt

Vannforekomst: 196-391-R

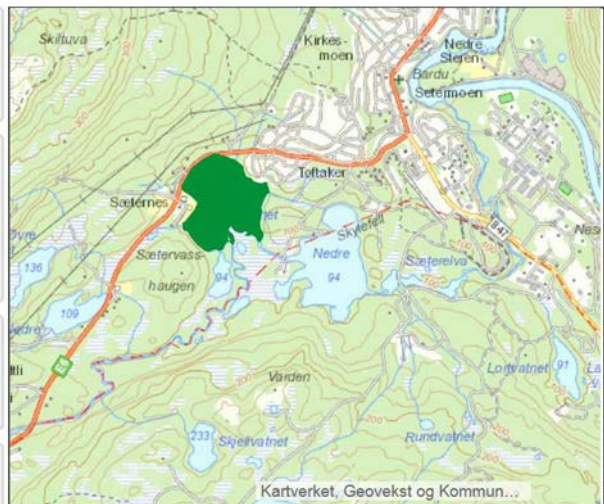
Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		■ Ingen risiko
Tilstand	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	■ Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	■ Udefinert
Miljømål	Økologisk	Kjemisk
	■ God	■ Oppnår god
Forventet økologisk og kjemisk tilstand	2022-2027	2028-2033



Øvre Sætervatnet

Vannforekomst: 196-49179-L

Risikovurdering		
Risiko for miljømålet ikke nås innen 2021		■ Ingen risiko
Tilstand		
	Pålitelighetsgrad	Klassifisering
Økologisk tilstand	Lav	■ Antatt god
Kjemisk tilstand	Ingen informasjon	■ Udefinert
Miljømål		
	Økologisk	Kjemisk
	■ God	■ Udefinert
Forventet økologisk og kjemisk tilstand		
	2022-2027	2028-2033



Vedlegg 2 – Informasjon om deponier

ID Miljøverndir.	Tidl. ID (KLIF)	ID Forsv. bygg	Navn	Areal km ²
5858	1922013	FG100192201	Setermoen - Ingeniørleiren-teknisk verksted	1900
5859	1922014	FG101192201	Setermoen-Ingeniørleiren -lager Nord-Norge deponi	320
5860	1922015	FG107192251	Lortvatnet-Fatdeponi	240
5861	1922018	FG102192201	Setermoen -Kavalerileiren-Fylling	370
5862	1922019	FG109192201	Setermoen - Artillerileiren-Deponi på Brinken	490
5863	1922020	FG102192251	Setermoen SØF - Kobbryggdalen - avsluttet deponi 1	3100
5864	1922021	FG104192201	Setermoen - Ingeniørleiren - forurenset grunn	320
5865	1922022	FG105192201	Setermoen - Brinken v/SMTV	330
5866	1922023	FG110192201	Setermoen -Kavalerileiren-Fylling v/Minken stadion	5800
5867	1922027	FG107192201	Setermoen - Varmesentral og biobrenselanlegg	4600
5868	1922028	FG103192251	Kommunal fylling i Sørskogen, Storbekkvatnet	7100
5869	1922029	FG100192251	Setermoen SØF - Kobbryggen avsluttet deponi 3	1100
5870	1922030	FG101192251	Setermoen SØF - Kobbryggen avsluttet deponi 2	1200
5876	1922037	FG104192251	Setermoen -Fylling i Sørskogen	1700
5877	1922038	FG115192201	Setermoen - Avfallsfylling A på Brinken	400
5878	1922039	FG116192201	Setermoen - Avfallsfylling B på Brinken	340
5879	1922040	FG117192201	Setermoen - Avfallsfylling C på Brinken	430
5881	1922042	FG105192251	Lortvatnet - avfallsfylling	1200
5881	1922042	FG105192251	Lortvatnet - avfallsfylling	100
5883	1922049	FG108192251	Øvre Lortvatn	150
5885	1922051	FG103192201	Hundtorp leir - deponi	4600
5885	1922051	FG103192201	Hundtorp leir - deponi	490

Vedlegg 3 – Beskrivelse av prøvepunkter

Pkt.	Type	Vassdrag	Beliggenhet	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentar	Nedbørfelt	Avrenning	Koordinater i UTM33	
							km ²	l/s	Øst	Vest
1	Internt punkt	Bekk fra Langvatnet og Langsvingvatnet	Innen utløp i Sæterelva		Bane A-11, A-12, A-13, A-14, A-15, A-16 og A-17		6	120	634 703	7 641 097
4	Kontrollpunkt	Liveltskardelva	Ved skytefeltgrensen, Nyheim	Stor elv	Målområder i Liveltskardet		38	2 050	628 756	7 633 210
8	Kontrollpunkt	Kobbryggelva	Ved skytefeltgrensen, E6 oppstrøms Moanfossen	Stor elv	Bane B-1 og B-2 og nedslagsfelt for tyngre våpen Alle målområder i Kobbryggdalen		40	1 700	631 078	7 639 394
9	Kontrollpunkt	Storbekken	Ved skytefeltgrensen, Fv847 innen utløp i Barduelva		Bane A-1	Renner ut i Hovedresipienten Barduelva	6	160	636 831	7 640 072
10	Internt punkt	Karlstadbekken	Ved skytefeltgrensen, oppstrøms tilløp fra bekk øst for Hølbekkhauget		Bane K-3, K-4		3	130	641 196	7 634 924
11	Internt punkt	Lortvannsbekken	I utløpet av Lortvatnet		Bane A-3 og A-4 samt nedlagte baner og deponier	Hadde til 2015 egen analysepakke pga overvåking av deponi	1,1	20	635 930	7 640 848
13	Kontrollpunkt	Sæterelva		Mellomstor elv	Alle A baner bortsett fra A-1, samt B-banene og målområder i Kobbryggdalen	Hovedresipient	72	2 300	635 566	7 641 590
14	Internt punkt	Kobbryggelva	Oppstrøms Krokbecken	Stor elv	Bane B-1 og Kobbryggdalen nedslagsområde		28	1 400	632 057	7 637 376

Pkt.	Type	Vassdrag	Beliggenhet	Beskrivelse	Dreneringsområde	Kommentar	Nedbørfelt	Avrenning	Koordinater i UTM33	
							km ²	l/s	Øst	Vest
15	Internt punkt	Krokbekken	Innen utløp i Kobbryggelva		Bane B-2		2,3	73	631 536	7 637 371
21	Kontrollpunkt	Karlstadbekken	Ved skytefeltgrensen, nedstrøms tilløp fra bekk øst for Hølbekkhauget	Stor bekk	Bane K-3, K-4 og K-5 (brukes kun til blåplast i dag) samt ny frangible bane (etablert 2016)	Anleggsarbeid på K-4 i 2015/2016	5,2	185	641 400	7 634 996
23	Internt punkt	Bekk fra Langsvingvatnet	Nedstrøms skytebane A-11, 4 m nedstrøms betongrør/vei		Bane A-11, A-12 og A-13		2,4	52	634 694	7 640 840
24	Internt punkt	Storbekken	Oppstrøms Storbekkvatnet		Bane B-3 og B-4		2,0	50	632 983	7 637 977
25	Internt punkt	Lortvannsbekken	Mellom Lortvatnet og Sæterelva, ved kulvert/rør under Setermoen tekniske verksted		Bane A-3, A-5 + nedlagte baner, leirduebane og deponier og A-7 (nedlagt?)		1,2	22	635 835	7 641 128
28	Kontrollpunkt	Tverrelva	Ved skytefeltgrensen, Fv847 innen utløp i Barduelva		Bane K-1 og K-2	Renner ut i Hovedresipienten Barduelva	7,7	33	639 802	7 636 729
29	Internt punkt	Lortvannsbekken	Utløp rør, avrenning til Sæterelva, Nedstrøms punkt 11 og 25		A-3, A-4, leirduebane, + stengte baner og deponier + Setermoen tekniske verksted.	Nytt punkt i 2017	1,3	24	635 588	7 641 333
30	Internt punkt	Bekk øst for Hølbekkhauget	Nedstrøms Svartmyra/skytebane K-5		Ny bane (frangible) m. filter + stengt bane K-5	Nytt punkt i 2016	1,6	50	641 421	7 634 339

Vedlegg 4 - Analysemetoder

Her vises analysemetodene som er brukt av Eurofins i 2017 (LOQ; rapporteringsgrense, MU; måleusikkerhet).

Stoff	Analyse	Enhet	Standard	LOQ	MU
pH	målt ved 23 +/- 2°C		NS-EN ISO 10523	1	
Konduktivitet	ved 25°C (målt ved 23 +/- 2°C)	mS/m	NS-EN ISO 7888	0,1	10 %
Turbiditet		FNU	NS-EN ISO 7027	0,1	30 %
Total organisk karbon	TOC/NPOC	mg/l	NS EN 1484	0,3	30 %
Bly (Pb)	oppsluttet (ufiltrert)	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,2	25%-35%
	filtrert	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,01	20 %
Kobber (Cu)	oppsluttet (ufiltrert)	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,5	15%-20%
	filtrert	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,05	25 %
Sink (Zn)	oppsluttet (ufiltrert)	µg/l	NS EN ISO 17294-2	2	20 %
	filtrert	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,2	25 %
Antimon (Sb)	oppsluttet (ufiltrert)	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,2	20 %
	filtrert	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,02	20 %
Jern (Fe)	oppsluttet (ufiltrert)	µg/l	NS EN ISO 17294-2	2	25 %
	filtrert	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,3	20 %
Kalsium (Ca)	oppsluttet (ufiltrert)	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,05	15 %
	filtrert	µg/l	NS EN ISO 17294-2	0,05	10 %

Vedlegg 5 – Vurderinger av usikkerhetsbidrag og tiltak for å redusere usikkerheten

I dette vedlegget gjøres en vurdering av usikkerhetene knyttet til de ulike trinnene i overvåkingsprogrammet. I tillegg ses det på hva som er gjennomført, og kan gjennomføres, for å redusere usikkerhetene. Når Golder har vurdert usikkerhet ved de ulike delene av overvåkingsprogrammet, har det vært med tanke på at hovedformålet med overvåkingsprogrammet er å kontrollere at metallutslipp fra skytebanene ikke øker over tid, og at det er minimal påvirkning i de større resipientene.

Golder har vurdert at usikkerhetsbidragene knyttet til vannovervåkingsprogrammet ved skyte- og øvingsfeltene primært vil være forbundet med:

1.	Måling av utslipp fra skytefeltet	1
2.	Valg av målepunkter.....	2
3.	Alternative kilder.....	3
4.	Tidspunkt for prøvetaking	3
5.	Prøvetakingsfrekvens.....	5
6.	Utførelse av prøvetaking	6
7.	Analyseusikkerhet	7
8.	Databehandling/oppfølging.....	8
9.	Kvalitetskontroll av analyseresultater	9
10.	Verdier under rapporteringsgrensen.....	10
11.	Sammendrag av usikkerhetsvurderingene	11

Under gjøres en vurdering av usikkerheten for de ulike trinnene, og en vurdering av hvor det eventuelt er mest hensiktsmessig å redusere usikkerhetene.

1. Måling av utslipp fra skytefeltet

Frigjøringen av metaller fra ammunisjonsrester på skytebanene foregår typisk i små mengder over lang tid, og over store områder. Utslippene kan ikke måles direkte, og må beregnes på bakgrunn av resultater fra målepunkter i resipienter nedstrøms skytebanene. Disse resipientene mottar også avrenning fra områder utenfor skytebanene, som inneholder metaller fra jord og berggrunn, og eventuelt fra andre forurensningskilder. Verdiene som måles vil i tillegg til andre kilder også være påvirket både av klimatiske, hydrologiske og biologiske forhold (nedbør, vannføring og binding/frigivelse av metaller i sediment og organismer). De faktiske utslippene kjennes derfor ikke, og skytebanenes og skytefeltenes betydning må vurderes ut fra sammenlikning mellom forskjellige prøvepunkter og gjennom analyse av tidsserier.

For å kvantifisere transporten av metallene er det for Setermoen gjennomført beregninger av nedbørfelt og avrenning (middelvannføring 1961-1990) for de enkelte prøvepunktene. Beregningene er basert på NEVINA, NVEs verktøy for denne typer beregninger. Gjennom å multiplisere vannføringen (l/s) med gjennomsnittlige verdier for metallene ($\mu\text{g/l}$) kan man beregne en teoretisk middeltransport (kg/år). Det er store usikkerheter knyttet til disse beregningene, da både verdiene for metallene og avrenningen er usikkert bestemt, og i virkeligheten varierer mye, selv innenfor korte tidsrom. For å kunne sammenlikne resultatene er det derfor viktig, at prøvene er tatt på noenlunde samme tidspunkter.

Den beregnede transporten omfatter både bidraget fra skytebanene og andre kilder, og det vil sjeldent være med mulig å fastslå skytebanenes andel med sikkerhet.

For verdier under rapporteringsgrensen brukes halv rapporteringsgrense ved beregningen av middelverdiene (se avsnitt 10). For store resipienter med mange verdier under rapporteringsgrensen representerer dette en stor usikkerhet. Beregning av totalt bidrag fra skytefeltet er per i dag ikke et hovedformål i overvåkingsprogrammet, i alle fall ikke så lenge konsentrasjonene er på et lavt nivå. Men Forsvarsbygg ønsker å kontrollere at metallutslipp fra skytebanene ikke øker over tid, og at det er minimal påvirkning i de større resipientene. Derfor vil Forsvarsbygg vurdere å gjennomføre analyse på filtrerte prøver i kontrollpunktene på Setermoen, da dette medfører en lavere rapporteringsgrense og dermed en større sikkerhet på beregningene i de store resipientene.

2. Valg av målepunkter

Valg av målepunkt skal sikre prøver som er representative for det faktiske utslippet av den enkelte komponent. I et SØF er det umulig å fange opp all forurensning og få eksakt volum og konsentrasjon. Generelt vil vannprøver tatt ved prøvepunkter som er plassert i mindre bekker, nær skytebanene, gi et mer representativt bilde av utslippet enn prøver som er tatt i bekker/elver med stor vannføring og lenger vekk fra skytebanen.

Ved utvelgelse av målepunkter er det en rekke kriterier som ideelt sett skal oppfylles. Disse inkluderer:

- Punktene skal fange opp metallavrenning fra en eller flere aktive skytebaner.
- Årsstabil vannføring og stor nok vannføring til at det er mulig å ta prøver uten å risikere kontaminering.
- Ikke for store vassdrag. Belastningen fra skytefelt er normalt liten og vil ikke være mulig å måle i større resipienter da måleusikkerheten på de aktuelle metallene ligger på 15-35 % (avsnitt 7).
- Forholdsvis lett adkomst.
- Punktene bør være upåvirket av annet enn skytebanene/skytefeltet.
- Punktene legges oppstrøms vei der dette er mulig.
- Kontrollpunkter legges nær skytefeltgrensen for å registrere påvirkningen fra skytefeltet på områder utenfor feltet.
- Interne punkter legges der man ønsker å holde ekstra øye med spesielle delområder av skytefeltene, normalt nedstrøms skytebaner. Forsvarsbygg har i de fleste skytefeltene gjennomført detaljerte undersøkelser som danner grunnlag for utvelgelse av punktene.
- Referansepunkter legges primært oppstrøms skytebaner/skytefelt i resipienter som overvåkes med kontrollpunkter eller interne punkter lengre nedstrøms.
- Prøvepunkt som anlegges nedstrøms to bekkesamløp må ligge nedenfor innblandingssonen.

I praksis er det oftest vanskelig å tilfredsstille alle disse kriteriene.

Skytefeltene ligger ofte høyt i terrenget, der det ikke er mulig å finne egnede referansepunkter oppstrøms målepunktene som skal registrere belastningen. Mange felt har derfor ingen referansepunkt, og dermed er det vanskelig å fastslå hvor mye av metallene som skyldes naturlig avrenning. I SØF hvor det finnes mineralrik berggrunn kan dette medføre stor usikkerhet i hva som er den faktiske metallavrenningen fra skytebanene.

Motsatt ligger kontrollpunktene ofte så langt nedstrøms skytebanene, at det på grunn av fortykning vil være store usikkerheter ved beregning av mengde metaller som forlater skytefeltet. Man vil få et godt bilde av hva konsentrasjonene er ved skytefeltets grense, men kan ikke bedømme andelen som kommer fra skytefeltet.

Hovedformålet med programmet er å fange opp større økninger i metallutslipp fra skytebanene. De interne punktene er plassert med dette i tankene. I et stort område som Setermoen SØF (152 km²) med ca. 40 aktive skytebaner er det mulig å registrere utslippene fra de enkelte skytebanene, og punktene er plassert for å fange opp eventuelle utslipp fra banene der belastningen forventes å være størst eller mest konsentrert. Så lenge verdiene er lave i punktene som forventes å være verst anser Forsvarsbygg at usikkerheten er ubetydelig i de øvrige delene av skytefeltet.

3. Alternative kilder

En vesentlig usikkerhet i forbindelse med tolkningen av resultatene fra overvåkingsprogrammet er at det ofte kan finnes andre kilder til metallene. Disse inkluderer:

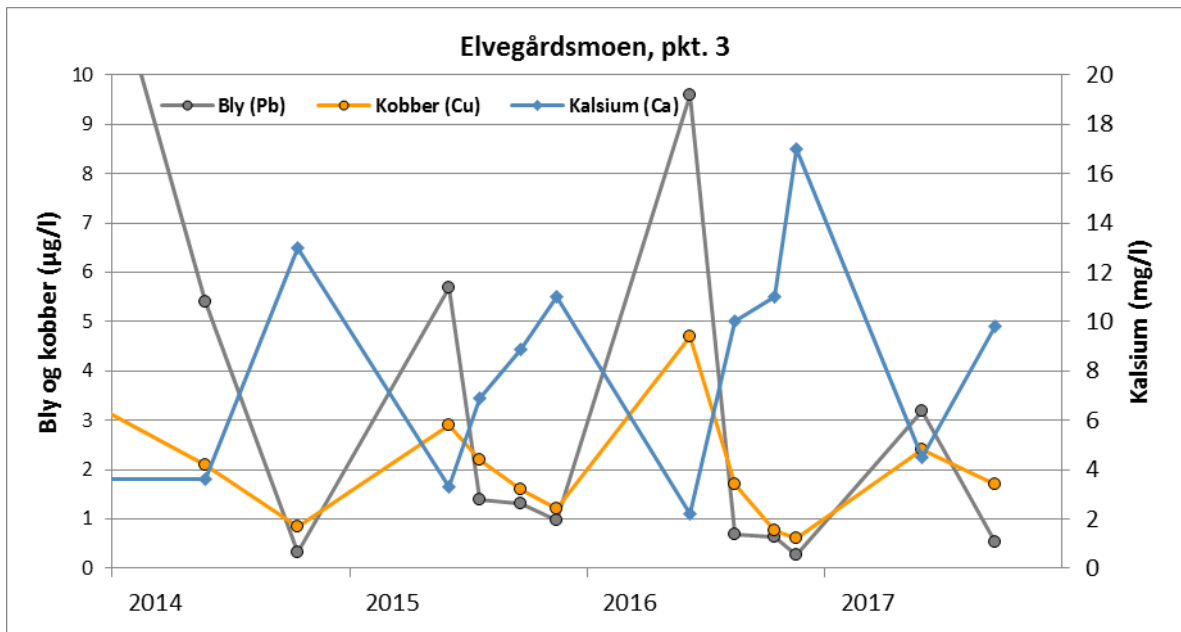
- Overflatevann fra veier og bebygde arealer
- Mineralholdige jord- eller bergmasser
- Deponier
- Fyllmasser
- Anleggsarbeid
- Historisk forurensning
- Endringer i avrenning eller geokjemiske forhold
- Andre konkrete kilder (disse kan være langt oppstrøms, men kan allikevel ha effekt)

Som eksempel kan det nevnes at normale konsentrasjonsnivåer i overvann er 5-30 µg/l for bly, 10-50 µg/l for kobber og 50-170 µg/l for sink /1/. Dette er nivåer langt over det som normalt finnes i avrenningen fra skytebaner.

4. Tidspunkt for prøvetaking

I de fleste punktene forekommer det store naturlige variasjoner for mange av stoffene, slik at resultatene vil være sterkt påvirket av når prøvene tas.

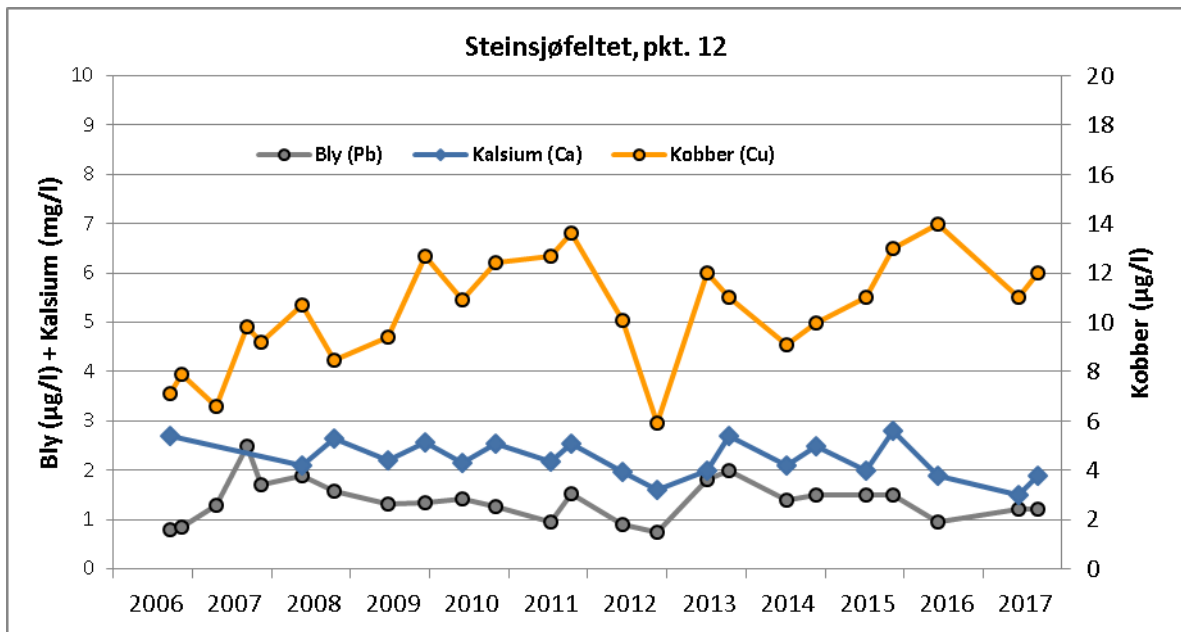
De største variasjonene forekommer typisk i de minste bekkene/sigene, der nedbør kan medføre en stor fortykning, mens motsatt uttørring kan medføre oppkonsentrering av noen metaller, samtidig som det blir vanskelig å ta prøver som ikke er kontaminerte (partikler). Variasjonene kan også være betydelige i litt større bekker. Som eksempel er vist grafene for bly, kobber og kalsium i punkt 3 på Elvegårdsmoen (figur 1). Bly varierer i perioden 2014-2017 mellom 0,31 og 9,6 µg/l (ca. en faktor 30), kobber mellom 0,6 og 4,7 µg/l (en faktor 8) og kalsium mellom 2,2 og 17 mg/l (en faktor 8). Det kan bemerkes at verdiene for bly og kobber er høyest når kalsium er lavest og motsatt.



Figur 1: Variasjon av bly, kobber og kalsium, Elvegårdsmoen punkt 3, 2014-2017.

Selv i punkter med noenlunde stabil vannkjemi må man regne med at verdiene kan variere med en faktor 2. Punkt 12 fra Steinsjøfeltet er vist som eksempel (figur 2). Usikkerheten knyttet til prøvetakingstidspunkt i forhold til naturlige variasjoner og episodiske hendelser er derfor veldig stor, og for veldig mange punkter vil denne usikkerheten utgjøre det aller største usikkerhetsbidraget. Forsvarsbygg har tidligere prøvd å styre prøvetakingen til en tørr periode, en nedbørsrik periode eller like etter snøsmelting, for å se om det var store forskjeller i metallutslipp i disse periodene, og hvorvidt prøvetakingen burde styres inn mot spesielle nedbørsforhold. Resultatene gav ingen entydige svar. Selv om metallkonsentrasjonen øker i enkelte punkt under nedbørsepisoder pga. økt utvasking, går konsentrasjonen ned i andre prøvepunkt pga. fortykning. Under snøsmeltingsepisoder kan man treffe på perioder med avrenning av «ren» snø, og i andre perioder med stor metallutlekking sammen med store mengder smeltevann. Forsvarsbygg har derfor besluttet at tidspunkt for prøvetaking ikke skal styres, men at prøvetaker skal beskrive faktorer som vannføring, værforhold og ev. flomforhold, og konsulenten tar hensyn til dette når resultatene tolkes.

Usikkerhetene knyttet til den naturlige variasjonen og prøvetakingstidspunktene bestemmes av prøvetakingsfrekvensen, se neste avsnitt.



Figur 2: Variasjon av kalsium, kobber og bly, Steinsjøfeltet punkt 12, 2016-2017.

5. Prøvetakingsfrekvens

Hovedformålet med prøvetakingen er å kontrollere at det ikke skjer noen vesentlig økning av utslippene. Hovedspørsmålet her er hvordan man definerer en «vesentlig økning». Jo mindre endringer man ønsker å påvise, jo hyppigere prøvetaking er nødvendig for å ta høyde for den store, naturlige variasjonen.

I de aller fleste skytefeltene og prøvepunktene er nivåene av metallene lave, og endringene fra år til år er ubetydelige i forhold til den store naturlige variasjonen (en faktor 2 eller større – avsnitt 4), og usikkerheten på analysene (15-50 %, avsnitt 7).

Belastningen fra skytefelt er typisk noe som bygges opp over mange år, eller til og med tiår. Først skal det opphopes en stor mengde med ammunisjonsrester, så skal de ligge så lenge at korrosjonen «tar fart», deretter skal de omgivende jord- og vannmasser mettes så mye med metallene at det blir et større «overskudd» som lekker ut. Alt dette tar lang tid. I kalkrike og humusfattige områder kan utsiget av metaller være ubetydelig selv etter 60 års bruk (Rognerud, 2006).

Ut fra den store naturlige variasjonen er det ikke praktisk mulig, eller økonomisk forsvarlig, å ta så mange prøver som er nødvendig for å bruke tradisjonelle statistiske metoder for sammenlikning av resultater fra forskjellige perioder, eller for analyse av trender. Forsvarsbygg foreslår derfor at man bruker følgende metode for å definere hva som er vesentlige endringer:

Dersom det ved prøvetaking påvises en verdi som skiller seg fra tidligere verdier, og fire av fem nye (supplerende) resultater er høyere (lavere) enn åtte av de siste 10 resultatene, før verdien som skilte seg ut ble påvist, er det snakk om en vesentlig endring.

Forsvarsbygg mener at det er tilstrekkelig med prøvetaking to ganger per år, enten hvert år eller med 2-3 års intervall, for å fange opp slike «vesentlige endringer». Det blir ca. 10-20 prøver per tiår. Forsvarsbygg mener at dette normalt er et rimelig nivå i betraktning av det lange tidsperspektivet og den oftest minimale påvirkningen.

Det vil være tilfeller der det kreves en hyppigere prøvetaking, f.eks.

- I punkter der verdiene er høye (over 50 % av aktuelle grenseverdier/klassegrenser) og variable.
- I punkter der datagrunnlaget er begrenset. Sammenlikningen foreslått ovenfor krever minst 15 resultater.
- I punkter der det er mistanke om vesentlige endringer eller usikkerheter knyttet til resultatene, bør man øke prøvetakingsfrekvensen i en periode for raskest mulig fastslå om eventuelle endringer er feil, kortvarige, eller representerer vesentlige endringer for punktene. F.eks. ble det i 2017 tatt fire prøver i punktene i Brånabekken i Hengsvann, da det første resultatet var mye høyere enn tidligere nivåer.

Ved slik utvidet prøvetaking kan det være nødvendig å utarbeide egne kriterier for hva som skal betraktes som «vesentlige endringer». Det kan f.eks. være ønskelig å fange opp mindre endringer i de relative nivåene. Om verdiene allerede er høye gir en ytterligere økning på 100 % veldig høye verdier. Og når verdiene er høye er det ofte en sammenheng med andre faktorer, f.eks. høye metallverdier når kalsium er lav og/eller TOC er høy. Er dette tilfellet må man ta hensyn til det i sine kriterier, så man f.eks. ikke sammenlikner resultater fra en periode med lav kalsium med resultater fra en periode med høy kalsium.

Usikkerhetene knyttet til prøvetakingsfrekvensen og den naturlige variasjonen er de største i forbindelse med overvåkingsprogrammet. Usikkerhetene kan reduseres gjennom å øke antallet prøver, men det vil kreve et stort antall ekstra prøver for å oppnå en vesentlig forbedring, og dette vil få store praktiske og økonomiske konsekvenser. I betraktning av at metallnivåene på Setermoen er lave og utviklingen tar lang tid anser Forsvarsbygg at denne usikkerheten er til å leve med. Man vil med dagens program kunne oppfange store iøynefallende endringer, og man vil kunne gjøre det i god tid innen verdiene nærmer seg de fastsatte grenseverdiene.

6. Utførelse av prøvetaking

I forbindelse med prøvetakingen er den største usikkerheten knyttet til prøvetaking i små sig, der det kan være nesten umulig å ta prøvene uten at de blir kontaminert med sediment. Derfor unngås denne type prøvepunkter så langt det er mulig i overvåkingsprogrammet. På enkelte skytefelt finnes der likevel ingen alternativer, slik at man er nødt til å bruke små sig som egentlig ikke er egnet til denne type prøvetaking, nettopp på grunn av usikkerheten knyttet til kontaminering av vannprøven.

Forsvarsbygg og Golder har tidligere sett at det var mulig å redusere usikkerheter knyttet til prøvetaking, og disse tiltakene er derfor iverksatt. Forsvarsbygg har utarbeidet retningslinjer for hvordan prøvetakingen skal foregå. De viktigste punktene er opplistet i tabell 1.

Tabell 1 Retningslinjer for prøvetakingen

Oppgave	Retningslinjer
Lokalisering	Konsulenten utarbeider en kartbok med bl.a. beskrivelse av hvert prøvepunkt med kartutsnitt, GPS-koordinater og bilde.
Merkepinne	I en del skytefelt er prøvepunktene merket med pinne med navn på prøvepunktet.
Uttak av prøver	Prøvene tas på det dypeste stedet midt i bekken for å unngå kontaminering fra sediment. I større vassdrag brukes vannhenter.

Oppgave	Retningslinjer
Skylling av prøveflasker	Prøveflasker og korker skylles tre ganger med vann fra prøvepunktet. Skyllvannet helles ut nedstrøms prøvepunktet eller på land.
Forhåndsmerkede prøveflasker	Alle prøveflasker merkes med ferdigutfylte etiketter med strekkoder fra analyselaboratoriet. Dette reduserer feilkilden med skrivefeil fra prøvetaker, og at merkingen viskes ut under transport.
Fotografering av prøvepunktet	Ved vannprøvetakingen tas et bilde av vannstrengen og av prøveflasken(e). Dette bidrar til å redusere feilkildene ved å få mer presise oppfatninger av vannføringen på stedet, samt at man kan kvalitetssikre at de merkede prøveflaskene ble fylt opp på riktig lokasjon.
Beskrivelse av vannføring	Vannføringen ved prøvepunktet beskrives både ved avkrysning på feltskjema (lav – middels – høy), samt gjennom fotografering ved prøvepunktet.
Innsending av prøver	Prøvene sendes til analyse umiddelbart etter prøvetakingen, i egnede forsendesesesker med kjøleelementer.
Oppbevaring av prøver	Hvis prøvene må oppbevares, skal de lagres kaldt og mørkt.

Om retningslinjene følges anser Forsvarsbygg at usikkerheten ved selve prøvetakingen er minimal.

Dette ble bekreftet i 2015 da det ble tatt triplikate prøver i 15 punkter. Av de 450 analyseresultatene var det bare to som lå utenfor laboratoriets måleusikkerhet. Samtidig viste det seg at variasjonen i resultatene for de aller fleste tilfellene lå langt under den måleusikkerhet som angis av laboratoriet, slik at man kan betrakte usikkerheten ved prøvetakingen som inkludert i usikkerheten til selve analysen.

7. Analyseusikkerhet

Alle analyser gjøres på akkreditert laboratorium. Prøvene analyseres etter norske og/eller internasjonale standarder.

Prøvene som sendes til laboratoriet er ufiltrerte, og i alle punkter blir det utført analyser på disse ufiltrerte vannprøvene. Forsvarsbygg vil vurdere å gjennomføre analyser på filtrerte prøver i kontrollpunkt i enkelte SØF. Prøvene vil i så fall filtreres av laboratoriet. Forsvarsbygg har vurdert å gå helt over til analyse av filtrerte prøver, men da mister man sammenlikningsgrunnlaget i de prøvene som så langt er tatt i området. Forsvarsbygg har også valgt å fokusere på ufiltrerte prøver på grunn av interessen for total utlekking av metaller. Når årsaken til økt utlekking skyldes hendelser som erosjon, graving, eller kjøring med tunge kjøretøy, er det viktig å ha med partikkelbundet metallutlekking.

Det gjeldende laboratoriets analysemetoder er beskrevet i vedlegg 3. Dette kan bli endret etter behov, f.eks. ved bytte av analysemetoder, standarder, eller laboratorium.

Analyser i henhold til norsk standard har en viss presisjon, og resultatene oppgis med måleusikkerheten (MU) i %, samt rapporteringsgrensen (laboratoriet bruker betegnelsene kvantifiseringsgrensen og LOQ). Verdiene for de aktuelle stoffene i 2017 er vist i tabell 2.

Tabell 2: Måleusikkerheter (MU) og rapporteringsgrenser (LOQ) i 2017 for standardpakken for SØF

Stoff	MU ufiltrert	MU filtrert	LOQ ufiltrert	LOQ filtrert
Kalsium (Ca)	15 %	10 %	0,05	0,05
Kobber (Cu)	15-20 %	25-35 %	0,5	0,05
Jern (Fe)	25 %	20 %	2	0,3
Sink (Zn)	15-20 %	25 %	2	0,2
Bly (Pb)	25-35 %	20-50 %	0,2	0,01
Antimon (Sb)	20 %	20 %	0,2	0,02
TOC	20-30 %	i.a.*	0,3-0,5	i.a.
Turbiditet	30 %	i.a.	0,1	i.a.
Ledningsevne	10 %	i.a.	0,1	i.a.

* i.a. = ikke analysert

Verdiene i tabell 2 er usikkerheter som knytter seg til de valgte metodene. I tillegg til dette foreligger det mulighet for menneskelige feil – at metodene ikke følges korrekt. Det kan være prøver som byttes om, eller merkes feil, det kan være feil ved beregninger, eller feil ved innstilling og kalibrering av instrumentene. Det kan også forekomme kontaminering av prøver internt på laboratoriet. Slike feil forekommer med varierende og uforutsigbar hyppighet, også avhengig av kvalitetskontroll og rutiner hos laboratoriet. Kvalitetskontrollen som gjennomføres av Forsvarsbygg/konsulenten er beskrevet i avsnitt 9.

8. Databehandling/oppfølging

Det er store datamengder som er oppsamlet for skytefeltene som inngår i overvåkingsprogrammet. Ved utgangen av 2017 foreligger det ca. 85 000 analyseresultater, fordelt på 123 stoffer, 823 punkter, 7 800 prøver og 77 skytefelt. Med disse datamengdene er det viktig at databehandlingen foregår på en effektiv måte, samtidig som den gir minst mulig rom for feil. Det er også viktig at verdifull informasjon ikke går tapt, eller «forsvinner» i store mengder prosjektdokumenter.

Forsvarsbygg har overlatt databehandlingen til konsulentene, slik at Forsvarsbyggs mulighet for å påvirke primært er gjennom valg av konsulent, og de krav og retningslinjer som gis i denne forbindelsen.

Noen av de retningslinjer som følges i 2017 er:

- Data lagres i en database.
- I tillegg til analyseresultater inneholder databasen også annen relevant informasjon. F.eks. informasjon fra feltskjemaer og metadata (navn på datafiler, når innlesing har foregått, hvem som har lagt inn data osv.). Dette gjelder etter 2013.
- Innlesing av analyseresultater foregår automatisk fra laboratoriets datafiler for å unngå feil ved manuell innlesing.
- Under innlesingen foretas en kvalitetskontroll, så man f.eks. oppdager endringer i skrivemåte for stoffene, eller betegnelsen for prøvene.
- Det er mulig å markere avvikende resultater som ikke godkjent, samt å kommentere hvorfor resultatet ikke er godkjent. Dette for at statistiske beregninger skal være basert på de mest sannsynlig riktige resultatene.

- Det er utviklet verktøy (i Excel) for en hurtig og sikker presentasjon av data, bl.a. en «grafgenerator» for å produsere grafer med tidsserier for de enkelte stoffene i utvalgte punkter/områder/skytefelt.
- Når nye analyseresultater foreligger, leses de umiddelbart inn i databasen, og ved hjelp av «grafgeneratoren» analyseres data for å finne eventuelle avvik (se avsnitt 9).

Golder anser usikkerhet knyttet til databehandling som lav.

9. Kvalitetskontroll av analyseresultater

Uansett hvor bra rutinene er i forbindelse med prøvetaking og analysering vil feil forekomme. Det er derfor viktig å ha bra rutiner for å fange opp eventuelle feil/usikkerheter så raskt som mulig. Tar det for lang tid å finne feilene er det vanskelig for prøvetakeren, eller laboratoriet, å huske/dokumentere, hva som har blitt gjort. Laboratoriet oppbevarer kun prøvene i tre måneder, så reanalyse må gjøres innenfor dette tidsrommet.

I dette overvåkingsprogrammet følges disse rutinene:

- Laboratoriet sender analyseresultater og kopi av feltskjemaer til konsulenten.
- Konsulenten legger resultatene inn i en database, se avsnitt 8.
- Konsulenten gjennomgår oppdaterte standardgrafer for alle stoffer, og vurderer analyseresultatenes troverdighet. Det tas i den forbindelse hensyn til resultatene for støtteparametere, samt foreliggende informasjon fra feltskjemaet og bilder.
- Om det påtreffes vesentlige avvik bestiller konsulenten reanalyse av gjeldende analyser. Dette gjelder normalt ikke støtteparameterne TOC, turbiditet og jern, da disse kan endres ved oppbevaring.
- Bekreftes resultatet ved reanalysen vurderes det om resultatet skal beholdes (om det er «troverdige»), eller skal forkastes. Normalt gjøres denne vurderingen først etter noen flere prøvetakinger, da det først er etter flere målinger man kan se om en usedvanlig verdi er en enkeltstående topp, eller den første verdien på et nytt, høyere nivå. For sistnevnte, om det er snakk om en «vesentlig endring» som definert i avsnitt 5.
- Konsulenten orienterer umiddelbart Forsvarsbygg om eventuelle mistanker om avvik, og bestillinger og resultater av reanalyser.

For dette overvåkingsprogrammet har man fordel av å ha lange prøveserier, slik at sterkt avvikende resultater lett kan identifiseres, og eventuelt kontrolleres ved reanalyser. I avtalen med laboratoriet skal vannprøvene oppbevares i tre måneder, i tilfelle behov for reanalyse. Konsulenten gjennomgår og kvalitetssikrer alle analyseresultatene fortløpende ettersom analyseresultatene kommer inn.

For 2016 og 2017 var det henholdsvis ca. 120 og ca. 160 av ca. 7000 analyser begge år (ca. 2 %), som ble sendt til reanalyse, og det ble begge år konstatert ca. 80 feil (ca. 1 % av samtlige analyser).

Basert på dette er det Forsvarsbyggs oppfatning at denne kvalitetskontrollen er både effektiv og nyttig, idet den fanger opp de konkrete feilene i de konkrete prøvene, og fanger opp tilfeldige feil (bl.a. menneskelige feil) som det er nesten umulig å oppdage ved andre typer kvalitetskontroller (ringtester, blindprøver m.m.).

10. Verdier under rapporteringsgrensen

Verdiene for de fleste metallene er i de fleste punktene så lave, at de ligger under rapporteringsgrensen. Dette gjelder spesielt for kontrollpunktene, som ofte ligger i noe større bekker enn de andre prøvepunkttypene. I tabell 3 er resultatene vist for kontrollpunktene i Setermoen. Normal praksis ved beregninger er dersom en verdi ligger under rapporteringsgrensen, så brukes halvparten av rapporteringsgrensen som «verdi». Men denne verdien sier ikke noe om virkeligheten. Den faktiske verdien kan like gjerne være 0, som rapporteringsgrensen. Ekstra usikkert blir det da rapporteringsgrensen varierer med valg av laboratorium og analysemetoder. F.eks. har rapporteringsgrensen for bly variert mellom 0,6 (2008-2010) til 0,02 i 2014.

Tabell 3: Andelen av resultater (2012-2017) under rapporteringsgrensen for kontrollpunktene i Setermoen.

Setermoen		2012-2017					Tilst.kl. II
Stoff	Punkt	Antall prøver	Antall prøver <rg	% < rg*	Gj. snitt	Maks.	µg/l
Kobber (Cu)	9	8	1	13 %	0,7	1,1	<7,8
	13	6		0 %	0,8	1,0	
	21	14	4	29 %	0,7	2,1	
Bly (Pb)	9	8	8	100 %	0,1	0,1	<1,2
	13	6	4	67 %	0,1	0,1	
	21	14	9	64 %	0,2	0,7	
Sink (Zn)	9	8	8	100 %	1,0	1,5	<11
	13	6	5	83 %	1,1	1,5	
	21	14	11	79 %	1,6	4,4	
Antimon (Sb)	9	8	8	100 %	0,1	0,1	<5**
	13	6	6	100 %	0,1	0,1	
	21	14	13	93 %	0,1	0,1	

* rg = rapporteringsgrense

** drikkevannsnorm

På grunn av mange verdier under rapporteringsgrensen er det i de fleste punktene liten mening å gjennomføre statistiske beregninger, eller analyser, og det er vanskelig å konkludere vedrørende eventuelle påvirkninger fra skytefeltet, eller variasjoner fra år til år.

Hovedmålet med overvåkingen er å sikre miljøet, og dette må anses oppnådd, så lenge verdiene av metallene er så lave at de ikke kan måles. Men for å få et bedre beslutningsgrunnlag vil Forsvarsbygg fremover vurdere å bruke filtrerte analyser i kontrollpunktene, da rapporteringsgrensene er mye lavere enn for de ufiltrerte analysene (tabell 2).

11. Sammendrag av usikkerhetsvurderingene

Sett opp mot formålene med overvåkingsprogrammet er de største usikkerhetene knyttet til at prøvene må tas i naturlige resipienter (avsnitt 1 og 2), som kan være påvirket av mange andre faktorer (avsnitt 3), og der det er store naturlige variasjoner av alle parametere (avsnitt 4). Med bare to prøver hvert år, eller annet hvert år, er det ikke mulig å få presise verdier, som kan brukes til detaljerte beskrivelser av forskjeller mellom punkter, eller utviklingen over tid, i de enkelte punktene. Usikkerhetene kan reduseres gjennom å øke antallet prøver (avsnitt 5), men det vil kreve et stort antall ekstra prøver å oppnå en vesentlig forbedring, og dette vil få store praktiske og økonomiske konsekvenser. I betraktning av at metallnivåene på Setermoen er lave, og utviklingen tar lang tid, anser Forsvarsbygg at de naturgitte usikkerhetene er noe man må leve med. Man vil med dagens program kunne fange opp store iøynefallende endringer, og man vil kunne gjøre det i god tid før verdiene nærmer seg de fastsatte grenseverdiene.

For aktiviteter der man har bedre kontroll har Forsvarsbygg allerede iverksatt en rekke tiltak for å redusere usikkerheten. Dette gjelder spesielt selve prøvetakingen (avsnitt 6), samt analysene på laboratorium (avsnitt 7), og behandlingen (avsnitt 8) og kontrollen (avsnitt 9) av resultatene. Golder og Forsvarsbygg gjennomgår for tiden hele overvåkingsprogrammet for å vurdere hvilke ytterligere forbedringer og tiltak som kan gjennomføres for å redusere usikkerheten. Resultatet av dette vil være klart medio 2018. Én konkret sak som vurderes er i noen av punktene (især kontrollpunktene) å gå over til analyse på filtrerte prøver, da man dermed får en lavere rapporteringsgrense, og kan få konkrete resultater i en del punkter, der mesteparten av verdiene hittil har ligget under rapporteringsgrensen (avsnitt 10).

12. Referanser

- /1/ Åstebøl, S.O., Kjølholt, J. og Hvitved-Jakobsen, T. (2012). Beregning av forurensning fra overvann. Rapport til Miljødirektoratet (tidl. KLIF).