



---

# Forurensning i grunn og vann i Mauken Blåtind Skyte- og øvingsfelt

***Grunnlagsdokument til søknad om tillatelse  
til virksomhet etter forurensningsloven***

Forsvarsbygg rapport. 0149/2018/MILJØ





# Forurensning i grunn og vann i Mauken Blåtind Skyte- og øvingsfelt

## *Grunnlagsdokument til søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven*

<b>RAPPORTINFORMASJON</b>	
Oppdragsgiver	Forsvarsbygg Prosjekt og Avhending
Kontaktperson	Morten Fredheim
Rapportnummer	0149/2018/MILJØ
Forfatter(e)	Magne Bolstad, Carl-Einar Amundsen, Lisa Gustavson
Prosjektnummer	2UØ7013501
Arkivnummer	2012/2952
Dato	17.01.2019
Sett inn det dere trenger	

### **GODKJENT AV**

27/3-2018 Grete Rasmussen, leder faggruppe grunn og vann

### **SØKEORD**

Miljøtilstand, vannkvalitet, metaller, grunnforurensning, overvåking.



## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Naturgrunnlag og beskrivelse av Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Forurensning i grunn og vann</b>	<b>11</b>
3.1	Registrerte arealer med deponier og forurenset grunn (ikke skytebaner)	13
3.2	Grunnforurensning fra ammunisjon	13
3.2.1	Metaller	13
3.2.2	Eksploderende stoffer	15
3.2.3	Hvitt fosfor	15
3.2.4	Prioriterte miljøgifter	16
3.3	Spredning og effekter av ammunisjonsrelatert forurensning til vannforekomster	16
3.3.1	Vannforekomster	16
3.3.2	Dreneringsveier og vannføring	26
3.3.3	Spredning av eksplosiver og hvitt fosfor	28
3.4	Effekter av ammunisjonsrelatert forurensning til vann	28
3.4.1	Målte konsentrasjoner av metaller i vannveier	28
3.4.2	Overvåkingsprogrammet	28
3.4.3	Mengde metaller og påvirkning på vannforekomster og hovedresipienter	37
3.4.4	Biologiske effekter av metaller i vann	42
3.4.5	Andre arealbrukskonflikter	44
<b>4</b>	<b>Vurdering av baneanleggene i Mauken Blåtind SØF i forhold til behov for tiltak</b>	<b>46</b>
4.1	Beskrivelse av metallavrenning fra banene	46
4.2	Framtidig bruk av skytebanene og konsekvenser for metallavrenning	50
<b>5</b>	<b>Overvåkingsprogram for Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt</b>	<b>52</b>
5.1	Miljømål	52
5.2	Formålet med overvåkingsprogrammet	52
5.3	Forslag til overvåkingsprogram	52
5.4	Bruk av grenseverdier for metallavrenning fra forsvarets skyte- og øvingsfelt	58
5.4.1	Dagens oppfølging av SØF	58
5.4.2	Forslag til bruk av grenseverdier	58
5.5	Grenseverdier for metallavrenning fra Mauken Blåtind Skyte- og øvingsfelt	60
5.6	Tiltak ved økt metallavrenning/overskridelser av grenseverdier	60
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>61</b>

<b>7 Vedlegg</b> .....	<b>64</b>
7.1 Overvåkningsprogrammet: Laveste, høyeste og gjennomsnittlige konsentrasjoner .....	64
7.2 Analyseresultater fra prøvetaking ifm kilesporing. ....	67
7.3 BLM beregninger for kobber.....	68
7.4 Koordinater for overvåkingspunkt.....	72
7.5 Analyseresultater fra overvåkingsprogrammet i Mauken Blåtind 2006 - 2016. ....	73
7.6 Beregninger av EQS og biotilgjengelig bly i vannforekomster .....	90

## 1 Sammendrag

Mauken og Blåtind skyte- og øvingsfelt (SØF) ble etablert som to adskilte skytefelt i henholdsvis 1959 og 1950. I 2015 ble felte-ne slått sammen ved ferdigstilling av en sammenbindingsakse. Det er ikke tillatt med skyting med skarp ammunisjon langs denne akse. I og med den store geografiske avstanden mellom Mauken og Blåtind er omtalen av forurensning som regel delt i to deler. Mauken har 16 aktive skytebaner mens det i Blåtind er 10 aktive skytebaner. Banene i Mauken har avrenning til Måselv-vassdraget, mens banene i Blåtind har avrenning til tre ulike nedbørsfelt; Mårelva, Fiskelausvatna/Lakselva og Sagelvvatna. Me-tallavrenning fra skytefeltet har vært overvåket siden 1991 i Mauken og 2001 i Blåtind. I tillegg er det gjennomført undersøkelser etter hvitt fosfor og sprengstoff i jord, vann, sediment og fisk i blindgjengerfelt og vannveier. Konklusjonene fra de sistnevnte undersøkelsene viser at forurensningene ikke utgjør noen fare for mennesker som bruker området til rekreasjon, eller gjennom konsum av fisk fra vann i skytefeltene.

I Mauken er det forhøyede konsentrasjoner av metaller i enkelte bekker inne i skyte- og øvingsfeltet. Konsentrasjonene er stort sett lave ved skytefeltgrensen. Unntak er kobber i utløpet av Bergvatnet, hvor konsentrasjonene har vært forhøyede ved flere prøvetakinger. Konsentrasjonene av samtlige metaller er allikevel under miljøkvalitetsstandardene i bekker/elver ved skytefelt-grensen, inkludert i utløpet av Bergvatnet.

Vi har sammenlignet overvåkingsdata i samtlige prøvepunkt for de seks siste årene, med miljøkvalitetsstandarder. Konsentrasjonen av den prioriterte miljøgiften bly har vært under miljøkvalitetsstandard (AA-EQS og MAC-EQS) i vannforekomstene i hele Mauken Blåtind SØF. Det har kun vært en overskridelse av miljøkvalitetsstandard for sink, og det var i 2012. For kobber har det vært flere overskridelser i to av bekkene som renner inn i Bergvatnet. Vi presiserer at bekkene er små, og prøvene er analysert på ufiltrerte prøver, mens miljøkvalitetsstandarder gjelder for filtrerte prøver.

I innsynsportalen Vann-Nett, er vannveiene oppdelt i et stort antall vannforekomster som ligger oppstrøms, inne i eller grenser til skytefeltet. I denne rapporten er kun vannforekomster der det er påvirkning eller risiko for påvirkning omtalt, samt tilstøtende hovedresipienter. I Mauken er tre av vannforekomstene markert som «risiko for ikke å nå god kvalitet» pga. utlekking av kobber. Klassifiseringen er basert på tidligere tilstandsklasser, samt prøvepunkt tatt i mindre bekker som ikke nødvendigvis er representative for vannforekomstene. Forsvarsbygg mener derfor at det må gjøres en ny vurdering av inndeling av vannforekomster og klassifiseringen av disse.

I Blåtind er konsentrasjonen av metaller svært lav og det er ikke behov for spesielle tiltak, men det er viktig å forebygge erosjon fra banene.

Forsvarsbygg har gjort en vurdering av behov for tiltak mot metallavrenning i Mauken. Konklusjonen er at det ikke er behov for tiltak, men at det bør fokuseres på forebyggende tiltak ved drift og bruk for å unngå økning av metallutlekking, og på sikt redusere metallutlekking. Forsvarsbyggs faggruppe grunn og vann har gjennomført flere forsøk for å prøve ut og evaluert tiltaksmetoder som kan redusere utlekkingen av metaller fra skytebaner som forvaltes av Forsvarsbygg.

---





## 2 Naturgrunnlag og beskrivelse av Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt

Mauken SØF (skytte- og øvingsfelt) og Blåtind SØF er administrativt slått sammen etter at sammenbindingsaksen mellom de to feltene ble etablert i 2013.

Hoveddelen av **Mauken Blåtind SØF** ligger i Målselv kommune i Troms fylke, men en liten del av feltet ligger i Balsfjord kommune. Feltets areal er på 210 (50+120) km<sup>2</sup>. Det ble etablert tidlig på 1950-tallet og har vært i drift siden. Berggrunnen er sammensatt av glimmerskifer, glimmergneis, metasandstein, amfibolitt, granitt, granodioritt, marmor, sandstein, kalkstein, kalkglimmerskifer, metabasalt og kalksilikatgneis. Mauken har mye bart fjell i dagen og ellers et tynt usammenhengende løsmassedekke av morene og et tynt torv- og humusdekke. Blåtind karakteriseres av moreneavsetninger med relativt god mektighet.

I Maukenområdet er det ikke registrert malmforekomster i feltet eller i dets umiddelbare nærhet. I Blåtind er det derimot registrert mutings-/utmålsområder for basemetaller en rekke steder umiddelbart øst og vest for skytefeltet, og det har blitt rapportert om kobberforekomster i vest. Spesielt nevnes forekomsten Skardelva, hvor det er registrert ”rusten skifer” som tyder på kismineralisering og forekomsten Mårvatnet hvor det er registrert et kobberskjepp. Etter Breyholtz m.fl. (2010).

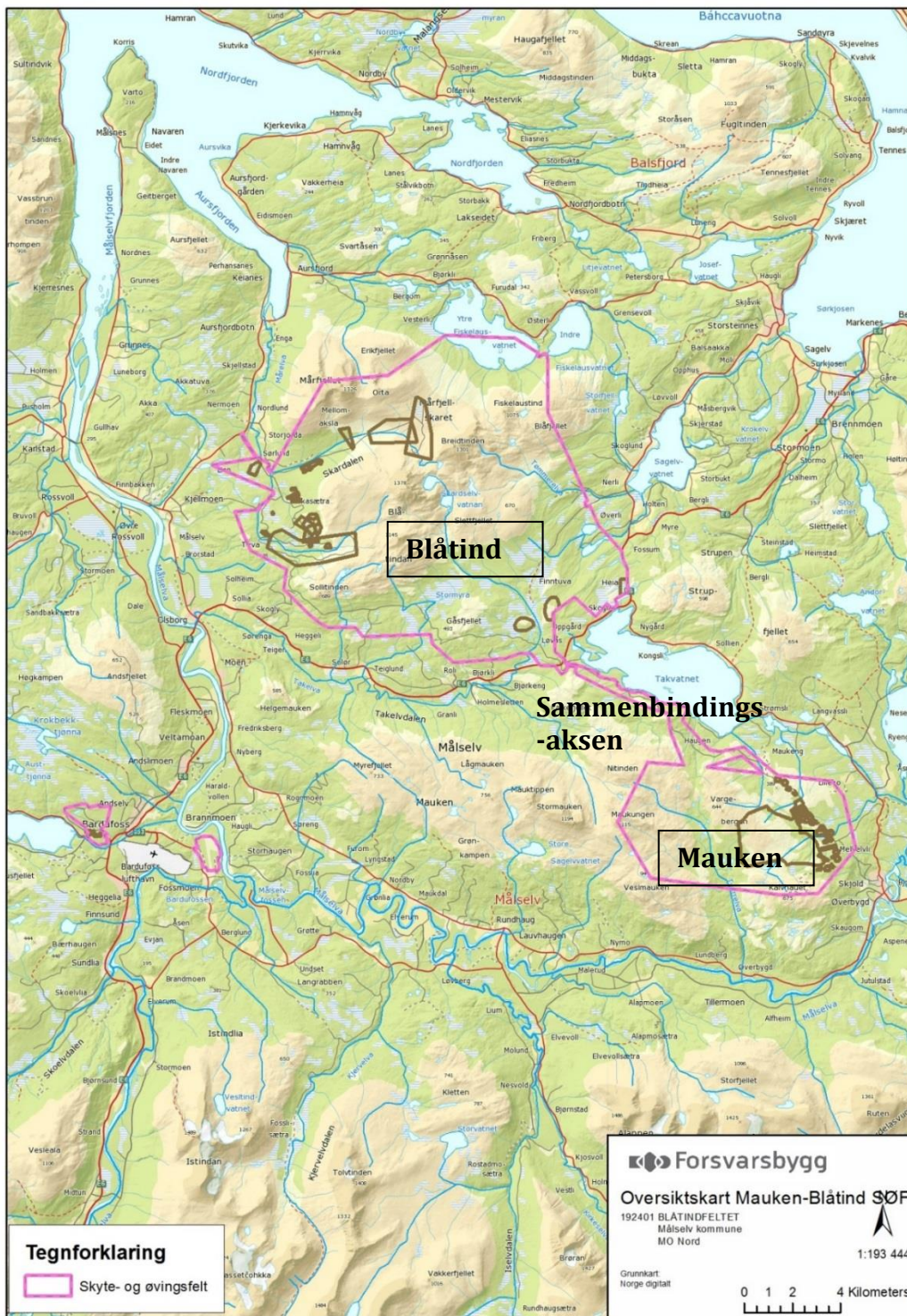
Feltet i Mauken brukes av alle avdelinger i Hærens styrker, kyst- og marinejegere, allierte avdelinger og Politiet. I Mauken er det totalt 18 baner, hvor det benyttes håndvåpen, bombekastere og opptil 127 mm panservern missiler. Den vestlige delen av feltet er ikke nedslagsfelt for våpen, men benyttes til kjøring og patruljering, og det kan forekomme bruk av løsamunisjon. I Blåtind brukes feltet primært av Hæravdelinger, men også av andre avdelinger fra Heimevernet, Sjøforsvaret, Luftforsvaret og andre allierte avdelinger. I Blåtind er det totalt 22 baner hvor det brukes alt av direktskytende våpen opp til 84 mm panservern. I alle skytinger benyttes hæråvåpen til øving, noe som fører til en del bruk av håndvåpen, samt mitraljøser og kanoner.

Deler av feltet i Mauken er vinterbeiteområde for rein i Midt- Troms (Breyholtz m.fl. 2010).

Mauken Blåtind SØF ligger i Bardu-Målselv vannområde. Skytebanene i Mauken dreneres av to hovedvassdrag, Melkelva som drenerer nordøst og Bergvatnet som drenerer ut av feltet mot nord. Mesteparten av dreneringen fra skytebaneområdene i Blåtind skjer via Mårelva mot nord. Både Mårelva, Takelva og Takvatnet/Målselva er fiskeførende.

**Sammenbindingskorridoren** binder sammen de to delfeltene Mauken og Blåtind. Korridoren ligger i Målselv kommune. Berggrunnen består mest av granat-kalkglimmerskifer, men det er også noe kvarts- og feltspatrikglimmerskifer, samt hornblendeskifer (NGU Berggrunnskart 2010). Området er delvis dekket av tynt morenedekke, tynt torv- og humusdekke samt forvittringsmateriale, og består ellers av bart fjell (NGU Løsmassekart 2010). Det er registrert malmforekomster i feltet. Området dreneres av 10-15 bekker fra fjellområdene Nitinden og Falkefjellet sørvest for feltet, samt noen mindre fjellområder internt i feltet. Samtlige bekker renner ut i Takvatn, nordøst for området.

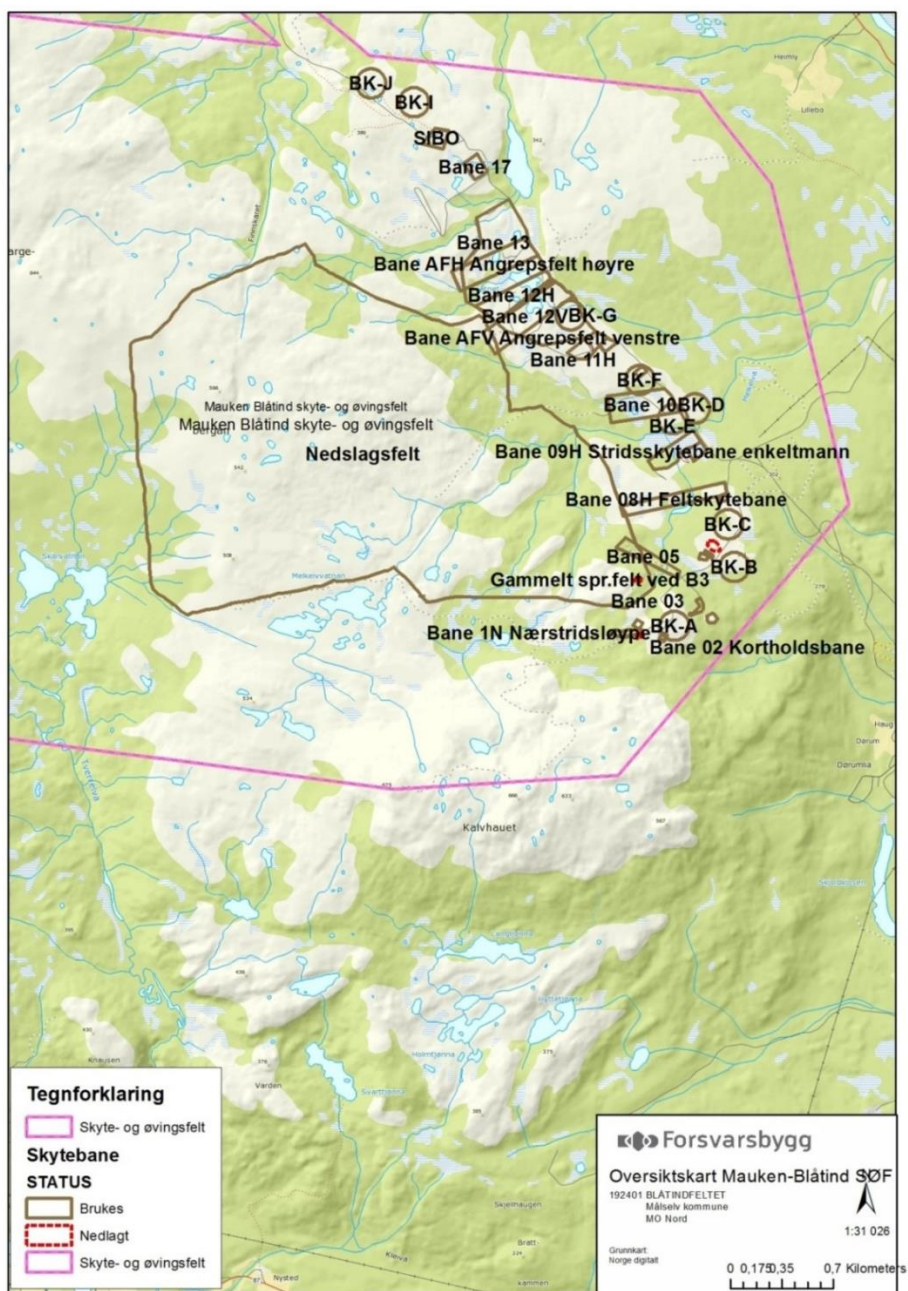
---



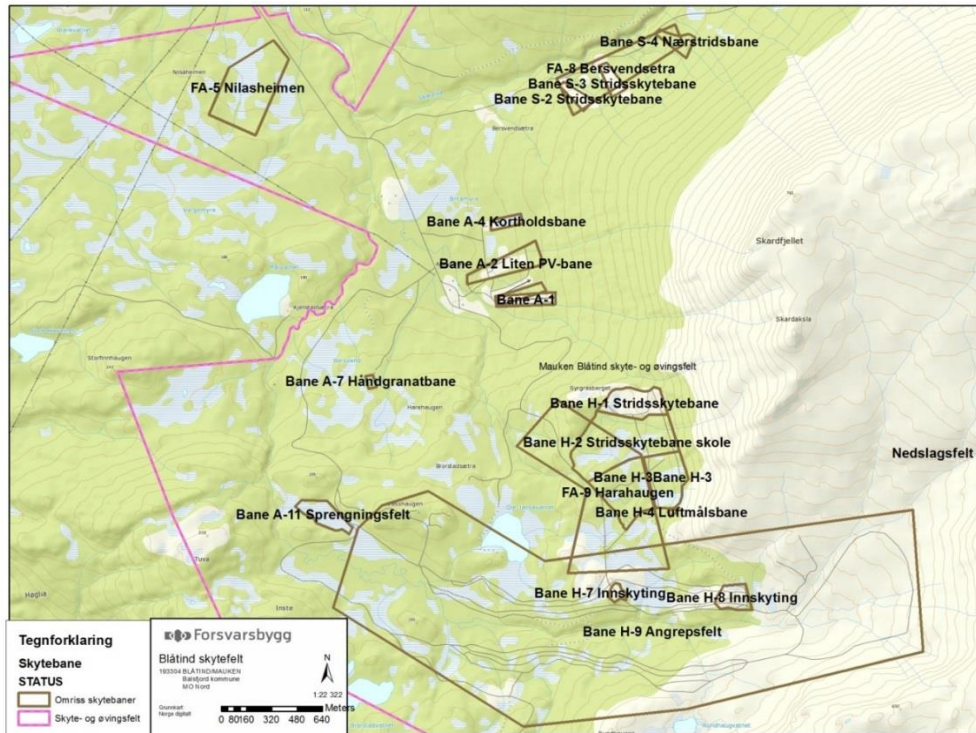
Figur 1: Oversiktskart over Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt, hvor de to delfeltene Mauken og Blåtind er bundet sammen av en sammenbindingsakse som ble ferdigstilt i 2011. Aksen har manøverområder, men ikke skytebaner.

### 3 Forurensning i grunn og vann

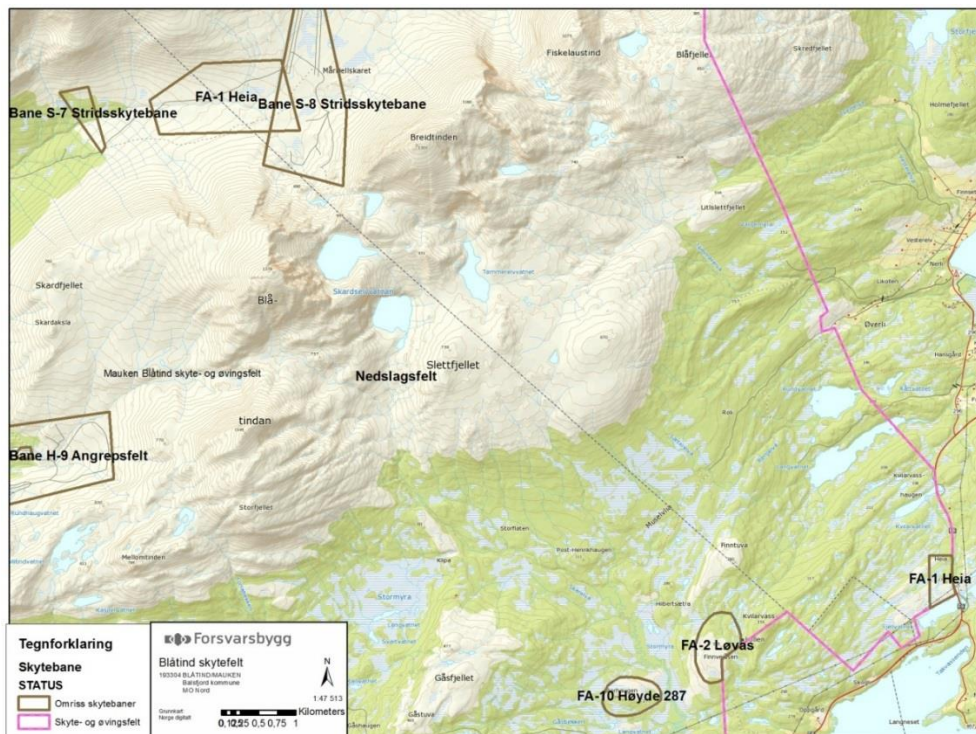
I Mauken Blåtind SØF finnes det forurensning i grunnen på skytebaner, men det er ikke registrert annen mistanke om forurensning. Alle skytebaner både aktive og nedlagte, er vist i oversiktskart (Figur 1) og mer detaljert i kartutsnitt, (Figur 2, Figur 3, Figur 4).



Figur 2. Oversikt over brukte og nedlagte skytebaner i Mauken.



Figur 3. Oversikt over skytebaner Blåtind (vestre del).



Figur 4. Skytebaner (og standplasser) i østre del av Blåtind.



Figur 5. Oversiktsfigur over sammenbindingsaksen som strekker seg fra Mauken til Akkasæter i Blåtind skytefelt. Vegtraseen ble bygd mellom 2009 og 2011 og er markert i rødt.

### 3.1 Registrerte arealer med deponier og forurenset grunn (ikke skytebaner)

Forurensede lokaliteter på Forsvarssektoren sine eiendommer er registrert i en egen portal i Miljødirektoratet sin database "Grunnforurensning". Forsvarsbygg har i tillegg registrert alle arealer med mistanke om grunnforurensning (skytebaner i tillegg til deponiene) i sin egen kartinnsynsløsning. I Mauken Blåtind er det ikke registrert arealer med deponier og forurenset grunn, annet enn i grunnen på skytebaner.

### 3.2 Grunnforurensning fra ammunisjon

#### 3.2.1 Metaller

I dette kapitlet beskrives hva som generelt kan forventes av forurensning på skytebaner, samt en oversikt over gjennomførte grunnundersøkelser i Mauken Blåtind SØF. I forbindelse med denne søknaden har Miljøseksjonen i Forsvarsbygg gjennomført en befaring av alle stengte og aktive skytebaner i Mauken Blåtind SØF sammen med skytefeltadministrasjonen. Resultater fra befaringen er oppsummert i kapittel 3.

Skyting med håndvåpen har medført akkumulering av prosjektiler med mindre kaliber i kulefang på basisskytebaner og i baneløp og målområder på feltskytebaner. I tillegg blir det brukt ammunisjon av større kaliber innenfor målområdene for krumbaneskyts og rakettvåpen. Forbruket av ammunisjon varierer noe fra år til år avhengig av opplæringsbehov og øvingsaktivitet. Forsvarssektoren har etablert en miljødatabase (TEAMS) hvor ammunisjonsforbruket ved alle Forsvarets avdelinger registreres. Databasen administreres av Forsvarets forskningsinstitutt. Basert på den kunnskapen FFI besitter om hva ammunisjon inneholder av komponenter, beregnes mengde metaller som skytes ut i hvert enkelt SØF. Tabell 1 viser mengde bly, kobber, antimon, sink (bestanddelene i håndvåpen), som har blitt skutt på skytebaner i Mauken Blåtind SØF de siste fem årene. Mengde metaller som sivile og allierte brukere skyter er ikke med. I tillegg er det store usikkerheter i tallene pga. underrapportering. FFI har oppjustert tallene basert på rapporteringsgrad, men denne er beregnet for hele landet og ikke for hvert enkelt skyte- og øvingsfelt (differanse mellom utlevert og innrapportert mengde ammunisjon for hver enkelt ammunisjonsgruppe).

Tabell 1: Sum av forurensningsrelevante metaller (i antall kilo) fra ammunisjon brukt i Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt (FFI, 2016) \*. Ammunisjon inneholder i tillegg jern, stål, komponenter av aluminium og mindre mengder andre metaller.

Skytefelt	Metall (kg)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Mauken	Antimon	20	317	114	117,7	59	157	50	27	15	14
	Bly	162	3013	1177	1087	1424	2172	471	327	290	238
	Kobber	392	17849	8837	14137	7548	13663	6577	1315	2288	2447
	Sink	138	5831	2910	4480	2246	4210	2177	193	308	363
Blåtind	Antimon	533	173	30	87	121	144	78	26	33	26
	Bly	4680	1633	312	870	1538	1773	767	269	429	369
	Kobber	17110	11741	4177	9369	9736	12218	7970	1317	2647	2325
	Sink	6065	3787	1360	3191	3178	3992	2700	183	329	374

\* Ammunisjonsforbruket er underrapportert og det faktiske forbruket er noe større (verdiene er korrigeret ut fra rapporteringsverdien, som ligger mellom 38-64 %).

Prosjektiler fra håndvåpen (tidl. standard 7.62 mm) har tidligere bestått av en blykjerne (ca. 60 %) som er omgitt av en mantel/kappe av messing (ca. 30 %). Messing er en legering med kobber og sink som hovedelement. Messing inneholder vanligvis 10-40% sink. For at kjernen skal ha den rette hardheten er blyet levert med antimon (ca. 7 %), og kobberet i messingingen er levert med sink (ca. 3 %). Det er imidlertid mange prosjektiltyper og kaliber hvor metallinnholdet avviker fra dette. Forsvaret har i flere år brukt blyfri ammunisjon i tillegg til blyholdig ammunisjon, og faser gradvis ut bruken av blyholdig håndvåpenammunisjon. Blyfri ammunisjon består av en stålkjerne og kobber/sink (messing) mantel. Sivile skytterlag, politi og allierte bruker fortsatt blyholdig ammunisjon. For hagl ammunisjon, som brukes på leirduebaner, er blyhagl erstattet med stålhagl.

På basisskytebaner brukes håndvåpen med ammunisjon av mindre kaliber. På disse banene har man som regel fast standplass og fast mål, og bak målskivene har man som regel et kulefang av sand. Forurensningen er hovedsakelig konsentrert i kulefang, hvor det kan forekomme høye konsentrasjoner av metallene bly og kobber, og forhøyede konsentrasjoner av sink og antimon i området like bak målskivene. På feltskytebaner for håndvåpenammunisjon skyter man fra ulike hold, og målskivene plasseres på ulike steder. Dermed blir forurensningen spredt over et større areal, men konsentrasjonene er lavere enn i et kulefang. Hylser fra håndvåpenskyting fra faste standplasser samles i avfallsdunker/kontainere etter hver øvelse. Dette returneres til FLO (Forsvarets logistikk organisasjon).

Ved bruk av større kaliber ammunisjon som bomber og granater, havner større mengder av jern, stål og aluminium i terrenget. Dette er fordelt på store arealer, og man unngår dermed en oppkonsentrering av metaller på banene. Restene består gjerne av større fragmenter metaller enn på håndvåpen banene, og det er derfor mulig å fjerne disse. Forsvaret gjennomfører en årlig blindgjengerrydding og rydding av prosjektiler, metallrester, og annet ammunisjonsrelatert skrot som ligger i målområder med større kaliber ammunisjon. Det er utbredt bruk av ammunisjon av større kaliber i Mauken Blåtind. Det brukes krumbanevåpen og rakettvåpen, samt håndgranater i dag, med øvingsammunisjon av større kaliber (30 mm, 40 mm, 84 mm, 120 mm og 155 mm).

### **3.2.2 Eksplosiver**

Forsvaret benytter et stort antall ammunisjonstyper i sine våpen og ammunisjon som benyttes til håndgranater, bombekastere, artilleri, panservern, flybomber og demolering inneholder sprengstoff. De mest benyttede nitroaromatiske forbindelsene i sprengstoff er trinitrotoluen (TNT), pikrinsyre, tetryl og 2,4-DNT.

Av sikkerhetsmessige årsaker må enkelte eksplosivrester håndteres lokalt. Dette gjelder blindgjengere, som sprenges på funnstedet, samt overskudd av krutt ifm bruk av artilleri.

Ved detonering av sprenggranater frigjøres sprengstoff. I all hovedsak omsettes sprengstoffet til enkle forbindelser som nitrogen, ammonium, ammoniakk, karbondioksid og karbonmonoksid. Uforbrente rester av sprengstoff vil kunne forekomme, spesielt ifm ufullstendig detonering, samt sprengning av blindgjengere. Sprengstoffrester brytes ned over tid av mikroorganismer, lys og andre naturlige prosesser. Undersøkelser gjennomført av FFI på Setermoen viser at det kun finnes små mengder sprengstoffrester etter demolering av blindgjengere (Johnsen et al, 2008). Det ble derimot funnet områder med høye konsentrasjoner av eksplosiver på standplass for artilleri. Årsaken var at overskudd av krutt blir brent i nærheten av standplass. Kruttet blir oftest brent på bakken men det samles også ofte inn og brennes på stålplater for å redusere fare for forurensning.

I Setermoen SØF har FFI gjennomført undersøkelser etter eksplosiver på håndgranatbane, panservernbane, standplass for artilleri, målområde for artilleri og flybomber. I nesten alle områdene som er blitt undersøkt er det blitt påvist rester av eksplosiver, men konsentrasjonene er generelt lave. Hovedtyngden av eksplosivrestene befinner seg i det øvre sjiktet av jorda i form av større eller mindre partikler. Det forventes at tilstanden er den samme ved skytebanene i Mauken Blåtind der de samme våpnene brukes.

### **3.2.3 Hvitt fosfor**

Fram til 2003/2004 brukte Forsvaret granater med hvitt fosfor i både Mauken og Blåtind SØF. Hvitt fosfor har trolig vært brukt siden feltene ble etablert. Det ble benyttet 7,4 tonn hvitt fosfor i perioden 1992-2002 (4,4 tonn i Mauken og nærmere 3 tonn i Blåtind) (FB 2003). I Mauken er det skutt med hvitt fosfor i den sørlige delen av Vargebergen, hvor det er i hovedsak skutt på to områder med bombekaster og artilleri. Disse nedslagsfeltene omfatter tørre, rabbepregete koller, men også dalsøkk og partier med mindre tjern og myrdrag. I Blåtind er det skutt med hvitt fosfor i hovedsak tre områder i nedslagsfeltet.

---

Ved detonerings og kontakt med luft vil det hvite fosforet i granaten omsettes til fosforsyre, som igjen ender opp som fosfat ( $PO_4$ ). Forsvarsbygg har gjennom perioden 2004 – 2009 initiert en rekke kartlegginger av forekomst og risiko forbundet med hvitt fosfor i målområdene for hvitt fosfor granater, i Mauken Blåtind, Setermoen, Halkavarre, Hengsvann. Undersøkelser er gjennomført både i krater i målområdene, bekker, elver, fiskevann, drikkevann, sediment, fisk, sopp, bær, beiteplanter og elg (Forsvarsbygg 2005; Strømseng et al, 2006 og 2007; Kraft og Nordal, 2007 og 2008; Løvik og Rognerud, 2007; Gjershaug et al, 2008; Dahl-Hansen og Hamnes, 2008 og 2009; Rasmussen og Engelstad, 2010).

I Troms er det gjort funn av hvitt fosfor i krater. I Mauken ble det funnet et krater med høye konsentrasjoner av hvitt fosfor (5700 mg/kg), i sediment i bunnen av vannfylt krater med nedslagsfelt i myr. I Blåtind var det generelt målt lave verdier av hvitt fosfor i krater (0,1 mg/kg). Det er videre funnet spor av hvitt fosfor i to prøver av innvoller fra røye i Melkelvatnet (Mauken), men nivåene var svært lave (0,0043 og 0,0017 mg/kg) og langt under hva som anses som farlig inntak for mennesker. Det ble ikke funnet verdier av hvitt fosfor over deteksjonsgrensen (0,001 mg/kg) i ørret samlet inn fra Ole-Jonsavatn og Sollitindvatn i Blåtind. Analysene utført på sopp, bær og beiteplanter viste at det ikke ble funnet verdier av hvitt fosfor over deteksjonsgrensen (0,001 mg/kg våtvekt) i noen av prøvene. Det er heller ikke funnet hvitt fosfor i drikkevann fra Mauken Blåtind. Hovedkonklusjonen på undersøkelsene og risikovurderingene som er utført, var at befolkningen kan trygt bruke feltene til fiske og annen rekreasjon. Det er også svært lav risiko for at dyr og fugler får i seg skadelige mengder hvitt fosfor.

### 3.2.4 Prioriterte miljøgifter

FFI har gjennomført en vurdering av ammunisjon, og funnet at det finnes over 400 kjemiske stoffer i ammunisjon (Johnsen, 2009). FFI har i samarbeid med Forsvarets logistikkorganisasjon etablert en database med informasjon om hva ulike typer ammunisjon inneholder (database AMIN).

FFI har i 2016 gjennomgått database AMIN og Teams og funnet hvilke prioriterte stoffer som kan finnes i ammunisjonen som brukes i skyte- og øvingsfeltene våre. Det er bly, kadmium og krom som forefinnes i ammunisjon<sup>1</sup>. Kadmium og krom finnes kun i små mengder. Da bly finnes i håndvåpen ammunisjon hos sivile og allierte, og det fortsatt er en del blyholdig ammunisjon som brukes av Forsvaret, vil det være en del bly i skytefeltet. Det meste blir liggende på skytebanene, og kun en liten andel spres til vann.

## 3.3 Spredning og effekter av ammunisjonsrelatert forurensning til vannforekomster

### 3.3.1 Vannforekomster

Flere vannforekomster ligger innenfor eller i nær tilknytning til skytefeltet. Identifiserte vannforekomster innenfor og i nær tilknytning til Mauken Blåtind SØF er vist i Tabell 2. Både Mårelva i Blåtind og flere små vann i nedbørsfeltet er fiskeførende. Det samme gjelder for Bergvatnet, Reinvatnet og flere bekker ved skytebanene i Mauken.

Tabell 2 beskriver vannforekomster i og rundt skytefeltet som er registrert i Vann-Nett og som kan motta avrenning fra skytebaner i Mauken Blåtind SØF.

I samtlige vannforekomster som drenerer skytebaner i Blåtind er det ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021 (Tabell 2). To unntak er Mårelva (id 196-108-R) og Øvre Mårelva-Skardelva (196-468-R), hvor det

---

<sup>1</sup> e-post fra Tove-Engen Karsrud FFI, 02. juni, 2016, Forsvarsbygg e-phorte nr. 2016/2605.

---



er satt en risiko for ikke å nå miljømål innen 2021. Men årsaken til dette er ikke avrenning fra skytefeltet, men pga. fiskevandringshinder og manglende datagrunnlag.



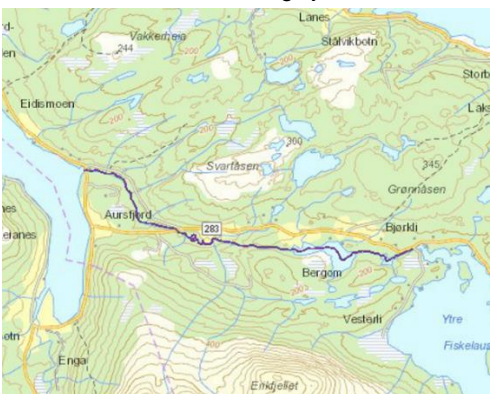
I Vann-nett er tre av vannforekomster i Mauken SØF, samt Takvatnet vest bekkefelt (sammenbindingsaksen) klassifisert med «risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021 pga. miljøgifter fra skytefeltet». Risiko er basert på sammenligning med gamle tilstandsklasser. Forsvarsbygg har i møte med Miljødirektoratet<sup>2</sup> fått avklart at klassifiseringen skal gjøres med tilstandsklassene fra 2016 (Miljødirektoratet, 2016), og i prøvepunkt som er representative for vannforekomstene. I internpunkt i feltet er det tillatt med overskridelser av miljøkvalitetsstandardene. De mener at flere av dagens vannforekomster er feil inndelt. Det er derfor mulig at vannforekomstene er feil klassifisert. I Vann-nett legges data for de siste seks årene, og vi mener at det er data fra denne perioden som skal benyttes i klassifiseringen. Forsvarsbygg mener derfor at det må gjøres en ny vurdering av inndeling av vannforekomster og klassifiseringen av disse.








Figur 6. Større vannveier som grenser til Mauken Blåtind SØF (Forsvarsbygg kartinnsyn).


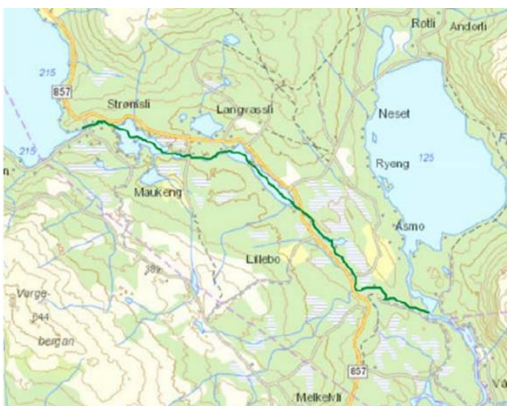

<sup>2</sup> Møtereferat fra møte 3. november 2017. Avklaringer vedrørende Forsvarsbyggs oppfølging av vannforskriften – møte mellom Forsvarsbygg og Miljødirektoratet

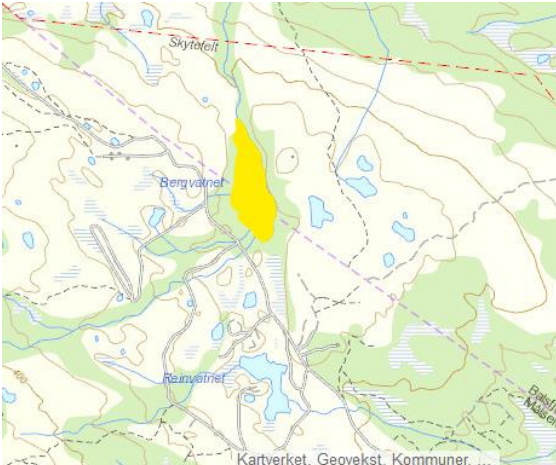
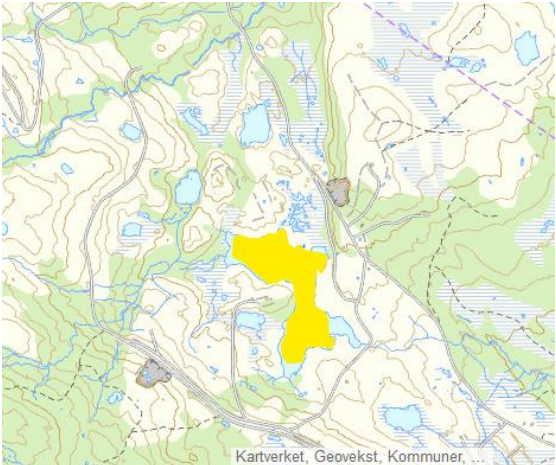

Tabell 2: Viktige vannforekomster ved Mauken Blåtind SØF. Kilde: Vann-Nett per 14.1.2019.


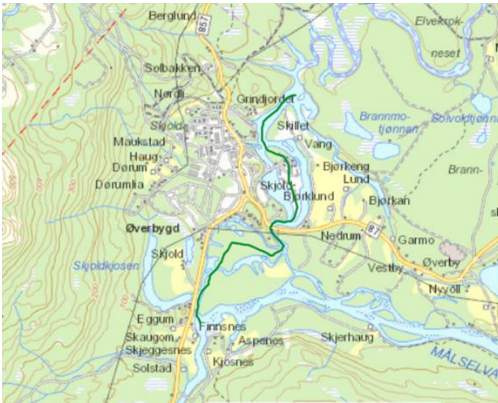

ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
<b>Lakselva/Fiskelausvatnet</b>			
196-279-R	Fiskelausvatnan bekkefelt sør	Bekkefeltet ligger helt nord i Blåtind SØF, drenerer Breitinden og Mårskardet ned mot Fiskelausvatnan og konkret utkanten av bane S-8. 	Økologisk tilstand er antatt svært god, ikke identifisert påvirkning på vannkvaliteten fra Forsvarets aktivitet. Kjemisk tilstand er ukjent.  Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021
196-2417-L	Ytre Fiskelausvatnet	Vannforekomsten ligger helt nordøst i Blåtind SØF. 	Økologisk tilstand er antatt svært god, ikke identifisert noen påvirkning på vannkvaliteten fra Forsvarets aktivitet.  Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021
196-109-R	Lakselva til Aursfjorden	Elv mellom Fiskelausvatn og sjø. 	Økologisk tilstand er moderat pga. kvalitetsnorm for laks. Kjemisk kvalitet er ukjent.  Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.





ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
<b>Mårelvavassdraget</b>			
196-51733-L	Ole-Jansavatnet	<p>Vannforekomsten ligger like sør for skytefeltadministrasjonen i Blåtind, Akkasæter.</p> 	<p>Økologiske tilstand er antatt god, med i liten grad avrenning fra diffuse kilder.</p> <p>Kommentar: «Svært lave verdier av metaller og miljøgifter. God ørretbestand».</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømål innen 2021.</p>
196-443-R	Øvre Mårelva med Akkasætra	<p>Mårelva ned til Sørmoen, med sidebekker og nedre del av Skarelva.</p> 	<p>Økologisk tilstand er svært god. Kjemisk tilstand er god. Liten grad av påvirkning fra skytefelt og spredt bebyggelse.</p> <p>Kommentar: «Skytefelt. Tilstandsklasse I-II (SFT 97:04). Lave måleverdier, ingen unaturlig begroing».</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømål innen 2021</p>
196-468-R	Øvre Mårelva-Skardelva	<p>Øvre del av Skarelva og sidegrein Mårelva gjennom angrepsfelt. Denne vannforekomsten dekker store deler av vestre Blåtind SØF.</p> 	<p>Økologisk tilstand er svært god. Kjemisk kvalitet er ukjent.</p> <p>Liten grad av påvirkning fra skytefelt.</p> <p>Kommentar: «Skytefelt. Tilstandsklasse I-II (SFT 97:04). Lave måleverdier, ingen unaturlig begroing».</p> <p>Lite data vurdert å gi risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>

ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
196-468-R 196-108-R	Mårelva	<p>Vannforekomsten renner gjennom Blåtind skyte og øvingsfelt ved Akkarsæter og munner ut i Aursfjordbotn i Malangen. Det er i liten grad avrenning fra diffuse kilder.</p> 	<p>Økologisk og kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Stor til liten grad av påvirkning fra tekniske inngrep og næringsforurensning.</p> <p>Pga. endringer i habitat (fiskevandringshinder) er det risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>
<b>Måselvassdraget</b>			
196-296-R	Takvatnet vest bekkefelt	<p>Bekkefelt som drenerer sammenbindingsaksen og en liten del av Mauken.</p> 	<p>Økologisk og kjemisk tilstand er god.</p> <p>Udefinert grad av påvirkning fra skytefeltet.</p> <p>Risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021 pga. miljøgifter fra skytefeltet.</p>

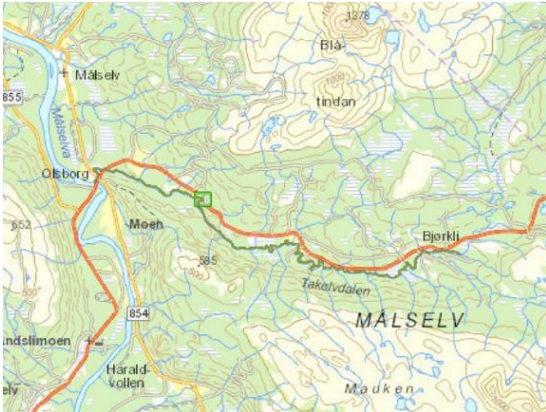
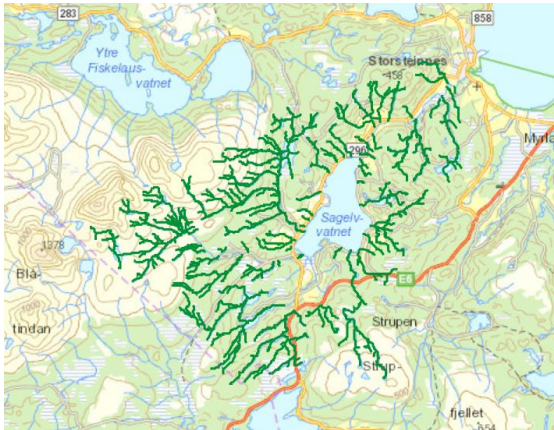
ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
196-2404-L	Takvatnet	Rett nord for sammenbindingskorridoren. 	Økologisk tilstand er svært god. Kjemisk tilstand er ukjent. Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.
196-469-R	Takelva fra Takvatn	Elv fra Takvatnet til Fjellfrøselva. 	Økologisk tilstand er antatt god. Økologisk tilstand er god. Kjemisk tilstand er ukjent. Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.
196-472-R	Takelva bekkefelt	Bekker oppstrøms og nedstrøms skytebanene i Mauken. 	Økologisk tilstand er god. Kjemisk tilstand er ukjent. Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.

ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
196-51891-L	Bergvatnet		<p>Økologisk tilstand er moderat. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021 pga. utlekking av kobber.</p> <p><i>Forurenset av prioriterte miljøgifter. Avrenning fra skytefelt. Kobber tilstandsklasse IV og V (SFT 97:04).</i></p>
196-51899-L	Reinvatnet		<p>Økologisk tilstand antatt moderat. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Påvirkning er vurdert som middels pga. avrenning fra skytevirksomhet.</p> <p>Risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021 pga. utlekking av kobber.</p> <p><i>Forurenset av prioriterte miljøgifter. Avrenning fra skytefelt. Kobber tilstandsklasse IV og V (SFT 97:04).</i></p>
196-151 R	Melkelv, elv fra Bergsvatn og Reinvatn	<p>Vannforekomsten ligger 4 km sør-øst for Takvatnet og omfatter flere små elver nedstrøms skytebaner.</p> 	<p>Økologisk og kjemisk tilstand er god.</p> <p>Påvirkning er vurdert som middels pga. avrenning fra skytevirksomhet.</p> <p>Risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021 pga. utlekking av kobber.</p> <p>Kommentar: «I bekker ved Bergsvatn og Reinsvatn er det registrert kobber i tilstandsklasse IV-V. Analyser i Melkelva viser bly-verdier både i</p>

ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
			tilstandsklasse II og IV (SFT 97:04)».
196-139-R	Fjellfrøselva	<p>Større Elv fra Øvre Lombola til Skjold</p> 	<p>Økologisk tilstand er svært dårlig vurdert ut fra råd for lakseforvaltning. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Det er liten grad av påvirkning.</p> <p>Risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021 pga. utlekking av kobber.</p>
196-49-R	Fjellfrøselv ved Skjold	<p>Større Elv. Strekning fra Skjold til Målselva</p> 	<p>Økologisk er svært dårlig pga. kvalitetsnorm for laks. Kjemisk kvalitet er ukjent.</p> <p>Middels påvirkning av avrenning fra tettsted.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>
<b>Takelva</b>			
196-51722-L	Skardselvatn		<p>Økologisk tilstand er svært god. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>

ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
196-16-R	Skarelva bekkefelt		<p>Økologisk tilstand er god. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>
196-18-R	Skarelva		<p>Økologisk tilstand er god. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>
196-51753-L	Sollitindvatn		<p>Økologisk tilstand er svært god. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>
196-1-R	Takelva bekkefelt		<p>Økologisk tilstand antatt god. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>



ID nr.	Navn på forekomst	Beskrivelse	Påvirkning (fra Vann-Nett)
196-24-R	Takelva (Vest)	<p>Vannforekomsten ligger ved Blåtind og munner videre ut i Måselva ved Olsborg.</p> 	<p>Økologisk tilstand antatt god. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Det er liten grad av påvirkning.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>
<b>Sagelvvassdraget</b>			
198-42 R	Sagelvatn bekkefelt	<p>Vassdraget drenerer den nordøstlige delen av Blåtind.</p> 	<p>Økologisk tilstand antatt god. Kjemisk tilstand er ukjent.</p> <p>Det er liten grad av påvirkning.</p> <p>Ingen risiko for å ikke oppnå miljømålet innen 2021.</p>

Det er kun overskridelse av vannkvalitetsstandard for MAC-EQS, i to bekker, og da for kobber. Bekkene renner inn i Bergvatn og er en del av vannforekomsten 196-151 R «Melkelv, elv fra Bergvatn og Reinvatn». Vi mener at prøvepunktet ikke er representativt for vannforekomsten.

### 3.3.2 Dreneringsveier og vannføring

Basert på anslag av størrelsen av nedbørfeltene for ulike prøvepunkter, kan avrenningen for de ulike delene av skytefeltet beregnes (l/s). Skytebanene ligger konsentrert i to områder Blåtind og Mauken (Figur 1), og som drenerer til ulike vannveier. Figur 7 og Figur 8 gir en oversikt over de viktigste vannveier de ulike områdene med skytebaner for håndvåpen, drenerer til. Navn på baner vises i Figur 2, Figur 3 og Figur 4. Plassering av prøvepunkt vises i Figur 9, Figur 10 og Figur 11. Hvor stor avrenningen er og utlekkingen av metaller er gitt i Tabell 5. I teksten nedenfor gis det en kort beskrivelse av hvilke baner som har avrenning til de viktigste spredningsveiene. Prosentandelen som oppgis nedenfor inkluderer som "aktiv del" også arealer der det brukes tyngre våpen som utgjør den største delen av arealet.

#### Mauken

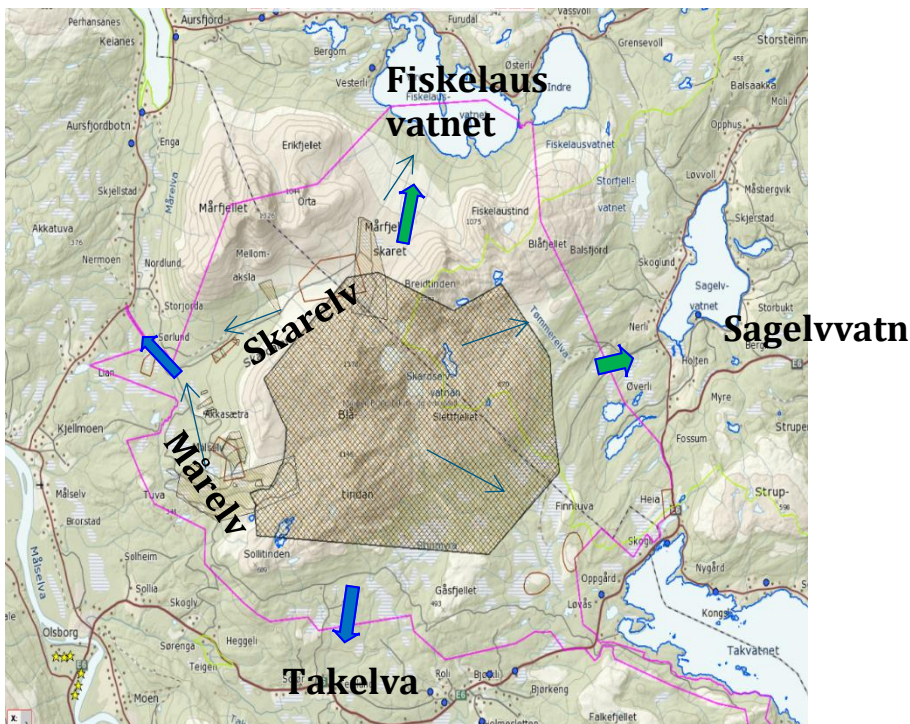
1. Avrenning fra de aktive banene 13, 16, 17 og SIBO nord i Mauken skjer via utløp til Bergvatnet (4,8 % av totalavrenning fra den aktive delen av feltet). Årlig middelvannføring i overvåkningspunkt 7 er 47 l/s.
2. Rundt 11 % av avrenningen fra den aktive delen av Mauken skjer via drenering til Melkelva. Banene 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10 og bombekaster (BK)-standplasser drenerer mot Melkelva. Årlig middelvannføring i overvåkningspunkt 5 er 164 l/s.
3. Bane 11 og 12 i Mauken ligger i et mindre område som drenerer mot Bekk Skjold og utgjør ca. 1,5 % av totalavrenningen. Årlig middelvannføring i prøvepunkt 8 NIVA.

#### Blåtind

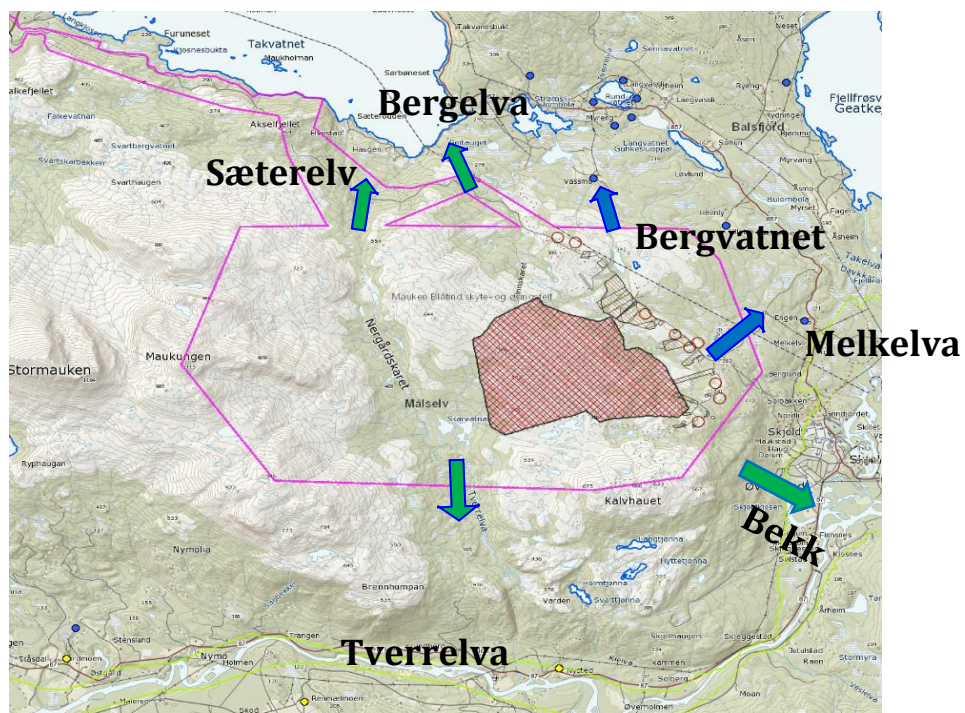
4. Avrenning fra banene A1, A2, A4, A11, H1, H2, H3, H8, H9 og H10 drenerer mot den øvre delen av Mårelva og utgjør ca. 42 % av totalavrenningen. Årlig middelvannføring i prøvepunkt 9 er 869 l/s før elva flyter sammen med Skarelva.
5. Bane S2, S3, S4, S7 og S8 drenerer ut mot Skarelva og avrenningen herfra utgjør ca 41 % av totalavrenningen. Årlig middelvannføring i prøvepunkt 10 er 720 l/s.

Utlekkingen av tungmetaller til Fiskelausvatna, Sagelvvatnet, Takelva Vest (alle ved Blåtind), og Tverrelva og Sætreelva i Mauken er ikke beregnet fordi bekkene ikke drenerer områder der det er brukt håndvåpenammunisjon, eller utlekkingen er dokumentert å være ubetydelig. Vannveiene er vist i Figur 7 og Figur 8.

---



Figur 7. Målområder i Blåtind har avrenning til fire vassdrag Takelva Vest, Sagelvatnet, Fiskelausvatnet og Mårelva. Avrenningen til Takvatnet er ubetydelig. Metallutlekkning til bekker overvåkes annethvert år.



Figur 8. Mauken skytefelt har hovedsakelig avrenning langs seks hovedaksler til Målselvvassdraget (Sæterelva/Bergelva, Bergvatnet, Melkelva, bekk Skjold, Tverrelva). Mht. metallutlekkingen er det kun Bergvatnet og Melkelva som overvåkes årlig.

### 3.3.3 Spredning av eksplosiver og hvitt fosfor

Forsvarsbygg gjennomførte i perioden 2006-2008 en utvidet overvåking der sprengstoff og hvitt fosfor ble analysert i prøvepunktene 5-8 og 12-13 i Blåtind og prøvepunktene 5-6 i Mauken, uten at disse stoffene ble påvist i vannprøvene (Sweco Norge, 2009). I tillegg har det blitt utført en tilleggsundersøkelse av hvitt fosfor med innsamling av henholdsvis 37 og 61 vannprøver fra bekker og elver i Mauken og Blåtind skyte- og øvingsfelt i løpet av 2006 og 2007 av FFI og Asplan Viak, uten at hvitt fosfor ble påvist i noen av vannprøvene (Asplan Viak 2007, FFI 2006). Hvitt fosfor har heller ikke blitt påvist i drikkevann fra Mauken og Blåtind SØF (Strømseng m.fl. 2006)

FFI har gjennomført et forsøk i Liveltskardet i Setermoen for å undersøke hvorvidt eksplosivpartikler transporteres fra målområdene med smeltevann til bekk. Det er tatt snøprøver fra flere steder i nedslagsfeltet for å se hvor mye eksplosiver som blir liggende i snøen etter omsetning av ammunisjon. Kun lave konsentrasjoner av eksplosivrester og nedbrytningsprodukter ble funnet (Karsrud et. al. 2010).

## 3.4 Effekter av ammunisjonsrelatert forurensning til vann

### 3.4.1 Målte konsentrasjoner av metaller i vannveier

#### 3.4.2 Overvåkingsprogrammet

Overvåking av metallavrenning til bekker og elver i Mauken Blåtind SØF har foregått siden 1991 i Mauken og fra 2001 i Blåtind. Forsvarsbygg/Forsvaret har tatt prøver, og konsulenter har sammenstilt og rapportert resultatene. De første årene var det Norsk institutt for Vannforskning (NIVA) (Rognerud, 2006) som utførte dette på oppdrag fra Forsvarsbygg. Elvemose ble benyttet som bioindikator i tillegg til vannprøver. I 2006 tok Sweco Norge as over (Sweco Norge, 2007 tom 2009), og Bioforsk har gjennomført oppdraget siden 2010 (Bioforsk 2010 tom 2012). Prøvepunkt som har vært prøvetatt minst en gang siden 2006 er vist i Figur 9 og Figur 10. Siste overvåkingsrapport er tilgjengelig på Forsvarsbygg sine nettsider (). I vedlegg 6.1 til denne rapporten gir en oversikt over laveste (min), høyeste (maks) og gjennomsnitt konsentrasjon av kobber, bly, antimon og sink i ulike prøvepunkt ifm. overvåking av Mauken Blåtind SØF. Vedlegg 6.5 inneholder alle analysene fra overvåkingsprogrammet.

I Mauken er kobber den eneste parameteren som viser forhøyde konsentrasjoner og intern forskjell mellom punktene. Årsaken til variasjonene ligger sannsynligvis i knusning av prosjektiler der det skytes mot harde flater og utlekking fra skadet myr. I tillegg har vi vist i *Tabell 5* at ca 30% av utlekkinga av kobber kan skyldes naturlig kobber i grunnen. Konsentrasjonen av bly veldig lave, under 0,6 µg/l.

I Blåtind er konsentrasjonene av bly og kobber lave, sannsynligvis pga. basiske forhold i grunnen (høy kalsium og pH). Noen enkeltanalyser har avveket fra mønsteret og skyldes sannsynligvis erosjon. Også i Blåtind måler vi forhøyde konsentrasjoner av kobber i den ene referansestasjonen. Dette ser vi også langs Sammenbindingsaksen og det er derfor grunn til å forvente at kobber opptrer i grunnen over hele området. I *Tabell 5* har vi i tillegg til å beregne den totale utlekkingen av kobber også lagt inn utlekking fra naturlig forekommende kobber. Som i Mauken ser vi at bidraget fra naturlig kobber i Blåtind kan være betydelig. Det er imidlertid viktig å nevne at konsentrasjonene ligger rundt deteksjonsgrensen for metoden som er brukt, og at tallene er forbundet med stor usikkerhet. Den samme situasjonen gjelder også for sink, mens antimon ikke opptrer naturlig i nevneverdige mengder slik at nær 100% av utlekkingen skyldes korrosjon av ammunisjonsrester. At mengden antimon er relativt høy sett i forhold til bly den er levert med, skyldes høyst sannsynlig høy pH i jordsmonn og vann.

Vi gjennomførte feltarbeid som del av arbeidet med reguleringsplan og tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven sommeren 2014, og denne rapporten ble skrevet like etter. Derfor er analyseresultater fra

---

de fleste tabeller og figurer basert på resultater til og med 2014, og resultater er sammenlignet med gamle tilstandsklasser (SFT 97:04). I vedlegg 1 vises analyseresultater til og med november 2016.

Forsvarsbygg gjennomførte i perioden 2006 – 2008 en utvidet overvåking der den vanlige overvåkingen ble utvidet med analyse av metallene kadmium, nikkel, krom, arsen, aluminium, jern og mangan. Kadmium, krom og arsen var i alle analyser nær eller under deteksjonsgrensen. De høyeste målte konsentrasjonene er; As 0,51 µg/l (referanseprøve Blåtind), Cd 0,024 (referanseprøve Blåtind), Cr 1,0 (pkt. 10 Mauken). Nikkel var stort sett under deteksjonsgrensen, men ble målt opp til 2,6 µg/l i en prøve i Mauken. Miljøkvalitetsstandard, AA-EQS, for nikkel er 4 µg/l (informasjon om miljøkvalitetsstandarder i kapittel 2.4.4). Dette er tilstandsklasse III, iht. SFT 97:04 (god/moderat forurenset) (Sweco Norge as/Forsvarsbygg, 2009). Resterende målte konsentrasjoner av nikkel lå i tilstandsklasse I og II.

For bly, sink og kobber er konsentrasjonene stort sett lave både i forhold til tilstandsklasser for ferskvann (Tabell 3), tilstandsklasser for biologiske effekter (Tabell 4), og drikkevannsnormen (bly 10 µg/l, kobber 100 µg/l). Antimon er lav ift drikkevannsnormen på 5 µg antimon/l. Blykonsentrasjonene er og stort sett lavere enn Vannforskriftens «miljøkvalitetsstandard» for bly på 1,2 µg bly/l. Denne standarden gjelder for biotilgjengelig konsentrasjonen av stoffet. Våre analyser er på totalt innhold av bly. Da en stor andel av bly normalt er bundet til partikler og kolloider (spesielt ved nøytral og høyere pH), vil biotilgjengelig konsentrasjon sannsynligvis være betydelig lavere enn de konsentrasjonene som er oppgitt i tabellen.

Tabell 3. Tilstandsklasser i ferskvann (SFT 97:04). Verdiene gjelder for ufiltrerte prøver.

	Parametere	Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
µg/l	Kobber, Cu	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink, Zn	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Bly, Pb	<0,5	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5

Tilstandsklasse I: Meget god / Ubetydelig forurenset

Tilstandsklasse II: God / Moderat forurenset

Tilstandsklasse III: Mindre god / Markert forurenset

Tilstandsklasse IV: Dårlig / Sterkt forurenset

Tilstandsklasse V: Meget dårlig / Meget sterkt forurenset

Tabell 4. Tilstandsklasser for metaller i ferskvann relatert til biologiske effekter (Lydersen et al, 2002)

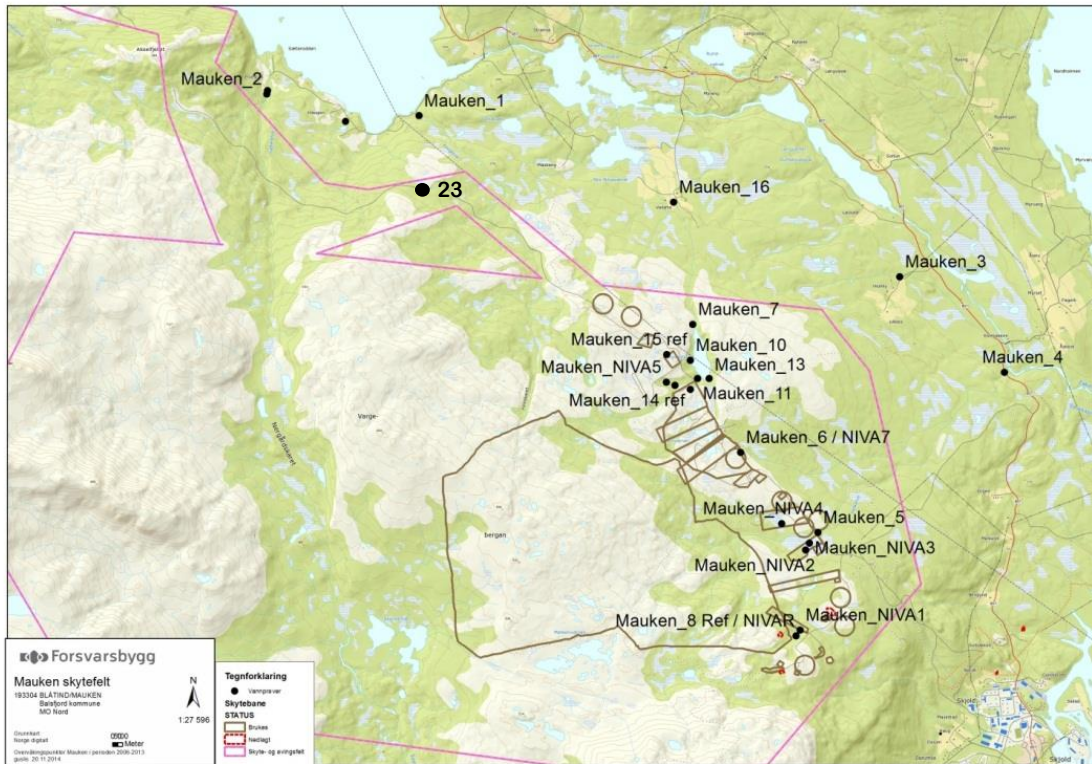
Tilstandsklasse		I	II	III	IV
Parameter	Kons.	Meget lav	Lav	Middels	Høy
Kobber (Cu)	µg/l	<3	3-15	16-30	>30
Sink (Zn)	µg/l	<30	30-60	61-100	>100
Bly (Pb)	µg/l	<1	1-5	6-15	>15

Klasse I: Ingen effekt på biota/humant konsum

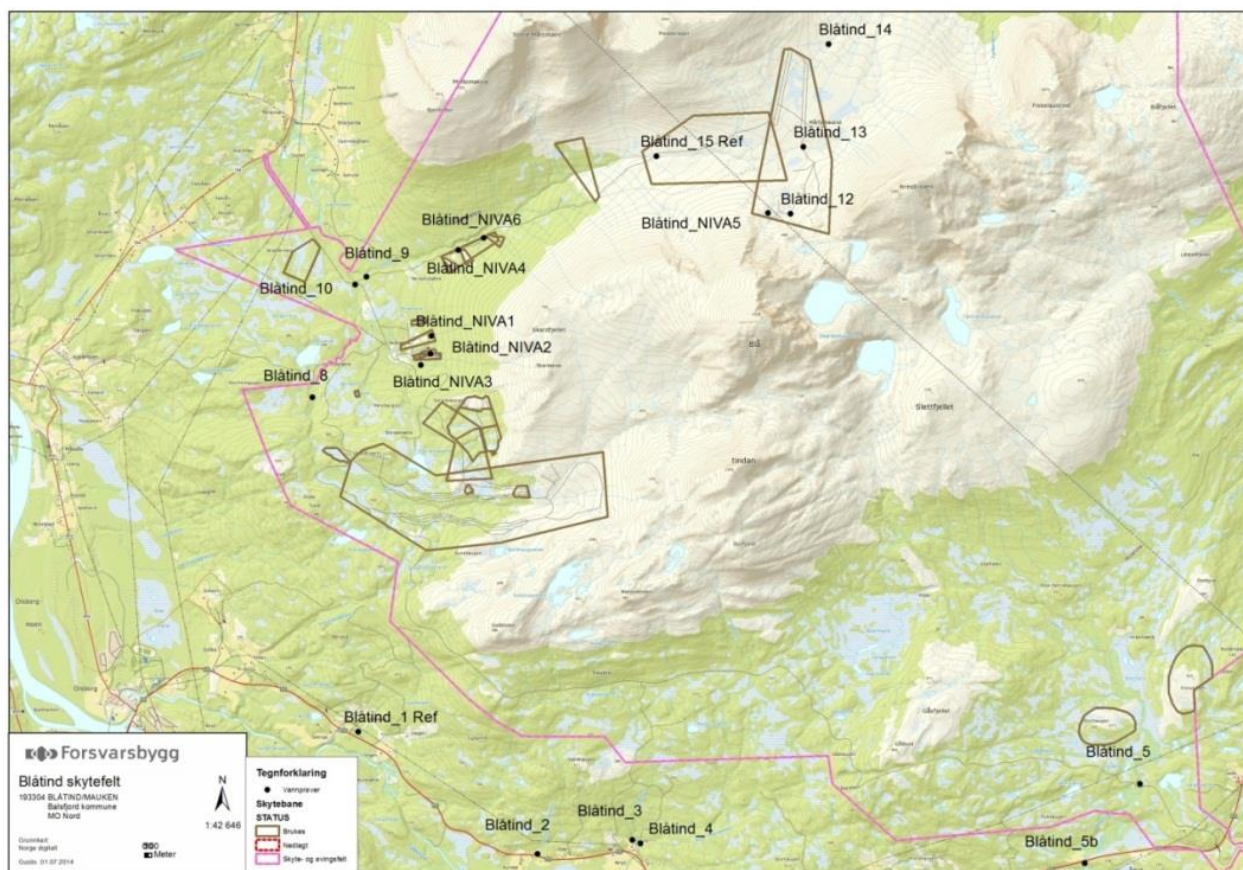
Klasse II: Enkelte følsomme arter kan påvirkes, ingen effekter på fisk

Klasse III: Effekter på laksefisk, artsreduksjoner, tolerable arter dominerer

Klasse IV: Ingen laksefisk, betydelig effekter på mange arter. Økosystem struktur ødelagt.



Figur 9. Oversikt over nåværende og tidligere prøvepunkt i overvåkingsprogrammet for Mauken skytefelt i perioden 2006-2013. Ut fra en konkret behovsvurdering er antall prøvestasjoner redusert til 7 ved prøvetakingen i 2014 (punktene 4, 5, 6, 7, 10, 11 og 12).



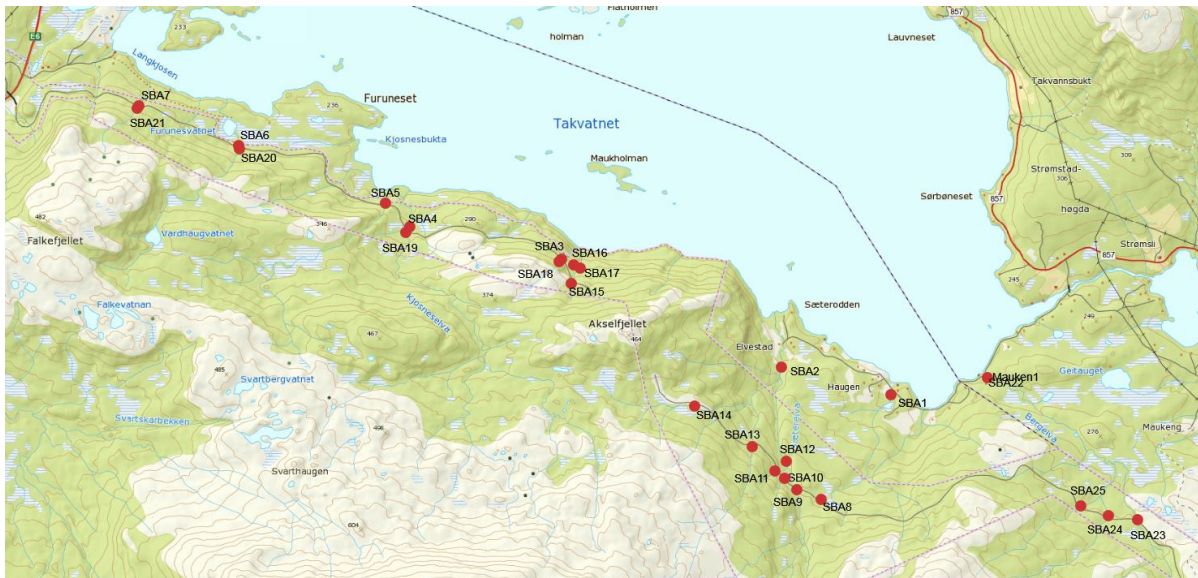
Figur 10. Oversikt over nåværende og tidligere prøvepunkt i overvåkingsprogrammet for Blåtind skytefelt i perioden 2006-2013. Ut fra en konkret behovsvurdering er antall prøvestasjoner redusert til 7 ved prøvetakingen i 2014 (punktene 6, 9, 10, 16, 17, Niva4 og Niva6).

### 3.4.2.1 Sammenbindingsaksen

Sammenbindingsaksen strekker seg fra Akkasæter i Blåtind til grense Mauken skytefelt (Figur 5). På strekningen Akkasæter til E6 som ble bygget først, var det ikke en generell overvåkning av vannveien. Det ble imidlertid gjort en konsekvensvurdering av hensyn til lokal bruk av overvann som drikkevann. I den anledning ble det tatt en del vannprøver som bl.a. ble analysert for bly og kobber (Barlihaug 1992). I vann fra 7 ulike vannverk som benytter overflatevann ble det ikke påvist bly eller kobber over rapporteringsgrensen på henholdsvis 0,5 og 0,02 µg/l.

I Program Grunnforurensning 2007-2008 ble det tatt prøver ved 5 stasjoner i bekker ned mot Takelva vest. Alle målte konsentrasjoner av bly var i tilstandsklasse I (SFT 1997). Kobber i tilstandsklasse III ble påvist i et punkt mens resten av prøve lå i tilstandsklasse II. Det synes ikke å være noen sammenheng mellom militær aktivitet og disse målingene. Variasjonen i utlekking kan forklares med varierende naturlige bakgrunnskonsentrasjoner slik som i Mauken.

Sammenbindingsaksen mellom E6 og Mauken skytefelt ble ferdigstilt i 2011. For å dokumentere eventuell påvirkning fra anleggsarbeider og øvingsaktivitet, ble det fra 2010 til 2014 gjort undersøkelser i bekker som kryssert traseen. Det er i prøvene funnet bakgrunnskonsentrasjoner av både bly og kobber. For bly ligger de fleste konsentrasjonen under deteksjonsgrensen for bly, mens det for kobber er funnet konsentrasjoner opp til ca. 2 µg/l som ikke kan knyttes til ammunisjon (Bolstad 2014).



Figur 11. Oversikt over prøvepunkt langs del av sammenbindingsaksen mellom Mauken og Blåtind.

### 3.4.2.2 Detaljerende kartlegginger i Mauken og Blåtind

Forsvarsbygg har i 2013 gjennomført en egen befaring hvor det i Blåtind bl.a. ble tatt ekstra vannprøver ifm å få en bedre oversikt over forurensningssituasjonen inni skytefeltet og finne hvilke skytebaner som bidrar med mest utlekking av metaller. Detaljerende prøvetaking ble utført i Mauken i 2010 og 2012.

Formålet med befaringen var å;

1. skaffe oversikt over beliggenhet av de stengte og aktive banene i forhold til overflateresipienter,
2. foreta ekstra prøvetaking av vannforekomster som ikke er prøvetatt ifm overvåkingsprogrammet
3. vurdere behov for, og eventuelle muligheter for, enkle tiltak for å redusere metallavrenning.
4. vurdere hvorvidt dagens overvåkingsprogram fanger opp avrenning fra de aktive skytebanene.

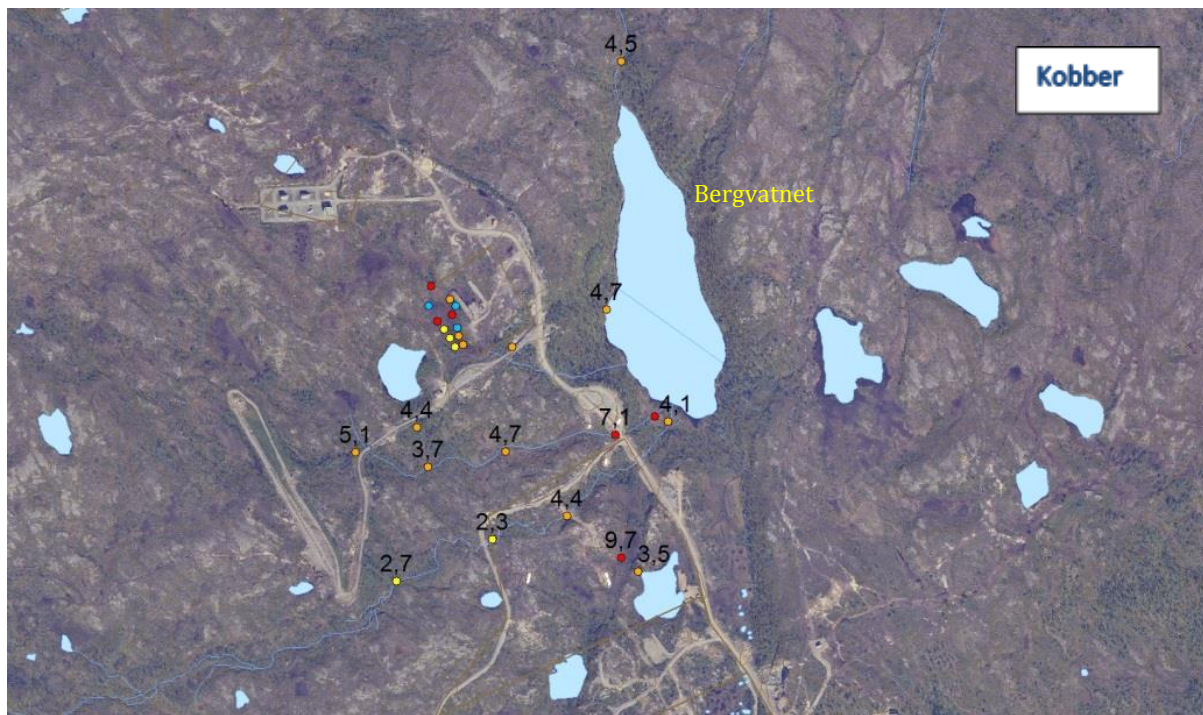
Flere befaringer i 2013 er lagt til grunn for denne rapporten. Magne Bolstad og Lisa Gustavson fra Miljøseksjonen i Forsvarsbygg gjennomførte befaringen av skytebanene i Mauken sammen med Odd Ivar Klokkerhaug fra skytefeltadministrasjonen (Operasjonsstøtte) 2.10.2013. Magne Bolstad, Carl-Einar Amundsen, Lena Frøyland m. fl. fra Miljøseksjonen i Forsvarsbygg gjennomførte befaringen av skytebanene i Blåtind sammen med Svein Ole Rotli fra skytefeltadministrasjonen (Operasjonsstøtte) 4-5.7.2013.

Det ble foretatt befaring på alle skytebaner for håndvåpen. Standplasser for artilleri, sprengningsfelt, håndgranatbaner ble ikke befart. Detaljert informasjon om type bane, informasjon om jordsmonn, type målområde, resipienter, avstand til resipient, informasjon om drift og bruk som kan ha betydning for metallavrenning, med mer, ble registrert for hver enkel bane. Det er utarbeidet en egen intern rapport. Det ble i tillegg tatt vannprøver fra bekker som drenerer en eller flere baner.

Det ble tatt til sammen 27 vannprøver fra bekker og sig i området med befaring ved Blåtind. Resultatene fra denne undersøkelsen er gjengitt i vedlegg, Tabell 12. Prøvetakingen i 2012 ble utført av Carl-Einar Amundsen, Magne Bolstad, Lena Frøyland og Tore Joranger, og i 2010 av Magne Bolstad.







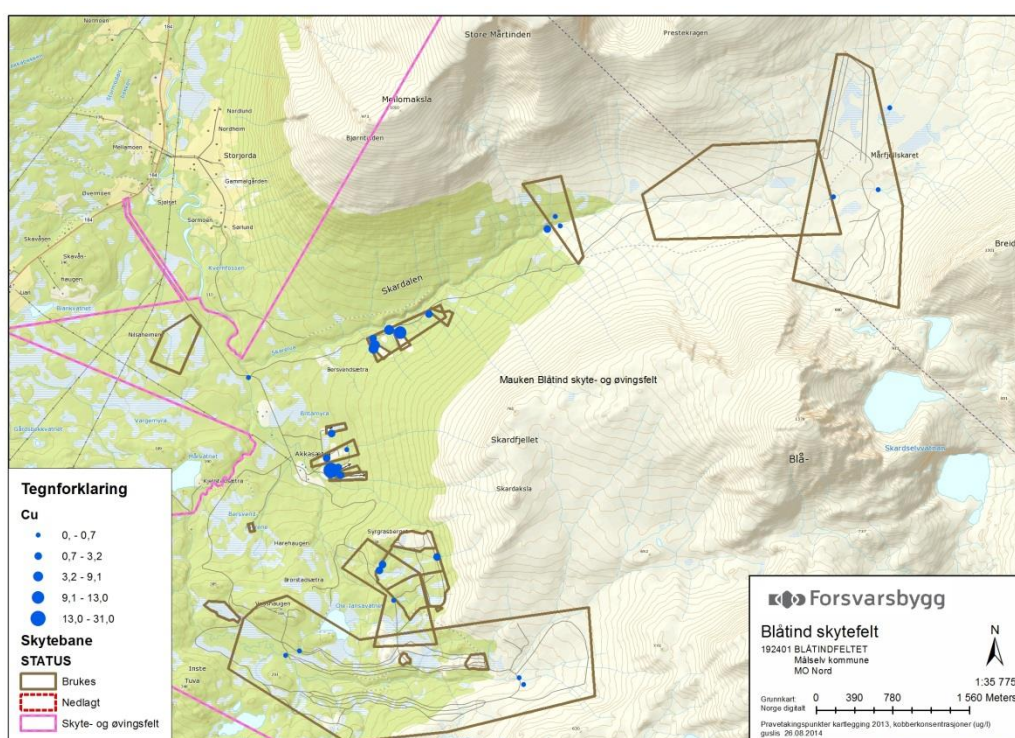
Figur 14. Eksempel på konsentrasjoner av kobber i sigevann og bekker i Mauken i august 2012. Punktfargen tilsvarer tilstandsklasser for ferskvann (SFT1997).



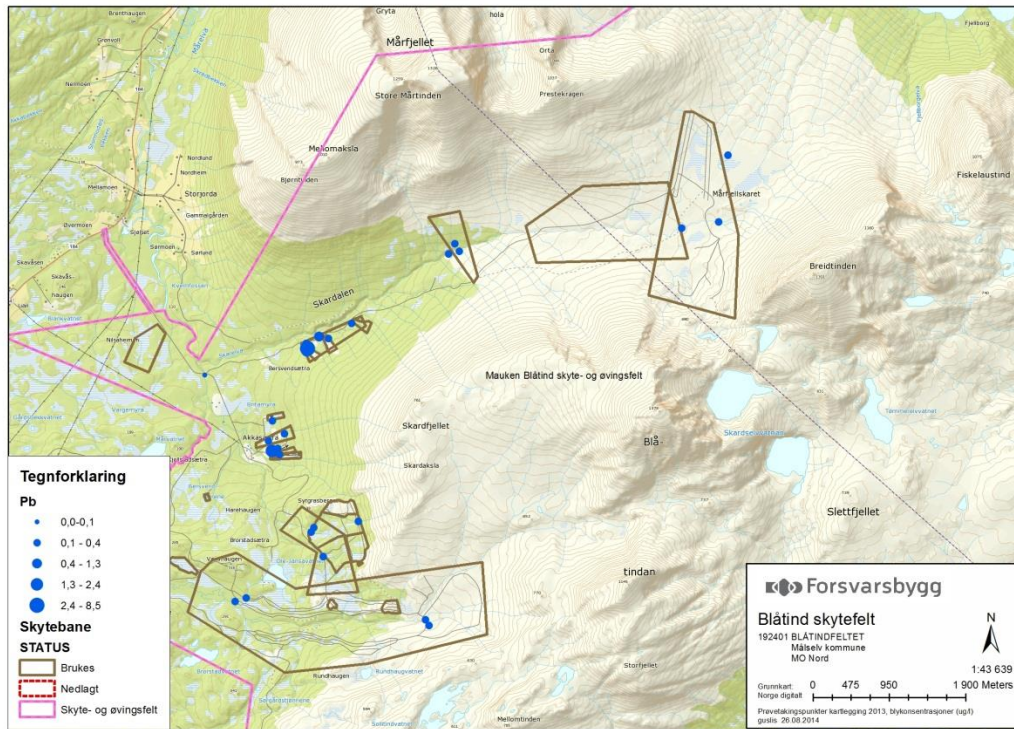
Figur 15. Eksempel på konsentrasjoner av bly i sigevann og bekker tatt i august 2012. Punktfargen tilsvarer tilstandsklasser for ferskvann (SFT1997). Konsentrasjoner lavere enn deteksjonsgrensen er satt lik «-1».

Analyseresultatene viser at bly bindes godt i jordsmonnet eller felles og fortynnes raskt i bekkene (Figur 13 og Figur 15), og at høye konsentrasjoner kun påvises tett på noen skytebaner. Kobberet er betydelig mer mobilt og påvises i alle bekker (Figur 12 og Figur 14). Inntrykket er at kobber lekker fra mange kildeområder. Dette er en utfordring i forhold til tiltak. Konsentrasjonene er stort sett under AA-EQS og MAC-EQS for både bly og kobber selv om prøvene til dels er tatt direkte ved kildeområdene (se kapittel 2.4.4.).

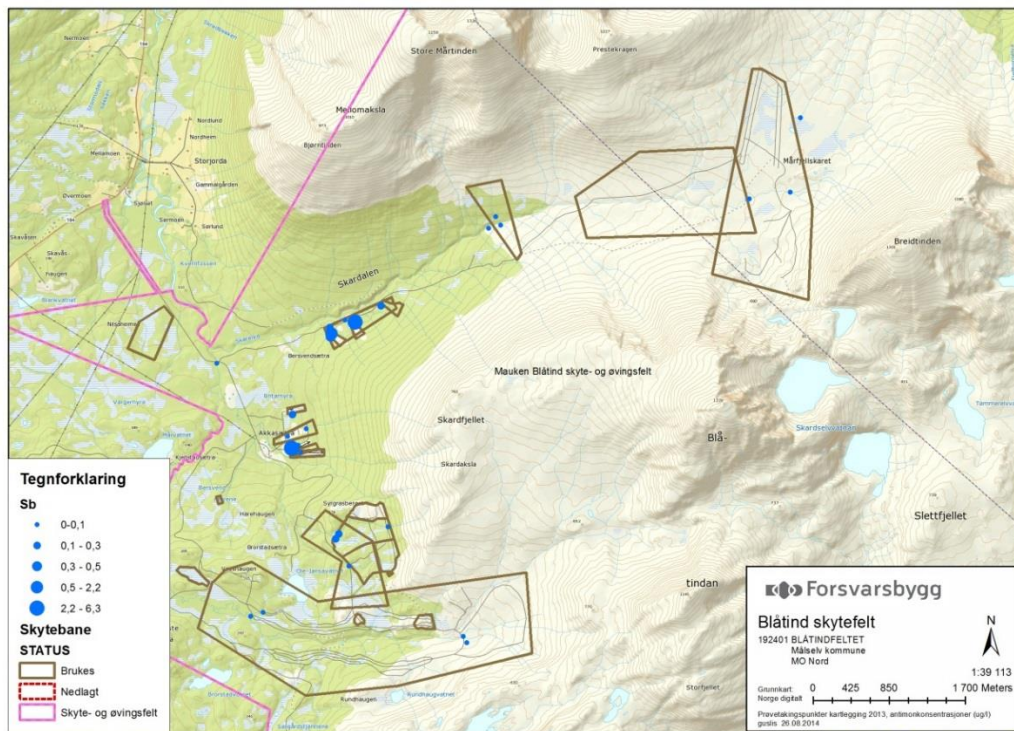
### Blåtind



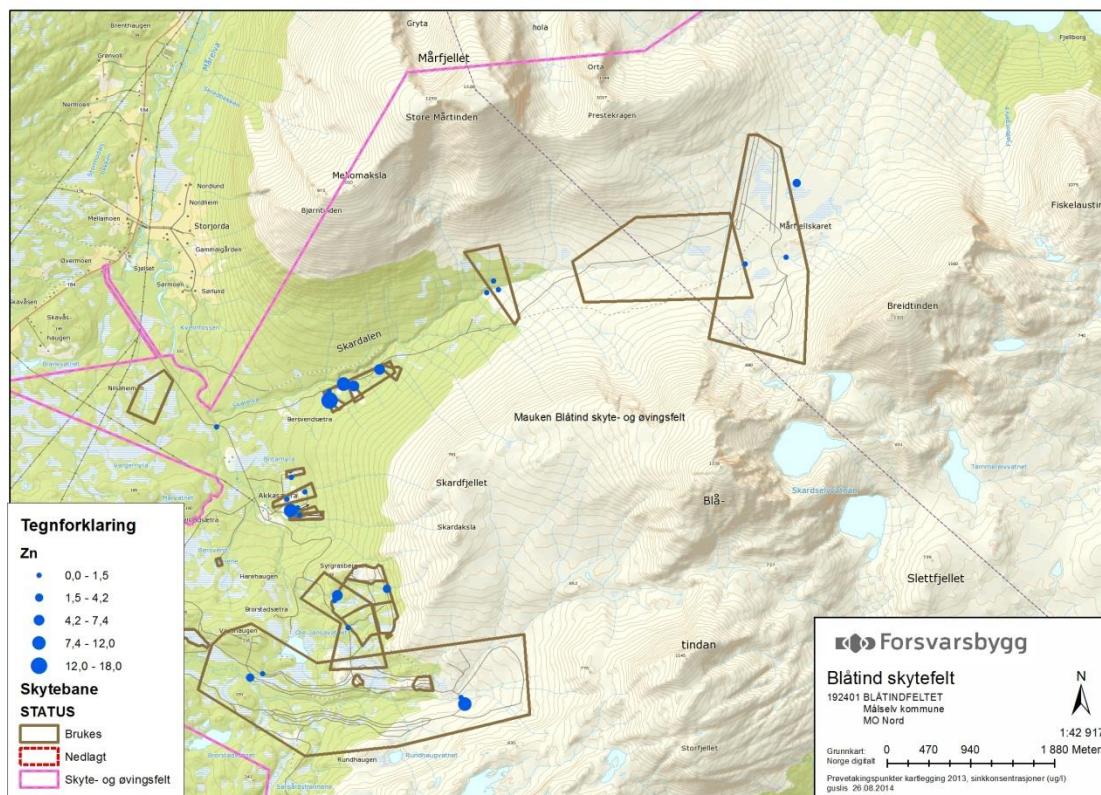
Figur 16. Konsentrasjoner av kobber i vannprøver tatt 4-5.7.2013.



Figur 17: Konsentrasjoner av bly i vannprøver tatt 4-5.7.2013.



Figur 18: Konsentrasjoner av antimon i vannprøver tatt 4-5.7.2013.



Figur 19: Konsentrasjoner av sink i vannprøver tatt 4-5.7.2013.

### 3.4.3 Mengde metaller og påvirkning på vannforekomster og hovedresipienter

FB har gjort en beregning av utlekkingen av metaller fra Mauken Blåtind SØF. Beregningen er gjort ut fra gjennomsnittlig konsentrasjon i prøver tatt ved skytefeltets grense i perioden 2006-2014 (Tabell 10, Tabell 11 i vedlegg). Vannføring i prøvepunktene er beregnet vha. NVEs verktøy NEVINA. Beregningene for Blåtind gir en utlekking av 7,7 kg kobber, 5,7 kg bly, 10,8 kg antimon og 53,3 kg sink per år fra Blåtind (prøvepunkt 9 og 10). For Mauken er det beregnet et utslipp av 11,2 kg kobber, 0,2 kg bly, 6,3 kg antimon og 6 kg sink (Tabell 5, prøvepunkt 5, 6 og 7). I og med at de målte konsentrasjonene, og da særlig for referansepunktene, ligger like rundt deteksjonsgrensen for metodene som er brukt gir dette stor usikkerhet. For målinger under deteksjonsgrensen er halv verdi brukt. Dette kan medføre både under- og overestimering. Når gjennomsnittlig vannføring i bekken overskrider 100 l/s gir dette selv ved lave konsentrasjoner stort utslag i antall kilo.

I referansepunkt 1ref i Blåtind beregnet Sweco en transport på hhv 0,28 kg kobber per år, mens i referansepunkt 3ref i Mauken ble det beregnet en transport på 0,38 kg kobber per år og 8ref ble beregnet til 0,21 kg kobber per år (Sweco Norge as/Forsvarsbygg 2009). Med dagens gjennomsnittsverdier er dette nokså likt, det er nå beregnet med nyere tall og en får da 0,33 kg kobber per år. For Mauken, er det beregnet med nyere tall for Ref1, og det er da beregnet en utlekking på 5,06 kg kobber per år. Dette kan indikere at ca 30% av kobberutlekkingen har naturlige årsaker. Funn av spredt forekomster av kobber i berggrunnen ved Mauken gjør imidlertid beregningene kan svært usikre. Også langs sammenbindingsaksen er det målbare konsentrasjoner av kobber i områder hvor det ikke har vært skyting. Det geologiske forholdene er ikke kartlagt i detalj, men funn og målinger tyder på at det i Mauken finnes flere lokale forekomster av berggrunn med

mindre innslag av kobber, og i minst ett område også bly og antimon i målbare konsentrasjoner i vann. De etablerte referansepunktene er sannsynligvis påvirket av skyteaktivitet. Noen vannprøver (SBA 22-25) tatt langs Sammenbindingsaksen kan benyttes som lokal referanse da disse ligger i tilnærmet samme geologiske provins. I disse prøvepunktene er konsentrasjonene i gjennomsnitt  $<0,02 \mu\text{g/l}$  for bly og  $0,76 \mu\text{g/l}$  for kobber.

Tabell 5 viser at den gjennomsnittlige metallkonsentrasjonene fra prøvepunkt i overvåkningsprogrammet som ligger på skytefeltgrensene. Kobberkonsentrasjonen er høyest i Mauken men høyere middelvannføring i Blåtind gir større utslipp målt i kilo metall. Det er rimelig å anta at naturlige forekomster av kobber er en viktig årsak til dette. Blykonsentrasjonene er også lave i Mauken Blåtind, men uten data for bakgrunnskonsentrasjon er det vanskelig å ha en klar oppfatning av hvor mye som er utlekking fra ammunisjonsrester.

---

Tabell 5. Beregnet årlig utlekking av metaller i kilo fra Mauken Blåtind SØF. Beregningen er gjort ut fra gjennomsnittlige konsentrasjoner av Cu, Pb, Sb og Zn i avrenning (gjennomsnitt for overvåkingsperioden 2006-2015 (vedlegg 6.1). Utlekking på grunn av naturlige bakgrunnskonsentrasjoner er beregnet ut fra gjennomsnittlig konsentrasjon av de samme metallene i tre referansepunkt. Fordi målingene ligger under metodenes deteksjonsgrense er halv verdi benyttet. Dette gjør beregningene unøyaktige.

Beskrivelse	Prøve punkt	Nedbørsfelt km <sup>2</sup>	Årsmiddell/sek	µg/l				kg/år			
				Cu	Pb	Sb	Zn	Cu	Pb	Sb	Zn
Mårelva, Blåtind	9	21,2	716	0,64	0,27	0,2	2,31	14,5	6,1	4,5	52,2
Skardelva, Blåtind	10	21,4	877	1,31	0,3	0,23	2,06	36,2	8,3	6,4	57
Bakgrunn Blåtind - Skarelva	Ref. 15			0,25	0,15	0,0025	1	6,9	4,1	0,1	27,7
Bakgrunn Blåtind - Mårelva	Ref. 1			1,6	0,2	0,0025	1,25	36,1	4,5	0,1	28,2
<b>Sum Blåtind</b>			<b>1593</b>					<b>7,7</b>	<b>5,7</b>	<b>10,8</b>	<b>53,3</b>
Bergvatnet utløp, Mauken	7	2,4	47	3,67	0,27	0,29	3,01	5,4	0,4	0,4	4,4
Melkelva, Mauken	5	2,487	164	1,81	0,26	1,09	2,21	9,4	1,3	5,7	11,5
Melkelva (Reinvatnet), Mauken	6	19	18	5,62	0,52	0,4	7,84	3,3	0,3	0,2	4,6
Bakgrunn Mauken (beregnet ut fra gjennomsnittlig bakgrunn i Ref.1 og for samlet vannføring i tre prøvepunkt)	7, 6, 5		230	0,95	0,26	0,0025	1	6,9	1,9	0	62,8
<b>Sum Mauken</b>			<b>230</b>					<b>11,2</b>	<b>0,2</b>	<b>6,3</b>	<b>6,0</b>
<b>Sum beregnet utslipp Mauken Blåtind</b>								<b>19</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>59</b>
Prosentandel (samlet) som skyldes naturlig bakgrunn								88%	76%	10%	59%

Både Bergvatnet og Melkelva i Mauken drenerer til Takelva øst og videre til Måselva. Mauken har i tillegg en del bekker som drenerer områder som er mindre berørt av skyting, med avrenning til både til Takvatnet i nord og direkte til Måselva i sør. I disse bekkene er det kun registrert ubetydelig metallutlekking (Sweco Norge 2009).

Mårelva flyter sammen med Skardelva ved grensa til skytefeltet i Blåtind, og elva har utløp i Aursfjorden. Blåtind har også bekker som renner nordover til Fiskelausvatna og Sagelvvatnet i Balsfjord kommune. Mot sør drenerer mange bekker til Takelva vest som munner ut i Måselva ved Olsbog.

Selv om det er en viss metallavrenning fra Mauken Blåtind SØF, har dette liten konsekvens for konsentrasjonene i vannforekomster og hovedresipienter som Fiskelausvatna, Sagelvvatnet, Mårelva, Takelva og Takvatnet/Måselva (Figur 6). I Tabell 6 har vi med utgangspunkt i målte konsentrasjoner ved skytefeltets grense beregnet påvirkningen i resipientene nedstrøms som teoretisk økt konsentrasjon. Basert på en årlig middelvannføring i disse vannforekomstene og mengden metaller de mottar, vil årlig gjennomsnittlig konsentrasjon i elvene øke ubetydelig som følge av utslipp fra Mauken Blåtind SØF (Tabell 6) men den vil være teoretisk målbar i Mårelva. Vi ser fra referansepunktene og i flere målepunkt i vannprøver tatt langs Sammenbindingsaksen, at den naturlige utlekkingen av kobber fra grunnen varierer i samme størrelsesorden som utlekkingen fra områdene som er påvirket av skyting. Og som angitt i Tabell 6 kan bakgrunnskonsentrasjonene dvs. naturlig utlekking av bly og kobber være så høy at dette bidraget fra skytebanene overestimeres. Hvor mye er det vanskelig å finne eksakte tall for. I Tabell 5 er gjennomsnittskonsentrasjoner fra referansepunkt lagt inn som et estimat for naturlig utlekking og den naturlige utlekkingen er oppgitt i % av den totale utlekkingen. Tallene fremkommer metodisk og gir et godt innsyn i situasjonen, men den metodiske usikkerheten er stor for en slik beregning.

---



Tabell 6. Påvirkningen av metallutlekking fra skytefeltet på viktige resipienter ved Mauken Blåtind. Tabellen viser påvirkningen som teoretisk økning av konsentrasjonene i µg/l i resipienten når metallutlekkingen fra skytefeltet fortynnes i disse. Vassdrag som ikke er påvirket av forurensning fra Forsvarets aktivitet er ikke tatt med.

ID nr./ Vannforekomst	Årlig middelvanntføring i punkt, l/s	Målt konsentrasjon i prøvepunkt og beregnet økt konsentrasjon for resipient (konsentrasjon i vannforekomst er ikke justert for naturlig utlekking)				Kommentar
		Cu µg/l	Pb µg/l	Sb µg/l	Zn µg/l	
<b>Mårelvavassdraget</b>						
196-106-R; Skarelva	720	1,31	0,3	0,23	2,06	Gjennomsnitt i prøvepunkt 10
196-106-R; Øvre Mårelva	880	1,64	0,27	0,3	2,06	Gjennomsnitt i prøvepunkt 9
Bakgrunn Blåtind		1,6	0,2	0,0025*	1,25*	
196-108-R, Mårelva utløp fjorden	2000	0,8	0,23	0,17	1,73	Beregnet økning i konsentrasjon i resipient
<b>Måselvassdraget</b>						
196-151 R, Bergvatnet	49	3,67	0,3	0,3	3,0	Gjennomsnitt i prøvepunkt 7
196-151 R, Melkelva	150	1,81	0,3	1,1	2,2	Gjennomsnitt i prøvepunkt 5
196-151 R, Melkelva	18	5,62	0,5	0,4	7,8	Gjennomsnitt i prøvepunkt 6
Bakgrunn Mauken		0,95	0,26	0,0025*	2*	
196-295-R, Takelva før samløp med Fjellfrøselva	1916	0,25	0,03	0,10	0,34	Beregnet økning i konsentrasjon i resipient
Måselva ved Alapmoveien bru	50 000	0,01	0,001	0,004	0,02	Beregnet økning i konsentrasjon i resipient

\*=1/2 deteksjonsgrense for analysemetode

#### 3.4.4 Biologiske effekter av metaller i vann

I forbindelse med søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven har Forsvarsbygg gjennomført en vurdering etter naturmangfoldloven. Den gir mer informasjon om naturmangfold i skytefeltet (Selvaag 2019)

For bl.a. kobber, sink og bly er det utviklet flere modeller (Biotic Ligand Model, BLM) som beregner hvor mye av den totale konsentrasjonen av metaller som faktisk er tilgjengelig, og som gir akutte og kroniske biologiske effekter ved vannkjemien som er i den spesifikke vannforekomsten. I Forsvarsbyggs overvåkingsprogram bestemmes innholdet av total mengde metaller i vannprøvene. Dette er summen av partikkelbundne «utilgjengelige» metaller, metaller bundet til kolloider, og frie biotilgjengelige metallioner og metallkomplekser. Det er de frie metall-forbindelsene som gjerne forårsaker giftvirkning i organismer (Casarett and Doull's, 1992). På bakgrunn av totalmåling av disse metallene (normalt gjennomført på filtrert prøve) og vannkjemien i vannforekomsten, beregner BLM modellen andelen frie metallioner i vannet. Videre beregnes hvorvidt disse ionene vil medføre kroniske eller akutte effekter på akvatiske organismer (fisk og krepsdyr). Dette gjøres på bakgrunn av 13 ulike målte parametere i vannforekomsten, hvor det er surhetsgraden (pH), løst organisk materiale (DOC) og kalsiumioner som i hovedsak bestemmer tilstedeværelsen av biotilgjengelig metall.

Det finnes ulike BLM modeller hvor flere er beskrevet i Garmo m fl. 2015. Artikkelen gjør en vurdering av ulike modeller. Artikkelen er positive til bruk av BLM modeller, men presiserer at det er en utfordring at opptil 90 prosent av norske vannforekomster (innsjøer) har pH eller kalsiumkonsentrasjoner som ligger utenfor området som modellen er validert for. Dette er en begrensning man må ta i betraktning når modellen benyttes, og vi må alltid sjekke ut hvorvidt den aktuelle vannkjemien i vannprøven er innenfor modellens valideringsområde. Artikkelen konkluderer med at verktøyene som brukes i EU landene bør utvikles til å brukes i kalsiumfattige vann slik vi har i Norge. NIVA jobber nå med dette.

I tillegg mener Garmo m. fl. 2015 at modellene for kroniske effekter har dårlig datagrunnlag, og ofte beregnet basert på akutte effektnivåer. Forsvarsbygg bruker modellen til USEPA, som derimot ikke er vurdert, kun omtalt, i artikkelen. Artikkelen sier at «USEPA har risikovurderingsverktøy som dekker både akutt og kronisk eksponering, og som tilsynelatende dekker et bredere spenn i vannkjemien, men det gjelder foreløpig kun for kobber».

I artikkelen kommer det frem at det nylig er utviklet en modell for bly. Denne har Forsvarsbygg forsøkt å bruke for å beregne biotilgjengelig andel bly, men det har så langt ikke gitt troverdige resultater. Deler av årsaken er sannsynligvis at den ikke passer for de vannkjemiske forholdene vi har i Norge. Miljødirektoratet ved Rune Pettersen har sagt at BLM modell, eller tilsvarende modeller, kan f.eks. brukes for å finne biotilgjengelig andel bly, når man skal sammenligne med AA-EQS. Vi forventer at NIVA sitt oppdrag vil medføre at metoden kan brukes for norsk vannkvalitet.

#### **Sammenligning av metallkonsentrasjoner i vannforekomster med miljøkvalitetsstandard.**

Dersom det settes grenseverdier for metaller i SØF, ønsker Forsvarsbygg å benytte en modeller som støtte, for å vurdere når eventuelle biologiske effekter kan inntre, og f.eks. finne ut hvorvidt AA-EQS for bly er overskredet.

I forbindelse med Vannforskriften er det innført biologiske kvalitetselementer i ferskvann (bunndyr, fytoplankton, strandvegetasjon og fisk). Men ifølge Miljødirektoratet (Jon Lasse Bratli og Karen Marie Haug pers.med.) egner disse biologiske kvalitetselementene seg best til å fange opp virkningen av organisk stoff/næringssalter, forurening eller fysiske endringer. De mener at biologiske kvalitetselementer fungerer dårlig for å si noe om effekter av metallforurensningen i bekker og elver, og at det er tilstrekkelig å måle kjemiske parametere i bekker og elver i SØF.

---

For prioriterte miljøgifter, som bly, er det etablert miljøkvalitetsstandarder (EQS – Environmental Quality Standard). AA-EQS er årlig gjennomsnitt miljøkvalitetsstandard, satt for å beskytte mot negative effekter etter langtids (kronisk) eksponering. MAC-EQS er maksimal verdi miljøkvalitetsstandard, satt for å beskytte mot negative effekter av korttids (akutt) periodevis eksponeringer. Kobber og sink er per i dag ikke prioriterte miljøgifter, men Norge har allikevel utarbeidet EQS og tilstandsklasser som vist i Tabell 7 for disse metallene (Miljødirektoratet, 2016).

Tabell 7. Tilstandsklasser for ferskvann (Miljødirektoratet, 2016). EQS er miljøkvalitetsstandard. AA-EQS er gjennomsnittet av målingene samme år. MAC-EQS er høyeste målte verdi i løpet av året. Verdiene er oppgitt i µg/l, og gjelder filtrert prøve.

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

\*Miljøkvalitetsstandarden gjelder den biotilgjengelige konsentrasjonen av stoffet

Ingen prøver fra overvåkingspunkt i Mauken Blåtind SØF har konsentrasjoner som overskrider EQS for bly de siste seks årene (Tabell 17, 18 og 19).

Ingen av prøvene fra overvåkingspunktene i Blåtind SØF har konsentrasjoner som overskrider AA-EQS for de seks siste årene. Det er kun en overskridelse av MAC-EQS, og det var i punkt 16 i 2012. Konsentrasjonene har vært lave siden (1,6 µg/l og lavere). I Mauken SØF har det vært overskridelser av miljøkvalitetsstandardene i to bekker som renner inn i Bergvatnet: i punkt 10, med konsentrasjoner opp til 9,2 µg/l, samt punkt 11 med konsentrasjoner opp til 9,8 µg/l (Tabell18). Analysene er gjennomført på ufiltrerte prøver. Det er derimot ingen overskridelse i utløpet av Bergvatnet.

Det er også introdusert grenseverdi for sink på 11 µg/l (AA-EQS og MAC-EQS). Med ett unntak, er det prøver fra overvåkingspunkt i Mauken Blåtind SØF som har konsentrasjoner som overskrider EQS de siste seks årene. I internpunkt NIVA06 ble det målt 12,1 µg/l i september 2012. Analysen ble gjennomført på ufiltrert prøve, og prøven er tatt i mindre bekk, nær på en skytebane. Prøvene tatt i ettertid i samme punkt varierer fra <0,2 til 4,9 µg/l, altså langt under EQS.

Når det gjelder antimon har forsøk (Mariussen 2014) vist at fisk tåler flere hundre mikrogram per liter. EURAR 2008 oppgir en PNEC (predicted no effekt concentration) for antimon (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) på 113 µg/l. Konsentrasjonene i skytefeltet er langt lavere enn dette.

### Andre modeller

Forsvarsbygg samarbeider med FFI for å vurdere BLM modellenes egnethet. Når Forsvarsbygg i fremtiden skal vurdere hvorvidt en eventuell økning i kobberkonsentrasjon faktisk har biologiske effekter. Vi har i denne rapporten benyttet en BLM modell for kobber og sink i flere bekker i Mauken Blåtind SØF, som en støtte for å se hva som kan være kritiske kobber og sinkkonsentrasjoner i disse vannforekomstene (HydroQual, 2007).

Konsentrasjoner som er under CMC (Criterion Maximum Concentration) og under CCC (Criterion Chronic Concentration) skal ifølge modellen ikke gi hhv. akutte og kroniske effekter på organismene. Både overvåkingsdata og prøver fra kildesporingen i 2014 ble brukt som input i modelleringene. Beregningene med BLM viser at kobber utgjør et potensielt større biologisk problem enn sink i Mauken Blåtind SØF, og her diskuteres derfor bare resultatene for kobber. Beregningene gjennomført for kobber ligger som vedlegg (Tabell 13 og Tabell 14) og viser at kun 4 enkeltprøver gir en TU (Acute Toxic Units) indeks som er høyere enn 1,0 og som kan gi en indikasjon på at vannkvaliteten er akutt eller kronisk skadelig for de mest ømfintlige organismene. Ingen resultater etter 2008 overskrider TU.

Dersom arbeidene med å verifisere egnetheten til BLM modellering kommer til en positiv konklusjon, ønske Forsvarsbygg i fremtiden å benytte denne modellen eller lignende modeller til å vurdere om en eventuell økning i kobberkonsentrasjon faktisk har biologiske effekter.

### **3.4.5 Andre arelbrukskonflikter**

I forbindelse med Stortingsmelding nr. 21 (vedtatt 1993), Handlingsplan for miljøvern i Forsvaret og Stortingsmelding nr. 85 (vedtatt 1997), er det etablert en flerbruksplan for Mauken Blåtind SØF for å sikre en best mulig forvaltning av øvingsområdene, også med tanke på naturverdier, kulturminner, næringsinteresser, friluftsliv og andre brukere av områdene. Det arbeides løpende med å dempe konfliktpotensialet ved å gi forvaltningsinstruksjoner gjennom Skytefelthåndboka og gjennom lokale Risiko og sårbarhetsanalyser (Forsvarsbygg 2010).

#### **3.4.5.1 Beiting og dyrevelferd**

Skytefeltet Mauken Blåtind brukes delvis som beitemark for sau (Blåtind) og tamrein (Mauken), og områdene er også habitat for elg. FFI (Strømseng m.fl. 2007) har beregnet sannsynligheten for at beitedyr får akutte og kroniske effekter som følge av gjentatt eksponering ovenfor hvitt fosfor på henholdsvis 0,7 og 4 % for Blåtind og Mauken. Beitedyr er meget selektive i sitt utvalg og bruk av beiteområde. Områdene som er belastet med hvitt fosfor i Mauken har innslag av vegetasjonsområder som har god beiteressurs for sau, rein og elg. Gjershaug m.fl. (2008) påpeker at krater kan inneholde bukkeblad, starrarter og andre planter som beites av elg og rein, men at funnene er få og selv ved de høyeste konsentrasjonene er det lav risiko for at elgen skal få i seg WP på denne måte. Ved den histologiske undersøkelsen av elgmateriale ble det funnet tegn til forgiftning, men sporene er sammenfallende med andre typer forgiftning og det er grunn til å tro at den subletale belastningen av WP for elg er lav (Gjershaug m.fl. 2008). Blåtind har generelt vegetasjonstyper med lav beiteverdi der det er skutt med WP-granater, men unntak av et område som beites av sau og sporadisk av rein. Elg er sannsynligvis den arten som har størst risiko for å bli eksponert men sannsynligheten anses som lav.

Hovedkonklusjonen til Gjershaug m.fl. (2008) er at risikoen er lav og da også for annet vilt.

#### **3.4.5.2 Drikkevann**

Det er forbudt å forurense vannforsyningsystem og internt fordelingsnett dersom det kan medføre fare for forurensning av drikkevannet (første setning i §4 i Drikkevannsforskriften).

Risiko og påvirkning på vannforsyningsanlegg nedstrøms arealene i Mauken og Blåtind er ikke kartlagt. Overvåkningsprogrammet for tungmetallavrenning har ikke påvist konsentrasjoner av bly, kobber og antimon som overskrider drikkevannsforskriften, i bekkene som renner ut av skytefeltene. Grenseverdiene er hhv. 10 µg Pb/l, 2000 µg Cu/l, og 5 µg Sb/l. Det er ikke satt grenseverdi for sink.

---

I forbindelse med planprosessen for sammenbindingsaksen ble det gjort en konsekvensutredning (Barlihaug 1992) som vurderte mulige vannforsyningsproblemer. Prosessen inneholdt:

- A. Gjennomføre en registrering av drikkevannskilder/vanninntak innenfor det geografiske området som kan påvirkes av den planlagte utvidelsen av og de nye vegene i øvingsfeltene Mauken – Blåtind.
- B. Innhenting av vannprøver som skal beskrive den nåværende situasjonen.
- C. Belyse konsekvensene for vannforsyningsanleggene av den framtidige militære aktiviteten i den nye områdene.
- D. Vurdere og foreslå nødvendige tiltak for å redusere/fjerne konfliktpunkter mellom bestående vannforsyningsanlegg og Forsvarets øvingsaktivitet.

Barlihaug konkluderte med at 134 abonnenter ble berørt. Ved Maukenfeltet er det bare en hytte i sørenden av Takvatnet som kanskje kan bli berørt av de planlagte aktivitetene. På grunn av konsekvensene av f.eks. utslipp av oljeprodukter ble det anbefalt å gjennomføre flere typer tiltak. Det fysiske tiltakene ble utdypet i et skisseprosjekt (Anleggsteknikk 1999). Dette er senere fulgt opp av Forsvarsbygg.

Mattilsynet varslet pålegg om desinfisering ved tre vannverk; Bjørklid, Teigen, Berglid. Alle vannverkene henter råvann fra bekker i Blåtind. FB arbeider med å fremskaffe prosjektmidler til følge opp pålegget.

Militær aktivitet kan potensielt påvirke vannkvaliteten i bekker som renner ut av feltet slik at spesielt vannverk som benytter seg av overflatevann er sårbare. Øvingsvirksomheten i feltet medfører risiko for flere typer utslipp som er aktuelle i denne sammenheng:

- Utlekking av metaller og andre toksiske stoffer fra ammunisjon på skytebaner.
- Akutte utslipp av drivstoff og andre oljeprodukter.
- Erosjon som kan medføre tilslamming i bekker med minerogen partikler og organisk materiale
- Spredning av patogene bakterier som følge av dårlige hygieniske forhold ved f.eks. biuvakering.
- Spredning av forurensning ved erosjon.

Utlekking av metaller og andre stoffer fra skytebanen gir en kontinuerlig belastning men kan ha episoder med ekstra høy utlekking. Det er tatt regelmessige prøver av de aktuelle metallene (bly, kobber, sink og antimon) i de bekkesystemene som fanger opp avrenning fra områder med ammunisjonsrester fra håndvåpen. Det tas i dag prøver to prøver annenhver år.

Som vi har beskrevet i kapitlene over har Forsvarsbygg tatt prøver av bekker og elver i skytefeltet, og analysert for hvitt fosfor, sprengstoffrester og metaller. Drikkevannsnormene er langt mindre strenge enn akvatiske organismer.

Akutte utslipp av oljeprodukter og tilslamming som følge av erosjon vil ikke fanges opp av et overvåkningsprogram, men må forebygges med ulike typer tiltak. Dersom uhellet har skjedd er det viktig å ha en tilstrekkelig beredskap å varsle og iverksette tiltak.

Partikler av hvitt fosfor fra røykgranater kan bli liggende intakte i fuktig jord eller vann, og kan utgjøre en særlig risiko under uheldige forhold. I 2006, undersøkte FFI drikkevannet til husstander med drikkevannskilder tilknyttet bekker og elver som renner ut av skytefeltene Setermoen, Mauken og Blåtind for innhold av hvitt fosfor. Det ble tatt 11 prøver i Blåtind og 7 prøver i Mauken. Ingen av vannprøvene inneholdt hvitt fosfor over deteksjonsgrensen (0,015 µg/l). Det ble konkludert med at nivåene av hvitt fosfor ikke har medført konsentrasjonsendringer og at helseeffekter kunne utelukkes (Strømseng, 2006).

---

Private vannkilder i andre bekker innenfor skytefeltet er kjent for miljøsidene i Forsvaret, og tas hensyn til i øvingsvirksomhet på lik linje med drikkevannskilder generelt ved øvelser på privat grunn.

#### 3.4.5.3 Bær og sopp

Det er gjort undersøkelser av sopp og bær fra Mauken Blåtind SØF, men det ble ikke påvist hvitt fosfor i bær og sopp fra området, verdiene var under deteksjonsgrensen (0,001 µg/1).

#### 3.4.5.4 Fisk

Det er ikke funnet konsentrasjoner av ammunisjonsrelatert forurensning i fisk som gjør det helseskadelig å spise fisk fra vannforekomster i skytefeltet (Dahl-Hanssen og Hamnes 2008).

## 4 Vurdering av baneanleggene i Mauken Blåtind SØF i forhold til behov for tiltak

I forbindelse med etablering av en tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven, for Mauken Blåtind SØF, er det utført befaringer av alle skytebaner hvor det benyttes håndvåpen, hvor informasjon om type bane, jordsmonn, målområde, resipienter, avstand til resipient, drift og bruk ble registrert med vurdering på mulige tiltak som kan gjennomføres for å redusere metallavrenning. Denne informasjonen foreligger i et eget notat. Notatet kan oversendes Fylkesmannen på forespørsel. Flere av banene i Mauken Blåtind SØF har flere utfordringer som kort avstand til bekk, manglende tilrettelegging for kortholdsskyting som kan gi belastning på myr i målområdet, generell terrengslitasje, punktvis erosjon og fragmentering av prosjektiler mot steiner og knauser.

### 4.1 Beskrivelse av metallavrenning fra banene

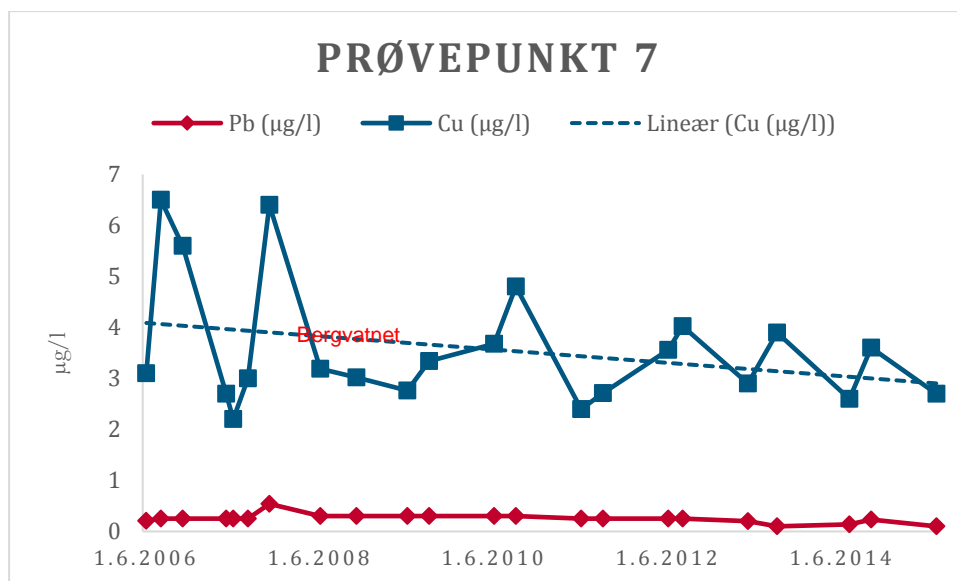
Nedenfor gis det en kort oppsummering av banenes tilstand mht. risiko for spredning av tungmetaller. Banene omtales gruppevis i forhold til dreneringsveier.

#### Mauken Nord, Bergvatnet

Tre mindre bekker fra den nordre delen av banekomplekset på Mauken drenerer overflatevannet til Bergvatnet og videre til Takelva øst. Dette omfatter banene 11, 12, 13, 17, SIBO. Hele området har vært brukt som en stor feltskytebane /angrepsfelt for mange typer våpen, slik at ammunisjonsrester finnes over alt. Det har vært gjennomført en fortettet vannprøvetaking for å spore markante kilder til utlekking av metaller. Det er påvist baneområder med betydelig forurensning, men fremfor alt er det utallige små kilder/målområder i terrenget. Utlekkingen er derfor nokså diffus fra et stort område og i liten grad lokalisert til større konsentrerte områder. Utlekkingen av bly i overvåkningspunktene er lav (vedlegg 6.1). Internt i banekomplekset tett på kildeområdene kan konsentrasjonen være høyere. Utlekkingen av kobber er høyere til tross for gunstig pH i jord og vann. Noen høye enkeltmålinger kan sannsynligvis relateres til forekomst av kobbermineralisering påvist i grunnen f.eks. ved bane 12 og 13. Forsvarsbygg (Amundsen m.fl. 2013) vurderte i 2013 om det er behov for avbøtende tiltak, og konkluderte med at selv om det har tilsynelatende vært en liten økning i utlekkingen av metall i innløpsbekkene til Bergvatnet i perioden 2007 til 2015, er nivået fortsatt lavt. Kobberet er vha. BLM ikke vurdert å ha akutt virkning i Bergvatnet. Det er heller ingen overskridelse av miljøkvalitetsstandarder i utløpet av Bergvatnet. Prøver tatt i 2014 og 2015 kan indikere at har vært en liten reduksjon i utlekkingen av kobber, men dette er fortsatt usikkert (Figur 20). Ammunisjonsrestene er spredt over store arealer og det er derfor ut fra en kostnytte vurdering vanskelig å argumentere for omfattende kostbare tiltak. Det finnes heller

---

ikke metoder som er økonomisk og faglig forsvarlige for denne typen jordbunn og topografi. Det er i stedet blitt anbefalt å prøve ut systematiske små tiltak gjennom drift og bruk for å redusere den totale belastningene.

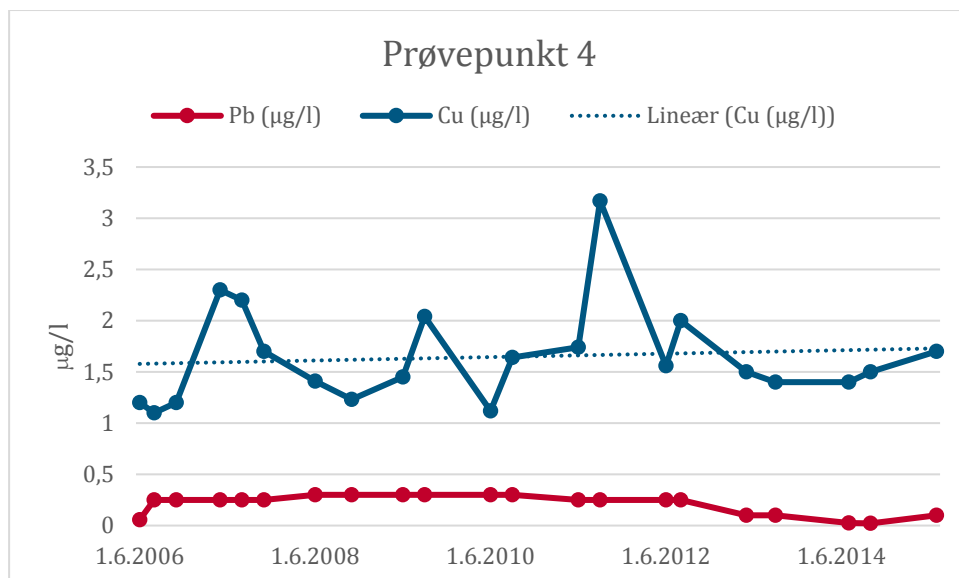


Figur 20. Målt konsentrasjon av kobber og bly i prøvepunkt 7 i utløpet av Bergvatnet (Figur 26). Konsentrasjonene av både bly og kobber er under AA-EQS grenseverdiene (bly 1,2 µg/l og kobber 7,8 µg/l), og under MAC-EQS.

### Mauken Sør – Melkelva

Melkelva fanger opp overflateavrenningen fra resten av feltet med ett unntak (bane 2) og fører vannet til Takelva Øst. Også denne delen av feltet omfatter kun feltbaner der forurensningene er spredt ut over relativt store arealer. Flere baner der det skytes mye på kort hold har i nyere tid fått innplassert kulefang som stopper prosjektilene slik at det er mindre spredning ut i terrenget. Dette vil på sikt bidra til mindre utlekking.

Utlekkingen av bly er lav, mens det er noe utlekking av kobber. En enkel regresjonsanalyse har vist en stabil situasjon i utlekkingen siden 2007 (Figur 21) men det er vanskelig å konkludere entydig. Det er også her anbefalt å i første omgang se på hva som kan gjøres når det gjelder bruk og vedlikehold av banene.

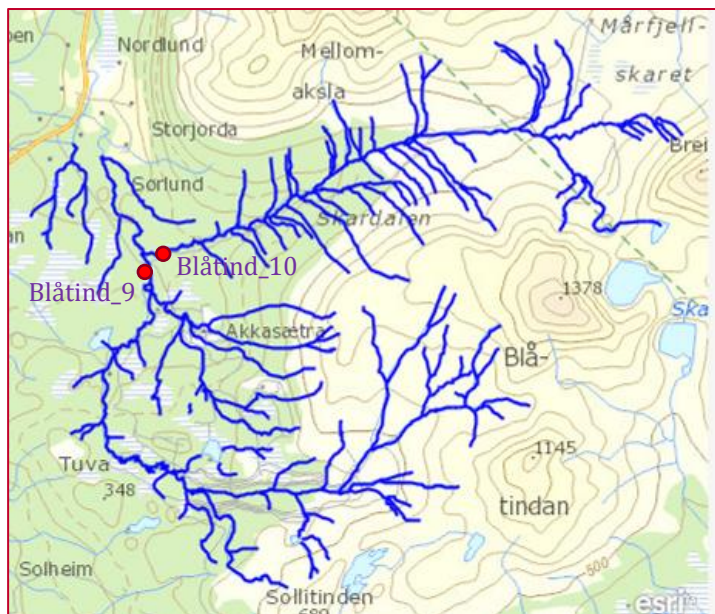


Figur 21. Målte konsentrasjoner av kobber og bly i prøvepunkt 4 i Melkelva ved skytefeltets grense (Figur 26). Konsentrasjonene av både bly og kobber er under AA-EQS grenseverdiene (bly 1,2 µg/l og kobber 7,8 µg/l) og under MAC-EQS.

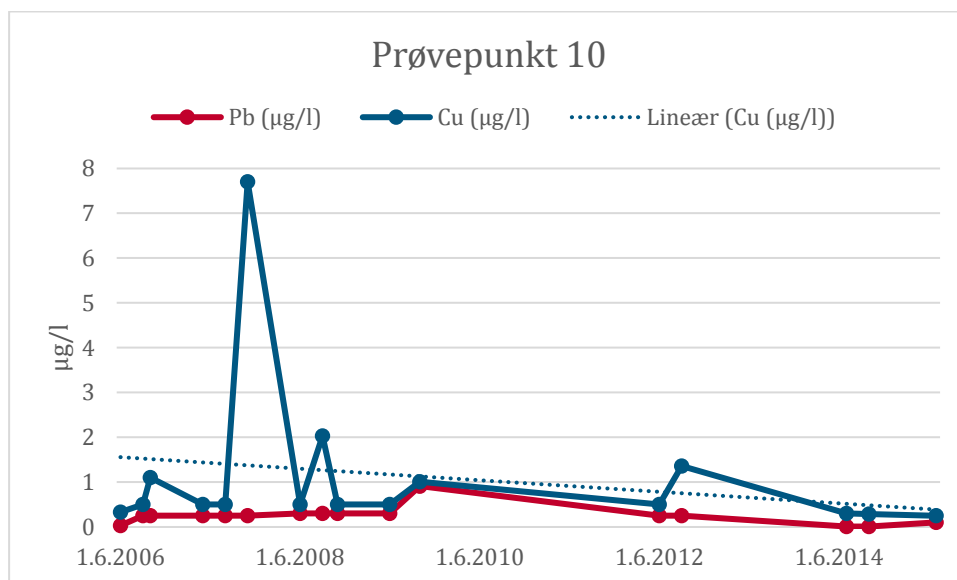
### Blåtind -Skareelva

Skareelva (Figur 22) fanger opp avrenning fra området som starter med bane S8, en bane med mye skarpskyting med tyngre våpen blandet med bruk av håndvåpen. Arealet er svært stort og ammunisjonsrestene ligger forholdsvis spredt. Nede i Skardalen ligger fire feltskytebaner (S2, S3, S4, S7) som alle har avrenning til den samme elva. Metallkonsentrasjonen i prøvepunktene er gjennomgående lave. Skareelva flyter sammen med Mårelva før denne renner ut av feltet. Her ligger overvåkningspunkt 10 (Figur 23). Konsentrasjonen av bly og kobber ligger stort sett under eller like over rapporteringsgrensen for analysene. Der er imidlertid registrert en enkelt prøve med sterkt forhøyet konsentrasjon av kobber, på 7,7 µg/l (Figur 23). Det er vanskelig å fastslå årsaken, men erosjon på skytebanene eller analysefeil kan være en mulig årsaker. Konsentrasjonene er allikevel under miljøkvalitetsstandardene. Løsmasseavsetningen i Skardalen er svært finkornet og utsatt for erosjon dersom vegetasjonen ødelegges eller erosjon forårsakes av andre årsaker. På banene S2 og S3 er det flere spor etter erosjon de siste årene.





Figur 22. Bekkefeltet til Skarvelva og Øvre del av Mårelva. Prøvepunktene Blåtind\_9 og Blåtind\_10 er avmerket.

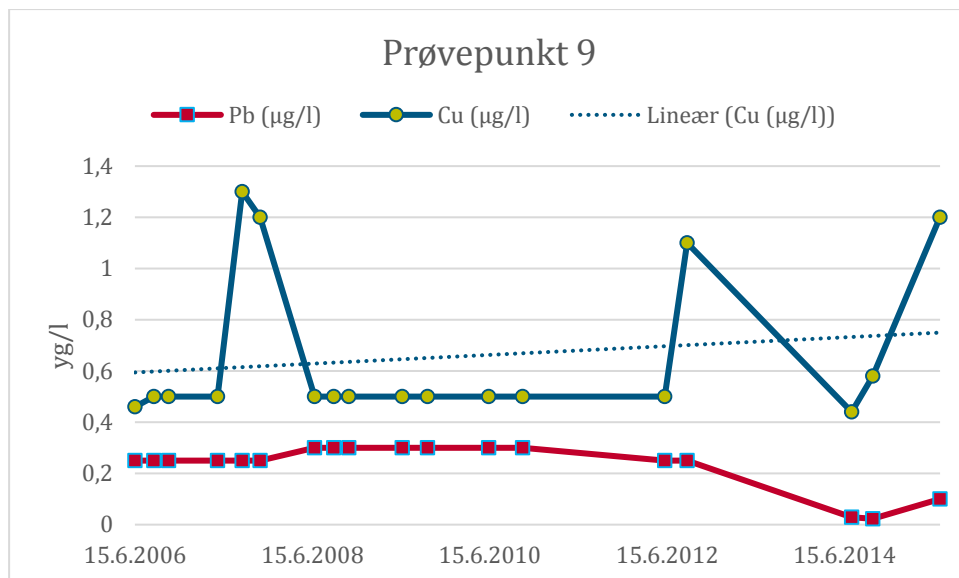


Figur 23. Målte konsentrasjoner av kobber og bly i prøvepunkt 10 i Skarvelva før denne flyter sammen med Mårelva (Figur 25). Konsentrasjonen på 0,5 µg/l tilsvarer rapporteringsgrensen. Konsentrasjonene av både bly og kobber er under AA-EQS grenseverdiene (bly 1,2 µg/l og kobber 7,8 µg/l), samt under MAC-EQS.

### Blåtind – Mårelva øvre del

Alle baner som hører til angrepsfelt H10 og banene A1-A4 drenerer alle til Mårelva (Figur 3). Konsentrasjonen av metaller er jevnt over lav ved alle baner (Figur 16, Figur 17, Figur 18, Figur 19). Ved målepunkt 9 like før

skytefeltets grense ligger konsentrasjonene av bly og kobber ved de fleste målingene under rapporteringsgrensene eller så vidt over (Figur 24). En enkel regresjonslinje kan indikere at det er en økende utlekking av kobber, dette er imidlertid svært usikkert og konsentrasjonene er langt under EQS (Tabell 7).



Figur 24. Målte konsentrasjoner av kobber og bly i prøvepunkt 9 i Mårelva. Beste rapporteringsgrensene for kobber og bly er henholdsvis på 0,5 µg/l og 0,2 µg/l for bly. Konsentrasjonene av både bly og kobber er under AA-EQS grenseverdiene (bly 1,2 µg/l og kobber 7,8 µg/l).

Resultater fra vannovervåkingen 2008-2013 og kildesporing utført i 2013 viser at det med hensyn på resipientene ikke er behov for tiltak for å redusere avrenningen fra Mauken Blåtind SØF. Figur 12, Figur 14 og Figur 15 viser målte konsentrasjoner av bly og kobber i Mauken. Konsentrasjoner av bly er svært lave mens kobber kan variere fra en bakgrunnskonsentrasjon på 1-2 µg/l til 5-6 µg/l, men under EQS på 7,8 µg/l. Beregning med BLM-modellen som kombinerer kjemisk sammensetning og biologiske effekt i vann, viser at det er lite sannsynlig med dagens konsentrasjonsnivå av kobber utgjør noen trussel mot organismer i Bergvatnet og Melkelva. Utlekkingen av metaller fra Blåtind er lavere enn fra Mauken og BLM-modellen indikerer heller ikke her at kobber utgjør noen trussel.

Vannforekomstene Melkelva, Mårelva og Bergvatnet er vurdert til å ha dårlig økologisk status (Vann-Nett 2017), med fare for å ikke nå miljømålet innen 2021. Som nevnt i kapittel 2.3.1 mener Forsvarsbygg at det må gjøres en ny klassifisering basert på nye tilstandsklasser.

Som nevnt i rapport etter lov om naturmangfold (Forsvarsbygg 2014), er utløpsbekken Melkelva lite egnet for gyting grunnet skifer som substrat i bekken. Vedrørende Bergvatnet er det to innløpsbekker ved dets søndre ende, men ingen er egnet for ørretgyting og utløpsbekken er egnet for gyting. Det er ikke målt forhøyede verdier av tungmetaller i fiskekjøttet og fiskens kondisjon er satt til god (Akvaplan Niva 2009).

#### 4.2 Framtidig bruk av skytebanene og konsekvenser for metallavrenning

Den totale bruken av skytebanene i feltet kan variere mye fra år til år, det samme kan bruken av enkeltbaner. Forsvarets opptreden på skytebanene er også i endring. Nye våpensystemer kan kreve justeringer av fysiske

dimensjoner og bruk av banene kan endres. Forsvarets aktivitet i hele eller deler av feltet kan derfor øke i framtida. Vi har under vurdert om dette kan forårsake økt utlekking av metaller fra feltet, og om for eksempel en dobling av skuddmengden være akseptabelt.

#### Mauken

Utlekkingen fra området kvantifiseres i første rekke i prøvepunkt 7 (Figur 20) og prøvepunkt 4 (Figur 21). I punkt 7 ut av Bergvannet kan det ha vært en svak nedgang i utlekkingen siden 2006 mens det i punkt 4 i Melkelva kan ha vært en liten økning. Enkeltpøver eller episoder gjør store utslag på disse trendene slik at resultatene ikke er helt entydige. Særlig utlekkingen gjennom Bergvannet kan ha vært påvirket av anleggsarbeider. Tilstanden ved flere baner i Mauken og tilstøtende bekker er undersøkt nærmere for å gi en vurdering av om det er behov for tiltak mot metallutlekking (Amundsen m.fl. 2013). Det ble ikke anbefalt å iverksette større tiltak men det ble anbefalt å være mer fokusert på dette gjennom drift og vedlikehold. Utlekking fra små spredte målområder på feltbanene med høy fragmenteringsgrad, og utlekking fra større sterkt forurensede områder med erosjonsproblematikk der det drives kortholdsskyting, må prioriteres. En eventuell økt aktivitet vil sannsynligvis medføre mer kortholdsskyting. Få baner i Mauken er bygget for dette og konsekvensen blir økt utlekking av kobber. Av hensyn til risiko for utlekking bør kortholdsskyting skje mot kulefang som kan fange opp prosjektilene. Konsentrasjonene av kobber i utløpsbekkene er imidlertid langt under grenseverdien for EQS-AA på 7,8 µg/l slik at det er lav risiko for at denne overskrides. Forsvaret har sett på muligheten for en ny kortholdsbane i Styggedalen like innenfor skytefeltgrensen ovenfor Skjold leir. En slik bane skal i så fall henhold til interne føring fortrinnsvis bygges med kulefang der sigevannet samles og kan behandles, dersom ikke lokale forhold gjør enklere løsninger mulig. Dette vil være et positivt tiltak for den samlede utlekkingen fra Mauken.

#### Blåtind

Denne delen av skytefeltet har et gjennomgående bedre jordsmonn og vil tåle en økt bruk bedre enn Mauken. Overvåkningsprøvene fra Skardelva (Figur 23) og Mårelvas øvre del (Figur 24) viser gjennomgående lave konsentrasjoner av bly og kobber, langt under EQS-AA men at episoder flere ganger har doblet de målte konsentrasjonene. Jordsmonnet ved Akkarsæter og i Skarddalen har et høyt innhold av silt og er sårbare for erosjon. Som for Mauken bør det i Blåtind være en økt fokus på drift og vedlikehold som strategi for å holde metallutlekkingen på et lavt nivå. Tilrettelegging for at en større del av kortholdsskyting skjer mot kulefang vil være et viktig bidrag. Med god tilrettelegging vil også denne delen av feltet tåle en dobling av aktiviteten.

---

## 5 Overvåkingsprogram for Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt.

### 5.1 Miljømål

Forsvarsbygg har som policy at aktiviteten ikke medfører påvirkning av miljøtilstanden utenfor skyte- og øvingsfeltet. Der dette ikke er mulig er målet å unngå økning i metallutlekking ut fra dagens forurensningsstatus, og på sikt redusere metallavrenningen.

I arbeid med utslippstillatelse og mal for denne, har Miljødirektoratet påpekt at det er viktig å ha fokus på status ved skytefeltgrensen, samt å beskytte hovedvassdragene. Forsvarsbygg foreslår å definere Mårelva, Takelva- Målselva som de viktigste vassdragene (hovedvassdragene) som mottar avrenning fra skyte- og øvingsfeltet.

### 5.2 Formålet med overvåkingsprogrammet

Håndvåpenskytebaner er forurenset med metallene bly og kobber, og kan være forurenset med sink og antimon. Derfor vil det normalt være forhøyede metall konsentrasjoner i vannsig og bekker nær disse skytebanene. I skytefelt som har vært brukt i mange år er utlekkingen allikevel ganske stabil. Mauken Blåtind SØF har vært overvåket med hensyn på metaller i henholdsvis 23 og 12 år. Avrenningen er stabilt lav pga. de gunstige forholdene i Mauken Blåtind som nevnt tidligere. Selv om Forsvaret skulle endre på treningsmomenter eller mønster på øvinger, forventes det ikke endringer i miljøtilstanden i tiden framover. 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.

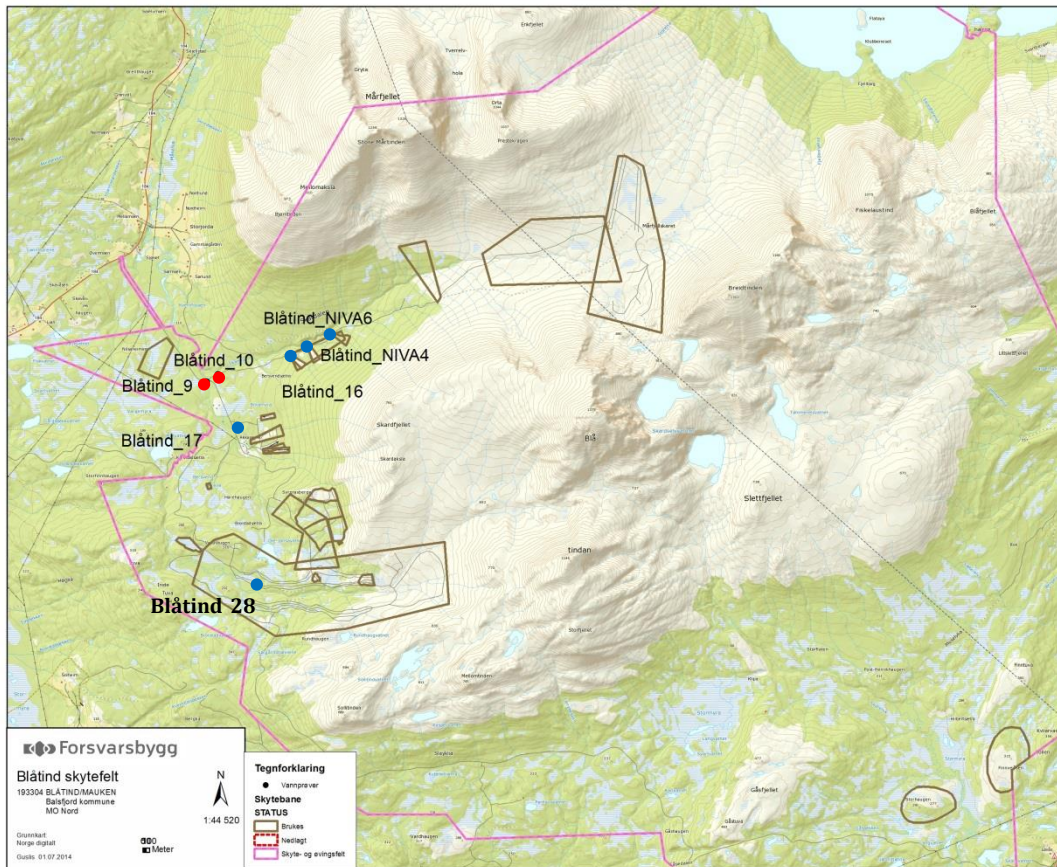
### 5.3 Forslag til overvåkingsprogram

Overvåkingsprogrammet er vist i Figur 25 og Figur 26, og det er gitt tilleggsinformasjon i Tabell 8. Forsvarsbygg foreslår å overvåke metallavrenning fra skytefeltet i totalt 6 prøvepunkt og at det internt i feltet tas prøver i ytterligere 10 prøvepunkt i Mauken Blåtind SØF, som sikrer at utlekking av metaller fra alle aktive skytebaner blir fanget opp. Som nevnt over har metallavrenningen i alle år med overvåking vært rimelig konstant i Mauken Blåtind SØF. Overvåkingsdataene for Mauken har vist en periodevis høy turbiditet i enkelte prøver og det bør derfor analyseres på både total og løst metall ved to prøvestasjoner ved Mauken (Mauken\_4 og Mauken\_7). Det er ikke registrert avfallsdeponier/annen forurenset grunn, som mener Forsvarsbygg det er behov for å overvåke avrenning fra.

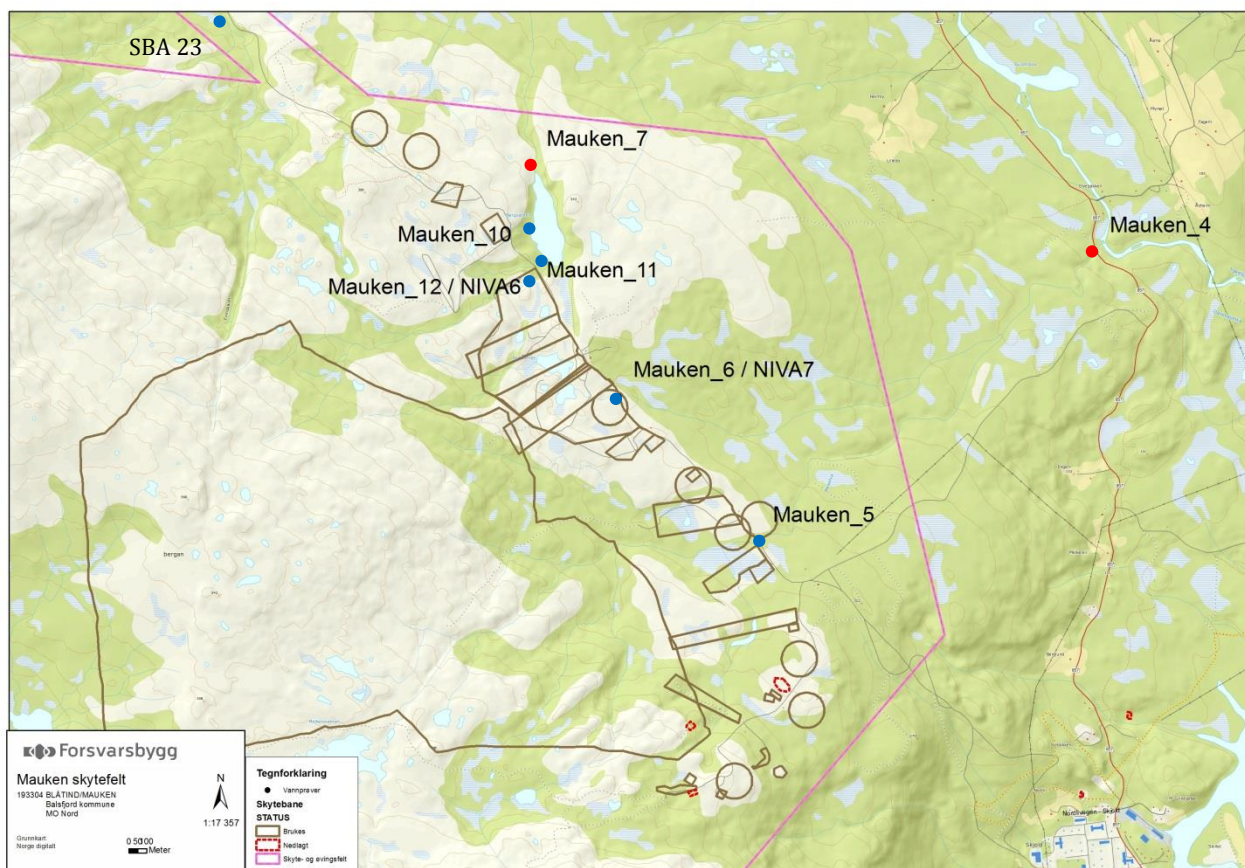
Sammenbindingsaksen mellom Mauken og Blåtind er ikke forurenset fra skyting men det vil foregå øvelser i området med bl.a. terrengkjøring som potensielt kan medføre erosjon som kan ha negativ betydning for gytebekker inn i Takvatnet. Partikkelforurensning kan medføre miljøbelastning i form av tilslamming av gyteområder. Dette programmet omtales mer detaljert i fagrapport for biologisk mangfold (Futura rapport 678/2014). Transport og øvingsvirksomhet medfører også en viss risiko for drivstofflekkasjer eller andre lignende uhell. Alle kjøretøy/avdelinger er satt opp med utstyr for håndtering av mindre uhell. Ved større hendelser vil normal sivil beredskap varsles. Erosjon under nedbørsepisoder og akutte utslipp av kjemikalier vil sannsynligvis ikke fanges opp i et systematisk overvåkningsprogram med et mindre antall prøver pr år. Det er i stedet viktig å ha en tilpasset beredskap og gode varslingsrutiner slik at berørte naboer og Forsvarets raskt får informasjon og kan iverksette avbøtende tiltak. I overvåkningsprogrammet foreslås det derfor å ikke overvåke sammenbindingsaksen. Prøvepunkt SBA23 som ha vært en del av etterprøvningsprogrammet, vil i stedet bli lagt til som et overvåkningspunkt for skyteaktiviteten i Mauken (Figur 26).

I forbindelse med vedlikehold eller oppgradering på skytebaner og arbeid i forurenset grunn, skal det vurderes å gjennomføre et ekstra måleprogram for å påse at anleggene ikke fører til uønskede virkninger i resipientene.

---



Figur 25. Forslag til framtidige overvåkningspunkt i Blåtind. Avrenningen fra feltet prøvetas i syv punkt (10, 9, NIVA4, NIVA6, 16, 17, 28). Alle punkt inngår i overvåkingen. Dersom Fylkesmannen mener det skal settes grenseverdier foreslår vi at de settes i punkt 9 og 10. Navnsettingen av prøvepunktene er revidert i 2017 og er listet i Tabell 9.



Figur 26. Forslag til framtidige overvåkningspunkt i Mauken. Alle punkt inngår i overvåkingen. Men eventuelle grenseverdiene vil gjelde i pkt. 7 og 4. Navn på prøvepunkt er revidert i 2017 og er listet i Tabell 9.

Tabell 8. Forslag til analyseparametere og hyppighet av prøvetaking i overvåkingsprogrammet. Reviderte prøvepunktnummer er angitt i Tabell 9.

	Parametere	Hyppighet	Prøvestasjoner	Tiltak ved ev. økende trend i metallutlekking
<b>Normal overvåking fra skytebane-avrenning - delfelt Mauken og Blåtind</b>	Ufiltrert prøve. Bly, kobber, antimon, sink, pH, ledningsevne, totalt organisk karbon, jern, kalsium og turbiditet	Mauken - Årlig: 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12  Blåtind - Hvert andre år: 9, 10	Mauken, 4, 5, 6, 7, 10, 11, og 12.  Blåtind, 9, 10,	Undersøke årsak, vurdere resipientens sårbarhet og bruk av BLM for å vurdere giftighet. Ved behov vurdere mulige tiltak, kostnytte, ev konsekvenser av tiltaket.
<b>Normal overvåking fra skytebane-avrenning - delfelt Mauken og Blåtind</b>	Filtrert tilleggsprøve. Bly, kobber, antimon og sink.	Mauken - Årlig: 4, 7	Mauken, 4 og 7	
<b>Ekstra overvåking for å styrke datagrunnlaget. Avsluttes når dette er tilfredsstillende .</b>	Ufiltrert prøve. Bly, kobber, antimon, sink, pH, ledningsevne, totalt organisk karbon, jern, kalsium og turbiditet	Blåtind - Årlig for å følge intern utvikling 16, 17, 28, Niva 6, Niva 4  Mauken - Hvert andre år: SBA23	Blåtind, 16, 17, 28, Niva 4, Niva 6  Mauken, SBA23.	Undersøke årsak, vurdere resipientens sårbarhet og bruk av BLM for å vurdere giftighet. Ved behov vurdere mulige tiltak, kostnytte, ev konsekvenser av tiltaket.
<b>Ekstra overvåking skal vurderes ved graving/anlegg s-drift i forurensede områder</b>	Avhengig av forurensning (metaller, eksplosiver, hvitt fosfor og olje)	Før og etter graving, samt en del prøver under graving.		Ev. stoppe graving, og iverksette tiltak for å redusere forurensning.

Tabell 9. Informasjon om prøvepunktene i overvåkingsprogrammet: 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. Forsvarsbygg reviderer i 2017 navnene på alle vannprøvepunkt. Nytt prøvepunktnummer er angitt i første kolonne.

Nytt nr. i 2017	GML. Prøvepunkt navn	Vann-ID	Bekk/Elv	Årsmiddel vannføring (l/s)	Drenerer banene (aktive baner)	Kommentar
Mauken						
MAUK_004	4	196-151 R	Liten elv, Melkelva	230	Punkt ca. 1 km nedstrøms pkt. 5 og 6. Mottar avrenning fra angrepsfeltet, målområder for BK og artilleri og de fleste håndvåpenbanene.	
MAUK_005	5	196-151 R	Stor bekk	150	Baner hvor det benyttes alle typer våpen, inkl. målområde for BK.	Nedstrøms veg, steinet bunn.
MAUK_063	6	196-151 R	Liten bekk i myrområde. Ligger nedstrøms Reinvatnet	18	Baner/angrepsfelt hvor det benyttes alle typer våpen, inkludert angrepsfelt og deler av målområde for BK og artilleri.	Steinig/grusig bekkeløp nedstrøms veg.
MAUK_073	7	196-151 R	Utløp fra Bergvatnet	49	Utløp Bergvatnet. Baner nord i feltet hvor det benyttes alle typer våpen, Inkludert stor PV bane og deler av angrepsfelt og målområde for BK og artilleri.	
MAUK_010	10	196-151 R	Liten bekk, renner inn i Bergvatnet	2	SIBO (Strid I Bebygd Område) anlegg med bruk av håndvåpen, bane 17 kortholdsbane. Etablert kulefang i 2010. Tidligere skutt i myr.	Grusig bekkeløp
MAUK_011	11	196-151 R	Liten bekk, renner inn i Bergvatnet	8	Bane 16, kortholdsbane med skyting i myr og knauser. Stor panservern bane med bevegelige mål. Mottar og avrenning fra målområde for SIBO skyting.	Grusig bekkeløp



MAUK_012	12	196-151-R	Liten bekk, renner inn i Bergvatnet	31	Stor PV bane, deler av angrepsfelt og deler av målområde for BK og artilleri.	Steinig bekkeløp i område påvirket av skyting.
MAUK_023	SBA 23	196-296-R	Stor bekk	150	Stort nedslagsfelt (3,7 km <sup>2</sup> ) som i hovedsak er målområde for tyngre våpen. Det foregår også terrengkjøring i området.	Tas med fordi det dekker et stort område med en usikker belastning fra kobberholdig ammunisjon.
Blåtind						
BLÅT_009	9	196-443-R	Mårelva, nedre del. Middels stor elv.	880	Baner vest i feltet hvor det benyttes alle typer våpen og ammunisjon. Det er skutt med hvitt fosforgranater i nedslagsfeltet.	
BLÅT_010	10	196-443-R	Skardelva (ikke samme elv som pkt. 5).	720	Baner nord i feltet hvor det benyttes alle typer våpen og ammunisjon.	
BLÅT_019	NIVA 4	196-468-R	Sidebekker til Skardelva, oppstrøms pkt. 10.		Bane FA-8 og S3.	
BLÅT_020	NIVA 6	196-468-R	Sidebekker til Skardelva, oppstrøms pkt. 10.		Bane FA-8 og S4.	
BLÅT_016	16	196-468-R	Sidebekker til Skardelva, oppstrøms pkt. 10.		Bane FA-8 og S2.	

BLÅT_017	17	196-443-R	Mårelva øvre del, oppstrøms pkt. 9.		Bane A-2 liten PV-bane, bane A-4 kortholdsbane og stridskytebane A-1.	
BLÅT_028	Nytt punkt 28	196-468-R	Øvre del Mårelva		Mårelva bane H10	Få tidlig varsel om evt. økt utlekking fra bane 10.

#### 5.4 Bruk av grenseverdier for metallavrenning fra forsvarrets skyte- og øvingsfelt

Forsvarsbygg mener at det vil være rimelig å sette vilkår i forhold til metallutlekking til bekker og elver ifm. en tillatelse for virksomhet etter forurensningsloven. Det er imidlertid en del faktorer som gjør det vanskelig å ha en felles grensesetting for alle SØF. Selv om ulike SØF får ulike grenseverdier, mener vi det bør gjøres en vurdering på hva formålet med grenseverdiene er, hva grenseverdiene skal baseres på og hva som er mulig å gjennomføre av tiltak dersom verdien overskrides.

I dette kapitlet foreslår vi hvordan man kan sette vilkår for ulike skyte- og øvingsfelt. Vi håper dette kan danne grunnlag for en diskusjon mellom Forsvarsbygg og myndighetene til å komme frem til en best mulig løsning for hvert enkelt skyte- og øvingsfelt.

##### 5.4.1 Dagens oppfølging av SØF

Forsvarsbygg gjennomfører overvåking i alle SØF, og vurderer hvor det er behov for tiltak. SØF med høyest risiko for negative miljøeffekter blir prioritert ift tiltak og ressurser. I tillegg blir det årlig brukt flere titalls millioner på å sanere forurenset grunn i skyte- og øvingsfelt som skal ut av Forsvarets bruk. Der det bygges nye skytebaner eller gjøres vesentlige oppgraderinger, forsøker Forsvarsbygg å gjøre skytebanene avrenningssikre i den grad dette er mulig og forsvarlig ift kost-nytte.

Forsvarsbygg har gjennom flere års erfaring med overvåking av SØF ervervet kunnskap om hva som øker metallutlekking fra SØF. Forsvarsbygg jobber med å lære opp skytefeltadministrasjon og viktige brukere av skytefeltene slik at de kjenner til hva de selv kan gjøre for å unngå økt metallutlekking, og hva de kan gjøre for å redusere metallutlekking. På denne måten pågår et kontinuerlig arbeid med å redusere metallutlekking fra SØF.

I SØF hvor Forsvarsbygg nå søker om tillatelse, vil vi be myndighetene legge vekt på internkontrollen og prioriteringen Forsvarsbygg har hatt gjennom flere år. Myndighetene må gjerne sette grenseverdier for å ha en viss kontroll og oversikt over hva som lekker ut til omgivelsene. Forsvarsbygg vil ved en overskridelse sjekke ut årsak til overskridelsen, hvilken effekt økningen har på den aktuelle bekken, hvilken effekt det har på resipienter nedstrøms, og vurdere hvilke tiltak som er nødvendige eller mulige. Forsvarsbygg presiserer at selv om en grenseverdi overskrides, er det ikke nødvendigvis mulig å redusere metallkonsentrasjonen i bekken, i alle fall på kort sikt.

##### 5.4.2 Forslag til bruk av grenseverdier.

Arealet inne i et skyte- og øvingsfelt er avsatt til øving med våpen, og det er med dagens teknologi umulig å unngå forurensning her. Miljødirektoratet har uttalt at eventuelle grenseverdier i bekker og elver er mest fornuftig å bruke ved skytefeltgrensen (Harald Sørby og Roar Gammelsæter, Miljødirektoratet). Forsvarsbygg vil i tillegg, som en del av internkontrollen, overvåke prøvepunkt tettere inntil aktive baner, for å kontrollere og

fange opp hvorvidt det er økninger i metallutlekking. Da har vi en mulighet til å iverksette tiltak for å unngå økning i metallutlekking og overskridelser av eventuelle grenseverdier.

### ***Bekker og elver med lave konsentrasjoner av metaller***

Noen felt har stort sett lave konsentrasjoner av metallene bly, kobber, antimon og sink i bekker og elver pga. gunstige grunnforhold som medfører lav korrosjon og lav mobilitet av metallene, og gjerne høy fortynning av metallkonsentrasjonene pga. metallene havner i større bekker og elver. Dette gjør det utfordrende å sette vilkår basert på konsentrasjoner, da lave grenseverdier kan bli vanskelige å overholde pga. naturlige bakgrunnsforekomster av metaller. I mange SØF er det ikke mulig å verifisere bakgrunnskonsentrasjonene fordi områdene påvirket av ammunisjonsrester er betydelig større enn de naturlige metallforekomstene og det er i praksis umulig å finne bekker som er upåvirket. Høyere grenseverdier kan ha liten funksjon i større elver, fordi det skal store mengder metaller til for å ha en målbar økning i metallkonsentrasjon i elven. Alternative vilkår som sier at metallkonsentrasjoner i bekkene ikke skal øke utover dagens nivå kan sette begrensninger på et SØF som faktisk kan tåle mer intensiv bruk. Der det er praktisk mulig vil det være bedre å øke bruken av robuste felt og redusere belastningen av mer sårbare felt. Da må grenseverdiene settes slik at det er rom for dette.

Anbefaling:

I SØF-bekker/elver med lave konsentrasjoner av metaller, settes et generelt mål om EQS (miljøkvalitetsstandard) for å følge Vannforskriften. Dette forutsetter at bakgrunnsnivåer av metallene er godt under EQS.

### ***Bekker og elver med middels konsentrasjoner av metaller***

I SØF der forurensningsnivået generelt ligger over EQS, og det ikke er realistisk å oppnå EQS, foreslår vi at grenseverdien baseres på dagens aktivitet og nivå. Formålet er å kontrollere at metallforurensningen ikke øker utover dagens nivå. Her settes en spesifikk grenseverdi for hver enkel bekk/elv som forlater skytefeltet. BLM kan også brukes som eventuell støtte når man setter forslag til grenseverdi, der bekker og elver faktisk har stor økologisk verdi. Garmo m. fl. (2015) har for eksempel foreslått at grenseverdi i forhold til veiavrenning settes til 10 ganger BLM-grense. Hvorvidt dette er fornuftig for bekker i SØF må vurderes i hvert enkelt tilfelle. I hovedprinsipp gjelder at forurensningen ikke skal øke utover dagens nivå.

Anbefaling:

I SØF-bekker/elver med middels konsentrasjoner av metaller settes spesifikke grenseverdier for hver enkelt bekk/elv, og da fortrinnsvis nær skytefeltgrensen.

### ***Bekker og elver med høye konsentrasjoner av metaller***

I enkelte SØF har Forsvarsbygg allerede planlagt tiltak for å redusere forurensningsnivået i bekkene. I disse feltene er det laget en fremdriftsplan som inneholder en mer detaljert kartlegging av forurensningen, vurdering av på hvilke baner det er behov for tiltak, utarbeidelse av tiltaksplan med godkjenning hos kommunen, samt gjennomføring av tiltak. Da det allerede er planer om tiltak er det lite hensiktsmessig å sette grenseverdi. Istedenfor ønsker vi en dialog for å få på plass en tiltaksplan som på sikt skal redusere utlekkingen. En tiltaksplan kan også inneholde tiltak mht. drift og bruk av banene.

Anbefaling:

I SØF-bekker/elver med høye konsentrasjoner av metaller settes ingen grenseverdier. Forsvarsbygg skal i samråd med forurensningsmyndighetene etablere tiltaksplaner for reduksjon av utlekkingen.

---

### 5.5 Grenseverdier for metallavrenning fra Mauken Blåtind Skyte- og øvingsfelt

Mauken Blåtind SØF er et robust skyte- og øvingsfelt, og pga. gunstige geokjemiske forhold samt fortykning i større bekker og elver, er konsentrasjonene av metaller lave og den er flere steder nær deteksjonsgrense for analysen. Det er i utgangspunktet vanskelig å foreslå fornuftige grenseverdier, som diskutert lenger oppe. Forsvarsbygg diskuterer gjerne hvordan dette kan løses i samarbeid med Fylkesmannen.

Dersom Fylkesmannen mener at det skal settes grenseverdier, kan det for eksempel gjøres med utgangspunkt i Vannforskriften. Med utgangspunkt i Vannforskriften kan det settes som vilkår/mål at i bekker og elver som renner ut fra skytefeltet skal opprettholde AA-EQS og MAC-EQS som oppgitt i Tabell 5. Punktene dette gjelder er vist i Figur 25 og Figur 26 med rød markering av punktene (Blåtind 9 og 10; Mauken 4, og 7). Dersom AA-EQS settes nær bakgrunnsnivå (dersom denne kan bestemmes) eller deteksjonsgrense, blir det derimot en større utfordring å forholde seg til Vannforskriften.

### 5.6 Tiltak ved økt metallavrenning/overskridelser av grenseverdier

Dersom metallkonsentrasjonene i prøvepunktene 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 støtteparametere for prøven – spesielt innhold av partikler
  - 2.a Reanalyse og ev filtrering av prøven
  - 2.b Sjekk om det er skjedd noe oppstrøms prøvepunkt (eks øvelse, graving o.l.) eller det var ekstremepisode ved prøvetaking. Sjekk referanseprøver.
3. Ny prøve. Eventuelt analysere på filtrert og ufiltrert prøve, samt vurdere bruk av DGT dersom det er overskridelse av EQS for bly.
4. Beregne BLM for Pb, Cu og Zn – der det er relevant.
5. Vurdere hva overskridelsen har å si for bekken, og betydning for resipienter nedstrøms.
6. Hyppigere prøvetaking i en periode.
7. Vurdere mulige tiltak, samt kost nytte.

Forsvarsbygg foreslår at dersom det i aksjonspunkt 6 er gjentakende overskridelse av grenseverdi defineres dette som avvik, og vi vil da melde fra til Fylkesmannen. Hvorvidt dette skal skje i årsrapport eller fortløpende vil vi gjerne ha definert i tillatelsen. Dersom det ikke er overskridelser i punkt 6 vurderes det ikke som avvik. Forsvarsbygg informer da kun i årsrapport.

---

## 6 Referanser

Akvaplan Niva. 2009. Miljøundersøkelser i vannområdet Bardu/Målselvvassdraget – Malangen Troms 2008. Akvaplan NIVA rapport: 4038-01.

Amundsen m. fl. 2013. Tiltaksvurdering mht. metallutlekking fra Mauken SØF. Forsvarsbygg Futura rapport 428/2013.

Anleggsteknikk AS 1999. Vannforsyning, Mauken – Blåtind Skisseprosjekt. Rapport 442/1999.

Bolstad, M. 2014. Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt – rapport om utslipp til grunn og vann. Etterprøvingsprogram sammenbindingsaksen Mauken Blåtind. Futura rapport 2013/508.

Barlihaug 1992. Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt. Konsekvensutredning vannforsyning.

Breyholtz, B., Lambertsen, E., Størseth, L., Været, L., Mørch, T. & Pedersen, R. 2010. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåking av vannforurensing. Program Tungmetallovervåkning 1991-2009 MO Stavanger. Sweco/forsvarsbygg-rapport 152034. 93 s.

Casarett and Doull's Toxicology. 1992. The Basic Science of Poisons. McGraw-Hill International Editions.

Cousins, A.P., Jönsson, A. and Iverfelt, Å. 2009. Testing the Biotic Ligand Modell for Swedish surface water conditions – a pilot study to investigate the applicability of BLM in Sweden. IVL, Swedish Environmental Research Institute. 2009.

Dahl-Hansen, G. A. og A Hamnes. 2008. Kartlegging av hvitt fosfor i fisk i militære øvings- og skytefelt i Troms 2007, Akvaplan-NIVA rapport 3744-01

Dahl-Hansen, G. A. og A Hamnes. 2009. Kartlegging av hvitt fosfor i fisk i militære øvings- og skytefelt i Troms 2008, Akvaplan-NIVA rapport 4328-01

FFI - Forsvarets forskningsinstitutt. 2014. Utskrift fra miljødatabasen per april 2013.

Forsvarsbygg, 2005. Rasmussen, G. og Søyland, R. Resultater fra historisk kartlegging av bruk av hvitt fosfor i Troms, 21.-23. september 2004.

Forsvarsbygg 2010. Risiko og sårbarhetsanalyse. MO Midt-Toms, Mauken Blåtind skytefelt, Råvatn og Bardufoss sentralskytebane.

Garmo, Ø. T. Hertel-Aas, S. B. Ranneklev and S. Meland. Vurdering av biotilgjengelighetsmodeller som verktøy for karakterisering av resipienters sårbarhet for metallforurensning fra veg. Vann, 03 2015.

---

- Gjemlestad, L. J. og S. Haaland. 2010, 2011, 2012, 2013. Forsvarsbyggs skyte- og øvingsfelt. Program Tungmetallovervåkning.
- Gjershaug, J. O., G. Rusch, F. Hansen og L. Døsen. 2008. Biotilgjengelighet av hvitt fosfor i skytefeltene i Midt-Troms. NINA rapport 381.
- Heier, Lene Sørli. 2014. Post doc student ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- HydroQual, 2007. The Biotic Ligand Model Windows Interface, Version 2.2.1: User's Guide and Reference Manual, HydroQual, Inc, Mahwah, NJ, February 2007.
- Johnsen, A. 2009. Vurdering av kjemiske stoffer i ammunisjon. FFI rapport 2009/02048, 1. desember, 2009.
- Johnsen, A., T. Engen Karsrud, H. K. Rossland, A. Larsen, A. Myran og K. Longva. 2008. Forurensninger av eksplosiver i Forsvarets skyte- og øvingsfelt – forundersøkelse av ulike baner med vekt på prøvetakingsmetoder. FFI-rapport 2008/00535.
- Karsrud, T.E., A. Johnsen, A. Strømseng, M. P. Parmer, H. K. Rossland og E. Mariussen. 2010. Transport av eksplosiver – utlekking av eksplosiver under episode. FFI-rapport 2010/00431.
- Kraft, P. og O. Nordal. 2007. Kartlegging av hvitt fosfor i jord og vann i Forsvarets skytefelt, Troms 2006. Asplan Viak.
- Kraft, P. og O. Nordal. 2008. Kartlegging av hvitt fosfor i sediment i Forsvarets skytefelt, Troms. Asplan Viak.
- Lydersen, E., S. Løfgren, R.T. Arnesen. 2002. Metals in Scandinavian Surface Waters: Effects of Acidification, Liming, and Potential Reacidification, *Env. Sci. & Techn.*, 32(2&3):73-295
- Løvik, J. E. og S. Rognerud. 2007. Vurdering av miljørisiko ved Forsvarets bruk av hvitt fosfor i skytefelt i Troms. NIVA rapport LNR 5085-2005. Revidert i 2007.
- Mariussen, E., Heier L. S. Teien, H.C., Pettersen M. N., Rosseland, B. O. og Salbu, B. Gimlemoen skyte- og øvingsfelt - metallnivåer i vann, sediment og fisk. Utkast til rapport Miljødirektoratet, 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Rapport M-608/2016.
- NIVA 2016. Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt. Årsrapport for 2015. Rapport L-NR- 6948-2016:
- Rasmussen, G. og F. Engelstad. 2010. Kartlegging og oppfølging av hvitt fosfor i tre skyte- og øvingsfelt i Troms. Oppsummering av undersøkelser 2004-2008 og anbefalinger. Litteraturstudie av undersøkelser og tiltak i Alaska. Forsvarsbygg Futura rapport 131/2010.
-

Rognerud, S. 2006. Overvåking av metallforurensing fra militære skytefelt og demoleringsplasser. Resultater fra 15 års overvåking. NIVA rapp nr. 5162-2006 (utgitt årlige rapporter fra 1992).

Selvaag, Line Stabell 2019. Vurdering etter naturmangfoldloven. Delrapport til søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven i Mauken Blåtind skyte- og øvingsfelt. Forsvarsbygg rapport 0253/2019 Miljø.

SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT, Veiledning 97:04

Strømseng, A. E., A. Johnsen, K. S. Longva og Ø. A. Voie. 2006." Analyse av hvitt fosfor i drikkevann i Troms", FFI notat 2006/00412.

Strømseng A. E., Ø. A. Voie, A. Johnsen og K. S. Longva. 2007. Risikovurdering av Forsvarets bruk av hvitt fosfor i Troms. FFI rapport 2006/02989. Revidert i 2007.

Sweco Norge as/Forsvarsbygg 2006, 2007, 2008 og 2009. Avrenning fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt. Overvåking av vannforurensning. Program Grunnforurensning.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Health Advisories for Drinking Water Contaminants, Office of Water Health Advisories. Lewis Publishers, Ann Arbor. 1993.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet. Risk Assessment of White Phosphorus. 13.09.2006

---

## 7 Vedlegg.

### 7.1 Overvåkningsprogrammet: Laveste, høyeste og gjennomsnittlige konsentrasjoner

Tabell 10. Laveste, høyeste og gjennomsnittlige konsentrasjoner av metallene kobber, bly, sink og antimon i overvåkingspunkter i Mauken SØF. Verdiene er gitt i µg/l. For konsentrasjoner som er under deteksjonsgrense, er halve deteksjonsgrensen benyttet i beregningene av snitt, og vises derfor som et tall i tabellen. I tillegg er variasjonskoeffisienten beregnet CV<sub>a</sub> (%). (Deteksjonsgrensen har variert med årene, men har stort sett vært Cu 1 µg/l, Pb 0,6 µg/l, Sb 0,2 µg/l og Zn 4 µg/l). Punktene vises i Figur 9 og Figur 10.

Prøvepunkt	Ant prøver		Cu	Pb	Sb	Zn
<b>Mauken_10</b>	15	Min	3,2	0,3	0,2	2,0
		Maks	10,9	1,1	1,9	8,7
		<b>Snitt</b>	6,5	0,4	0,7	5,7
		<b>CV<sub>a</sub></b>	33,8	67,9	68,5	33,7
<b>Mauken_11</b>	15	Min	1,1	0,3	0,1	2,0
		Maks	12,0	1,5	0,6	11,6
		<b>Snitt</b>	5,9	0,4	0,3	4,6
		<b>CV<sub>a</sub></b>	50,0	89,8	49,5	63,8
<b>Mauken_12/NIVA6</b>	29	Min	1,1	0,2	0,1	1,5
		Maks	5,3	4,5	0,5	7,5
		<b>Snitt</b>	2,6	0,6	0,2	3,2
		<b>CV<sub>a</sub></b>	33,4	171,2	63,9	64,5
<b>Mauken_13</b>	3	Min	0,5	0,3	0,2	2,0
		Maks	3,8	0,3	0,5	2,5
		<b>Snitt</b>	1,9	0,3	0,4	2,3
		<b>CV<sub>a</sub></b>	92,1	10,8	41,9	12,4
<b>Mauken_14ref</b>	6	Min	2,5	0,3	0,1	2,0
		Maks	3,9	1,8	0,5	2,0
		<b>Snitt</b>	3,1	0,5	0,2	2,0
		<b>CV<sub>a</sub></b>	18,8	120,1	66,4	0,0
<b>Mauken_2</b>	3	Min	0,28	0,01	0,10	2,50
		Maks	0,50	0,25	0,50	2,50
		<b>Snitt</b>	0,4	0,2	0,4	2,5
		<b>CV<sub>a</sub></b>	29,8	81,5	63,0	0,0
<b>Mauken_3</b>	4	Min	0,50	0,04	0,10	0,89
		Maks	1,50	0,25	0,50	2,50
		<b>Snitt</b>	1,05	0,2	0,4	2,1
		<b>CV<sub>a</sub></b>	39,3	52,2	50,0	38,4
<b>Mauken_4</b>	18	Min	1,1	0,1	0,1	0,9
		Maks	3,2	0,3	0,5	13,4
		<b>Snitt</b>	1,7	0,2	0,3	2,9
		<b>CV<sub>a</sub></b>	31,5	31,4	64,1	100,5
<b>Mauken_5</b>	18	Min	0,5	0,1	0,1	1,2
		Maks	3,7	0,6	16,0	5,5
		<b>Snitt</b>	1,8	0,3	1,1	2,2



Prøvepunkt	Ant prøver		Cu	Pb	Sb	Zn
		<b>CV<sub>a</sub></b>	49,5	38,6	340,1	40,6
<b>Mauken_6/NIVA7</b>	27	Min	3,3	0,1	0,3	4,0
		Maks	8,3	2,7	0,5	11,3
		<b>Snitt</b>	5,6	0,5	0,4	7,8
		<b>CV<sub>a</sub></b>	20,6	99,2	19,5	26,7
<b>Mauken_7</b>	19	Min	2,2	0,1	0,1	2,0
		Maks	6,5	0,5	0,5	5,7
		<b>Snitt</b>	3,7	0,3	0,3	3,0
		<b>CV<sub>a</sub></b>	34,7	30,3	53,7	42,7
<b>Mauken_8ref/NIVAR</b>	22	Min	0,5	0,03	0,05	0,25
		Maks	2,8	0,35	0,5	2,5
		<b>Snitt</b>	1,3	0,2	0,2	2,0
		<b>CV<sub>a</sub></b>	54,4	46,0	126,8	27,3
<b>Mauken_9</b>	4	Min	0,27	0,01	0,10	0,25
		Maks	0,50	0,25	0,50	2,50
		<b>Snitt</b>	0,4	0,2	0,4	1,9
		<b>CV<sub>a</sub></b>	26,0	63,2	50,0	58,1

Tabell 11. Laveste, høyeste og gjennomsnittlige konsentrasjoner av metallene kobber, bly, sink og antimon i overvåkingspunkter i Blåtind SØF. Verdiene er gitt i µg/l. For konsentrasjoner som er under deteksjonsgrensen, er halve deteksjonsgrensen er halve deteksjonsgrensen benyttet i beregningene av snitt, og vises derfor som et tall i tabellen. I tillegg er variasjonskoeffisienten beregnet CV<sub>a</sub> (%). (Deteksjonsgrensen har variert med årene, men har stort sett vært Cu 1 µg/l, Pb 0,6 µg/l, Sb 0,2 µg/l og Zn 4 µg/l). Punktene vises i Figur.

Prøvepunkt	Ant prøver		Cu	Pb	Sb	Zn
1 ref	9	Min	0,5	0,04	0,1	0,6
		maks	3,4	0,3	0,5	2,5
		<b>Snitt</b>	1,6	0,2	0,3	2,1
		<b>CV<sub>a</sub></b>	50,1	32,7	75,6	28,6
10	13	Min	0,33	0,03	0,05	0,25
		Maks	0,7	0,9	0,5	2,5
		<b>Snitt</b>	1,31	0,30	0,23	2,06
		<b>CV<sub>a</sub></b>	151,1	65,9	99,2	29,0
11	5	Min	0,5	0,25	0,5	2,5
		maks	1,3	0,25	0,5	2,5
		<b>Snitt</b>	0,66	0,25	0,5	2,5
		<b>CV<sub>a</sub></b>	54,2	0	0	0
12	3	Min	0,5	0,25	0,5	2,5
		maks	0,5	0,25	0,5	2,5
		<b>Snitt</b>	0,5	0,25	0,5	2,5
		<b>CV<sub>a</sub></b>	0	0	0	0
13	3	Min	0,5	0,25	0,5	2,5
		maks	0,5	0,25	0,5	2,5
		<b>Snitt</b>	0,5	0,3	0,5	2,5
		<b>CV<sub>a</sub></b>	0	0	0	0
14	3	Min	0,5	0,25	0,5	2,5
		maks	1,1	0,56	0,5	3,1
		<b>Snitt</b>	0,9	0,4	0,5	1,31
		<b>CV<sub>a</sub></b>	38,5	50,7	0	118,5
15	4	Min	0,5	0,3	0,05	2
		maks	0,5	0,3	0,05	2
		<b>Snitt</b>	0,5	0,3	0,05	2,0
		<b>CV<sub>a</sub></b>	0	0	0	0
2	6	Min	0,38	0,01	0,1	0,25

Prøvepunkt	Ant prøver		Cu	Pb	Sb	Zn
		maks	1.3	0.25	0.5	1.6
		<b>Snitt</b>	0.6	0.2	0.4	2.1
		<b>CV<sub>a</sub></b>	55.4	46.7	37.7	131.8
3	6	Min	0.37	0.01	0.1	0.25
		maks	1.4	0.25	0.5	2.5
		<b>Snitt</b>	0.6	0.2	0.4	2.1
		<b>CV<sub>a</sub></b>	60.7	46.7	37.7	43.2
4	6	Min	0.34	0.01	0.1	0.25
		maks	1.1	0.25	0.5	2.5
		<b>Snitt</b>	0.57	0.21	0.43	2.13
		<b>CV<sub>a</sub></b>	46.4	46.7	37.7	43.2
5	9	Min	0.26	0.02	0.05	0.25
		maks	1.3	0.3	0.5	8.6
		<b>Snitt</b>	0.7	0.2	0.3	2.7
		<b>CV<sub>a</sub></b>	56.2	35.6	91.0	85.6
5b	4	Min	0.5	0.30	0.05	2.0
		Maks	0.5	1.27	0.05	2.0
		<b>Snitt</b>	0.5	0.54	0.05	2.0
		<b>CV<sub>a</sub></b>	0	89.4	0	0
6	14	Min	0.31	0.026	0.05	1.2
		maks	1.4	0.3	0.5	4.14
		<b>Snitt</b>	0.63	0.26	0.24	2.24
		<b>CV<sub>a</sub></b>	49.0	27.6	97.3	28.9
7	5	Min	0.17	0.01	0.1	0.25
		maks	0.5	0.25	0.5	2.5
		<b>Snitt</b>	0.43	0.20	0.42	2.05
		<b>CV<sub>a</sub></b>	34.0	53.1	42.6	49.1
8	6	Min	0.36	0.01	0.1	0.25
		maks	1.1	0.25	0.5	2.5
		<b>Snitt</b>	0.58	0.21	0.43	2.13
		<b>CV<sub>a</sub></b>	45.5	46.7	37.7	43.2
9	15	Min	0.46	0.25	0.05	0.25
		maks	1.3	0.3	0.5	6.4
		<b>Snitt</b>	0.64	0.27	0.20	2.31
		<b>CV<sub>a</sub></b>	46.1	9.4	107.0	54.2
NIVA1*	4	Min	1.52	0.01	0.05	
		maks	1.86	0.06	0.05	
		<b>Snitt</b>	1.75	0.04	0.05	
		<b>CV<sub>a</sub></b>	8.7	63.6	0	
NIVA3*	11	Min	1.5	0.086	0.39	
		maks	4.52	2.75	1.3	
		<b>Snitt</b>	1.97	0.63	0.76	
		<b>CV<sub>a</sub></b>	43.8	125.3	43.9	
NIVA4*	13	Min	1.22	0.01	0.05	
		maks	3.3	0.25	0.28	
		<b>Snitt</b>	1.88	0.08	0.12	
		<b>CV<sub>a</sub></b>	26.8	104.6	66.2	
NIVA6*	4	Min	0.5	0.06	0.05	2.0
		maks	2.87	0.25	0.12	12.1
		<b>Snitt</b>	1.49	0.16	0.09	7.05
		<b>CV<sub>a</sub></b>	68.5	70.8	58.2	101.3

\*Mindre enn 3 analyser av Zn.

## 7.2 Analyseresultater fra prøvetaking ifm kilesporing.

Tabell 12. Analyseresultater fra prøvetaking av faste prøvepunkt og sigevann fra skytebaner i Blåtind i juli 2013.

Prøvenavn	pH	Kond. mS/cm	TOC mg/l	Turb. FNU	Fe mg/l	Ca mg/l	Sb µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Cu µg/l
H1-1 ref	7,8	7,9	3,1	0,15	0,03	12	0,1	0,1	3,2	1,8
H2-V1	7,9	11,6	3,2	0,27	0,14	16	0,22	0,1	1,5	1,2
H2-V2	7,5	10,3	3,5	0,37	0,06	15	0,21	0,1	5	1,4
H3-V1	7,6	7,63	2,8	0,16	0,07	11	0,1	0,1	1,5	0,25
H10-1	7,7	5,98	1,9	0,14	0,01	8,3	0,1	0,1	8,6	0,6
H10-2	7,8	7,97	1,9	0,17	0,03	11	0,1	0,1	1,5	0,25
H10-3	7,4	5,5	5,9	0,42	0,18	7,1	0,1	0,1	1,5	0,25
H10-4	7,6	6,94	2	0,12	0,02	9,5	0,1	0,1	3,9	0,25
Blåtind ut BLM	7,7		2,2			9,8	0,05	0,025	0,5	0,72
A1-1	7,8	7,19	1,6	0,14	0,01	11	0,1	0,1	1,5	1,3
A1-2	7,3	10	11	0,69	0,18	15	6,3	2,4	12	31
A1-3	7,7	6,86	2,3	0,16	0,02	10	0,1	0,1	1,5	1,3
A2-1	7,9	8,95	2,7	0,22	0,1	13	0,1	0,1	1,5	0,25
A2-2	7,7	7,67	2,3	0,19	0,05	11	0,1	0,1	1,5	1,3
A4-1	7,7	8,04	3,7	1,5	0,29	12	0,24	0,32	1,5	2,1
S2-1							0,49	0,73	18	7,6
S2-2							2,2	8,5	3,8	6,3
S2-3	7,4	5,99	3,1	0,41	0,14	7,7	0,25	0,43	1,5	2,1
S3-1	7,4	7,21	4,5	0,53	0,13	9,4	4,6	0,4	7,4	13
S3-2	7,8	10,6	2,7	0,12	0,44	18	0,1	1,3	9	9,1
S4-1	7,9	12,4	2,8	0,05	0,01	21	0,23	0,1	6,2	3,2
S7-1	7,9	11,3	1,7	0,16	0,03	19	0,1	0,1	1,5	0,25
S7-2	7,9	11,2	2,6	0,21	0,04	20	0,1	0,1	1,5	1,7
S7-3	7,8	6,58	1,6	0,05	0,01	11	0,1	0,1	1,5	0,25
S8-1	6,9	2,73	3,7	0,3	0,12	3,5	0,1	0,1	4,2	0,25
S8-2	6,8	1,72	1,4	0,13	0,05	1,8	0,1	0,1	1,5	0,25
S8-3	7,2	2,21	1,8	0,16	0,03	2,4	0,1	0,1	1,5	0,25

### 7.3 BLM beregninger for kobber

Tabell 13. Resultater fra BLM analyser for i Mauken. Gul farge viser enkeltprøver hvor de målte konsentrasjonene av kobber overskrider grenseverdien som kan gi negative akutt biologisk effekt.

Site Label	Sample Label	Final Acute Value (FAV), µg/l	CMC (CMC=FAV/2), µg/l	CCC (CCC=FAV/ACR), µg/l	Cu µg/l	Acute Toxic Units (Acute TU=Cu/CMC)
6	07.06.2006	17,75	8,87	5,51	4,50	0,51
6	31.08.2006	28,35	14,18	8,81	6,70	0,47
6	21.05.2007	6,27	3,14	1,95	3,30	1,05
6	30.08.2007	39,75	19,87	12,34	4,90	0,25
6	30.06.2008	33,08	16,54	10,27	4,88	0,30
6	13.11.2008	24,46	12,23	7,60	5,23	0,43
6	19.06.2009	22,40	11,20	6,96	5,15	0,46
6	30.09.2009	25,05	12,52	7,78	6,29	0,50
6	06.10.2010	30,43	15,22	9,45	5,33	0,35
6	01.09.2010	32,21	16,11	10,00	7,15	0,44
6	23.06.2011	19,93	9,97	6,19	5,42	0,54
6	15.09.2011	30,05	15,03	9,33	6,69	0,45
6	04.06.2012	14,88	7,44	4,62	7,04	0,95
6	05.08.2012	36,28	18,14	11,27	6,66	0,37
6	29.05.2013	15,44	7,72	4,79	5,40	0,70
6	03.09.2013	34,72	17,36	10,78	5,70	0,33
5	07.06.2006	17,69	8,85	5,49	1,00	0,11
5	31.08.2006	18,53	9,27	5,75	1,40	0,15
5	01.11.2006	22,13	11,07	6,87	1,20	0,11
5	21.05.2007	10,15	5,08	3,15	0,50	0,10
5	30.08.2007	22,98	11,49	7,14	2,70	0,23
5	12.11.2007	10,95	5,47	3,40	3,60	0,66
5	30.06.2008	33,09	16,55	10,28	1,47	0,09
5	13.11.2008	14,07	7,03	4,37	1,23	0,17
5	19.06.2009	21,90	10,95	6,80	1,55	0,14
5	30.09.2009	27,47	13,74	8,53	2,74	0,20
5	10.06.2010	22,04	11,02	6,85	1,41	0,13
5	01.09.2010	26,40	13,20	8,20	1,87	0,14
5	23.06.2011	24,48	12,24	7,60	1,85	0,15
5	15.09.2011	55,48	27,74	17,23	3,71	0,13
5	04.06.2012	17,79	8,89	5,52	1,07	0,12
5	05.08.2012	36,03	18,02	11,19	2,56	0,14
5	29.05.2013	19,43	9,72	6,03	1,40	0,14
5	03.09.2013	29,01	14,50	9,01	1,30	0,09
4	07.06.2006	16,97	8,48	5,27	1,20	0,14
4	31.08.2006	12,50	6,25	3,88	1,10	0,18
4	01.11.2006	23,90	11,95	7,42	1,20	0,10
4	21.05.2007	6,49	3,24	2,01	2,30	0,71
4	30.08.2007	25,84	12,92	8,03	2,20	0,17
4	12.11.2007	17,89	8,95	5,56	1,70	0,19

Site Label	Sample Label	Final Acute Value	CMC	CCC	Cu	Acute Toxic Units
4	30.06.2008	40,81	20,40	12,67	1,41	0,07
4	13.11.2008	20,74	10,37	6,44	1,23	0,12
4	19.06.2009	21,77	10,89	6,76	1,45	0,13
4	30.09.2009	32,62	16,31	10,13	2,04	0,13
4	10.06.2010	27,42	13,71	8,52	1,12	0,08
4	01.09.2010	33,37	16,68	10,36	1,64	0,10
4	23.06.2011	24,71	12,35	7,67	1,74	0,14
4	15.09.2011	54,76	27,38	17,01	3,17	0,12
4	04.06.2012	19,06	9,53	5,92	1,56	0,16
4	05.08.2012	40,93	20,47	12,71	2,00	0,10
4	29.05.2013	18,70	9,35	5,81	1,50	0,16
4	03.09.2013	32,62	16,31	10,13	1,40	0,09
10	21.05.2007	23,55	11,78	7,31	4,70	0,40
10	20.06.2007	23,55	11,78	7,31	7,80	0,66
10	30.08.2007	23,55	11,78	7,31	6,60	0,56
10	30.06.2008	47,48	23,74	14,74	9,40	0,40
10	13.11.2008	23,12	11,56	7,18	3,24	0,28
10	19.06.2009	27,38	13,69	8,50	4,84	0,35
10	30.09.2009	22,73	11,37	7,06	5,07	0,45
10	10.06.2010	34,84	17,42	10,82	3,38	0,19
10	01.09.2010	56,72	28,36	17,62	5,58	0,20
10	23.06.2011	48,08	24,04	14,93	6,91	0,29
10	15.09.2011	43,37	21,69	13,47	10,90	0,50
10	04.06.2012	26,12	13,06	8,11	6,89	0,53
10	05.08.2012	51,06	25,53	15,86	7,60	0,30
10	29.05.2013	40,00	20,00	12,42	9,20	0,46
10	03.09.2013	56,49	28,25	17,54	5,70	0,20
11	21.05.2007	23,54	11,77	7,31	1,70	0,14
11	20.06.2007	23,54	11,77	7,31	5,20	0,44
11	30.08.2007	23,54	11,77	7,31	8,10	0,69
11	30.06.2008	36,16	18,08	11,23	5,16	0,29
11	13.11.2008	0,47	0,23	0,14	1,11	4,76
11	19.06.2009	17,92	8,96	5,57	2,73	0,30
11	30.09.2009	19,79	9,90	6,15	3,74	0,38
11	06.10.2010	30,88	15,44	9,59	8,96	0,58
11	01.09.2010	41,11	20,55	12,77	8,66	0,42
11	23.06.2011	41,65	20,83	12,94	5,89	0,28
11	15.09.2011	47,35	23,67	14,70	12,00	0,51
11	04.06.2012	14,34	7,17	4,45	4,86	0,68
11	05.08.2012	47,25	23,62	14,67	6,09	0,26
11	29.05.2013	20,51	10,26	6,37	8,20	0,80
11	03.09.2013	52,36	26,18	16,26	6,00	0,23
12/N6	21.05.2007	23,54	11,77	7,31	5,30	0,45
12/N6	20.06.2007	23,54	11,77	7,31	1,70	0,14

Site Label	Sample Label	Final Acute Value	CMC	CCC	Cu	Acute Toxic Units
12/N6	30.08.2007	23,54	11,77	7,31	2,50	0,21
12/N6	12.11.2007	11,57	5,78	3,59	2,70	0,47
12/N6	30.06.2008	23,23	11,62	7,22	2,12	0,18
12/N6	13.11.2008	9,90	4,95	3,07	2,49	0,50
12/N6	19.06.2009	14,47	7,23	4,49	1,86	0,26
12/N6	30.09.2009	17,77	8,89	5,52	3,95	0,44
12/N6	10.06.2010	18,47	9,23	5,73	2,70	0,29
12/N6	01.09.2010	24,75	12,38	7,69	2,97	0,24
12/N6	23.06.2011	17,81	8,90	5,53	2,69	0,30
12/N6	15.09.2011	45,30	22,65	14,07	4,03	0,18
12/N6	04.06.2012	9,17	4,58	2,85	1,69	0,37
12/N6	05.08.2012	25,31	12,66	7,86	3,36	0,27
12/N6	29.05.2013	11,19	5,60	3,48	1,90	0,34
12/N6	03.09.2013	26,00	13,00	8,08	2,80	0,22
7	07.06.2006	15,59	7,79	4,84	3,10	0,40
7	31.08.2006	27,62	13,81	8,58	6,50	0,47
7	01.11.2006	24,98	12,49	7,76	5,60	0,45
7	21.05.2007	4,72	2,36	1,47	2,70	1,14
7	20.06.2007	4,72	2,36	1,47	2,20	0,93
7	30.08.2007	17,60	8,80	5,47	3,00	0,34
7	12.11.2007	20,02	10,01	6,22	6,40	0,64
7	30.06.2008	22,15	11,08	6,88	3,19	0,29
7	13.11.2008	17,32	8,66	5,38	3,02	0,35
7	19.06.2009	18,19	9,09	5,65	2,76	0,30
7	30.09.2009	19,42	9,71	6,03	3,34	0,34
7	10.06.2010	20,13	10,07	6,25	3,68	0,37
7	01.09.2010	25,91	12,96	8,05	4,80	0,37
7	23.06.2011	14,85	7,43	4,61	2,40	0,32
7	15.09.2011	19,78	9,89	6,14	2,71	0,27
7	04.06.2012	14,81	7,40	4,60	3,56	0,48
7	05.08.2012	25,94	12,97	8,06	4,02	0,31
7	29.05.2013	9,45	4,72	2,93	2,90	0,61
7	03.09.2013	30,00	15,00	9,32	3,90	0,26
8 Ref	07.06.2006	13,80	6,90	4,29	1,00	0,14
8 Ref	31.08.2006	15,72	7,86	4,88	0,50	0,06
8 Ref	21.05.2007	11,79	5,89	3,66	0,50	0,08
8 Ref	30.08.2007	25,44	12,72	7,90	1,30	0,10
8 Ref	30.06.2008	32,86	16,43	10,20	1,74	0,11
8 Ref	13.11.2008	12,93	6,46	4,01	1,23	0,19
8 Ref	19.06.2009	22,76	11,38	7,07	0,50	0,04
8 Ref	30.09.2009	22,58	11,29	7,01	0,50	0,04
8 Ref	06.10.2010	22,15	11,07	6,88	1,26	0,11
8 Ref	01.09.2010	22,48	11,24	6,98	0,50	0,04
8 Ref	23.06.2011	25,30	12,65	7,86	1,26	0,10

Site Label	Sample Label	Final Acute Value	CMC	CCC	Cu	Acute Toxic Units
8 Ref	15.09.2011	55,13	27,56	17,12	2,41	0,09
8 Ref	04.06.2012	14,50	7,25	4,50	1,11	0,15
8 Ref	05.08.2012	26,94	13,47	8,37	0,50	0,04

Oversikt over hvilke yttergrenser modellen er validert for (fra HydroQual, 2007) finnes i Tabell 15.

Tabell 14. Resultater fra BLM analyser for i Blåtind. Gul farge viser enkeltprøver hvor de målte konsentrasjonene av kobber overskrider grenseverdien som kan gi negative akutt biologisk effekt.

Site Label	Sample Label	Final Acute Value (FAV), µg/l	CMC (CMC=FAV/2), µg/l	CCC (CCC=FAV/ACR), µg/l	Cu µg/l	Acute Toxic Units (Acute TU=Cu/CMC)
Blåtind_1 Ref	07.06.2006	20,18	10,09	6,27	1,40	0,14
Blåtind_1 Ref	01.09.2006	20,60	10,30	6,40	1,70	0,17
Blåtind_1 Ref	01.11.2006	19,78	9,89	6,14	0,50	0,05
Blåtind_1 Ref	21.05.2007	12,50	6,25	3,88	1,30	0,21
Blåtind_1 Ref	30.08.2007	17,18	8,59	5,33	1,20	0,14
Blåtind_1 Ref	12.11.2007	9,67	4,84	3,00	2,00	0,41
Blåtind_1 Ref	23.06.2008	27,37	13,68	8,50	1,28	0,09
Blåtind_1 Ref	10.09.2008	28,86	14,43	8,96	1,53	0,11
Blåtind_1 Ref	11.11.2008	21,48	10,74	6,67	3,42	0,32
Blåtind_10	15.06.2006	4,13	2,06	1,28	0,33	0,16
Blåtind_10	01.09.2006	4,87	2,44	1,51	0,50	0,21
Blåtind_10	31.10.2006	11,58	5,79	3,60	1,10	0,19
Blåtind_10	21.05.2007	5,07	2,53	1,57	0,50	0,20
Blåtind_10	30.08.2007	10,03	5,02	3,12	0,50	0,10
Blåtind_10	12.11.2007	4,40	2,20	1,37	7,70	3,50
Blåtind_10	23.06.2008	12,36	6,18	3,84	0,50	0,08
Blåtind_10	10.09.2008	10,73	5,37	3,33	2,03	0,38
Blåtind_10	11.11.2008	12,18	6,09	3,78	0,50	0,08
Blåtind_10	19.06.2009	8,53	4,26	2,65	0,50	0,12
Blåtind_10	02.10.2009	6,69	3,34	2,08	1,01	0,30
Blåtind_10	04.06.2012	4,50	2,25	1,40	0,50	0,22
Blåtind_10	05.09.2012	14,68	7,34	4,56	1,36	0,19
Blåtind_9	15.06.2006	6,95	3,48	2,16	0,46	0,13
Blåtind_9	01.09.2006	11,80	5,90	3,66	0,50	0,08
Blåtind_9	31.10.2006	15,78	7,89	4,90	0,50	0,06
Blåtind_9	21.05.2007	6,39	3,19	1,98	0,50	0,16
Blåtind_9	30.08.2007	15,47	7,74	4,81	1,30	0,17
Blåtind_9	12.11.2007	8,20	4,10	2,55	1,20	0,29
Blåtind_9	23.06.2008	6,47	3,23	2,01	0,50	0,15
Blåtind_9	10.09.2008	14,13	7,06	4,39	0,50	0,07
Blåtind_9	11.11.2008	6,15	3,08	1,91	0,50	0,16
Blåtind_9	19.06.2009	10,49	5,24	3,26	0,50	0,10
Blåtind_9	02.10.2009	19,75	9,88	6,13	0,50	0,05
Blåtind_9	11.06.2010	16,31	8,16	5,07	0,50	0,06
Blåtind_9	28.10.2010	16,85	8,43	5,23	0,50	0,06

Site Label	Sample Label	Final Acute Value (FAV), µg/l	CMC (CMC=FAV/2), µg/l	CCC (CCC=FAV/ACR), µg/l	Cu µg/l	Acute Toxic Units (Acute TU=Cu/CMC)
Blåtind_9	04.06.2012	7,91	3,96	2,46	0,50	0,13
Blåtind_9	05.09.2012	22,13	11,06	6,87	1,10	0,10

Oversikt over hvilke yttergrenser modellen er validert for (fra HydroQual, 2007) finnes i Tabell 15.

Tabell 15. Oversikt over hvilke yttergrenser modellen er validert for (fra HydroQual, 2007).

PARAMETER	LOWER BOUND	UPPER BOUND
Temperature (°C)	10	25
pH	4.9	9.2
DOC (mg/L)	0.05	29.65
Humic Acid Content (%)	10	60
Calcium (mg/L)	0.204	120.24
Magnesium (mg/L)	0.024	51.9
Sodium (mg/L)	0.16	236.9
Potassium (mg/L)	0.039	156
Sulfate (mg/L)	0.096	278.4
Chloride (mg/L)	0.32	279.72
Alkalinity (mg/L)	1.99	360
DIC (mmol/L)	0.056	44.92
Sulfide (mg/L)	0	0

## 7.4 Koordinater for overvåkingspunkt

Tabell 16. Koordinater for prøvepunkt (overvåking og internkontroll) i Mauken Blåtind SØF.

Skytefelt	Revidert punktnavn 2017	Eldre Punktnavn	UTM_N33	UTM_O33	Kategori
Blåtind	BLÅT_006	6	7679448	658748	Kontrollpunkt
Blåtind	BLÅT_009	9	7680409	646028	Kontrollpunkt



Blåtind	BLÅT_010	10	7680517	646186	Kontrollpunkt
Blåtind	BLÅT_016	16	7680806	647285	Internt punkt
Blåtind	BLÅT_017	17	7679694	646544	Internt punkt
Blåtind	BLÅT_018	18	7677625	646370	Internt punkt - nytt
Blåtind	BLÅT_019	NIVA04	7680891	647463	Internt punkt
Blåtind	BLÅT_020	NIVA06	7681061	647820	Internt punkt
Mauken	MAUK_023	SBA 23	7668574	666178	Kontrollpunkt
Mauken	MAUK_004	4	7667107	671177	Kontrollpunkt
Mauken	MAUK_005	5	7665465	669268	Internt punkt
Mauken	MAUK_006	6	7666286	668476	Internt punkt
Mauken	MAUK_007	7	7667597	667985	Kontrollpunkt
Mauken	MAUK_010	10	7667230	667959	Internt punkt
Mauken	MAUK_011	11	7667042	668033	Internt punkt
Mauken	MAUK_012	12	7666931	667961	Internt punkt

### 7.5 Analyseresultater fra overvåkingsprogrammet i Mauken Blåtind 2006 – 2016.

Tabell 17. Analyseresultater fra overvåkingsprogrammet 2006-2016 i Blåtind. Prøvepunktene er gruppert i fire kategorier; Tidligere punkt, Interne punkt, Oppfølging av graving m.m., Kontrollpunkt, Referansepunkt.

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledn. mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
Blåtind												
1 Ref	Tidl.	2006-06-07	0,1	0,041	0,19	12	1,4	8,9	7,6	0,64	2,6	
1 Ref	Tidl.	2006-09-01	0,5	0,25	0,89	16	1,7	14	7,2	2,5	4,4	
1 Ref	Tidl.	2006-11-01	0,5	0,25	0,15	15	0,5	11,7	7,3	2,5	3,7	
1 Ref	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,11		1,3	6,19	7,2	2,5	2,7	
1 Ref	Tidl.	2007-08-30	0,5	0,25	0,19		1,2		7,5	2,5	2,5	
1 Ref	Tidl.	2007-11-12	0,5	0,25	0,11		2	11,4	7	2,5	2,8	
1 Ref	Tidl.	2008-06-23	0,05	0,3	0,124	10,2	1,28	7,8	7,68	2	3,2	
1 Ref	Tidl.	2008-09-10	0,05	0,3	0,713	14,3	1,53	10,8	7,82	2	2,9	
1 Ref	Tidl.	2008-11-11	0,05	0,3	1,43	16,4	3,42	13,3	7,62	2	2,7	
2	Int.	2006-06-15	0,1	0,01	0,0078	5,9	0,38	4,05	7,4	0,25	0,8	
2	Int.	2006-09-01	0,5	0,25	0,034	9,5	0,5	7,8	7,5	2,5	1,2	
2	Int.	2006-10-31	0,5	0,25	0,005	7,3	0,5	5,79	7,3	2,5	1,9	
2	Int.	2007-05-21	0,5	0,25	0,023		0,5	5,01	7,1	16	1,4	
2	Int.	2007-08-30	0,5	0,25	0,013		0,5		7,4	2,5	1,8	
2	Int.	2007-11-12	0,5	0,25	0,005		1,3	6,45	7,4	2,5	1,4	

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledn. mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
3	Graving	2006-06-15	0,1	0,01	0,028	7	0,37	5,9	7,5	0,25	1,9	
3	Graving	2006-09-01	0,5	0,25	0,064	15	0,5	13,5	7,7	2,5	2,8	
3	Graving	2006-10-31	0,5	0,25	0,063	8,9	0,5	8,05	7,4	2,5	3,2	
3	Graving	2007-05-21	0,5	0,25	0,03		0,5	3,69	7	2,5	7,2	
3	Graving	2007-08-30	0,5	0,25	0,081		0,5		7,4	2,5	4,2	
3	Graving	2007-11-12	0,5	0,25	0,035		1,4	8,23	7,4	2,5	2,8	
4	Graving	2006-06-15	0,1	0,01	0,035	6,4	0,34	4,86	7,5	0,25	1,7	
4	Graving	2006-09-01	0,5	0,25	0,016	11	0,5	9,54	7,8	2,5	2	
4	Graving	2006-10-31	0,5	0,25	0,042	8,9	0,5	6,86	7,5	2,5	2,5	
4	Graving	2007-05-21	0,5	0,25	0,1		0,5	3,38	7	2,5	1,7	
4	Graving	2007-08-30	0,5	0,25	0,069		0,5		7,5	2,5	3,5	
4	Graving	2007-11-12	0,5	0,25	0,035		1,1	7,07	7,4	2,5	1,9	
5	Int.	2006-06-15	0,1	0,022	0,032	8,1	0,26	5,9	7,6	0,25	0,6	
5	Int.	2006-09-01	0,5	0,25	0,036	9,8	0,5	7,92	7,7	2,5	0,6	
5	Int.	2007-05-21	0,5	0,25	0,092		0,5	4,91	7,1	2,5	1,7	
5	Int.	2007-08-30	0,5	0,25	0,073		1,3		7,3	2,5	2,9	
5	Int.	2007-11-12	0,5	0,25	0,067		1,2	9,72	7,4	8,6	1	
5	Int.	2008-06-23	0,05	0,3	0,135	5,58	0,5	4,6	7,55	2	0,8	
5	Int.	2008-09-10	0,05	0,3	0,0207	40,6	1,28	22,4	8,13	2	1,6	
5	Int.	2008-11-11	0,05	0,3	0,219	12,8	0,5	8,7	7,66	2	1,3	
5	Int.	2010-06-11	<0,1	<0,6	0,0913	9,81	<1	7,53	7,88	<4	1,42	
5b	Kontr.	2009-06-19	0,05	0,3	0,0337	7,42	0,5	6,38	7,81	2	0,9	
5b	Kontr.	2009-10-02	0,05	1,27	0,115	10,4	0,5	7,8	7,73	2	2,08	
5b	Kontr.	2010-06-11	<0,1	<0,6	0,106	10,1	<1	7,52	7,88	<4	1,51	
5b	Kontr.	2010-10-28	<0,1	<0,6	0,151	12,8	<1	9,97	7,96	<4	1,52	
6	Kontr.	2006-06-15	0,1	0,026	0,0045	24	0,31	14,1	8	1,2	0,5	
6	Kontr.	2006-09-01	0,5	0,25	0,012	42	1,1	25,5	8	2,5	0,9	
6	Kontr.	2007-06-06	0,5	0,25	0,005		0,5	10,6	8	2,5	0,7	
6	Kontr.	2007-08-30	0,5	0,25	0,005		1,4		7,7	2,5	1,4	
6	Kontr.	2007-11-12	0,5	0,25	0,005		0,5	19,5	8,1	2,5	1,3	
6	Kontr.	2008-06-23	0,05	0,3	0,01	22,4	0,5	13	7,98	2	1	
6	Kontr.	2008-09-10	0,05	0,3	0,0802	9,99	1,03	7,6	7,81	4,14	1,8	
6	Kontr.	2008-11-11	0,05	0,3	0,01	38	0,5	21	8,04	2	0,7	
6	Kontr.	2009-06-19	0,05	0,3	0,01	22,4	0,5	14	8,2	2	0,54	
6	Kontr.	2009-10-02	0,05	0,3	0,01	31	0,5	17,8	8,04	2	0,8	
6	Kontr.	2010-06-11	<0,1	<0,6	<0,02	29,1	<1	16,2	8,15	<4	0,76	

FORSVARSBYGG

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledn. mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
6	Kontr.	2010-10-28	<0,1	<0,6	<0,02	36,4	<1	20,9	8,25	<4	<0,50	
6	Kontr.	2012-06-04	<0,1	<0,5	<0,01	19,7	<1	12,1	7,96	<4	0,65	0,4
6	Kontr.	2012-09-05	<0,1	<0,5	<0,01	37	<1	21,6	8,15	<4	1,89	0,25
6	Kontr.	2014-07-14	0,15	<0,02	<0,02	15	0,078	9,94	7,8	<1	1,3	<0,1
6	Kontr.	2014-10-10	<0,1	<0,02	<0,02	42	0,18	22,7	7,9	<1	<1	0,12
6	Kontr.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,016	21	<0,50	12,5	8	<2,0	2,5	<0,1
6	Kontr.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,0043	33	<0,50	19,3	7,8	<2,0	4,7	<0,1
6	Kontr.	2016-06-21	<0,20	<0,20	0,007	27	<0,50	13,4	7,9	<2,0	2,1	0,16
6	Kontr.	2016-09-20	<0,20	<0,20	<0,002	44	<0,50	22,3	8,2	<2,0	2,2	0,12
7	Tidl.	2006-06-15	0,1	0,01	0,0067	7,5	0,17			0,25	0,4	
7	Tidl.	2006-09-01	0,5	0,25	0,005	8,3	0,5	7,8	7,8	2,5	0,2	
7	Tidl.	2007-06-06	0,5	0,25	0,03		0,5	5,23	7,6	2,5	0,4	
7	Tidl.	2007-08-30	0,5	0,25	0,005		0,5		7,8	2,5	1,1	
7	Tidl.	2007-11-12	0,5	0,25	0,005		0,5	10,5	8,1	2,5	0,71	
8	Tidl.	2006-06-15	0,1	0,01	0,024	8,2	0,36	5,9	7,7	0,25	0,7	
8	Tidl.	2006-09-01	0,5	0,25	0,031	12	0,5	10,4	7,9	2,5	0,7	
8	Tidl.	2006-10-31	0,5	0,25	0,039	11	0,5	8,64	7,6	2,5	2,2	
8	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,13		1,1	5,21	7,2	2,5	1,4	
8	Tidl.	2007-08-30	0,5	0,25	0,041		0,5		7,6	2,5	1,7	
8	Tidl.	2007-11-12	0,5	0,25	0,032		0,5	8,63	7,5	2,5	1,1	
9	Kontr.	2006-06-15	0,1	0,25	0,025	8,2	0,46	6,13	7,6	0,25	0,9	
9	Kontr.	2006-09-01	0,5	0,25	0,029	12	0,5	11	7,9	2,5	1,1	
9	Kontr.	2006-10-31	0,5	0,25	0,044	12	0,5	8,88	7,5	2,5	2,3	
9	Kontr.	2007-05-21	0,5	0,25	0,18		0,5	5,19	7,1	2,5	1,6	
9	Kontr.	2007-08-30	0,5	0,25	0,059		1,3		7,6	6,4	2	
9	Kontr.	2007-11-12	0,5	0,25	0,033		1,2	8,79	7,5	2,5	1,2	
9	Kontr.	2008-06-23	0,05	0,3	0,0858	6,73	0,5	4,8	7,54	2	0,9	
9	Kontr.	2008-09-10	0,05	0,3	0,01	10,8	0,5	7,6	7,84	2	1,4	
9	Kontr.	2008-11-11	0,05	0,3	0,01	12,1	0,5	8,7	7,71	2	0,7	
9	Kontr.	2009-06-19	0,05	0,3	0,0368	7,29	0,5	6,13	7,83	2	1,05	
9	Kontr.	2009-10-02	0,05	0,3	0,0756	10,7	0,5	8,25	7,72	2	2,22	
9	Kontr.	2010-06-11	<0,1	<0,6	0,112	9,98	<1	7,44	7,88	<4	1,55	
9	Kontr.	2010-10-28	<0,1	<0,6	0,0755	12	<1	9,6	7,96	<4	1,48	
9	Kontr.	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,125	4,99	<1	4,64	7,42	<4	1,28	0,55
9	Kontr.	2012-09-05	<0,1	<0,5	0,0489	12,3	1,1	9,35	7,87	<4	2,12	0,28
9	Kontr.	2014-07-14	<0,1	0,029	0,03	7,4	0,44	5,86	7,7	<1	1,3	0,12

FORSVARSBYGG

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledn. mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
9	Kontr.	2014-10-10	<0,1	0,023	0,04	15	0,58	10,7	7,7	<1	1,4	0,15
9	Kontr.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,21	6,4	1,2	4,88	7,6	<2,0	1,2	0,14
9	Kontr.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,039	11	<0,50	8,42	7,6	<2,0	2,8	0,13
9	Kontr.	2016-06-21	<0,20	<0,20	0,03	9,5	0,8	6,51	7,5	<2,0	2,3	0,17
9	Kontr.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,039	13	0,61	9,31	7,8	<2,0	2,3	0,51
10	Kontr.	2006-06-15	0,1	0,028	0,036	6,9	0,33	4,74	7,5	0,25	0,6	
10	Kontr.	2006-09-01	0,5	0,25	0,031	11	0,5	8,92	7,8	2,5	0,5	
10	Kontr.	2006-10-31	0,5	0,25	0,012	11	1,1	7,81	7,6	2,5	1,5	
10	Kontr.	2007-05-21	0,5	0,25	0,065		0,5	4,73	7,2	2,5	1,1	
10	Kontr.	2007-08-30	0,5	0,25	0,017		0,5		7,6	2,5	1,3	
10	Kontr.	2007-11-12	0,5	0,25	0,005		7,7	7,99	7,5	2,5	0,64	
10	Kontr.	2008-06-23	0,05	0,3	0,0407	6,95	0,5	5,4	7,6	2	1,6	
10	Kontr.	2008-09-10	0,05	0,3	0,0417	12,9	2,03	9,4	7,9	2	1	
10	Kontr.	2008-11-11	0,05	0,3	0,0622	13,3	0,5	9,9	7,77	2	1,3	
10	Kontr.	2009-06-19	0,05	0,3	0,01	6,83	0,5	5,45	7,78	2	0,9	
10	Kontr.	2009-10-02	0,05	0,913	0,0357	9,89	1,01	7,17	7,7	2	0,77	
10	Kontr.	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,0688	5,69	<1	4,81	7,46	<4	0,69	0,58
10	Kontr.	2012-09-05	<0,1	<0,5	<0,01	10,3	1,36	7,26	7,78	<4	1,55	0,23
10	Kontr.	2014-07-14	<0,1	<0,02	<0,02	5,7	0,3	4,56	7,5	<1	1,1	0,22
10	Kontr.	2014-10-10	<0,1	<0,02	<0,02	15	0,29	10,3	7,8	<1	26	0,17
10	Kontr.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,044	5,3	<0,50	4,06	7,5	<2,0	1,1	0,17
10	Kontr.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,02	10	<0,50	6,81	7,5	<2,0	1,6	<0,1
10	Kontr.	2016-06-21	<0,20	<0,20	0,014	8,3	<0,50	5,43	7,5	<2,0	1,4	0,19
10	Kontr.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,017	12	0,6	7,71	7,7	<2,0	1,3	0,16
11	Tidl.	2006-09-01	0,5	0,25	0,037	9,1	0,5	7,92	7,7	2,5	3,9	
11	Tidl.	2006-10-31	0,5	0,25	0,092	8,7	0,5	7,33	7,5	2,5	5,3	
11	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,057		0,5	4,63	7	2,5	2,6	
11	Tidl.	2007-08-30	0,5	0,25	0,14		0,5		7,4	2,5	5	
11	Tidl.	2007-11-12	0,5	0,25	0,05		1,3	7,72	7,5	2,5	4,2	
12	Tidl.	2006-09-01	0,5	0,25	0,005	3,6	0,5	3,56	7,1	2,5	0,2	
12	Tidl.	2006-10-31	0,5	0,25	0,014	4,3	0,5	3,52	7	2,5	0,05	
12	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,005		0,5	2,88	6,6	2,5	0,25	
13	Tidl.	2006-09-01	0,5	0,25	0,1	4,2	0,5	3,93	7,2	2,5	0,7	
13	Tidl.	2006-10-31	0,5	0,25	0,22	3,4	0,5	3,05	6,9	2,5	1,3	
13	Tidl.	2007-06-06	0,5	0,25	0,012		0,5	2,15	7,1	2,5	0,6	
14	Tidl.	2006-09-01	0,5	0,25	0,005	4,8	0,5	4,8	7,3	2,5	0,5	

FORSVARSBYGG

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledn. mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
14	Tidl.	2006-10-31	0,5	0,56	0,4	3,8	1,1	3,4	7	5,9	2,1	
14	Tidl.	2007-06-06	0,5	0,25	0,062		1,1			31		
15 Ref	Ref.	2009-06-19	0,05	0,3	0,01	4,37	0,5	3,44	7,49	2	0,58	
15 Ref	Ref.	2009-10-02	0,05	0,3	0,272	5,57	0,5	4,28	7,46	2	0,25	
15 Ref	Ref.	2010-06-11	<0,1	<0,6	0,0964	4,17	<1	3,83	7,78	<4	0,77	
15 Ref	Ref.	2010-10-28	<0,1	<0,6	0,0519	6,77	<1	5,59	7,74	<4	<0,50	
16	Int.	2012-06-04	0,286	3,14	2,97	5,23	9,17	4,57	7,24	5,98	1,76	13,3
16	Int.	2012-09-05	0,314	1,23	0,516	11,1	1,92	8,14	7,77	<4	2,11	2,04
16	Int.	2014-07-14	0,16	0,22	0,11	11	1,2	8,27	7,4	1	2,5	0,7
16	Int.	2014-10-10	0,14	0,035	0,13	11	0,69	8,4	7,4	<1	1,1	0,44
16	Int.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,068	11	1,2	8,36	7,7	<2,0	2,9	0,55
16	Int.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,04	8,2	1,6	7,18	7,4	<2,0	2,9	0,19
16	Int.	2016-06-21	<0,20	<0,20	0,026	9,1	1,6	6,32	7,4	<2,0	2,3	0,2
16	Int.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,04	11	1,2	8,14	7,6	<2,0	2,2	0,29
17	Int.	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,0851	5,96	1,2	5,45	7,33	<4	1,69	0,47
17	Int.	2012-09-05	0,185	<0,5	0,087	13,4	1,91	9,92	7,86	<4	3,39	0,51
17	Int.	2014-07-14	<0,1	<0,02	<0,02	11	1,1	8,48	7,8	<1	2,1	0,1
17	Int.	2014-10-10	<0,1	<0,02	0,03	14	1,1	10,9	7,6	<1	2,1	<0,1
17	Int.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,035	11	1,6	8,07	7,8	<2,0	2,3	<0,1
17	Int.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,025	14	1,2	8,51	7,4	<2,0	3,5	0,13
17	Int.	2016-06-21	<0,20	<0,20	0,02	11	1,3	7,28	7,4	<2,0	2,6	0,16
17	Int.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,025	14	1,3	10,4	7,8	<2,0	2,4	0,16
28	Int.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,026	5,1	<0,50	4,13	7,5	<2,0	1	0,14
28	Int.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,012	11	<0,50	7,43	7,3	<2,0	2	<0,1
28	Int.	2016-06-21	<0,20	<0,20	0,016	8,7	<0,50	6,26	7,4	<2,0	1,7	0,31
28	Int.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,041	14	0,6	9,08	7,7	<2,0	1,7	0,12
NIVA01	Tidl.	2001-06-22		0,06			1,8					
NIVA01	Tidl.	2001-07-16		0,06			1,8		7,5			
NIVA01	Tidl.	2002-07-01	0,05	0,027			1,86					
NIVA01	Tidl.	2002-08-05	0,05	0,01			1,52					
NIVA02	Tidl.	2001-06-22		0,06			0,91					
NIVA02	Tidl.	2001-07-16		0,06			0,9		7,5			
NIVA03	Tidl.	2001-06-22		1,02			1,5					
NIVA03	Tidl.	2001-07-16		1			1,5		7,5			
NIVA03	Tidl.	2002-07-01	1,3	0,347			1,62					
NIVA03	Tidl.	2002-08-05	0,8	0,875			2,16					

FORSVARSBYGG

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledn. mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
NIVA03	Tidl.	2003-06-17	0,39	0,11		8,06	1,63		7,55		1,8	
NIVA03	Tidl.	2003-07-02	0,4	0,086		8,4	1,7		7,5		1,9	
NIVA03	Tidl.	2003-08-08	0,45	0,12		10,4	1,75		7,6		2	
NIVA03	Tidl.	2003-09-04	0,6	0,239		11	1,79		7,55		1,8	
NIVA03	Tidl.	2004-07-05	0,84	2,75		11,5	4,52		7,76		2	
NIVA03	Tidl.	2004-08-04	1,2	0,15		12	1,87		7,71		2,3	
NIVA03	Tidl.	2004-09-22	0,87	0,256		11	1,67		7,45		2,4	
NIVA04	Int.	2001-06-22		0,06			1,5					
NIVA04	Int.	2001-07-16		0,07			1,5		7,5			
NIVA04	Int.	2002-07-01	0,05	0,12			1,68					
NIVA04	Int.	2002-08-05	0,08	0,047			1,61					
NIVA04	Int.	2003-06-17	0,2	0,061		13,5	2,18		7,6		1,1	
NIVA04	Int.	2003-07-02	0,1	0,042		18,1	1,85		7,5		1	
NIVA04	Int.	2003-08-08	0,1	0,033		20,9	1,88		7,7		1,1	
NIVA04	Int.	2003-09-04	0,28	0,03		20	2,05		8		1	
NIVA04	Int.	2004-07-05	0,1	0,03		20,5	2		7,99		1,1	
NIVA04	Int.	2004-08-04	0,08	0,01		21,9	1,68		8,05		1	
NIVA04	Int.	2004-09-22	0,23	0,01		17,5	1,94		7,77		1,1	
NIVA04	Int.	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,0236	10,7	3,3	7,64	7,43	4,93	1,05	0,4
NIVA04	Int.	2012-09-05	<0,1	<0,5	0,0152	22,8	1,22	13,9	8,05	<4	1,53	0,51
NIVA04	Int.	2014-07-14	<0,1	0,028	0,03	20	3,7	12,9	7,9	7,8	1,9	0,1
NIVA04	Int.	2014-10-10	<0,1	<0,02	0,05	24	2,1	14,6	7,8	8,4	1,2	0,23
NIVA04	Int.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,028	21	2	13,5	8	3,6	3,6	<0,1
NIVA04	Int.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,035	18	2	11,9	7,7	5,8	3,8	0,1
NIVA04	Int.	2016-06-21	<0,20	<0,20	0,022	19	2,3	10,8	7,8	4,9	2,4	0,14
NIVA04	Int.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,036	22	2,7	13,4	7,9	6,5	2,4	0,18
NIVA05	Tidl.	2001-06-22		0,25			1,3					
NIVA05	Tidl.	2001-07-16		0,25			1,3		7,5			
NIVA06	Int.	2001-06-22		0,06			1					
NIVA06	Int.	2001-07-16		0,06			1,6					
NIVA06	Int.	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,0102	15	<1	9,97	7,63	<4	<0,50	0,3
NIVA06	Int.	2012-09-05	0,12	<0,5	0,0434	22,9	2,87	14,5	8,03	12,1	1,5	0,48
NIVA06	Int.	2014-07-14	<0,1	<0,02	<0,02	20	0,99	12,1	8	1,1	1,4	<0,1
NIVA06	Int.	2014-10-10	<0,1	<0,02	0,03	26	0,93	15,1	7,9	4,3	<1	0,29
NIVA06	Int.	2015-07-13	<0,20	<0,20	0,003	22	0,99	12,9	8	<2,0	2,4	<0,1
NIVA06	Int.	2015-10-21	<0,20	<0,20	0,0041	25	0,6	14,6	7,8	3,7	3,6	<0,1

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledn. mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
NIVA06	Int.	2016-06-21	< 0,20	< 0,20	0,002	22	1,4	11,4	7,8	2,5	1,8	0,13
NIVA06	Int.	2016-09-20	< 0,20	< 0,20	0,0037	25	2	13,8	7,9	4,9	1,7	0,13

Tabell 18. Analyseresultater fra overvåkningsprogrammet 2006-2016 i Mauken. Prøvepunktene er gruppert i fire kategorier; Tidligere punkt, Interne punkt, Oppfølging av graving m.m., Kontrollpunkt, Referansepunkt.

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
2	Tidl.	2006-06-07	0,1	0,01	0,0025	13	0,28	8,21	7,7	2,5	0,9	
2	Tidl.	2006-08-31	0,5	0,25	0,005	21	0,5	15,5	8,1	2,5	0,8	
2	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,038		0,5	5,19	7,2	2,5	3,7	
3	Tidl.	2006-06-07	0,1	0,043	0,091	2,8	1,1			0,89		
3	Tidl.	2006-08-31	0,5	0,25	0,15	3,7	1,1	4,18	7,4	2,5	7,1	
3	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,078		0,5	2,66	6,5	2,5	4	
3	Tidl.	2007-08-30	0,5	0,25	0,2		1,5		6,9	2,5	8,6	
4	Kontr.	2006-06-07	0,1	0,055	0,025	5,7	1,2	4,16	7,5	0,9	2,4	
4	Kontr.	2006-08-31	0,5	0,25	0,018	9,5	1,1	4,18	7,2	2,5	2,7	
4	Kontr.	2006-11-01	0,5	0,25	0,044	8	1,2	6,14	7,3	2,5	4,4	
4	Kontr.	2007-05-21	0,5	0,25	0,1		2,3	2,99	6,7	2,5	3,1	
4	Kontr.	2007-08-30	0,5	0,25	0,045		2,2		7,3	7,6	4,7	
4	Kontr.	2007-11-12	0,5	0,25	0,03		1,7	6,56	7,4	2,5	2,9	
4	Kontr.	2008-06-30	0,239	0,3	0,0417	6,27	1,41	4,7	7,55	2	5,3	
4	Kontr.	2008-11-13	0,173	0,3	0,0476	8,54	1,23	6,2	7,33	13,4	3,7	
4	Kontr.	2009-06-19	0,144	0,3	0,0307	5,71	1,45	4,62	7,55	2	2,88	
4	Kontr.	2009-09-30	0,198	0,3	0,0787	7,14	2,04	5,25	7,4	2	5,18	
4	Kontr.	2010-06-10	0,154	<0,6	0,0424	6,03	1,12	4,51	7,62	<4	3,33	

FORSVARSBYGG

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
4	Kontr.	2010-09-01	0,139	<0,6	0,0298	9,94	1,64	6,55	7,68	<4	3,87	
4	Kontr.	2011-06-23	0,297	<0,5	0,0482	5,49	1,74	4,22	7,62	<4	2,99	
4	Kontr.	2011-09-15	0,22	<0,5	0,244	8,14	3,17	6,67	7,49	<4	7,65	
4	Kontr.	2012-06-04	0,121	<0,5	0,0587	3,74	1,56	3,55	7,25	<4	3,57	0,33
4	Kontr.	2012-08-05	0,121	<0,5	0,0492	8,46	2	6,15	7,68	<4	4,68	0,37
4	Kontr.	2013-05-29	<0,2	<0,2	0,06	4	1,5	3,01	7,3	<3	3,3	0,16
4	Kontr.	2013-09-03	<0,2	<0,2	0,04	9,8	1,4	6,79	7,7	<3	3,7	<0,1
4	Kontr.	2014-07-10	<0,1	0,025	0,02	6,4	1,4	5,15	7,6	<1	3,2	0,11
4	Kontr.	2014-10-10	0,11	0,021	0,05	9,5	1,5	7,04	7,6	<1	3,4	0,1
4	Kontr.	2015-07-16	<0,20	<0,20	0,023	8,4	1,7	5,72	7,6	<2,0	3,5	<0,1
4	Kontr.	2015-10-28	<0,20	0,37	0,12	7,6	1,6	5,68	7,2	<2,0	5,5	0,24
4	Kontr.	2016-06-23	<0,20	<0,20	0,057	6,4	2,2	4,57	7,4	<2,0	4,7	0,33
4	Kontr.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,054	10	2,2	6,6	7,7	<2,0	4,5	0,18
5	Int.	2006-06-07	0,1	0,12	0,047	5,7	1	4,28	7,5	1,2	2,5	
5	Int.	2006-08-31	0,5	0,25	0,17	12	1,4	8,92	7,5	2,5	2,7	
5	Int.	2006-11-01	-16	0,25	0,1	8,7	1,2	6,38	7,3	2,5	4,1	
5	Int.	2007-05-21	0,5	0,25	0,049		0,5	3,01	6,9	2,5	3,4	
5	Int.	2007-08-30	0,5	0,25	0,067		2,7		7,3	5,5	4,2	
5	Int.	2007-11-12	0,5	0,25	0,067		3,6	6,84	7,1	2,5	2,7	
5	Int.	2008-06-30	0,159	0,3	0,0478	6,19	1,47	4,6	7,5	2	4,6	
5	Int.	2008-11-13	0,174	0,3	0,0697	8,54	1,23	5,1	7,56	2	1,9	
5	Int.	2009-06-19	0,05	0,3	0,0497	5,74	1,55	4,51	7,66	2	2,55	
5	Int.	2009-09-30	0,214	0,3	0,0598	7	2,74	5,07	7,38	2	4,5	
5	Int.	2010-06-10	0,129	<0,6	0,058	5,48	1,41	4,08	7,54	<4	2,94	
5	Int.	2010-09-01	0,151	<0,6	0,0646	10,6	1,87	6,71	7,58	<4	3,46	
5	Int.	2011-06-23	0,123	<0,5	0,055	5,1	1,85	3,99	7,56	<4	3,16	
5	Int.	2011-09-15	0,245	0,56	0,314	7,76	3,71	5,91	7,51	<4	7,54	
5	Int.	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,0585	3,87	1,07	3,2	7,22	<4	3,49	0,38
5	Int.	2012-08-05	0,112	<0,5	0,0617	8,53	2,56	6,07	7,64	<4	4,33	0,29



PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
5	Int.	2013-05-29	<0,2	<0,2	0,06	3,8	1,4	2,82	7,4	<3	3	0,29
5	Int.	2013-09-03	<0,2	<0,2	0,07	9,9	1,3	6,59	7,6	<3	3,7	0,19
5	Int.	2014-07-10	<0,1	0,067	0,08	6,5	1,3	5,05	7,3	<1	3,5	0,22
5	Int.	2014-10-10	0,13	0,092	0,13	10	1,6	7,27	7,3	1,7	3,8	0,22
5	Int.	2015-07-16	< 0,20	< 0,20	0,052	8,2	1,5	5,69	7,5	< 2,0	4,2	0,16
5	Int.	2015-10-28	< 0,20	0,4	0,079	7,3	1,6	5,6	7,1	< 2,0	4,9	0,11
5	Int.	2016-06-23	< 0,20	< 0,20	0,059	6,5	2,1	4,47	7,3	< 2,0	4,1	0,34
5	Int.	2016-09-20	< 0,20	< 0,20	0,074	10	1,6	6,68	7,5	< 2,0	4,3	0,21
6	Int.	1996-08-15		0,6			5					
6	Int.	1996-09-17		0,47			4,7					
6	Int.	1996-10-15		1,5			4,5					
6	Int.	1998-07-02		2,7		6,39	5,7		7,23		3,2	
6	Int.	1998-08-18		0,42			4					
6	Int.	1998-09-29		0,68			6,8					
6	Int.	1999-06-23							6,97			
6	Int.	1999-08-10	0,28	0,43			8,3		7			
6	Int.	2004-06-14	0,32	0,353			4,94		7,45		2,7	
6	Int.	2004-07-05	0,34	0,257		9,1	4,81		7,45		3	
6	Int.	2004-08-11	0,36	0,373		8,39	7,14		7,5		2,8	
6	Int.	2006-06-07	0,38	0,54	0,089	8,1	4,5	5,9	7,4	7,7	2,9	
6	Int.	2006-08-31	0,5	0,25	0,11	9,5	6,7	7,42	7,4	8,2	4,6	
6	Int.	2007-05-21	0,5	0,84	0,052		3,3	2,78	6,7	6,9	3	
6	Int.	2007-08-30	0,5	0,25	0,06		4,9		7,7	6,1	4,4	
6	Int.	2008-06-30	0,544	0,3	0,0616	7,26	4,88	5,6	7,44	7,34	5	
6	Int.	2008-11-13	0,403	0,3	0,0618	9,94	5,23	7,2	7,36	6,93	4,2	
6	Int.	2009-06-19	0,365	0,3	0,0746	6,01	5,15	4,82	7,52	9,86	3,08	
6	Int.	2009-09-30	0,331	0,3	0,065	7,7	6,29	5,44	7,3	11,3	4,59	
6	Int.	2010-06-10	0,432	<0,6	0,251	8,76	5,33	6,47	7,59	10,4	3,9	
6	Int.	2010-09-01	0,472	<0,6	0,0716	9,61	7,15	6,4	7,45	9,77	4,89	

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
6	Int.	2011-06-23	0,374	<0,5	0,0813	5,03	5,42	4,14	7,42	4,03	3,07	
6	Int.	2011-09-15	0,444	0,522	0,175	7,63	6,69	6,21	7,48	9,11	4,36	
6	Int.	2012-06-04	0,467	0,553	0,316	4,49	7,04	3,9	7,06	9,62	3,73	0,37
6	Int.	2012-08-05	0,327	<0,5	0,101	8,01	6,66	6,1	7,51	7,12	5,05	0,86
6	Int.	2013-05-29	0,28	0,48	0,18	5,4	5,4	3,96	7,1	6,8	3,7	0,4
6	Int.	2013-09-03	0,42	<0,2	0,08	8	5,7	5,67	7,5	4,2	4,9	0,26
6	Int.	2014-07-10	0,34	0,32	0,08	6,4	5,9	5,27	7,3	5,5	4,3	0,21
6	Int.	2014-10-10	0,35	0,23	0,08	8,9	5,9	6,77	7,3	7,3	4,2	0,28
6	Int.	2015-07-16	0,32	<0,20	0,1	5,8	6,4	4,81	7,1	6	5,2	<0,1
6	Int.	2015-10-28	0,34	0,63	0,082	7,3	5,6	5,53	7,1	7,5	6,4	0,22
6	Int.	2016-06-23	0,39	0,29	0,055	6,6	6	4,68	7,2	7,2	4,7	0,4
6	Int.	2016-09-20	0,32	<0,20	0,053	8,5	5,8	5,93	7,4	4,2	5,4	0,25
7	Kontr.	2006-06-07	0,1	0,21	0,092	3,5	3,1	2,66	7,1	2,3	3,6	
7	Kontr.	2006-08-31	0,5	0,25	0,047	3,7	6,5	3,43	7,2	2,5	5,4	
7	Kontr.	2006-11-01	0,5	0,25	0,12	3,8	5,6	3,4	7	2,5	6,5	
7	Kontr.	2007-05-21	0,5	0,25	0,084		2,7	2,59	6,5	2,5	3,3	
7	Kontr.	2007-06-20	0,5	0,25			2,2			2,5	3,3	
7	Kontr.	2007-08-30	0,5	0,25	0,058		3		7	2,5	4,7	
7	Kontr.	2007-11-12	0,5	0,54	0,067		6,4	3,42	7	5,7	5,3	
7	Kontr.	2008-06-30	0,26	0,3	0,0603	2,81	3,19	2,7	7,03	2	5,4	
7	Kontr.	2008-11-13	0,294	0,3	0,0644	4,18	3,02	3,7	7,09	2	4,1	
7	Kontr.	2009-06-19	0,212	0,3	0,0603	2,73	2,76	2,76	7,19	2	3,59	
7	Kontr.	2009-09-30	0,172	0,3	0,0844	3,59	3,34	3,21	7,1	2	4,44	
7	Kontr.	2010-06-10	0,228	<0,6	0,113	3,39	3,68	3,06	7,18	5,52	4,09	
7	Kontr.	2010-09-01	0,287	<0,6	0,0832	4,07	4,8	3,17	7,16	4,18	5,42	
7	Kontr.	2011-06-23	0,193	<0,5	0,0595	2,64	2,4	2,57	7,15	4,85	3,12	
7	Kontr.	2011-09-15	0,171	<0,5	0,0553	3,47	2,71	3,35	7,23	<4	3,77	
7	Kontr.	2012-06-04	0,219	<0,5	0,102	3,2	3,56	3,14	6,93	<4	4,37	0,5
7	Kontr.	2012-08-05	0,183	<0,5	0,0703	3,4	4,02	3,02	7,2	<4	5,05	0,5

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
7	Kontr.	2013-05-29	<0,2	0,2	0,1	3	2,9	2,58	6,7	4,4	4,2	0,58
7	Kontr.	2013-09-03	<0,2	<0,2	0,07	4,3	3,9	3,25	7,3	3,8	5,2	0,24
7	Kontr.	2014-07-10	0,13	0,14	0,05	2,8	2,6	2,92	7	1,8	4	0,17
7	Kontr.	2014-10-10	0,17	0,23	0,12	4,2	3,6	3,7	7,1	2,8	4,6	0,84
7	Kontr.	2015-07-16	< 0,20	< 0,20	0,063	2,9	2,7	2,91	6,9	< 2,0	4,6	<0,1
7	Kontr.	2015-10-28	< 0,20	0,43	0,1	3,8	3,2	3,52	6,9	2,9	5,7	0,42
7	Kontr.	2016-06-23	< 0,20	< 0,20	0,082	3,2	3,6	2,85	6,9	2,8	4,9	0,47
7	Kontr.	2016-09-20	< 0,20	< 0,20	0,081	4,2	3,9	3,2	7,2	2,6	5,5	0,42
8 NIVA	Ref.	1996-08-15		0,35			2,7					
8 NIVA	Ref.	1996-09-17		0,1			0,9					
8 NIVA	Ref.	1996-10-15		0,1			2,8					
8 NIVA	Ref.	1998-07-02		0,29		9,01	1,6		7,49		2,4	
8 NIVA	Ref.	1998-08-18		0,14			1,9					
8 NIVA	Ref.	1998-09-28		0,03			1,3					
8 NIVA	Ref.	1998-09-29		0,03			1,3					
8 NIVA	Ref.	1998-10-21		0,14			1,4					
8 NIVA	Ref.	2006-06-07	0,1	0,048	0,0081	8	1	5,1	7,5	0,25	2	
8 NIVA	Ref.	2006-08-31	0,5	0,25	0,005	11	0,5	8,67	7,4	2,5	2,6	
8 NIVA	Ref.	2007-05-21	0,5	0,25	0,028		0,5	4,23	7,1	2,5	2,9	
8 NIVA	Ref.	2007-08-30	0,5	0,25	0,012		1,3		7,6	2,5	3,2	
8 NIVA	Ref.	2008-06-30	0,05	0,3	0,01	10,4	1,74	6,7	7,76	2	3,5	
8 NIVA	Ref.	2008-11-13	0,05	0,3	0,01	13,1	1,23	8,4	7,64	2	1,6	
8 NIVA	Ref.	2009-06-19	0,05	0,3	0,01	9,91	0,5	6,68	7,9	2	2,11	
8 NIVA	Ref.	2009-09-30	0,05	0,3	0,01	15,8	0,5	9,13	7,79	2	2,35	
8 NIVA	Ref.	2010-06-10	<0,1	<0,6	<0,02	8,28	1,26	5,37	7,71	<4	2,49	
8 NIVA	Ref.	2010-09-01	<0,1	<0,6	<0,02	16	<1	9,28	7,77	<4	2,39	
8 NIVA	Ref.	2011-06-23	<0,1	<0,5	0,0161	8,44	1,26	5,62	7,77	<4	2,66	
8 NIVA	Ref.	2011-09-15	<0,1	<0,5	0,0572	11,1	2,41	7,09	7,72	<4	6,04	
8 NIVA	Ref.	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,0329	5,06	1,11	4,24	7,31	<4	2,6	0,31

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
8 NIVA	Ref.	2012-08-05	<0,1	<0,5	<0,01	13,4	<1	8,68	7,84	<4	2,66	0,3
9	Tidl.	2006-06-07	0,1	0,01	0,017	4,1	0,27	3,01	7,3	0,25	1	
9	Tidl.	2006-08-31	0,5	0,25	0,016	7,3	0,5	5,68	7,4	2,5	0,9	
9	Tidl.	2006-11-01	0,5	0,25	0,028	6	0,5	4,95	7,2	2,5	3,6	
9	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,03		0,5	3,56	6,9	2,5	2,5	
10	Int.	2007-05-21	1,1	1	0,17		4,7			6,2		
10	Int.	2007-06-20	1,4	0,25			7,8			7,3		
10	Int.	2007-08-30	0,5	0,25	0,14		6,6			7		
10	Int.	2008-06-30	1,85	0,3	0,0692	5,83	9,4	5	7,13	8,65	10,2	
10	Int.	2008-11-13	0,438	0,3	0,104	10,4	3,24	7,4	7,25	2	4,6	
10	Int.	2009-06-19	0,319	0,3	0,105	3,41	4,84	3,22	7,24	4,31	5,04	
10	Int.	2009-09-30	0,248	0,3	0,138	3,36	5,07	3,07	6,89	5,57	6,93	
10	Int.	2010-06-10	0,56	<0,6	0,115	7,38	3,38	6,47	7,41	5,65	5,46	
10	Int.	2010-09-01	0,353	<0,6	0,293	11,8	5,58	7,81	7,48	6,1	8,16	
10	Int.	2011-06-23	0,419	<0,5	0,153	7,36	6,91	6	7,5	4,33	6,64	
10	Int.	2011-09-15	1,16	1,13	0,491	7,79	10,9	6,17	7,41	7,23	6,74	
10	Int.	2012-06-04	0,675	<0,5	0,15	5,7	6,89	5,03	7,12	<4	5,95	7,03
10	Int.	2012-08-05	0,318	<0,5	0,186	10,5	7,6	7,58	7,53	5,38	6,93	0,52
10	Int.	2013-05-29	0,6	0,64	0,14	6,9	9,2	5,18	7,3	6,3	7,1	0,94
10	Int.	2013-09-03	0,39	0,43	0,24	14	5,7	9,7	7,6	7,9	7,1	0,73
10	Int.	2014-07-10	0,64	0,37	0,27	9,9	5,7	8,04	7,1	4,8	7	0,57
10	Int.	2014-10-10	0,4	0,091	0,22	15	3,4	11,2	7,4	4,6	4,9	0,24
10	Int.	2015-07-16	0,46	< 0,20	0,2	11	5,6	8,84	7,3	3,8	8,5	0,2
10	Int.	2015-10-28	0,22	0,57	0,19	3,7	5,9	3,4	6,8	5,7	7,1	<0,1
10	Int.	2016-06-23	0,58	0,33	0,16	12	8,7	7,76	7,4	6,9	8	1,1
10	Int.	2016-09-20	0,32	< 0,20	0,23	14	7,5	10	7,5	4,5	7,9	0,41
11	Int.	2007-05-21	0,5	0,25	0,071		1,7			2,5		
11	Int.	2007-06-20	0,5	0,25			5,2			2,5		
11	Int.	2007-08-30	0,5	0,25	0,18		8,1			5,9		

FORSVARSBYGG

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
11	Int.	2008-06-30	0,39	0,3	0,12	3,22	5,16	2,9	6,96	2	9,4	
11	Int.	2008-11-13	0,05	0,3	5,42	3,62	1,11	4,9	5,76	2	2,1	
11	Int.	2009-06-19	0,207	0,3	0,0547	2,68	2,73	3,09	7,12	2	3,89	
11	Int.	2009-09-30	0,265	0,3	0,0799	4,41	3,74	3,74	7,07	4,65	4,81	
11	Int.	2010-06-10	0,213	<0,6	0,0987	3,72	8,96	3,39	7,22	8,59	5,84	
11	Int.	2010-09-01	0,141	<0,6	0,203	5,13	8,66	3,67	7,17	6,62	8,38	
11	Int.	2011-06-23	0,268	<0,5	0,178	3,3	5,89	2,95	7,16	<4	8,17	
11	Int.	2011-09-15	0,554	1,53	0,466	3,79	12	3,45	6,92	11,6	12,8	
11	Int.	2012-06-04	0,327	<0,5	0,106	2,15	4,86	2,26	6,73	<4	5,65	0,44
11	Int.	2012-08-05	0,167	<0,5	0,205	3,77	6,09	3,13	7,16	4,57	9,29	0,34
11	Int.	2013-05-29	0,38	0,34	0,14	2,7	8,2	2,22	6,8	7,5	7,1	0,23
11	Int.	2013-09-03	0,2	0,25	0,27	5,5	6	4,03	7,4	4,9	7,9	0,26
11	Int.	2014-07-10	0,22	0,47	0,27	4,3	8,6	3,89	7,1	4,7	7,6	0,4
11	Int.	2014-10-10	0,14	0,19	0,18	5,3	6,7	4,49	7,1	6,7	4,9	0,15
11	Int.	2015-07-16	< 0,20	0,29	0,16	5	8,7	4,23	7,2	5,4	7	0,14
11	Int.	2015-10-28	0,53	0,51	0,2	12	6,8	9,12	7,2	7,2	7,7	0,31
11	Int.	2016-06-23	0,24	0,38	0,15	3,3	9,8	2,82	6,9	6,7	8	0,6
11	Int.	2016-09-20	< 0,20	0,2	0,24	4,8	8,3	3,67	7,2	5	8,7	0,25
12	Int.	1995-07-14		0,22			2,2					
12	Int.	1995-08-12		0,18			1,1					
12	Int.	1996-08-15		0,5			2,6					
12	Int.	1996-09-17		0,31			1,8					
12	Int.	1996-10-15		4,5			3,4					
12	Int.	1998-07-02		3,9		2,25	2,1		7,01		3	
12	Int.	1998-08-18		0,27			2,1					
12	Int.	1998-09-29		0,81			2,1					
12	Int.	1999-06-23							6,84			
12	Int.	1999-08-10	0,13	0,16			2,3		6,9			
12	Int.	2004-06-14	0,06	0,262			2,04		6,97		3	

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
12	Int.	2004-07-05	0,2	0,319		3,28	2,78		7,17		4,4	
12	Int.	2004-08-11	0,21	0,402		4,14	3,33		7,09		4,5	
12	Int.	2007-05-21	0,5	0,25	0,088		5,3			2,5		
12	Int.	2007-06-20	0,5	0,25			1,7			2,5		
12	Int.	2007-08-30	0,5	0,25	0,086		2,5			2,5		
12	Int.	2007-11-12	0,5	0,25	0,064		2,7	5,89	7	7,5	3,3	
12	Int.	2008-06-30	0,294	0,3	0,0502	2,98	2,12	2,8	7,04	2	5,6	
12	Int.	2008-11-13	0,34	0,3	0,0955	6,08	2,49	4,7	7,08	2	2,5	
12	Int.	2009-06-19	0,115	0,3	0,0353	2,36	1,86	2,41	7,18	2	2,89	
12	Int.	2009-09-30	0,254	0,3	0,116	3,92	3,95	3,67	6,89	6,26	5,62	
12	Int.	2010-06-10	0,205	<0,6	0,0517	2,79	2,7	2,45	7,19	<4	3,65	
12	Int.	2010-09-01	0,237	<0,6	0,0695	5,07	2,97	3,8	7,25	<4	4,7	
12	Int.	2011-06-23	0,117	<0,5	0,0569	2,36	2,69	2,21	7,09	6,12	3,98	
12	Int.	2011-09-15	0,176	1,03	0,323	3,79	4,03	3,29	7,06	<4	10,2	
12	Int.	2012-06-04	0,112	<0,5	0,0559	1,69	1,69	1,82	6,77	<4	3,42	0,33
12	Int.	2012-08-05	0,109	<0,5	0,0777	3,95	3,36	3,29	7,26	<4	4,63	0,25
12	Int.	2013-05-29	<0,2	0,26	<0,06	1,6	1,9	1,51	6,9	<3	3,3	0,24
12	Int.	2013-09-03	<0,2	0,25	0,09	4,9	2,8	3,85	7,3	6,8	4,6	0,14
12	Int.	2014-07-10	<0,1	0,17	0,04	2,2	1,7	2,38	7	1,1	3,5	0,13
12	Int.	2014-10-10	0,18	0,23	0,07	5,6	2,4	4,79	7,1	2,7	3,3	0,13
12	Int.	2015-07-16	< 0,20	0,23	0,044	2,5	2,3	2,33	7	< 2,0	3,4	<0,1
12	Int.	2015-10-28	0,3	0,57	0,087	4,4	2,4	3,84	6,9	3	5,1	0,11
12	Int.	2016-06-23	< 0,20	< 0,20	0,053	3	2,2	2,5	7	< 2,0	4,8	0,51
12	Int.	2016-09-20	< 0,20	< 0,20	0,086	5	3	3,91	7,3	< 2,0	4,9	0,13
13	Tidl.	2007-05-21	0,5	0,25	0,069		0,5			2,5		
13	Tidl.	2007-06-20	0,5	0,25			1,3			2,5		
13	Tidl.	2010-09-01	0,208	<0,6	0,0291	4,27	3,79	3,4	7,24	<4	4,24	
14 ref	Ref.	2010-06-10	0,465	1,76	0,154	1,98	2,53	2,12	6,98	8,96	6,19	
14 ref	Ref.	2010-09-01	0,124	<0,6	0,212	5,08	3,94	3,63	7,07	<4	8,89	

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
14 ref	Ref.	2011-06-23	0,183	<0,5	0,0387	2,79	2,55	2,95	7,21	<4	2,79	
14 ref	Ref.	2011-09-15	0,109	<0,5	0,0935	3,85	2,77	3,63	7,22	<4	4,67	
14 ref	Ref.	2012-06-04	0,212	<0,5	0,0708	3,15	3,36	3,09	7	<4	4,22	0,47
14 ref	Ref.	2012-08-05	0,123	<0,5	0,0323	3,69	3,56	3,24	7,22	<4	3,77	0,37
14 Ref brønn	-	2012-06-04	<0,1	<0,5	0,427	33,6	<1	25,8	8,23	<4	<0,50	3,68
15 Ref	Tidl.	2010-06-10	0,259	<0,6	0,116	11,8	17,4	8,79	7,53	21	5,33	
15 Ref	Tidl.	2010-09-01	0,224	<0,6	0,193	7,45	7,85	5,52	6,79	8,93	8,93	
16	Tidl.	2010-06-10	<0,1	<0,6	0,12	33,9	<1	26,3	8,29	<4	0,58	
36	Int.	2014-07-03	<0,1	<0,02	0,02	2	0,76		6,9	<1	2,7	0,16
36	Int.	2015-07-16	<0,20	<0,20	0,024	2,9	1,6	2,71	7,2	<2,0	3,5	<0,1
36	Int.	2015-10-30	<0,20	<0,20	0,037	4,7	1,1	3,95	7	<2,0	4,5	<0,1
36	Int.	2016-06-23	<0,20	<0,20	0,041	2,9	1,6	2,47	7	<2,0	4	0,26
36	Int.	2016-09-20	<0,20	<0,20	0,033	5,2	1,2	4,25	7,4	<2,0	4	0,12
NIVA01	Tidl.	1996-08-15		0,2			3,7					
NIVA01	Tidl.	1996-09-17		0,57			2,9					
NIVA01	Tidl.	1996-10-15		2,1			6,6					
NIVA01	Tidl.	1998-07-02		0,1		6,65	5,4		7,35		4,4	
NIVA01	Tidl.	1998-08-18		0,03			3,1					
NIVA01	Tidl.	1998-09-29		0,06			4,2					
NIVA01	Tidl.	1998-10-21		0,32			6					
NIVA01	Tidl.	2004-06-14	0,32	0,51		8,52	4,48		7,37		3,4	
NIVA01	Tidl.	2004-07-05	0,28	0,14		7,47	6,14		7,51		4,5	
NIVA01	Tidl.	2004-08-11	0,2	0,13		8,53	5,89		7,41		4,8	
NIVA02	Tidl.	1998-07-02		2,6		6,84	7		7,3		4,3	
NIVA02	Tidl.	1998-08-18		0,29			2,5					
NIVA02	Tidl.	1998-09-29		2,4			3					
NIVA02	Tidl.	1998-10-21		37			3,3					
NIVA02	Tidl.	1999-06-23							7,29			
NIVA02	Tidl.	1999-08-10	0,29	0,29			3,3		7,3			

FORSVARSBYGG

PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
NIVA02	Tidl.	2004-06-14	0,45	0,297		7,01	3,76		7,36		3,3	
NIVA02	Tidl.	2004-07-05	0,36	0,229		7,25	4,07		7,55		4,4	
NIVA02	Tidl.	2004-08-11	0,36	0,218		8,35	4,18		7,6		4	
NIVA03	Tidl.	1995-07-14		0,31			1,8					
NIVA03	Tidl.	1995-08-12		2,1			1,8					
NIVA03	Tidl.	1996-08-15		0,17			5,5					
NIVA03	Tidl.	1996-09-17		0,21			2,5					
NIVA03	Tidl.	1996-10-15		0,3			2,2					
NIVA03	Tidl.	1998-07-02		12,6		1,22	8,1		7,44		11,7	
NIVA03	Tidl.	1998-08-18		0,66			1,8					
NIVA03	Tidl.	1998-09-29		16,2			2,6					
NIVA03	Tidl.	1998-10-21		1			2,6					
NIVA03	Tidl.	2003-07-03	22,9	22,5		12,4	11,7		7,41		8,1	
NIVA03	Tidl.	2004-06-14	20,3	30,8		11,8	11,1		7,26		8,3	
NIVA03	Tidl.	2004-07-05	12,9	17,2		10,8	10,8		7,37		10,7	
NIVA03	Tidl.	2004-08-11	9,57	14,2		12,7	9,82		7,11		8,3	
NIVA04	Tidl.	1996-08-15		1,1			2,8					
NIVA04	Tidl.	1996-09-17		0,16			2					
NIVA04	Tidl.	1996-10-15		0,5			2,2					
NIVA04	Tidl.	1998-07-02		0,19		6,79	2		7,25		3,5	
NIVA04	Tidl.	1998-08-18		0,29			1,9					
NIVA04	Tidl.	1998-09-29		0,21			2,3					
NIVA04	Tidl.	1998-10-21		0,2			1,8					
NIVA04	Tidl.	1999-06-23							7,1			
NIVA04	Tidl.	1999-08-10	0,15	0,5			2,7		7,1			
NIVA05	Tidl.	1996-08-15		0,2			2,5					
NIVA05	Tidl.	1996-09-17		0,26			2,1					
NIVA05	Tidl.	1996-10-15		0,32			2,2					
NIVA05	Tidl.	1998-07-02		0,25		4,2	2,7		6,9		7,8	



PunktNr.	Kategori	Dato	Antimon µg/l	Bly µg/l	Jern mg/l	Kalsium mg/l	Kobber µg/l	Ledningsevne mS/m	pH	Sink µg/l	TOC mg/l	Turbiditet FNU
NIVA05	Tidl.	1998-08-18		0,21			2,5					
NIVA05	Tidl.	1998-09-29		0,31			1,6					
NIVA05	Tidl.	1998-10-29		0,28			2,3					
NIVA05	Tidl.	1999-06-23							6,52			

---

## 7.6 Beregninger av EQS og biotilgjengelig bly i vannforekomster

Tabell 19 nedenfor viser analyseresultater for bly, fra overvåkingsprogrammet gjennomført i årene 2010 til 2016. Vi har kun tatt med resultater fra vannprøvepunkt som ligger i vannforekomster som er definert med egen ID i Vann-nett. Ut fra disse dataene har vi beregnet AA-EQS og MAC-EQS. Vi har i tillegg beregnet biotilgjengelig bly. Beregninger av biotilgjengelig bly er gjort som beskrevet av NIVA, under tabellene. Alle parametere er innenfor yttergrensen for det modellen er validert for (se nedenfor). Overskridelser av MAC-EQS og AA-EQS er markert med tall i kursiv og rød tekst.

Fra rapporten NIVA, 2016. Overvåking av avrenning fra nedlagte skyte- og øvingsfelt. Årsrapport for 2015. Rapport L-NR- 6948-2016:

Biotilgjengelig konsentrasjon av bly ( $[Pb_{biotilgjengelig}]$ ) ble beregnet med ligning 1 (European Commission, 2014, 2011). Her skulle egentlig blykonsentrasjon ( $[Pb_{målt}]$ ) vært målt filtrert prøve. Det samme gjelder konsentrasjonen av organisk karbon ( $[TOC]$ ). Manglende filtrering vil vanligvis ikke gi lavere estimert  $[Pb_{biotilgjengelig}]$  siden størstedelen av det organiske materialet i avrenningen som regel er i løst eller kolloidal fraksjon, og løst konsentrasjon av bly er lik eller lavere enn totalkonsentrasjon. Videre så er ligning 1 bare validert i vann der konsentrasjonen av DOC er lavere enn hhv 17 og kalsium høyere enn 2 mg/l, og pH er mellom 6,0 og 8,5. Det ble derfor ikke tatt hensyn til evt. ytterligere reduksjon av biotilgjengelighet ved konsentrasjoner av TOC over 17 mg/l.

$$[Pb_{biotilgjengelig}] = [Pb_{målt}] \times \frac{1,2}{1,2+1,2([TOC]-1)} \quad (1)$$

### Referanser:

European Commission, 2014. Technical guidance to implement bioavailability-based environmental quality standards for metals.

European Commission, 2011. Lead and its Compounds. EQS sheet.

Tabell 19. Beregnet biotilgjengelig andel av bly i ufiltrert vannprøve etter NIVA (2016). Ingen av prøvene overskrider AA-EQS eller MAC-EQS for biotilgjengelig bly.

ID_LOKAL *	DATO	Bly µg/l	Kobber	Antimon	Sink	Ca mg/l	pH	TOC	Pb (biotilgjengelig)
MAUK_11	2011-09-15	1,53	12	0,554	11,6	3,79	6,92	12,8	0,12
BLÅT_16	2012-06-04	3,14	9,17	0,286	5,98	5,23	7,24	1,76	1,78
BLÅT_16	2012-09-05	1,23	1,92	0,314	<4	11,1	7,77	2,11	0,58



**Forsvarsbygg** er et statlig forvaltningsorgan underlagt Forsvarsdepartementet. Vi utvikler, bygger, drifter og avhender eiendom for forsvarssektoren.

Postboks 405 sentrum  
0103 Oslo  
Telefon: 815 70 400  
**[www.forsvarsbygg.no](http://www.forsvarsbygg.no)**

