



---

# FFI-RAPPORT

---

19/00376

## Risikovurdering av beitedyr i Melbu skyte- og øvingsfelt

— jordspising, beiteadferd og metallopptak

Ida Vaa Johnsen  
Jorunn Aaneby



# **Risikovurdering av beitedyr i Melbu skyte- og øvingsfelt**

## **– jordspising, beiteadferd og metalloptak**

Ida Vaa Johnsen  
Jorunn Aaneby

---

## **Emneord**

Beitemarker  
Bly  
Kobber  
Skytebaner  
Forurensning  
Forgiftning

## **FFI-rapport**

FFI-RAPPORT 19/00376

## **Prosjektnummer**

5334

## **ISBN**

P: 978-82-464-3156-7

E: 978-82-464-3157-4

## **Godkjent av**

Øyvind A. Voie, *forskningsleder*

Janet M. Blatny, *forskningsdirektør*

## **Opphavsrett**

© Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Publikasjonen kan siteres fritt med kildehenvisning.

---

---

## Sammen drag

Forsvarets skyte- og øvingsfelt (SØF) inneholder metallforurensinger som bly (Pb) og kobber (Cu) fra ammunisjonsrester. Skytefeltene er sjelden inngjerdet og kan derfor være en del av utmarksbeitet for dyr fra nærliggende gårder. I 2017 ble det utført en studie på Melbu SØF i Hadsel for å få mer kunnskap om risiko for beitende dyr på skytebaner. Denne studien tok for seg parametere som dyrenes beiteadferd, jordinntaksrate og akkumulering i beiteplanter. Supplerende prøver ble innhentet fra ytterligere tre lokasjoner: Hengsvann SØF, Steinsjøen SØF og et innmarksbeite på Kjeller.

På Melbu SØF ble det satt opp åtte viltkameraer som tok bilder når sauene og kyrene beveget seg. En del av sauene ble også GPS-merket. Det ble hentet gress- og avføringsprøver fra både sau og storfe tre ganger i løpet av beitesesongen på Melbu, mens jordprøver ble hentet en gang på de samme arealene. Det ble tatt blodprøver av kalver og lam før og etter beiteperioden, og i tillegg ble det hentet leverprøver fra lam som ble slaktet. Ved Hengsvann SØF, Steinsjøen SØF og Kjeller ble avførings-, jord- og gressprøver hentet én gang i løpet av sesongen.

Det så ut til at dyrene ikke ble tiltrukket av de mest forurensede områdene, men de unngikk dem heller ikke. Dyrene beitet generelt lite på områder med myrterreng, men mye på gressletten på bane 3/4, et område som var svært lite forurensset. Det ble funnet varierende grad av forurensning på Melbu SØF. Blykonsentrasjonen ble klassifisert som «svært dårlig» på fem områder, mens kobberkonsentrasjonen ble klassifisert som «dårlig» på et par områder. På de resterende områdene var konsentrasjonen av kobber og bly karakterisert som «moderat», «god» eller «svært god». Blykonsentrasjonen i gress så ut til å ha en positiv korrelasjon med blykonsentrasjonen i jorda, mens en slik sammenheng ikke ble funnet for kobber. Det ble funnet forhøyet konsentrasjon av kobber og bly i leveren til noen av sauene, men ingen hadde kobber- eller blykonsentrasjon i leveren som tydet på forgiftning. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber og bly i lamme- og kalveblod oversteg ikke det som er normalt hverken før eller etter beiteperioden. 12 av lammene hadde kobberkonsentrasjoner over normalverdi i blodet, men alle de forhøyde verdiene ble funnet i blodprøvene som var tatt før dyrene ble sluppet ut på beite. Ingen av dyrene hadde forhøyet konsentrasjon av bly i blodet. Det ble funnet svært lav jordspisingsrate; alle var mindre enn to prosent og de aller fleste var under én prosent. Fordi det ble funnet relativt høye konsentrasjoner av kobber og bly i gress, i tillegg til at jordspisingsraten var lav, ble den største beregnede dosen kobber og bly inntatt via gress.

Det kalkulerte inntaket av kobber og bly oversteg aldri verdier som antas som giftig for storfe eller sau. En samlet vurdering av resultatene fra denne studien viser at det er minimal risiko forbundet med å ha beitedyr på skytefelt, selv på svært forurensede områder. Dette skyldes i hovedsak fire faktorer: jordspisingsraten er lav, dyrene tiltrekkes ikke spesifikt av forurensede områder, akkumulasjon av metaller i gress var lav og de svært forurensede områdene var små.

---

---

## Summary

The Norwegian military shooting ranges contain metal contamination, such as lead and copper, from ammunition residues. These shooting ranges are usually not fenced, and can therefore be part of ruminants' rangeland pasture. In 2017 a study was conducted on Melbu shooting range in Hadsel, to get more knowledge about the risk for ruminants' grazing on shooting ranges. Parameters such as the grazing behavior, soil ingestion rate and accumulation of metals in plants were studied. Samples were also collected from three additional locations: Hengsvann and Steinsjøen shooting ranges, and a cultivated pasture in Kjeller.

Eight wildlife cameras were installed in Melbu shooting range, taking pictures when the ruminants moved in front of them. GPS trackers were also attached to some of the sheep. Grass and feces samples were collected three times during the grazing period in Melbu, and soil samples were collected once in the same areas. Blood samples were collected from lambs and calves before and after the grazing period. In addition, liver samples from lambs were collected during slaughter. In the three additional locations, soil, grass and feces samples were collected once.

It seemed as if the ruminants were not attracted to the heavily contaminated areas, but they did not shy away from them either. The animals generally grazed very little in areas with marsh terrain. The most heavily grazed area was the grass area on range 3/4, which had very little contamination. Varying degree of pollution was found in Melbu. The lead contamination in five places was classified as "very bad", while the copper concentration was classified as "bad" in a couple of areas. In the remaining areas the copper and lead concentration was characterized as "moderate", "good" or "very good". The lead concentration in grass had a positive correlation with the lead concentration in soil, while no correlation was found between the copper concentration in soil and grass. Elevated concentrations of copper and lead were found in the liver of some lambs, but none had copper or lead concentrations consistent with poisoning. The average concentration of copper and lead in lamb and calf blood did not exceed normal values either before or after the grazing period. 12 of the lambs did have copper concentration above normal in the blood, but all of these were measured before they had grazed on the shooting range. None of the animals had elevated concentration of lead in the blood. The soil ingestion rate found was very low; all under two percent and most under 1 percent. Because some of the copper and lead concentrations in grass were high, and the soil ingestion was very low, most of the copper and lead ingested by the ruminants came from grass.

None of the calculated doses of ingested copper and lead exceeded the daily ingested value considered toxic for sheep and cattle. An overall evaluation based on the results from this study shows that there is minimal risk of metal pollution for ruminants grazing on shooting ranges, even on the heavily contaminated sites. This is mainly due to four factors: the soil ingestion rate was low, the ruminants were not attracted to the contaminated areas, the accumulation of metals in grass was low and the heavily contaminated areas were limited.

---

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
<b>Summary</b>	<b>4</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>9</b>
1.1 Lokasjon	10
1.1.1 Melbu SØF	10
1.1.2 Steinsjøen SØF, Hengsvann SØF og innmarksbeite Kjeller	12
1.2 Grenseverdier	14
<b>2 Metoder</b>	<b>17</b>
2.1 Kartlegging av dyrenes beiteadferd	17
2.2 Innsamling av jord, gress, avføring og bær	18
2.3 Innhenting av lever- og blodprøver	19
2.4 Prøveopparbeiding og analyse	19
2.4.1 Jord	19
2.4.2 Gress	20
2.4.3 lever	20
2.4.4 Blod	20
2.4.5 Analyse	20
2.5 Beregninger	21
2.5.1 Jordinntaksrate	21
2.5.2 Doseberegning	21
2.6 Statistikk	22
<b>3 Resultater og diskusjon</b>	<b>22</b>
3.1 Overvåkning av sau og storfe	22
3.1.1 Viltkamera	22
3.1.2 GPS	26
3.1.3 Vurdering av overvåkningsmetoder	28
3.2 Metallkonsentrasjon	29
3.2.1 Jord	29
3.2.2 Gress	30
3.2.3 Lever	35
3.2.4 Blod	36

---

3.2.5	Avføring	38
3.3	Beregninger	40
3.3.1	Jordspisingsrate	40
3.3.2	Dose	42
3.4	Fare for mennesker	43
3.4.1	Bær	43
3.4.2	Lever	44
3.5	Samlet diskusjon	44
3.5.1	Risikovurdering	44
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>46</b>
	<b>Referanser</b>	<b>47</b>
	<b>Vedlegg</b>	<b>49</b>
<b>A</b>	<b>Analyserapporter, metaller</b>	<b>49</b>
A.1	Jord	49
A.2	Gress	54
A.3	Avføring	65
A.4	Bær	70
A.5	Blod	72
A.6	Lever	82
<b>B</b>	<b>Statistikk</b>	<b>87</b>
B.1	Gress	87
B.1.1	Sammenlikning av metallkonsentrasjon av gress plukket på forskjellige dager	87
B.1.2	Sammenlikning av metaller i vasket og uvasket gress	89
B.2	Blod	91
B.2.1	Sammenlikning av metaller i blod før og etter beiteperioden	91
B.2.2	Sammenlikning av metaller i blod hos dyr som beitet i og utenfor skytefeltet	96
B.3	Lever	99
B.4	Jordspising	101
B.5	Sammenheng mellom metallkonsentrasjon i gress og jord	102
<b>C</b>	<b>Værdata</b>	<b>104</b>



---

---

## Forord

Prosjektet ble i sin helhet finansiert av Forsvarsbygg (FB). Forfatteren vil gjerne takke veterinær Wenche Anderssen for blodprøvetaking, bonde Tom Lund som hjalp til med blodprøvetaking, leverprøver og GPS-merking av sauer og Horns slakteri for hjelp med å ta leverprøver under slakt. Marthe Melnes og Simon Utstøl takkes for hjelp under feltarbeid. Espen Mariussen takkes også for god hjelp under planlegging av prosjektet.



---

---

# 1 Innledning

Forsvarets skyte- og øvingsfelt (SØF) inneholder metallforurensinger, som bly (Pb) og kobber (Cu), fra ammunisjonsrester. Norske SØF er sjelden inngjerdet og kan derfor være en del av et utmarksbeite for dyr fra nærliggende gårder. Våren 2016 utførte FFI en litteraturstudie som omhandlet forgiftning av beitedyr i SØF. I denne litteraturstudien ble det konkludert med at det er stor usikkerhet knyttet til risikoen for at dyr forgiftes av metaller på norske skytefelt (Johnsen et al., 2016). For å få mer kunnskap om denne risikoen er det behov for mer kunnskap om parametere slik som for eksempel dyrenes beiteadferd, jordinntaksrate, og akkumulering av metaller i norske beiteplanter. I 2016 ble det utført en feltstudie der disse parameterne ble undersøkt på Leksdal SØF i Stjørdal i Nord-Trøndelag (Johnsen and Mariussen, 2017). I denne studien ble det konkludert med at jordspisingsraten hos sauer var mye lavere (0,1-0,4 %) enn det som har blitt benyttet i beregninger tidligere (5-30 %) (Rupflin and Krebs, 2015, Eriksen et al., 2009). Det ble videre konkludert med at liknende studier burde utføres i større skala, på flere lokasjoner, også på kyr. I 2017 ble det derfor utført en utvidet studie på Melbu SØF i Hadsel kommune, Nordland fylke, der det beiter både sauer og storfe. Det ble også utført mindre studier for å finne sauers jordspisingsrate på ytterligere tre lokasjoner; Hengsvann SØF, Steinsjøen SØF og et innmarksbeite på Kjeller.

Fordi gress (og andre planter) er det de beitende dyrene spiser mest av, er det av interesse å se på metallkonsentrasjonene og akkumuleringen av metaller i gresset. Flere studier har også pekt på at jordpartikler festet til gress kan være en stor kilde til jordinntak hos beitende dyr. Når det er vått vær antas det at jordpartikler lettere fester seg til gress, og jordspisingsraten kan i disse tilfellene bli høyere enn ved tørt vær. Det har også tidligere blitt funnet at jordspisingsraten forandrer seg mye med sesong (Herling and Andersson, 1996, Smith et al., 2009). Disse antakelsene skal i denne studien testes ved at det tas prøver av gress flere ganger i løpet av beitesesongen. Fordi beitetrykket generelt vil være høyere på innmarksbeite enn på utmarksbeite, er vår hypotese at det kan finnes en høyere jordspisingsrate på innmarksbeite. Denne hypotesen ble testet ved å hente prøver fra et innmarksbeite i tillegg til skyte- og øvingsfeltene. Som en del av risikovurderingen ble molybden(Mo)konsentrasjonen i planter også målt. Cu/Mo-raten er viktig fordi molybden binder kobber og gjør det mindre biotilgjengelig (Hidiroglou et al., 1984, Buck and Sharma, 1969). Som en konsekvens av dette kan beitedyr som får anbefalt mengde kobber i kosten allikevel oppleve kobbermangel hvis Cu/Mo-raten er for lav. I motsatt fall kan dyr oppleve kobberforgiftning om raten er for høy (Perrin et al., 1990). Sauer er spesielt sårbare for kobberforgiftning, og det anbefales et Cu/Mo-forhold i kosten på 6:1, et forhold på over 10:1 anses å være risikofyllt (Johnsen et al., 2016, Villar et al., 2002).

På Melbu SØF ble det satt opp 8 viltkameraer som tok bilder og film når sauene og kyrene beveget seg. En del av sauene ble også GPS-merket. Det ble hentet gress- og avføringsprøver fra både sau og storfe 3 ganger i løpet av beitesesongen på Melbu, mens jordprøver ble hentet en gang på de samme arealene. Det ble tatt blodprøver av både kalver og lam før og etter beiteperioden, i tillegg ble det hentet leverprøver fra lam som ble slaktet. Ved Hengsvann SØF, Steinsjøen SØF og Kjeller ble ikke dyrene overvåket med GPS-merking eller kamera, men

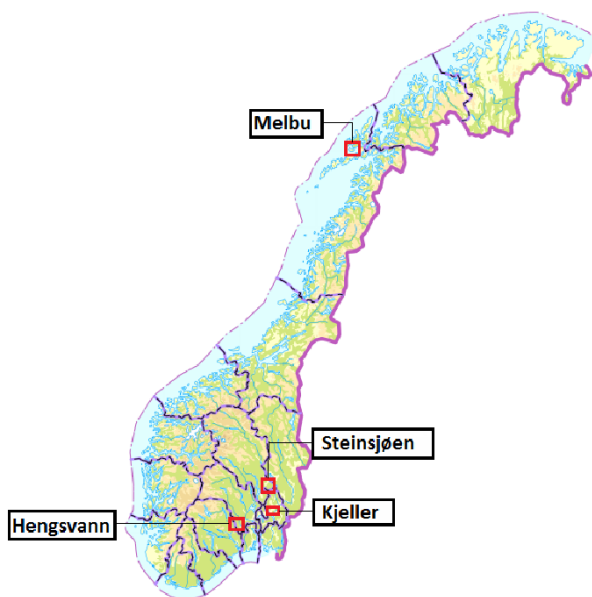
---

avførings-, jord- og gressprøver ble hentet en gang i løpet av sesongen. Der det ble funnet bær, ble disse plukket for å se på metallakkumulasjon, disse dataene ble også brukt til å risikovurdere menneskelig bruk av området.

Hensikten med studien beskrevet i denne rapporten var todelt. For det første var hensikten å utføre en risikovurdering spesielt av beitende dyr på Melbu SØF. For det andre var den å få flere data på jordspisingsrate, metallakkumulering i gress og metalloptak i blod og lever hos beitende dyr for å kunne utføre risikovurderinger på beitende dyr generelt i SØF.

## 1.1 Lokasjon

Det ble hentet avførings-, jord- og gressprøver på Melbu, Steinsjøen og Hengsvann SØF, samt på et innmarksbeite på Kjeller. Plasseringen av alle lokasjonene på norgeskartet kan ses i Figur 1.1.



Figur 1.1 Norgeskart der områdene det ble hentet prøver fra i dette forsøket er merket.

### 1.1.1 Melbu SØF

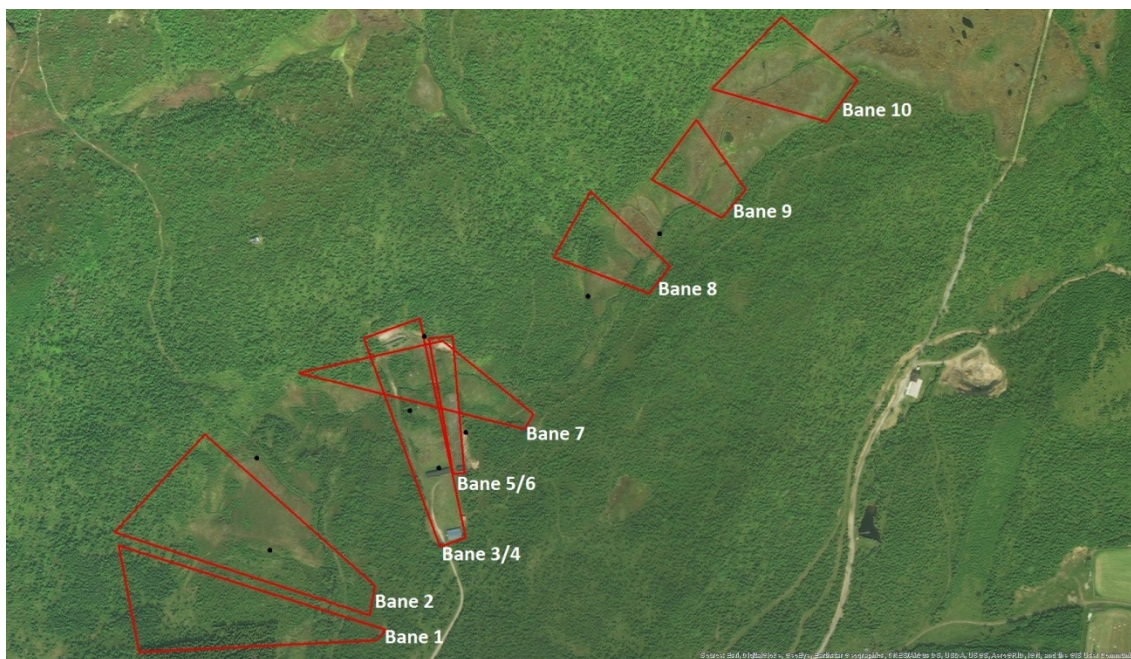
Melbu/Haugtuva SØF er lokalisert i Hadsel kommune i Nordland. Skyte- og øvingsfeltet ble etablert i etterkrigsårene og har blitt benyttet av Forsvaret frem til 2005. Det er hovedsakelig Heimevernet som har benyttet skytefeltet (ca. 10 uker i året). Melbu skytefelt omfatter om lag 5

---

km<sup>2</sup>, der ca. 10 % er berørt av skyteaktiviteten (Figur 1.2 og Figur 1.3). Hele området består for det meste av myr. Feltet består av 8 (10) baner, der det ved bane 1, 2, 8, 9 og 10 har blitt gjort lite inngripen i terrenget, og mesteparten av aktiviteten har foregått ved skyting fra standplass på naturlige voller og mål i terrenget. På bane 3/4, 5/6 og 7 har det blitt skutt på opparbeidede kulefangvoller. Bane 3/4 har også et stort standplasshus, mens bane 5/6 har et lite standplasshus og bevegelige mål. Et lokalt, sivilt skytterlag har også benyttet deler av feltet og kommer til å fortsette å benytte bane 3/4 og 5/6. Berggrunnen i området er mangeritt og løsmassene består av siltig moreneavsetning med mye stein. Områdets flora preges av gress og lyng, samt blandingskog dominert av dvergbjørk og bjørk. For mer inngående beskrivelse av banene og områdene, se COWI's rapport om skytefeltet (Vatland, 2016). Metallforurensningen på Melbu skytefelt har tidligere blitt kartlagt av COWI, en oversikt over COWI's resultater foreligger i COWI's rapport (Vatland, 2016).



Figur 1.2 Oversiktsbilde av Hadseløya, Melbu, Stokmarknes og skytefeltet er markert på bildet (ArcMap).



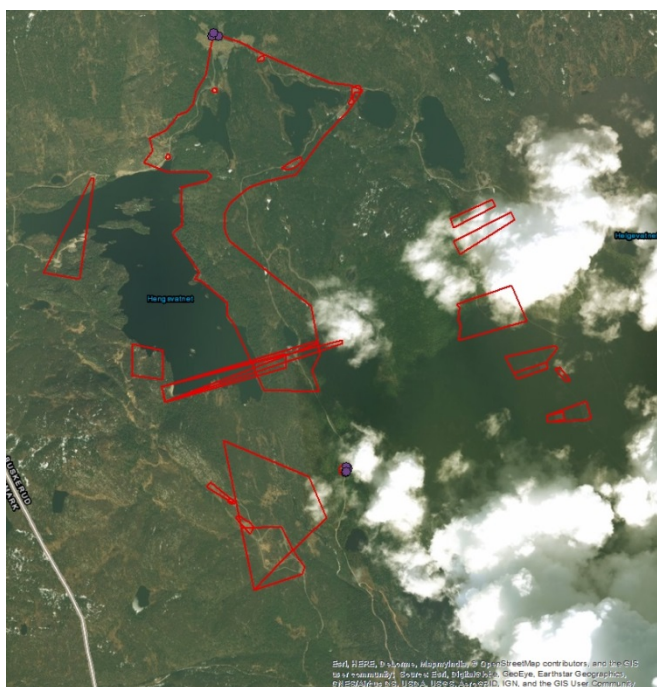
Figur 1.3 Oversikt over banene på Melbu skyte- og øvingsfelt. De svarte prikkene indikerer plassering av viltkameraer (ArcMap).

### 1.1.2 Steinsjøen SØF, Hengsvann SØF og innmarksbeite Kjeller

Steinsjøen skyte- og øvingsfelt ligger i Østre Toten kommune i Oppland fylke og utgjør 11,4 km<sup>2</sup>. Feltet ligger 500-700 moh. og består for det meste av granskog med koller, myrer, tjern og innsjøer (Figur 1.4). LOGUKS (utdannings- og kompetansesenter for Hærens logistikkvåpen) har vært hovedbruker av feltet, men det har/blir også benyttet av andre avdelinger i Forsvaret. Hengsvann skyte- og øvingsfelt ligger i Kongsberg og Notodden kommune i Buskerud og Telemark fylke og dekker et område på om lag 37 km<sup>2</sup>. Hengsvann består for det mest av barskog, vann og myrområder. Feltet har vært benyttet siden etterkrigstiden, og har blitt utvidet flere ganger siden den gang (Figur 1.5). Innmarksbeitet det ble innhentet prøver fra ligger på Kjeller i Skedsmo kommune i Akershus fylke, på gården til Roar Sjøberg. Beitet ligger nært opp til rullebanen til Kjeller flyplass (Figur 1.6).



*Figur 1.4 Bane 4 og 5 (innrammet i rødt) på Steinsjøen SØF, området der det ble tatt jord- og avføringsprøver er avmerket med lilla prikker. Figuren er fremstilt ved hjelp av ArcMap.*



*Figur 1.5 Oversiktsbilde over Hengsvann SØF, områdene der det ble tatt jord- og avføringsprøver er avmerket med lilla prikker. Figuren er fremstilt ved hjelp av ArcMap.*



Figur 1.6 Oversiktsbildet over Kjeller, området der det ble tatt jord- og avføringsprøver er avmerket med lilla prikker. Figuren er fremstilt ved hjelp av ArcMap.

## 1.2 Grenseverdier

For å kunne si noe om resultatene fra denne studien, kan det være nyttig å ha noen referanseverdier å forholde seg til. Konsentrasjon av metaller i gress kan sammenliknes med grenseverdier for metaller i fôr (Tabell 1.1). Norge og EU har egne retningslinjer for blykonsentrasjon i dyrefôr. Det er derimot ikke tilfellet for kobber. Sveits og USA har egne retningslinjer for kobber i dyrefôr som kan benyttes som referanser i dette forsøket. Det kan også være nyttig å vite hvor mye metaller som anses som giftig dose. Det er utført flere studier med forskjellige utfall oppsummert i Johnsen et al. (2016). Forskjellene kan skyldes bruk av forskjellige former av metaller som har forskjellig biotilgjengelighet. Tabell 1.2 viser de dosene som kommer til å benyttes som referanser i denne studien. Metallkonsentrasjoner som anses som normale og som indikerer forgiftning i blod og lever kan ses i Tabell 1.3. Metallkonsentrasjon i jord sammenliknes ofte med helsebaserte tilstandsklasser utviklet av Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2009), som gir en indikasjon på forurensningsnivå i jorda. Miljødirektoratets tilstandsklasser er basert på human helse i urbane strøk, og er derfor ikke



---

---

direkte relevant for beitedyr i SØF. Men de benyttes allikevel for å gi en indikasjon på forurensningsgraden på et område.

Tabell 1.1 Grenseverdier for kobber og bly i fôr i Norge (EU), Sveits og USA. Tabellen er hentet fra Johnsen et al. (2016).

mg/kg	Norge (EU) <sup>1</sup>	Sveits <sup>2</sup>	USA <sup>3</sup>	Canada
<b>Kobber</b>	-	Sau: 17 (tv) Storfe: 40 (tv)	Sau: 25 (tv) Storfe: 100 (tv)	Storfe: 100 (tv)
<b>Bly</b>	5 (fullfôr), 30 (grønnfôr) (vanninnhold 12 %)	35 (tv)	30 (tv)	-

---

<sup>1</sup> FØRVAREFORSKRIFTEN 2002. Forskrift om fôrvarer. In: FISKERIDEPARTEMENTET, N.-O. & MATDEPARTEMENTET, L.-O. (eds.) FOR-2002-11-07-1290.

<sup>2</sup> RUPFLIN, C. & KREBS, R. 2015. Gefährdungsabschätzung auf militärischen schiessplätzen mit graslandnutzung. Armasuisse immobilien.

<sup>3</sup> NAS 1980. *Mineral tolerance of domestic animals*, Washington D.C., National Academy of Science.

Tabell 1.2 Doser som er antatt å kunne gi akutt og kronisk forgiftning i sauer og lam. Kronisk forgiftning defineres som mer enn 14 dagers eksponering, mens akutt forgiftning defineres som mindre enn 14 dagers eksponering. Tabellen er hentet fra Johnsen et al. (2016).

Pb <sup>4</sup>	Kronisk (>14 dager)				Akutt (<14 dager)			
	Sau	Lam	Storfe	Kalv	Sau	Lam	Storfe	Kalv
Cu	Dose per kg kroppsvekt (mg/kg kv)	0,26-0,35* /dag <sup>5</sup>	-	8 <sup>6</sup>	-	20-100 <sup>5</sup>	-	-
	Konsentrasjon i fôr (mg/kg)	15-20* <sup>5</sup>	-	400 <sup>6</sup>	-	82-412* <sup>5</sup>	-	-
Pb <sup>4</sup>	Dose per kg kroppsvekt (mg/kg kv)	6/dag	1/dag	6/dag	1/dag	600-800	200-600	600-800
	Konsentrasjon i fôr (mg/kg)	346	33	300	35	2470-3300**	476-1430**	2140-2860**
								500-1500**

\*Kun ved for lite molybden i fôret. \*\*Om man antar 14 dagers eksponering

<sup>4</sup> PAYNE, J. & LIVESEY, C. T. 2010. Lead poisoning in sheep and cattle. *In Practice*, 32, 64-69.

<sup>5</sup> ORUC, H. H., CENGİZ, M. & BESKAYA, A. 2009. Chronic Copper Toxicosis in Sheep Following the Use of Copper Sulfate as a Fungicide on Fruit Trees. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21, 540-543.

<sup>6</sup> PERRIN, D. J., SCHIEFER, H. B. & BLAKLEY, B. R. 1990. Chronic copper toxicity in a dairy herd. *Can Vet J*, 31, 629-32.

Tabell 1.3 Normal- og forgiftningskonsentrasjon av kobber og bly i lever og blod hos sau og storfe. Tabellen er hentet fra Johnsen et al. (2016).

mg/kg	Blod		Lever	
	Normalverdi	Risiko/forgiftning	Normalverdi	Risiko/forgiftning
<b>Cu</b>	Sau	0,75-1,35 <sup>7</sup>	*	<300 (ts) <sup>8</sup> 1000 (tv) <sup>8</sup> /150 (vv) <sup>9</sup>
	Storfe	0,7-1,7 <sup>10</sup>	*	<300 (ts) <sup>8</sup> 2000-3000 (ts) <sup>8</sup>
<b>Pb</b>	Sau	0,05-0,25 <sup>11</sup>	>0,35 <sup>11</sup>	<3 (ts) <sup>8</sup> 10 (ts) <sup>8</sup>
	Storfe	0,05-0,25 <sup>11</sup>	>0,35 <sup>11</sup>	0-3 (ts) <sup>8</sup> 10 (ts) <sup>8</sup>

\* Denne verdien er ikke relevant da kobberkonsentrasjonen i blodet ikke stiger før forgiftningen er et faktum.

## 2 Metoder

### 2.1 Kartlegging av dyrenes beiteadferd

Kartlegging av dyrenes beiteadferd ble utført på Melbu SØF. For å overvåke dyrenes beiteadferd ble det satt opp 8 viltkameraer spredt utover skytefeltet, plassering av kameraene kan ses i Figur 1.3. Kameraene hadde bevegelsessensorer som var innstilt til å kunne ta et bilde hvert tiende minutt. Dette for å unngå for mange bilder av samme dyr. Et av kameraene plassert på bane 3/4 tok i tillegg bilder hver time hele døgnet. Dette kameraet var plassert på skytehuset og ga et oversiktsbilde over bane 3/4 samt deler av bane 5/6. Det var i tillegg plassert tre kameraer til på bane 3/4 og 5/6, samt et på bane 1, et på bane 2, et på bane 8 og et på bane 9. Beiteperioden var fra 29.05-september for sau og fra 07.07-september for storfe (alle dyrene ble ikke sluppet og tatt inn likt, så nøyaktige datoer er usikkert).

<sup>7</sup> BUCK, W. B. & SHARMA, R. M. 1969. Copper Toxicity in Sheep. *Iowa State University Veterinarian*, 31, 4-8.

<sup>8</sup> NAS 1980. *Mineral tolerance of domestic animals*, Washington D.C., National Academy of Science.

<sup>9</sup> SIVERTSEN, T., LIERHAGEN, S., WAALER, T., BERHOFT, A., GARMO, T. H. & STEINNES, E.

Sporelementer i lever fra sau, lam og kjøttfe i Norge – variasjon etter beitested og andre faktorer.

Husdyrforsøksmøte, 2009. 519-522.

<sup>10</sup> BRADLEY, C. H. 1993. Copper poisoning in a dairy herd fed a mineral supplement. *Can Vet J*, 34, 287-92.

<sup>11</sup> BLAKLEY, B. R. 2013. *Overview of Lead Poisoning* [Online]. The Merck Veterinary Manual. Available: [http://www.merckvetmanual.com/mvm/toxicology/lead\\_poison](http://www.merckvetmanual.com/mvm/toxicology/lead_poison) [Accessed 15.03. 2016].

---

---

Det ble festet GPS på 25 sauer som det var antatt hadde Melbu skyte- og øvingsfelt som en del av sitt beiteområde. Disse GPS'ene logget sauenes bevegelsesmønster 8 ganger per døgn. Det var intensjonen at 25 storfe også skulle GPS-merkes, men det ble oppdaget at leverandøren hadde sendt med for få batterier. Dette ble oppdaget samme dag som dyrene skulle sendes ut på beite, det var derfor ikke nok tid til å få tak i nye batterier.

Kartlegging av beiteadferd ble ikke utført ved Hengsvann, Steinsjøen eller innmarksbeite på Kjeller.

## **2.2 Innsamling av jord, gress, avføring og bær**

Teknikken som ble benyttet under jord- og gressprøvetaking kalles "multi increment sampling (MIS)". Denne teknikken går ut på at det tas et visst antall prøver innenfor et avgrenset område, en såkalt "decision unit (DU)". Alle prøvene fra DU samles til en blandprøve. Man får slik en gjennomsnittskonsentrasjon over et område uten å måtte preparere og analysere mange prøver. Antall prøver som benyttes for å danne en blandprøve bør være over 30 stykker, men jo flere prøver man tar, jo mindre usikkerhet vil man få. Jordprøvene ble samlet ved å benytte en liten hagespade/skje, for å forsikre at omtrent samme mengde prøve ble hentet. I hvert prøvepunkt ble det tatt en strøken skje. Prøvene ble tatt fra de 5 øverste centimeterne av jordlaget. Gressprøver ble samlet ved at gresset ble klippet noen centimeter over roten med en saks. Plantene ble ikke artsbestemt. Avføring fra både sau og storfe ble samlet der det var tilgjengelig. Avføring ble også samlet til blandprøver. Avføringen som ble samlet var relativt fersk, og deler som hadde vært i kontakt med jord eller sand ble ikke samlet.

Det ble innhentet jord og gressprøver på de samme områdene. Disse områdene ble valgt ut på bakgrunn av flere kriterier: Noen av områdene ble prøvetatt fordi de lå foran viltkameraene, og resultatene fra disse og jord- og gressprøvene er fine å sammenlikne. I inndelingen av områdene ble det også tatt hensyn til antatt forurensning og jordsmonn, slik at f.eks. mineralsk- og myrjord ikke ble blandet. Jordprøver ble kun tatt en gang i løpet av sesongen (02.08.17 og 03.08.17), da konsentrasjonen av metaller vil holde seg relativt stabil i denne. Det ble derimot hentet gress og avføringsprøver 3 ganger i løpet av beitesesongen (27.06.17-28.06.17, 02.08.17-03.08.17 og 29.08.17-30.08.17).

På bane 1 ble det hentet gress- og jordprøver på et område foran viltkameraet (15x17 m<sup>2</sup>). På bane 2 ble det tatt prøver på et område helt i kanten av banen (12x7 m<sup>2</sup>), da det så ut til at sauene beitet på dette området. På Bane 3/4 ble det tatt prøver på flere områder. Bane 3/4 var banen med den høyeste forurensningen, og banen der det var flest dyr som oppholdt seg. Det ble samlet jord- og gressprøver på området foran skytehuset på bane 3/4 (13x31 m<sup>2</sup>), et område midt på banen i et myrområde (30x10,5 m<sup>2</sup>), på vollen (24x9 m<sup>2</sup>) og mellom skytevollene på bane 3/4 og 5/6 (16x10 m<sup>2</sup>). På bane 8 og 9 ble det kun hentet en blandet prøve (30x23 m<sup>2</sup>), fordi tidligere undersøkelser utført av COWI viste at det forelå liten forurensning på disse banene. Prøvetakingslokasjonen var mellom de to viltkameraene. På referanseområdet (10x10 m<sup>2</sup>) nedenfor skytefeltet ble det også samlet inn gress- og jordprøver. Det ble i tillegg innhentet

---

---

en blandet jordprøve for hele området, fra parkeringsplassen opp til og med skytefeltet. Denne prøven hadde som hensikt å finne et gjennomsnittlig innhold av titan (Ti) på området.

På Hengsvann, Steinsjøen og innmarksbeite ble det hentet inn jord-, gress- og avføringsprøver fra sau på samme måte som beskrevet over. På Steinsjøen ble det innhentet prøver fra to baner der det ble observert sau, bane 4 og 5 (31.07.17)(Figur 1.4). På Hengsvann ble det hentet inn prøver fra to områder der det ble observert sau og avføring (28.07.17), ved Barmen Sæter nedenfor bane 10 (ca. 5x10 m<sup>2</sup>) og ved en bigård langs vei (ca. 3x35 m<sup>2</sup>) (Figur 1.5). På innmarksbeitet ble det innhentet prøver fra hele området (10.08.17)(Figur 1.6).

Dersom spiselige bær ble funnet på de samme områdene ble en representativ prøve plukket og analysert.

### **2.3 Innhenting av lever- og blodprøver**

Det ble innhentet leverprøver fra til sammen 60 lam. Horn slakteri tok til side leverprøver under slaktingen. Det ble innhentet blodprøver fra kalver og sau som beitet på Hadsel (Melbu). Grunnen til at det ble innhentet prøver fra lam og kalv var dels at disse er mer sensitive for forgiftning enn voksne dyr, og dels for å kunne sammenlikne metallkonsentrasjon i blod- og leverprøver. Det ble tatt blodprøver av de samme lammene før og etter beiteperioden (50 på våren og 36 på høsten, pga. tap). 25 lam som var antatt å ha Melbu SØF som en del av sitt beiteområde, og 25 lam som ikke beitet på Melbu SØF ble valgt til blodprøvetaking. Det ble tatt blodprøver av 25 kalver, som det ble antatt at beitet inne på skytefeltet, før beiteperioden. Etter beiteperioden ble det tatt blodprøver av de samme 25, i tillegg til 25 kalver som var antatt å ha beitet utenfor skytefeltet. Blodprøver ble tatt av den lokale veterinæren Wenche Anderssen. Blodet ble samlet i beholdere passende for metallanalyse tilsatt litium heparin som antikoagulant. Blod- og leverprøvene ble pakket, merket og sendt til FFI. Ved ankomst til FFI ble prøvene fryst ned i påvente av videre behandling.

### **2.4 Prøveopparbeiding og analyse**

#### **2.4.1 Jord**

Jordprøvene ble tørket ved 105°C i ett døgn ved ankomst til FFI. Deretter ble de siktet gjennom en 2 mm sikt (Fritsch) og knust (homogenisert) ved hjelp av en kulemølle (Retsch RM100). Knusingen foregikk på 300 rpm i 5-10 minutter (til alt var visuelt homogent). Grunnen til at det ikke ble brukt en fast knusetid, var at jorden med høyt organisk innhold trengte noe lengre tid for å homogeniseres. Avføringsprøvene ble tørket og knust på samme måte som jordprøvene. Jord- og avføringsprøvene ble oppsluttet ved hjelp av en Ultrawave (Milestone). 0,3-0,5 g prøve ble veid opp i teflonrør og tilsatt 5 ml HNO<sub>3</sub> (Ultraren 67 %) og 1 ml HF (38-40 % puris). Prøvene ble så varmet opp til 260°C under trykk og holdt på denne temperaturen i 10 minutter. Sammen med hver tolvte prøve, ble det også oppsluttet 2 blanke prøver, samt et sertifisert referansemateriale (GBW07407, Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Langfang China).

---

---

## 2.4.2 Gress

Halvparten av gresset i hver blandprøve ble vasket, mens halvparten gikk rett videre til tørking uten vasking. Gresset ble vasket ved å putte det i egnede plastbeholdere med tett lokk sammen med ultrarent vann. Beholderne ble så plassert på en rotator. Gresset ble skylt i 24 timer, vannet ble byttet 2 ganger under denne tiden. Gressprøvene ble så tørket på 60°C i 2 døgn for deretter å bli homogenisert i kulemølle på 400 rpm i ca. 10-20 minutter. Gressprøvene ble oppsluttet ved hjelp av en Ultrawave (Milestone). 0,2-0,4 g ble veid opp i teflonrør og tilsatt 3 ml HNO<sub>3</sub>, 6 ml HCl og 0,25 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Prøvene ble så varmet opp til 260°C under trykk og temperaturen ble holdt i 10 min. Sammen med hver tolvte prøve, ble det oppsluttet to blanke prøver, samt et sertifisert referansemateriale (rye grass, ERM-CD281, Institute of reference materials and measurement, and European commission). Bærene ble ikke vasket, men ble behandlet på samme måte som gressprøvene.

## 2.4.3 lever

Leveren ble tint før den ble veid, deretter ble den tørket i varmeskap ved 60°C til stabil vekt (ca. 72 timer). Prøvene ble veid før og etter tørking for å finne tørrstoffinnholdet i leveren. Leveren ble så homogenisert i kulemølle (Retsch RM100) ved 500 rpm i ca. 10 minutter før hver prøve ble veid ut (ca. 0,3 g). Alle prøvene ble oppsluttet med 7 ml HNO<sub>3</sub> (Ultraren 67 %) og 0,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i en Ultrawave (Milestone) ved 220 °C under trykk og temperaturen ble holdt i 10 min. Et sertifisert referansemateriale for okselever (BCR-185R, European commission) ble oppsluttet sammen med prøvene.

## 2.4.4 Blod

Blodprøvene ble oppsluttet etter en prosedyre beskrevet (Harrington et al., 2014). Blodprøvene ble tint og blandet med Vortex-mikser før uttak av prøve. 250 µL blod ble målt opp i et teflonrør, tilsatt 2 ml HNO<sub>3</sub> og latt stå under avtrekk i 30 min. Prøvene ble deretter tilsatt 1,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> og oppsluttet i en Ultrawave (Milestone) ved 220 °C under trykk. Et sertifisert referansemateriale for okseblod ble oppsluttet sammen med prøvene (ERM-CE196, European commission).

## 2.4.5 Analyse

Prøvene ble fortynnet og analysert for metaller ved hjelp av ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry) (Thermo x-series 2). Alle prøvene ble oppsluttet og analysert i triplikater. I analysen ble det benyttet en 4 punkts standardkurve og internstandard. For ytterligere kvalitetssikring ble det benyttet tre forskjellige sertifiserte referansematerialer for vann (TMDA-53.3, TM-23.4 og AES-07, fra Environmental Canada).

Tørrstoffinnholdet ble funnet ved å veie prøvene før og etter tørking. Organisk innhold i prøvene ble funnet ved en metode kalt «loss on ignition (LOI)». De tørkede prøvene ble veid før og etter oppvarming i ovn til 550 °C i 4 timer (Chambers et al., 2011).

---

---

## 2.5 Beregninger

### 2.5.1 Jordinntaksrate

For å beregne hvor mye jord et dyr spiser, kan en metode beskrevet av blant annet Smith et al. (2009) benyttes (Likning (2.1)). I denne metoden benyttes titan som en indikator på hvor mye jord et dyr har inntatt. Titan kan benyttes fordi det hverken tas opp i planter eller kroppen. Forholdet mellom titan i avføring og titan i jord sier noe om jordspisingsrate. En annen faktor som må tas hensyn til er plantefordøyingsgraden, denne antas av Smith et al. (2009) å være 72 %, mens Mayland et al. (1975) mener at alt fra 60-75 % er normalt. I denne rapporten benyttes 70 % for både storfe og sau.

$$\% \text{ Jordinntak} = \frac{(1 - Pf)Ti_A \times 100}{Ti_J - Pf \times Ti_A} \quad (2.1)$$

Pf - Plantefordøyingsgrad (70 %)

Ti<sub>A</sub>-Ti konsentrasjon i avføring

Ti<sub>J</sub> - Ti konsentrasjon i jord

### 2.5.2 Doseberegning

For å beregne dosen metall et dyr får i seg kan metoden beskrevet i Johnsen et al. (2016) benyttes (Likning (2.2)). Denne beregningsmetoden tar hensyn til både jordspisingsrate, værforhold (tørt/vått) og andel av tiden sauene beiter på et gitt område. Dette er en forenklet tilnærming, da det også er flere forhold enn tørt og vått vær som spiller inn på dyrets jordspisingsrate. Sannsynligvis vil tettheten av dyr på området, type beiteplanter, beitekvalitet (hvor frodig området er), jordsmonn og tid på året også spille inn på jordspisingsrate, og dosen metaller de vil få i seg per dag. Denne beregningen gir en gjennomsnittlig dose per dag. For å få en total dose, kan det ganges opp med antall dager dyrene er på beite.

$$D = \frac{J \cdot F \cdot (JS_T \cdot TD + JS_V \cdot RD) + P_k \cdot F \cdot (1 - (JS_T \cdot TD + JS_V \cdot RD))}{KV} \cdot B_R \quad (2.2)$$

D - Dose dyrene får i seg i løpet av en dag (mg/kg kv/dag)

J - Metallkonsentrasjon i jorda (mg/kg)

F - Mengde fôr dyret spiser per dag (tv) (kg)

JS<sub>T</sub> - Jordspisingsrate ved tørre forhold

TD - Andel tørre dager

JS<sub>V</sub> - Jordspisingsrate ved våte forhold

RD - Andel regndager

KV - Kroppsvekten til dyret (Kg)

P<sub>k</sub> - Metallkonsentrasjon i plantene mg/kg (tv) (om den ikke er kjent så kan akkumulasjonsrater på 0,23 (Cu) og 0,08 (Pb) i forhold til jord benyttes).

---

---

$B_R$  – Andel av tiden dyrene beiter på det forurensede området.

## 2.6 Statistikk

For å sammenlikne grupper ble det først testet for normalfordeling ved å utføre en «Shapiro-Wilk test of normality» (SPSS). Fordi noen av datasettene er små (<20), kan det hende at parametriske tester slik som T-tester og ANOVA ikke gir valide resultater. Men det kan også tenkes at selv der det ikke kan bevises normalitet, lønner seg å bruke ikke-parametriske tester, da disse er mer robuste. Dataene samlet i dette arbeidet er av kvantitativ og ikke-kategorisk art, det støtter bruken av parametriske tester. Fordi det er noe vanskelig å avgjøre om parametriske eller ikke-parametriske tester vil være det beste valget for dataene i dette arbeidet, har begge typer tester blitt utført. Som de parametriske testene ble «ANOVA» (Excel) utført for å sammenlikne to (ANOVA enfaktor) eller flere grupper (ANOVA tofaktor uten tilbakelegging), mens en paret «T-test» (Excel), ble utført for å sammenlikne grupper med parede observasjoner. De ikke-parametriske testene som ble utført var: «Mann-Whitney-test» for å sammenlikne to uparede grupper, «Kruskal-Wallis-test» for flere uparede grupper, «Wilcoxon-test» for to parede grupper og «Friedman-test» for flere parede grupper (SPSS). Det ble utført en parametrisk («Pearson-Correlation-test», SPSS) og en ikke-parametrisk («Kendall's tau-b» og «Spearman's rho», SPSS) test for å se etter sammenheng mellom metallkonsentrasjon i gress og jord.

## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Overvåkning av sau og storfe

#### 3.1.1 Viltkamera

Viltkameraene ble satt ut 03.05.17, men det første bildet av sau ble først tatt 30.05.17, og det første bilde av storfe 08.07.17. Intervallet det ble tatt bilder kan ses i Tabell 3.1 sammen med data om besøkslengde, bilder per døgn og antall dyr per bilde. Dyrene ble sluppet på beite noe senere enn det som er vanlig i 2017, da snøen lå lenger enn normalt. En del av viltkameraene ble dessverre tildekket av forbipasserende (med poser), slik at det ikke foreligger bilder fra hele sesongen. Et par av viltkameraene gikk også tom for batteri før beitesesongen var avsluttet. På grunn av dette ble det dessverre tatt få bilder av storfe. De bildene som finnes, i tillegg til egne observasjoner, ga allikevel et inntrykk av dyrenes beitemønster på Melbu SØF. Kameraet «Bane 3/4 overblikk» var i utgangspunktet festet på selve standplasshuset. Det ble fjernet den 18.06.17 på grunn av renoveringsarbeid. Fordi området foran standplass på bane 3/4 var et område det ble observert både mye sau og storfe, vil den beregnede besøkslengden per døgn (Tabell 3.1) være



noe underestimert. Det vil allikevel ikke ha spesielt mye å si for risikovurderingen da dette området var svært lite forurensset (Vatland, 2016)(Tabell 3.2).

*Tabell 3.1 Fremstilling av data fra viltkameraene. Tabellen viser antall bilder tatt per døgn (som inneholdt sau eller kyr), gjennomsnittlig (og median) antall sauer eller kyr per bilde, gjennomsnittlig besøkslengde (per besøk), andel besøk som varte lenger enn 10 minutter (andelen besøk der det ble tatt mer enn et bilde), gjennomsnittlig total besøkslengde per døgn og siste og første dato for bilde.*

		Bilder per døgn (gj.snitt.)	Gj.snitt	Median	Besøkslengde (gj.snitt) (min) <sup>12</sup>	Andel besøk med varighet > 10 min	Tot besøkslengde per døgn (gj.snitt.) (min) <sup>13</sup>	Fra dato	Til dato
Bane 5/6	Sau	1	2,5	2	34	18 %	14,3	30.05	08.07
	Ku	1	1,0	1	-	0 %	10,0	08.07	08.07
Bane 3/4 - voll	Sau	3,8	2,5	2	19,7	14 %	43,4	30.05	25.07
	Ku	0,29	3,0	2	-	0 %	2,9	08.07	25.07
Bane 9	Sau	0,05	1,0	1	-	0 %	0,5	30.05	28.07
	Ku	0,05	2,0	2	-	0 %	0,5	08.07	28.07
Bane 8	Sau	0,15	1,8	2	-	0 %	1,5	30.05	07.08
	Ku	0,07	1,0	1	19	50 %	1,0	08.07	07.08
Bane 3/4 - myr	Sau	0,20	1,7	2	12,3	16 %	2,1	30.05	31.08
	Ku	0,26	1,9	1	47,5	14 %	4,0	08.07	31.08
Bane 1	Sau	0,13	1,9	1,5	-	0 %	1,3	30.05	29.08
	Ku	0,02	1,0	1	-	0 %	0,2	08.07	29.08
Bane 2	Sau	1,22	1,3	1	32,3	12 %	15,5	30.05	07.08
	Ku	0,10	2,7	3	27	33 %	1,6	08.07	07.08
Bane 3/4 overblikk	Sau	2,68	3,1	2	17	2 %	27,2	30.05	18.06
	Ku	-	-	-	-	0 %	-	08.07	18.06
	Sau <sup>14</sup>	3,37	3,8	3	69,9	17 %	68,0	30.05	18.06
	Ku <sup>14</sup>	-	-	-	-	0 %	-	08.07	18.06
tot	Sau	9,3	-	-	-	-	105,8	-	-
	Ku	1,8	-	-	-	-	20,1	-	-

<sup>12</sup> Gjennomsnittlig besøkslengde per besøk

<sup>13</sup> Gjennomsnittlig sammenlagt besøkslengde av alle sauer eller storfe per døgn

<sup>14</sup> Bilder tatt en gang i timen hele døgnet, ikke med beveges sensor

---

Fra de dataene som har blitt samlet inn så det ut til at områdene på og rundt bane 3/4/5/6 var det mest populære området for sauer. Området som omfatter bane 3/4/5/6 er åpent og har kun et lite område myrterreng, mens resten består av mineralsk jord med vegetasjonsdekke. Det så ut til at spesielt sauene benyttet standplasshuset på bane 3/4 som beskyttelse for vær og vind. Med kameraet «Bane 3/4 overblikk» (ved standplasshus) og «Bane 3/4 voll» ble det tatt spesielt mange bilder av sau per døgn (henholdsvis 2,7 og 3,8 bilder av sau i gjennomsnitt). Ut i fra bildene tatt med kameraet «Bane 3/4 voll» var det tydelig at dette er en gjennomfartsåre for sau (fordi det ble tatt mange bilder per døgn, men oppholdstiden var relativt kort) (Figur 3.1). Det betyr at selv om det ble tatt bilde av mange dyr på dette området, var det få som oppholdt seg der over lengre perioder. Det ble allikevel observert en gjennomsnittlig sammenlagt besøkslengde per døgn på 43,4 minutter (sau). Med sammenlagt menes gjennomsnittlig antall minutter det ble observert sauer på området per døgn. 43,4 minutter kan høres mye ut, men det er et sammenlagt gjennomsnitt av alle individene som besøker området på et døgn, det betyr derfor ikke at én sau beitet i over 40 minutter på dette området i løpet av et døgn. Banene lagt på myr (bane 1, 8 og 9) hadde generelt lite besøk av sauer. Bane 2 er også anlagt på myr, men her var kameraet vinklet slik at det ble tatt bilder av dyr som gikk på stien forbi skytebanen, og som beitet i kanten av denne. Her ble det observert en del sau, men området hadde lav forurensningsgrad (Tabell 3.2). Det ble sjelden observert at beitende dyr gikk fra kanten og ut på selve myra der forurensningen lå. Det ble observert noe sau på myrterrenget på bane 3/4, men det var betrakelig mindre aktivitet der enn på andre deler av bane 3/4. Slutningene som kan trekkes fra denne overvåkningen er at sauene oppholdt seg på deler av banen som både var lite forurenset (rundt standplasshus) og deler som anses som svært forurenset (voll bane 3/4). Selv om sauene ble observert på begge steder kunne det se ut som om stedet med høy forurensning i større grad var en gjennomfartsåre enn et oppholdssted. Det var også tydelig på oversiktsbildene fra skytehuset der det sjelden ble observert sauer som oppholdt seg ved voller, mens det i bilder tatt med kamera fra voll ofte ble observert sauer som lå på gresset ved standplass. Det så ut til at sauene ikke foretrakk å beite i myrlendt terreng, dette er i tråd med funn fra tidligere feltstudie i Leksdal (Johnsen and Mariussen, 2017) og som tidligere også er diskutert av Voie et al. (2010).



Ltl Acorn 0001 ○ 080F 027C 06/12/2017 18:46:37

*Figur 3.1 Bilde av sauer tatt av viltkameraet som sto ved voller på bane 3/4/5. Kameraet ser mot skytehuset på bane 3/4.*

I likhet med sau, ble det observert størst aktivitet av storfe på bane 3/4. Storfe ble observert sjelden på myrområder (bane 1, 8 og 9), men en del av tilfellene der det ble observert storfe på disse banene, oppholdt de seg der lenger enn det sauene gjorde. Det kan virke som om når sauene ble observert på et myrområde var det fordi den hadde forvillet deg dit og raskt ville bevege seg bort fra området, det samme gjaldt ikke storfe. På myrområdet på bane 3/4 ble det ikke tatt mange bilder per døgn, men de gangene det ble observert storfe der, oppholdt de seg der over lenger perioder (gjennomsnitt 47,5 min per gang). Beregnet gjennomsnittlig besøkslengde for hele perioden var allikevel kun på 4 min/døgn. For storfe (som for sau) kunne det se ut som om området foran vollene på bane 3/4 var en gjennomfartsåre (Figur 3.2). Det er ikke så lett å trekke slutninger om beiteadferden til storfe utifra den begrensede mengden data innhentet i dette studiet. Men med data fra kameraer, samt egne observasjoner under feltarbeid, kan noen antakelser gjøres. Det kan se ut som om storfe beitet i noe lengre perioder av gangen per sted enn det sau gjorde, men storfe forflyttet seg over lengre avstander og oppholdt seg derfor ikke i et område gjennom hele beiteperioden.



Ltl Acorn 0001 ○ 066F 019C 07/08/2017 19:24:06

*Figur 3.2* Bilde av kyr tatt av viltkameraet som sto ved voller på bane 3/4/5. Kameraet ser mot skytehuset på bane 3/4.

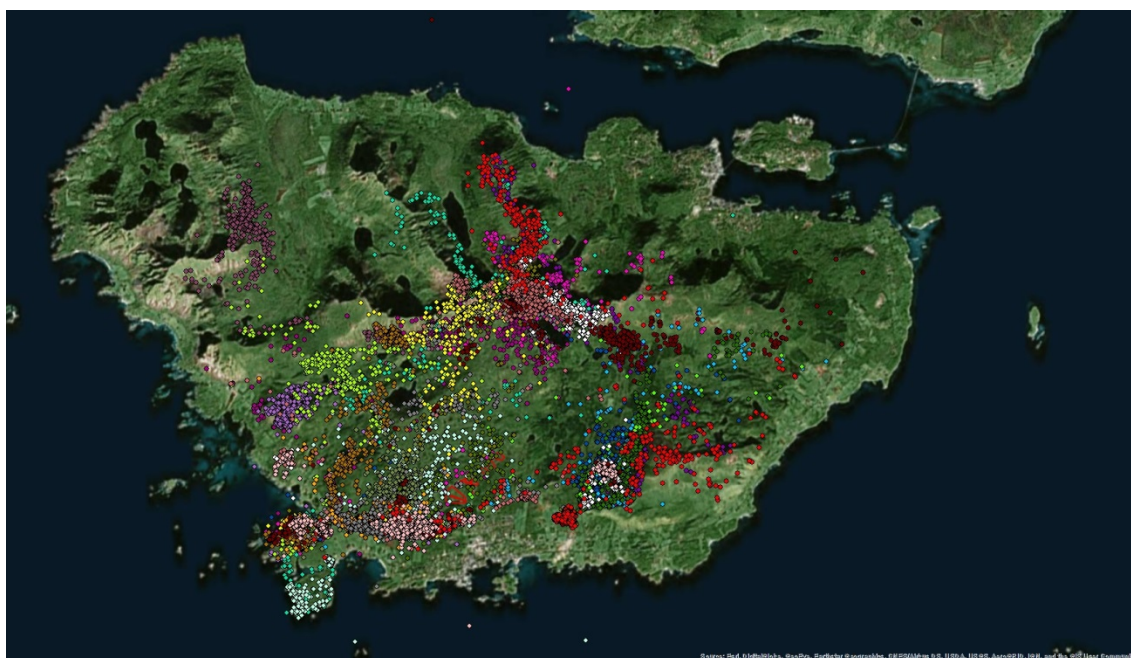
Dataene om besøkslengde skal videre brukes for å beregne dose inntatt metall per døgn. Det tas da utgangspunkt i den totale gjennomsnittlige besøkslengden per dag. Denne var 7,3 % for sau og 1,4 % for storfe (besøkslengde per døgn/24t). For å ha en sikkerhetsmargin oppjusteres begge til 10 %. Selv om besøkslengden som ble funnet var lavere for storfe enn for sau, oppjusteres de begge til den samme verdien fordi datagrunnlaget for storfe er mye mindre, og usikkerheten er større. Alle områdene på skytebanen var ikke dekket av kameraene, men de fleste av de mest forurensede områdene var det. Det er også lagt inn en stor sikkerhetsfaktor da prosentandelen er beregnet på grunnlag av sammenlagt besøkslengde for alle sauer og storfe som har oppholdt seg på de gitte områdene, mens dosen beregnes for kun én sau eller ku.

### 3.1.2 GPS

I Figur 3.3 vises en oversikt over GPS-punktene til alle sauene som var merket gjennom hele sesongen. Det er tydelig at sauene var spredt godt utover den 566,6 km<sup>2</sup> store øya (Hadsel). I Figur 3.4 vises det samme bildet, men her er det zoomet inn på området der skytebanen ligger. Av de sauene som var merket med GPS, var det få som i stor grad oppholdt seg inne på skytebanene, men 13 av de 25 sauene beitet noe både i og rundt Melbu SØF, mens 9 beitet en del på nedsiden av skytefeltet. At GPS-resultatene viser få sauer som beiter i området Melbu

---

SØF støttes ikke opp av viltkamera-bildene som viste at det var mye sau i dette området. Dette skyldes nok at de sauene som ble observert på kameraene ikke er de samme sauene som ble merket med GPS. Det ble også observert mye sau i og rundt skytebanene ved de tre anledningene FFI var på feltarbeid i Melbu SØF. Sauene ble for det meste observert i og rundt bane 3/4/5/6, men også noe ved, men ikke på, bane 1, 2, 8, 9 og 10. Ut i fra GPS-resultatene kan det se ut som om flere sauer går gjennom Melbu SØF i løpet av sesongen, men at ikke alle velger dette som sitt primære beiteområde. Det er vanskelig å dra slutninger om hvor lenge en enkelt sau beiter innenfor skytebaneområdet ut i fra resultatene fra GPS-målingene.



*Figur 3.3 GPS-punkter for alle de merkede sauene (25) gjennom hele sesongen over hele Hadsel-øya. Hver farge indikerer én sau (ArcMap).*



Figur 3.4 GPS-punkter for alle de merkede sauene (25) gjennom hele sesongen kun ved Melbu SØF. Hver farge indikerer én sau (ArcMap).

I Rupflin and Krebs (2015) benyttes beiteområdets størrelse til å beregne hvor stor andel av beitesesongen et enkelt dyr vil beite på et bestemt område (f.eks. en forurenset skytebane). Det antas da at hvert enkelt dyr beiter like mye på hele området det har tilgang til. Om man ser på dyrenes beitemønster i Figur 3.3, er det tydelig at en enkelt sau ikke beitet like mye over hele beiteområdet. Resultatene tilsier at individene vandrer noe, men finner seg et mindre område der hoveddelen av beitingen foregår under hele beitesesongen. Det kan derfor tenkes at i de verste tilfellene har en sau skytefeltet som sitt hoved-beiteområde under hele sesongen. Det betyr allikevel ikke at sauene utelukkende beiter på de mest forurensete områdene, som kulefang eller der det har stått selvanvisere.

### 3.1.3 Vurdering av overvåkningsmetoder

Viltkamera og GPS som overvåkningsmetode for beitende dyr har begge sine fordeler og svakheter. Med GPS er det begrenset hvor mange dyr som kan overvåkes av gangen, det krever også et godt samarbeid med og en god del innsats fra bonde, noe som kan være utfordrende da bønder stort sett har mer enn nok å gjøre med den daglige driften. Denne metoden er allikevel en svært egnet metode for overvåkning av enkeltindivider av sauer og gir et godt bilde av sauens bevegelse gjennom hele sesongen. For å overvåke et eller flere spesifikke områder egner viltkameraer seg best. Man kan med denne metoden enkelt beregne hvor stor andel av dagen det befinner seg beitende dyr på ett område. Med viltkameraer kan man derimot ikke si noe om den enkelte sauens bevegelser, og områdene som overvåkes er begrensede. Ved å bruke disse to metodene sammen kan man, selv om de har sine begrensninger, få en del informasjon om dyrenes beitemønster og preferanse for spesifikke områder.

---

---

## 3.2 Metallkonsentrasjon

### 3.2.1 Jord

Konsentrasjonen av metaller i jord (0- ca. 5 cm) fra Melbu SØF funnet i dette studiet kan ses i Tabell 3.2. FFI fant den høyeste metallkonsentrasjonen i voll og myr på bane 3/4 samt på bane 1 og bane 8. Dette samsvarer relativt godt med funnene fra COWI (Vatland, 2016). Selv om områdene der det ble funnet høyest konsentrasjon av bly samsvarte godt med det COWI tidligere har funnet, fant ikke FFI de samme konsentrasjonene. Det kan tyde på at forurensningen er heterogent fordelt utover området og/eller forskjellig prøvetakingsteknikk. Forurensningen besto i stor grad av bly, men også noe kobber, spesielt på områdene bestående av myrterreng. Kobberkonsentrasjonen i de fleste jordprøvene var klassifisert som moderat, god eller meget god i følge Miljødirektoratets helsebaserte akseptkriterier (Miljødirektoratet, 2009). Kun på bane 1 og 8 ble kobberkonsentrasjonen i jorda klassifisert som dårlig. Blykonsentrasjonen ble klassifisert som god og meget god ved standplass på bane 3/4, i kanten av bane 2 og på referanseområdet. På de resterende områdene ble blykonsentrasjonen i jorda klassifisert som enten svært dårlig eller høyere. Det ble i tillegg funnet en del antimon, spesielt på bane 1, 8 og i myrområdet på bane 3/4. Tørrstoffinnholdet (TS) i jorda varierte mye og var ganske lavt (<20 %) i jorden fra myrterreng som stort sett besto av delvis omdannet mose, mens i områdene med mer mineralisk jord var tørrstoffinnholdet høyt (>60 %). Det organiske innholdet varierte mye mellom de to typene jord. I jord fra myrterreng var opp mot 100 % organisk materiale (OM), mens i den organiske jorden var >20 % OM. Kobber binder seg godt til OM (slik som humus)(J. Powell et al., 2007), dette kan derfor være grunnen til at det spesielt var på baner med høy % OM det ble funnet høye kobberkonsentrasjoner. Bly ble det funnet høye konsentrasjoner av både i jord med høy og lav % OM. Gjennomsnittlig bakgrunnsverdi for bly i området (Lofoten og Vesterålen) er 15 mg/kg, og for kobber 9 mg/kg, mens den gjennomsnittlige titankonsentrasjonen i Norge er 6200 mg/kg (Ottesen et al., 2000).

På områdene på Hengsvann, Steinsjøen og Kjeller var ikke metallforurensningen på områdene i fokus i dette arbeidet. Disse områdene er primært med i prosjektet for å se på sauers jordspisingsrate på flere steder, inkludert innmarksbeite. Kobber, bly og antimon ble analysert for å kunne se på akkumulasjon i gress.

Titankonsentrasjonen i jorden ble ikke analysert fordi det er forurensning, men fordi titaninnholdet i jord og avføring sammenliknes for å finne jordspisingsraten til sauer og storfe som beitet på området. Titaninnholdet var naturlig høyere i jorden med lavt innhold av OM enn i jorden med høyt innhold av OM. Dette har naturlige årsaker da jord med høyt innhold av OM inneholder lite mineraler og metaller, slik som titan.

Tabell 3.2 Metallkonsentrasjon i jord på Melbu SØF, tabellen inneholder også prosent tørrstoff og prosent OM i tørrstoff funnet ved glødetap. N henviser til antall diskrete prøver i en blandprøve. Fargene indikerer hvilken tilstandsklasse jorden betegnes som i følge Miljødirektoratet (2009), blå-meget god, grønn-god, gul-moderat, orange-dårlig, rød-svært dårlig (farlig avfall)mørke grå>farlig avfall (for fullstendig analyserapport, se vedlegg A.1 Jord).

mg/kg		N	Ti	Cu	Sb	Pb	TS	OM
<b>Melbu</b>								
<b>bane 3/4</b>	<b>Standplass</b>	93	7988 ± 256	61 ± 2	2,6 ± 0,1	150 ± 6	74 %	11 %
	<b>Voll</b>	126	10520 ± 815	156 ± 6	96 ± 20	2171 ± 116	85 %	6 %
	<b>Mellom voller</b>	73	9642 ± 805	91 ± 8	28 ± 3	808 ± 64	84 %	4 %
	<b>Myr</b>	80	134 ± 19	977 ± 125	167 ± 32	3700 ± 684	14 %	97 %
<b>Bane 1</b>		86	99 ± 26	1164 ± 139	106 ± 13	1930 ± 239	14 %	98 %
<b>Bane 2</b>		73	992 ± 66	28 ± 0,3	0,9 ± 0,1	26 ± 0,5	14 %	82 %
<b>Bane 8</b>		65	1272 ± 227	1654 ± 556	257 ± 46	1779 ± 325	17 %	82 %
<b>Ref. område</b>		75	7064 ± 1293	20 ± 1	0,6 ± 0,02	23 ± 4	64 %	13 %
<b>Hele området</b>		150	7936 ± 450	41 ± 2	8 ± 1,3	260 ± 17		
<b>Hengsvann</b>								
<b>Bane 10</b>		50	6036 ± 1282	24 ± 5	1,5 ± 0,2	45 ± 10	68 %	16 %
<b>Bigård</b>		50	3891 ± 583	22 ± 2	1,2 ± 0,3	24 ± 3	89 %	2 %
<b>Bane 3/4*</b>		1	934 ± 64	697 ± 97	124 ± 6	1600 ± 101	31 %	
<b>Steinsjøen</b>								
<b>Bane 4</b>		60	3084 ± 462	110 ± 13	94 ± 17	1034 ± 192	86 %	3 %
<b>Bane 5</b>		76	3076 ± 697	57 ± 11	68 ± 78	663 ± 591	86 %	3 %
<b>Kjeller</b>		80	3411 ± 244	25 ± 0,5	0,4 ± 0,1	25 ± 1	62 %	16 %

\*Svært liten prøve, kun til sammenlikning med bær plukket samme sted.

### 3.2.2 Gress

Tabell 3.3 viser metallkonsentrasjon i gress fra Melbu SØF, samt Hengsvann, Steinsjøen og innmarksbeite på Kjeller. Konsentrasjoner av bly, kobber og antimon fra Kjeller, Steinsjøen og Hengsvann er tatt med for sammenlikningens skyld.



Tabell 3.3 Metallkonsentrasjon i gress på Melbu SØF, tabellen inneholder også Cu/Mo-rate og prosent tørrstoff. N henviser til antall diskrete prøver i en blandprøve. Felt merket med grått indikerer at konsentrasjonen av bly og kobber er over det som er lov i fôr for sau, og rød for storfe. For Cu/Mo indikerer felt merket med grått at forholdet er over det som er anbefalt, rød farge indikerer at forholdet er høyere enn det som kan føre til kobberforgiftning i sau (fullstendig analyserapport kan ses i vedlegg A.2 Gress).

Område	N	Dato		Cu mg/kg	Mo mg/kg	Pb mg/kg	Cu/ Mo	TS
Bane 3/4 Voll	85	27.jun	U	9 ± 1	1,8 ± 0,2	31 ± 3	7	22 %
			V	10,9 ± 0,2	1,0 ± 0,1	21 ± 1	5	
	124	02.aug	U	14 ± 2	1,8 ± 0,4	43 ± 4	10	27 %
			V	8,1 ± 0,5	1,3 ± 0,1	30 ± 1	8	
	86	29.aug	U	15 ± 1	2,2 ± 0,2	44 ± 4	5	27 %
			V	20 ± 9	4 ± 2	53 ± 25	4	
Bane 3/4 Mellom voller	46	27.jun	U	13 ± 1	1,2 ± 0,2	12 ± 3	6	
			V	10 ± 1	2,4 ± 0,3	31 ± 2	4	
	74	02.aug	U	13 ± 2	3,2 ± 0,6	20 ± 3	5	31 %
			V	9 ± 1	2,2 ± 0,1	24 ± 2	11	
	88	29.aug	U	13 ± 2	2,6 ± 0,1	52 ± 5	11	33 %
			V	9 ± 1	2,5 ± 0,4	42 ± 4	4	
Bane 3/4 Myr	114	27.jun	U	15 ± 4	1,5 ± 0,2	2,5 ± 0,5	10	26 %
			V	14 ± 1	1,3 ± 0,1	3,0 ± 0,6	11	
	115	02.aug	U	6 ± 1	0,41 ± 0,03	3,6 ± 0,5	8	37 %
			V	8,3 ± 0,3	0,7 ± 0,1	2,3 ± 0,1	5	
	117	29.aug	U	9 ± 1	0,9 ± 0,1	1,4 ± 0,1	8	39 %
			V	14 ± 2	1,7 ± 0,2	3,6 ± 0,5	6	
Bane 3/4 Slette standplass	114	27.jun	U	15 ± 1	1,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	4	22 %
			V	30 ± 7	6 ± 1	1,4 ± 0,4	4	
	155	02.aug	U	10 ± 1	1,5 ± 0,1	2,00 ± 0,03	15	32 %
			V	14,8 ± 0,3	2,2 ± 0,2	3,5 ± 0,1	12	
	115	29.aug	U	12 ± 1	2,0 ± 0,1	1,9 ± 0,2	7	
			V	11 ± 1	2,8 ± 0,3	3,2 ± 0,3	7	
Bane 2	68	27.jun	U	6,7 ± 0,5	0,5 ± 0,1	0,35 ± 0,04	13	24 %
			V	11 ± 3	2 ± 0,7	0,4 ± 0,1	5	
	75	02.aug	U	5,9 ± 0,2	1,9 ± 0,2	0,38 ± 0,04	25	30 %
			V	6,4 ± 0,5	1,5 ± 0,2	0,7 ± 0,1	19	
	82	29.aug	U	5,3 ± 0,2	1,5 ± 0,1	0,12 ± 0,01	3	38 %
			V	15 ± 2	3,3 ± 0,6	0,16 ± 0,02	4	
Bane 1, Blanda planter	84	27.jun	U	11 ± 3	0,3 ± 0,1	2,3 ± 0,6	40	31 %
			V	15 ± 2	0,8 ± 0,1	11 ± 2	20	
Bane 1	60	27.jun	U	20 ± 2	0,8 ± 0,1	5,8 ± 0,2	37	32 %

Område	N	Dato		Cu	Mo	Pb	Cu/	TS	
				mg/kg	mg/kg	mg/kg	Mo		
	83	02.aug	V	18 ± 2	1 ± 0,1	6,2 ± 0,5	14	44 %	
			U	15 ± 1	0,4 ± 0,1	2,0 ± 0,2	14		
	128	29.aug	V	8,1 ± 0,3	0,60 ± 0,3	0,81 ± 0,04	9	44 %	
			U	9 ± 1	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	4		
	Bane 8	73	27.jun	V	14 ± 1	0,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1	17	40 %
				U	12 ± 1	0,51 ± 0,02	0,40 ± 0,04	23	
80		02.aug	V	14 ± 2	1,2 ± 0,2	0,8 ± 0,1	12	44 %	
			U	11 ± 1	1,1 ± 0,2	0,47 ± 0,02	10		
55		29.aug	V	12 ± 1	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,1	9	14 %	
			U	35 ± 7	5 ± 1	0,4 ± 0,1	5		
Ref.område	90	27.jun	V	15 ± 1	3,1 ± 0,4	1,1 ± 0,2	4	25 %	
			U	11 ± 1	2,0 ± 0,1	0,47 ± 0,01	6		
	80	02.aug	V	9 ± 1	1,7 ± 0,2	0,25 ± 0,03	5	14 %	
			U	28,2 ± 0,3	5,7 ± 0,2	0,5 ± 0,1	7		
	66	30.aug	V	27 ± 3	6,3 ± 0,7	0,49 ± 0,04	5	15 %	
			U	30 ± 4	7 ± 1	1,6 ± 0,2	4		
Hengsvann	50	Bane 10	V	21 ± 4	7 ± 1	2,3 ± 0,4	3	32 %	
			U	20 ± 4	5 ± 1	0,64 ± 0,04	4		
	50	Bigård	V	19 ± 2	7 ± 1	3,7 ± 0,4	3	36 %	
			U	9 ± 1	12,3 ± 0,2	4,6 ± 0,4	1		
Steinsjøen	50	Bane 4	V	18 ± 2	14,4 ± 0,2	14 ± 0,5	1	34 %	
			U	9,2 ± 0,2	29 ± 1	8,4 ± 0,6	0,3		
	60	Bane 5	V	15 ± 1	33 ± 2	17 ± 0,5	0,4	34 %	
			U	14 ± 1	4,0 ± 0,4	0,465 ±	4		
Innmarks-beite	80	Kjeller	V	21 ± 1	7 ± 0,4	0,57 ± 0,04	3	34 %	
			U	17 <sup>15</sup>		34 <sup>16</sup>	6		
Grenseverdier i før		Sau							
		Storfe		40 <sup>15</sup>		34 <sup>16</sup>	10		

### 3.2.2.1 Metallkonsentrasjon i gress sett opp mot grenseverdier i før

Blykonsentrasjonen i gresset ble sammenliknet med gjeldende regler for bly i grønnfôr i Norge (Fôrvareforskriften, 2002) og EU (2002/32/EC and DIRECTIVE, 2002) på 30 mg/kg i grønnfôr (12 % vanninnhold, 33,6 mg/kg i TS). For kobber finnes det ingen grense for konsentrasjon i før

<sup>15</sup> Grenseverdier fra Sveits (RUPFLIN, C. & KREBS, R. 2015. Gefährdungsabschätzung auf militärischen schiessplätzen mit graslandnutzung. Armasuisse immobilien.)

<sup>16</sup> Grenseverdier fra Norge, gjelder grenseverdi i grøntfôr (FÔRVAREFORSKRIFTEN 2002. Forskrift om fôrvarer. In: FISKERIDEPARTEMENTET, N.-O. & MATDEPARTEMENTET, L.-O. (eds.) FOR-2002-11-07-1290.) og EU (2002/32/EC & DIRECTIVE 2002. DIRECTIVE 2002/32/EC Of the European Parliament and of the Council - On undesirable substances in animal feed. Official Journal of the European Communities.), omregnet fra 12 % vanninnhold til konsentrasjon i tørrstoff.

---

---

i Norge eller EU, kobberkonsentrasjonen i gress ble derfor sammenliknet med grenseverdier i fôr fra Sveits (17 mg/kg for sau og 40 mg/kg for storfe) (Rupflin and Krebs, 2015). Det ble funnet blykonsentrasjoner over det som er tillatt i grønnfôr i Norge og EU i 3 av gressprøvene, dette var gress som vokste på eller mellom voller på bane 3/4. I 2 av 3 tilfeller ble det målt konsentrasjon høyere enn grenseverdien i både vasket og uvasket gress. Det kan tenkes at den høye blykonsentrasjonen i gresset kan være et problem om et dyr beiter mye i de mest forurensede områdene på bane 3/4, men det må presiseres at disse områdene var svært små, i tillegg til at det var lite gress der. I vollen var det lite gress på grunn av sår fra skyting, mens området mellom vollene var veldig nedtråkket, og hadde lite gressvekst. Det ble også funnet gress (og blandede planter) med noe forhøyet (betydelig høyere enn i gress fra referanseområdet) blykonsentrasjoner på bane 1, men konsentrasjonen oversteg ikke grenseverdien i grønnfôr. Bane 1 var en bane der det ble beitet lite, både av sau og storfe, derfor burde ikke forurensningen være et problem. Også på Steinsjøen ble det funnet forhøyet blykonsentrasjon i gress, men den oversteg heller ikke grenseverdier i grønnfôr. Områdene det ble funnet høye blykonsentrasjoner i gresset samsvarer med områdene det ble funnet høy konsentrasjon av bly i jorden (Tabell 3.2).

Flere steder var konsentrasjonen av kobber i gress høyere enn grenseverdien for kobber i fôr (fra Sveits). I motsetning til blykonsentrasjonen i gresset, så ikke kobberkonsentrasjonen i gresset ut til å ha sammenheng med kobberkonsentrasjonen i jorda. Høye kobberkonsentrasjoner som oversteg grenseverdien i fôr for sau ble funnet på bane 3/4 voll, standplass bane 3/4, bane 1 og referanseområdet. Høye kobberkonsentrasjoner i gresset i referanseområdet, samsvarer godt med tidligere funn som tilsier at kobberkonsentrasjonen i gresset ikke styres av kobberkonsentrasjonen i jorda. Kobberkonsentrasjonene i gresset fra Melbu SØF var jevnt over noe høyt sammenliknet med konsentrasjonene funnet ved en liknende studie utført på Leksdal SØF i 2016 (Johnsen and Mariussen, 2017).

### **3.2.2.2 Vasket/uvasket gress**

Metallkonsentrasjonen i gress (Cu, Pb og molybden [Mo]) ble målt i både vaskede og uvaskede gressprøver for å finne ut om jordpartikler var festet til gresset. Det ble utført to forskjellige statistiske tester for å bestemme om det var en signifikant forskjell i kobber- og blykonsentrasjonen i vasket og uvasket gress. Det ble utført en parametriske test («t-Test: Paired Two Sample for Means», Excel) og en ikke-parametriske test («Wilcoxon Signed Ranks Test», SPSS) fordi det var vanskelig å bestemme om dataene var normalfordelt eller ikke. Med den parametriske testen ble det ikke funnet noen signifikant forskjell på kobber- og blykonsentrasjonen i vasket og uvasket gress. Det ble funnet en signifikant forskjell i ( $p < 0,05$ ) blykonsentrasjonen i vasket og uvasket gress med den ikke-parametriske metoden. Omvendt av hva som var forventet, ble den høyeste konsentrasjonen funnet i vasket gress. Det kan tyde på at prøvene har blitt forurenset under vasking, eller at den ikke-parametriske metoden er en dårlig modell i dette tilfellet.

---

### 3.2.2.3 Korrelasjon mellom metallkonsentrasjon i gress og jord

Det ble først utført en «Shapiro-Wilk-test of normality» for å finne ut om dataene var normalfordelte. Dataene viste seg å ikke være normalfordelte. Det ble så utført en parametriske («Pearson correlation test», SPSS) og to ikke-parametriske («kendall's tau-b og Spearman's rho», SPSS) tester for å se om det var en signifikant korrelasjon mellom kobber- og blykonsentrasjonen i jorden og i gresset på Melbu, Hengsvann, Steinsjøen og Kjeller. Alle de statistiske analysene ble utført på resultater fra uvasket gress. Uvasket gress ble valgt fordi det er dette beitende dyr vil få i seg og fordi det, som nevnt i forrige avsnitt, kunne se ut som om det vaskede gresset var noe forurenset. Med den parametriske testen ble det ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom hverken kobber- eller blykonsentrasjon i jord og gress (Tabell B.37 og Tabell B.39). Det ble heller ikke funnet noen statistisk signifikant korrelasjon mellom kobberkonsentrasjonen i jord og gress ved bruk av de to ikke-parametriske testene (Tabell B.38), men det ble derimot funnet en sammenheng for bly med disse testene (Tabell B.40). blykonsentrasjonen i gress og jord hadde en korrelasjonskoeffisient på 0,432 med «Kendall's tau test» og 0,588 med «Spearman's rho test». Fordi dataene ifølge «Shapiro-Wilk-testen» ikke var normalfordelte (Tabell B.36), kan det tenkes at de ikke-parametriske testene gir det mest riktige bildet av utvalget. At blykonsentrasjonen i gresset og jorden korrelerte stemmer også godt overens med at alle gressprøvene med blykonsentrasjon over grenseverdi i fôr var fra områder med høy blykonsentrasjon i jorda.

### 3.2.2.4 Cu/Mo-rate

Det ble vist at kobberkonsentrasjonen i gresset ikke korrelerte med kobberkonsentrasjonen i jorda. Det er derfor lite sannsynlig at Cu/Mo-raten i gresset påvirkes av kobberkonsentrasjon i jorda. En videre konklusjon blir derfor at Cu/Mo-raten i gresset ikke forhøyes av at gresset vokser på skytebane forurenset med kobber. Det ble målt Cu/Mo-forhold  $>10$  i gresset på flere områder. I to prøver fra bane 1 ble det målt Cu/Mo  $>30$ . I de fleste prøvene der det ble målt Cu/Mo  $>10$  ble det ikke funnet kobberkonsentrasjon i gresset over grenseverdien for fôr. Dette tyder på at kobberkonsentrasjonen i gresset ikke er styrende for Cu/Mo-forholdet. De fleste stedene det ble målt høye Cu/Mo-forhold var i gress fra myrområder. Dette kan det være en naturlig forklaring på da jorden på disse områdene inneholder små mengder mineralsk materiale og dermed har lav konsentrasjon av naturlig forekommende metaller slik som molybden. Cu/Mo-forholdet i gress er en viktig faktor ved risikovurdering for kobberforgiftning av sau. Selv om kobberkonsentrasjonen er under det som tillates i sauefôr, kan en sau potensielt forgiftes om Cu/Mo-forholdet er svært høyt. Men sannsynligheten for forgiftning vil selvfølgelig være størst ved både høy kobberkonsentrasjon og høy Cu/Mo-rate. Sauer har preferanse for ikke å beite på myr, og vil derfor naturlig unngå områdene med høyest Cu/Mo-rate, i følge denne studien. Fordi det har vist seg i denne studien at Cu/Mo-raten ikke avhenger av Cu konsentrasjonen i jorda, avhenger den heller ikke av om gresset vokser på en forurenset skytebane eller ikke. Beiting på skytebaner forurenset med kobber anses derfor ikke som en forhøyet risiko for beitende sau, sammenliknet med beiting andre steder (når man kun ser på inntak via gress).

### 3.2.3 Lever

Det ble hentet leverprøver fra 61 sauer. Av disse er det ukjent hvor 30 stykker beitet, 19 stykker er antatt å ha beitet på skytefeltet, og 12 stykker er antatt å ha beitet utenfor skytefeltet. Antakelsene om beiteområder er basert på bondens viten om sauenes adferdsmønster. I vedlegg A.6 finnes analyseresultater av kobber og bly i lever fra alle sauene, mens Tabell 3.4 viser gjennomsnittskonsentrasjonene.

Tabell 3.4 Konsentrasjon av kobber og bly i lever hos lam som beitet på Hadsel (se vedlegg A.6 for full analyserapport).

		N	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Ukjent beitestet	Gjennomsnitt	30	229	1,3
	Standardavvik		231	0,7
Beiting på skytefelt	Gjennomsnitt	19	245	1,2
	Standardavvik		397	0,8
Beiting utenfor skytefelt	Gjennomsnitt	12	218	0,8
	Standardavvik		153	0,7

Det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet i prøvene var 32 %. Det ble ikke innhentet leverprøver fra kalver, da disse ikke ble slaktet før våren etter at de var tatt inn fra beitet. Det ble funnet forhøyet blykonsentrasjon (>3 mg/kg TS) i kun en av prøvene (3,7 mg/kg TS). Dette var et lam som beitet på skytefeltet. Selv om konsentrasjonen var noe høyere enn normal, var konsentrasjonen langt under det som anses som forgiftning (10 mg/kg TS). Få av lammene har fått i seg bly som har ført til en blykonsentrasjon i leveren over normalt, dette tyder på at inntaket av bly ikke er forenelig med forgiftning eller akkumulasjon.

Det ble funnet forhøyede verdier av kobber (>300 mg/kg TS) i 14 av leverprøvene, av disse var to av konsentrasjonene over det som antas som grensen for forgiftning (>1000 mg/kg TS). En av disse forgiftningsverdiene ble funnet i et lam som det er usikkert hvor har beitet og hos et lam som er antatt å ha beitet på Melbu SØF. Av verdiene over normalverdi ble 7 funnet i lam som hadde ukjent beitestet, 2 i lam som det ble antatt at beitet på skytefeltet, og tre som det ble antatt at beitet utenfor skytefeltet.

Det ble utført statistiske analyser for å finne ut om det var statistiske forskjeller på gruppen som beitet inne på skytefeltet og gruppen som beitet utenfor skytefeltet. Det ble først testet for normalitet med «Shapiro-Wilk test of normality» (SPSS), der ble det funnet varierende grad av normalitet (Tabell B.28) og det ble derfor utført både ikke-parametrisk («Shapiro-Wilk test of normality», SPSS) og parametriske (ANOVA, Excel) tester for å sammenlikne gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikans ( $p > 0,05$ ) mellom metallkonsentrasjon i lever (Pb og Cu) hos lam som hadde beitet på og utenfor skytefeltet, med hverken parametriske eller ikke-parametriske test. Selv om en del av lammene hadde høye konsentrasjoner av kobber i leveren, så var det sannsynligvis uavhengig av om de beitet på Melbu SØF eller ikke. Det stemmer også

---

---

godt med de andre funnene i dette studiet. Det ble blant annet funnet at kobberkonsentrasjonen i gress var uavhengig av kobberkonsentrasjonen i jorda, og det ble funnet kobberkonsentrasjoner i gress fra referanseområdet som oversteg grenseverdien i sauefôr fra Sveits. Disse resultatene samlet tyder på at kobberkonsentrasjonen i jord har lite å si for om dyr (her lam) akkumulerer kobber i lever, dette har sannsynligvis mer sammenheng med hvilke typer planter dyrene spiser, og hvilken type jordsmonn plantene vokser i. Kobberkonsentrasjonen i lever kan også avhenge av Cu/Mo-ratioen i planter dyrene spiser, da det ble funnet at denne var over det som anbefales i flere av planteprøvene fra Melbu (Tabell 3.3). I forsøket utført på Leksdal SØF ble det også funnet forhøyede kobberkonsentrasjoner i leveren til en del lam. Det kunne for øvrig konkluderes med at de forhøyede kobberkonsentrasjonene ikke hadde sammenheng med at lammene hadde beitet inn på SØF da det ble funnet signifikant høyere kobberkonsentrasjon i leveren til sauer som hadde beitet utenfor enn inne på SØF.

### 3.2.4 Blod

Det ble innhentet blodprøver fra 25 lam som det var forventet at beitet inne på skytefeltet, og 24 lam som det var forventet at beitet utenfor skytefeltet, både før og etter beiteperioden (etter var antall lam noe lavere pga. tap, på skytefelt: 20, utenfor skytefelt: 16). For kalver ble det ikke innhentet blodprøver på dyr som ble antatt å beite utenfor skytefeltet før beiteperioden (på grunn av en misforståelse). Gjennomsnittlig kobber- og blykonsentrasjon i blodet kan ses i Tabell 3.5. For konsentrasjon i blodet hos hvert enkelt dyr, se analyserapport i vedlegg A.5. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av kobber og bly i lamme- og kalveblod oversteg ikke det som er normalt (sau: 1,35 mg Cu/kg og 0,25 mg Pb/kg, storfe: 1,7 mg Cu/kg og 0,25 mg Pb/kg)(Tabell 1.3) hverken før eller etter beiteperioden. En del av lammene hadde kobberkonsentrasjoner over normalverdi i blodet, dette var tilfellet hos 12 lam, men alle de forhøyede verdiene ble funnet i blodprøvene tatt før dyrene ble sluppet ut på beite. Ingen av dyrene hadde forhøyet konsentrasjon av bly i blodet. Det ble utført statistiske analyser for å finne ut om det var en signifikant forskjell på metallkonsentrasjonen i blodet før og etter beiting, og hos dyr som hadde beitet i og utenfor skytefeltet. Først ble det testet for normalitet ved hjelp av «Shapiro-Wilk test of normality» (SPSS). Det ble funnet varierende grad av normalitet (Tabell B.12 og Tabell B.19), og det ble derfor utført både parametriske og ikke-parametriske tester. For å sammenlikne konsentrasjon av bly og kobber i blodet fra lam og kalver før og etter beiting ble det utført en «paret t-test» (Excel) (parametrisk) og en paret «Wilcoxon signed rank test» (SPSS) (ikke-parametrisk). Det ble funnet statistisk signifikant ( $p < 0,05$ ) høyere kobberkonsentrasjon i blod fra lam før enn etter beiting med begge de statistiske testene (Tabell B.13 og Tabell B.17). Det kan derfor tyde på at fôret dyrene har fått i denne perioden har inneholdt mer kobber enn det lammene har fått i seg ved å beite på Melbu SØF, eventuelt kan fôret ha inneholdt for lite molybden. Med paret t-test ble det ikke funnet statistisk signifikant forskjell på Cu- og Pb-konsentrasjon i blodet før og etter beiting (Tabell B.14, Tabell B.15 og Tabell B.16). Med «Wilcoxon signed rank test» ble det derimot funnet statistisk signifikant forskjell for blykonsentrasjonen i blodet til både kalv og lam før og etter beiteperioden (Tabell B.17). Det ble funnet høyere blykonsentrasjon i blodet til dyrene etter beiting enn før beiting. Dette kan tyde på at dyrene fikk i seg bly under beiting i Hadsel. Det er derimot ikke gitt at inntaket av bly utelukkende kommer fra Melbu SØF, da prøvene er hentet både fra dyr det er

antatt at beitet på skytefeltet og fra dyr det ble antatt at ikke beitet på skytefeltet. Det er ikke ukjent at dyr får i seg bly på beite fra andre kilder enn forurensede områder (Leary et al., 1970, Payne and Livesey, 2010).

For å sammenlikne kobber- og blykonsentrasjonen hos dyr antatt å beite i og utenfor skytefeltet, ble «ANOVA» (Excel)(parametrisk) og «Mann-Whitney test» (SPSS)(ikke-parametrisk) benyttet. ANOVA-testene viste ingen signifikant forskjell i metallkonsentrasjon hos lam og kalver som beitet i og utenfor skytefeltet. Ved bruk av «Mann-Whitney»-testen ble det funnet statistisk signifikant forskjell i blykonsentrasjon i blod hos kalver som beitet i og utenfor skytefeltet. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet hos kalver som var antatt å ha beitet inne på skytefeltet. Det kan derfor tyde på at kalvene fikk i seg noe bly ved å beite på Melbu SØF. Det må presiseres at ingen av kalvene hadde blykonsentrasjoner i blodet som oversteg normal konsentrasjon i blod. Det kan derfor antas at dyrene, spesielt kalver, kan få i seg noe bly ved å beite på Melbu SØF, men dette er allikevel såpass lite at det ikke vil påvirke dyrene. Fordi det heller ikke ble funnet forhøyede blykonsentrasjoner i leveren til kalvene, tyder det på at blyet ikke ble akkumulert i vesentlig grad i løpet av beitesesongen.

*Tabell 3.5 Gjennomsnittlig kobber- og blykonsentrasjon i blod hos sauer og kalver som beitet på Hadsel, både før og etter beiteperioden (se vedlegg A.5 Blod for fullstendig analyserapport).*

		Cu (mg/kg)		Pb (mg/kg)		
		Før beiting	Etter beiting	Før beiting	Etter beiting	
Lam	På skytefelt	Gjennomsnitt	1,2	0,7	0,011	0,011
		Varians	0,27	0,20	0,007	0,008
	Utenfor skytefelt	Gjennomsnitt	1,3	0,9	0,008	0,012
		Varians	0,41	0,23	0,008	0,008
Kalv	På skytefelt	Gjennomsnitt	0,5	0,6	0,01	0,02
		Varians	0,13	0,15	0,011	0,02
	Utenfor skytefelt	Gjennomsnitt	-	0,6	-	0,01
		varians	-	0,17	-	0,01

---

### 3.2.5 Avføring

Det ble målt metaller i avføring fra sauer og storfe som beitet på Melbu SØF, samt fra sauer som beitet på Kjeller innmarksbeite, Steinsjøen- og Hengsvann SØF. Sammenliknet med titankonsentrasjonen i avføringsprøvene fra en liknende studie Leksdal utført i 2016 (<50 mg/kg), ble det målt høyere konsentrasjoner av titan i noen av avføringsprøvene fra Melbu (>100 mg/kg) (Johnsen and Mariussen, 2017). Dette kan indikere at dyrene på Melbu fikk i seg mer jord enn dyrene som beiter på Leksdal, men det kan også skyldes at titankonsentrasjonen i jord på Melbu jevnt over var høyere (gjennomsnitt 4714 mg/kg) enn titankonsentrasjonen i jordprøvene fra Leksdal (gjennomsnitt 2312 mg/kg).



Tabell 3.6 Tabellen inneholder metallkonsentrasjon i avføring fra sau og storfe innsamlet fra Melbu, Hengsvann og Steinsjøen SØF. N henviser ikke til antall prøver analysert, men til antall diskrete prøver i en blandet prøver (fullstendig analyserapport kan ses i vedlegg A.3 Avføring).

		N	Ti mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg
<b>Melbu</b>					
27.06.17					
Sau	Skytehus bane 3/4	13	42 ± 8	21 ± 1	1,7 ± 0,4
	Ref. område	17	182 ± 22	23 ± 2	1,5 ± 0,2
	Målområde 3/4/5	9	56 ± 6	18 ± 2	0,5 ± 0,3
	Bane 1/2	12	52 ± 14	22 ± 2	1,3 ± 0,5
	Bane 8/9	4	108 ± 7	22 ± 1	0,9 ± 0,2
02.08.17					
Sau	Bane 3/4		58 ± 9	16 ± 1	20 ± 6
	Bane 1/2		108 ± 44	18 ± 1	1,3 ± 0,2
	Ref. område		296 ± 77	37 ± 5	10 ± 2
Storfe	Bane 1/2		166 ± 14	15 ± 2	1,3 ± 0,3
29.08.17					
Sau	Bak skytehus		14 ± 1	13 ± 1	0,9 ± 0,2
	Bane 3/4	7	29 ± 1	17 ± 1	2,9 ± 0,1
	Rundt bane 1/2		60 ± 8	18 ± 3	0,8 ± 0,2
	Ref. område	10	41 ± 11	16 ± 1	0,9 ± 0,3
Storfe	Bak skytehus		72 ± 13	11,3 ± 0,3	1,4 ± 0,1
	Bane 3/4	14	65 ± 6	11,3 ± 0,4	1,4 ± 0,1
	Rundt bane 1/2		166 ± 14	12 ± 1	1,4 ± 0,1
	Ref. område	20	53 ± 6	11 ± 0,5	1,2 ± 0,1
<b>Hengsvann</b>					
Sau	Bane 10	30	59 ± 5	24 ± 3	1,2 ± 0,1
	Ved bigård	6	56 ± 14	36 ± 4	1,5 ± 0,2
<b>Steinsjøen</b>					
Sau	Bane 4		36 ± 6	25 ± 0,2	6,7 ± 0,3
	Målområde bane 5		62 ± 8	18 ± 0,4	3,7 ± 0,3
<b>Kjeller</b>					
Sau	Innmarksbeite		150 ± 16	25 ± 0,5	1,2 ± 0,2

---

### **3.3 Beregninger**

#### **3.3.1 Jordspisingsrate**

Jordspisingsraten (Tabell 3.7) ble beregnet ved hjelp av likning (2.1), titankonsentrasjon i jorda (Tabell 3.2) og titankonsentrasjon i avføringen (Tabell 3.6). Den gjennomsnittlige titankonsentrasjonen i jordprøvene, samt titankonsentrasjonen i den samlede jordprøven (blandprøven samlet fra parkeringsplass t.o.m. skytebane) for hele området ble benyttet i beregningene. Beregningene ble utført på denne måten fordi dyrene ikke kun beiter på et område, og det lot seg ikke bestemme nøyaktig hvor dyret hadde beitet før vi plukket opp avføringen.

Tabell 3.7 Tabellen viser den beregnede jordspisingsraten for sau og storfe på Melbu, Hengsvann og Steinsjøen SØF, og innmarksbeite på Kjeller. Beregningene er utført ved å benytte likning (2.1) og data fra Tabell 3.2 og Tabell 3.6.

Avføring fra område		Samlet jordprøve fra hele området*	Gjennomsnitt av alle jordprøver
<b>Melbu</b>			
27.6.2018			
Sau	Skytehus bane 3/4	0,2 %	0,3 %
	Ref. område	0,7 %	1,2 %
	Målområde 3/4/5	0,2 %	0,4 %
	Bane 1/2	0,2 %	0,3 %
	Bane 8/9	0,4 %	0,7 %
	<i>Gjennomsnitt</i>	0,3 %	0,6 %
2.8.2018			
Sau	Bane 3/4	0,2 %	0,4 %
	Bane 1/2	0,4 %	0,7 %
	Ref. område	1,1 %	2,0 %
	<i>Gjennomsnitt</i>	0,6 %	1,0 %
Storfe	Bane 1/2	0,6 %	1,1 %
29.8.2018			
Sau	Bak skytehus	0,1 %	0,1 %
	Bane 3/4	0,1 %	0,2 %
	Bane 1/2	0,2 %	0,4 %
	Ref. område	0,2 %	0,3 %
	<i>Gjennomsnitt</i>	0,1 %	0,2 %
Storfe	Bak skytehus	0,3 %	0,5 %
	Bane 3/4	0,2 %	0,4 %
	Rundt bane 1/2	0,6 %	1,1 %
	Ref. område	0,2 %	0,3 %
	<i>Gjennomsnitt</i>	0,3 %	0,6 %
<b>Sau</b>	<b>Tot gjennomsnitt</b>	<b>0,3 %</b>	<b>0,6 %</b>
<b>Storfe</b>		<b>0,2 %</b>	<b>0,4 %</b>
<b>Hengsvann</b>			
Sau	Bane 10		0,4 %
	Ved bigård		0,3 %
<b>Steinsjøen</b>			
Sau	Bane 4		0,3 %
	Bane 5		0,6 %
<b>Kjeller</b>			
Sau	Innmarksbeite		0,8 %

\*Som beskrevet i avsnitt 2.2, blandprøve fra parkeringsplass t.o.m. hele skytebanen.

---

Som ved studiet utført på Leksdal SØF (Johnsen and Mariussen, 2017) ble det funnet svært lave jordspisingsrater på Melbu SØF; de aller fleste var <1 %, mens alle var  $\leq 2$  %. Jordspisingsraten funnet på Kjeller innmarksbeite, Hengsvann- og Steinsjøen SØF var også <1 %. Dette styrker antakelsen fra studiet på Leksdal om at jordspisingsraten som har blitt benyttet tidligere er for høy for norske forhold. Tidligere har Smith et al. (2009) funnet at medianen av jordspisingsraten til sau gjennom året på et område i Scotland var på 7,6 %. Denne varierte fra 0,1 % i sommerhalvåret (tørre forhold) til 44 % i vinterhalvåret (våte forhold). I sveits opereres det med en jordspisingsrate på 10-15 % ved tørt vær og 20-30 % ved vått vær (Rupflin and Krebs, 2015), mens Eriksen et al. (2009) benytter 5 %.

En av hypotesene før forsøket var at jordspisingsraten på innmarksbeite ville være høyere enn det som har blitt funnet for sauer som beiter i utmark. Dette var ikke tilfellet i dette studiet, men det må tas forbehold om at prøver fra innmarksbeitet kun ble hentet en gang. Det ble utført statistiske analyser, en parametriske («ANOVA», Excel) og en ikke-parametriske («Kruskal-Wallis», SPSS) test, for å finne ut om det var noen statistisk signifikans mellom jordspisingsrate funnet på forskjellige datoer. De statistiske analysene ble kun utført for sau, da det ikke ble tatt nok avføringsprøver fra storfe til å utføre statistiske analyser av resultatene. Ingen av testene fant noen signifikant forskjell mellom jordspisingsrate på forskjellige datoer. Dette kan tyde på at tid på sesongen ikke hadde noen innvirkning på jordspising. Ved alle datoene det ble hentet inn avføringsprøver på Melbu hadde det enten regnet i løpet av de siste dagene, eller det regnet dagene prøvene ble innhentet (Tabell C.1). Ingen av prøvene representerer derfor jordspising under tørre forhold. Forholdene prøvene på Melbu ble hentet under var hverken spesielt våte eller tørre, det kan derfor påstås at jordspisingsraten funnet er et godt estimat for den faktiske jordspisingsraten gjennom sesongen. Prøvene fra Hengsvann ble hentet i en relativt tørr periode, det regnet samme dagen som da prøvene ble hentet, men ikke under innsamlingen, og det er usikkert om det regnet før eller etter innsamlingen (Tabell C.2). Prøvene fra Steinsjøen ble hentet i en periode med noe regn, men ingen store mengder (Tabell C.3). Prøvene fra Kjeller ble derimot hentet i en periode der det regnet mye (Tabell C.4). Prøvene fra Kjeller ble hentet på et innmarksbeite der det er flere sau per kvadratmeter enn det som er naturlig ved utmarksbeite. Det ble derfor antatt at dette ville føre til høyere jordspisingsrate både fordi mange sauer trækker i maten og høyere beitetrykk kan føre til skrint beite. Følges antakelsene om høy jordspisingsrate ved våte forhold, skulle det forventes at jordspisingsraten på Kjeller var ytterligere økt. Selv under disse forholdene var jordspisingsraten som ble funnet på Kjeller <1 %. Dette, i tillegg til at det ikke ble funnet noen signifikant forskjell mellom jordspisingsrate på forskjellige dager, kan tyde på at jordspisingsrate (i Norge) ikke varierer like mye som tidligere antatt.

### 3.3.2 Dose

Dose ble kun beregnet for dyrene som beitet på Melbu. Fordi det ble funnet liten variasjon i jordspisingsrate både mellom dager, og mellom områder, ble gjennomsnittet for Melbu benyttet i beregningene (sau: 0,6 % og storfe: 0,4 %). Dosen metaller dyrene får i seg i løpet av et døgn ble beregnet ved å benytte likning (2.2), det ble ikke benyttet separate jordspisingsrater for tørre og våte forhold. Dosen fra gress og jord ble beregnet hver for seg for å se fra hvilken kilde dyrene potensielt fikk i seg mest metall. På bakgrunn av overvåkningsdata (viltkameraer) ble det

antatt at dyrene beitet på forurensede områder 10 % av tiden (kapittel 2.1). I beregningene ble det antatt kroppsvekt på 75 kg for sau og 600 kg for storfe, mens det ble antatt et fôrintak på 1,3 kg/dag for sau og 12 kg/dag for storfe (tørrstoff). Disse dataene er hentet fra Johnsen et al. (2016). Dosene ble beregnet på bakgrunn av den mest forurensede jordprøven og gressprøven som ble funnet for både kobber og bly (jord: 3700 mgPb/kg og 1654 mgCu/kg, gress: 53 mgPb/kg og 35 mgCu/kg). Det ble også beregnet teoretisk akutt dose, da ble det antatt at dyrene kun beitet på de mest forurensede områdene i 14 dager. Dette vil være et særdeles usannsynlig scenario, men det er tatt med for sammenlikningens skyld. Resultatene kan ses i Tabell 3.8.

Tabell 3.8 Beregnet inntatt dose kobber og bly i sau og ku, både per dag (kronisk) og for et «worst case» over 14 dager (akutt).

		Jord	Gress	Tot
Kronisk (mg/kg kv per dag)				
Kobber	Sau	0,017	0,060	0,078
	Storfe	0,013	0,070	0,083
Bly	Sau	0,039	0,091	0,13
	Storfe	0,030	0,11	0,14
Akutt (mg/kg kv per 14 dager)				
Kobber	Sau	2,4	8,4	10,8
	Storfe	1,8	9,8	11,6
Bly	Sau	5,5	12,7	18,2
	Storfe	4,2	15,4	19,6

Fordi det ble funnet relativt høye konsentrasjoner av kobber og bly i gress, i tillegg til at jordspisingsraten funnet var lav (<1 %) ble den største beregnede dosen kobber og bly inntatt via gress. Fordi det kan tyde på at den normale jordspisingsraten i Norge er lav <2 % (Tabell 3.7)(Johnsen and Mariussen, 2017), kan det tenkes at det bør fokuseres mer på metallkonsentrasjonen i planter enn i jord når det skal gjøres en risikovurdering av beitedyr i SØF. Det ble ikke funnet noen doser som oversteg verdier som antas som giftig for hverken storfe eller sau. Dette gjaldt både kobber og bly, og både ved kronisk og akutt eksponering. Disse beregningene indikerer at det ikke vil være noen risiko tilknyttet beiting på Melbu SØF.

### 3.4 Fare for mennesker

#### 3.4.1 Bær

Det ble plukket bær (krekling, blåbær, multe og tyttebær) fra banene på Melbu SØF, samt på en bane på Hengsvann SØF for å undersøke om det kan knyttes risiko til å spise bær plukket på forurensede skytefelt. Det ble funnet noe kobber i bærene. Kobber er lite giftig for mennesker og det finnes ingen grenseverdier for kobber i menneskemat. Det ble også funnet bly i noen av bærene, men blykonsentrasjonen oversteg ikke EU's grenseverdien for bly i bær på 0,2 mg/kg våtvekt (VV) (EC/1881/2006, 2006). Det antas derfor ikke å være knyttet noen risiko til å spise bær plukket på disse områdene.

Tabell 3.9 Metallkonsentrasjon i bær (TS) fra Melbu og Hengsvann SØF, tabellen inneholder også prosent tørrstoff (fullstendig analyserapport kan ses i vedlegg A.4 Bær).

Område	Dato	Bær	Cu mg/kg	Pb mg/kg	TS
Melbu					
Bane 3/4, voll	02.aug	Krekling	9	1,3	13 %
		Blåbær	6	0,2	14 %
Krekling		8	0,1	12 %	
Bane 1/2		Multe	6	0,2	13 %
		Krekling	7	0,0	13 %
Bane 1		Multer	15	0,0	18 %
Bane 8	Multer	11	0,0	13 %	
Bane 1	29.aug	Blåbær	4	0,0	13 %
Bane 3/4, voll		Tyttebær	9	0,7	14 %
		Blåbær	7	0,3	13 %
Bane 3/4, myr		Blåbær	7	0,2	13 %
Bane 1/2		Multer	8	0,0	14 %
		Blåbær	4	0,0	13 %
	Krekling	9	0,0	12 %	
Hengsvann					
Bane 3/4	28.jul	Blåbær	8	0,2	18 %

### 3.4.2 Lever

Grenseverdien i Norge og EU for bly i innmat til menneskelig konsum er 0,5 mg/kg (vv), dette tilsvarer 1,43 mg/kg (ts). Normalverdi for bly i sauelever anses for å være <3 mg/kg (NAS, 1980). Det betyr at selv om blykonsentrasjonen i lever er innenfor det som anses som normalt, vil det kunne være over grenseverdien for menneskelig konsum. I denne studien ble det funnet blykonsentrasjon over 1,43 mg/kg (ts) i 18/60 prøver. Dette var i lever fra sauer som både hadde beitet inne på og utenfor skytefeltet. Det kan ikke utelukkes at lever fra disse sauene ikke egner seg til menneskelig konsum.

## 3.5 Samlet diskusjon

### 3.5.1 Risikovurdering

På Melbu SØF er det en del områder der jorden er sterkt forurenset, spesielt med bly, men også med kobber. På et av disse områdene (målområde bane 3/4/5/6) passerte en del dyr (sau og storfe) i løpet av døgnet. Det ble funnet svært lave jordspisingsrater i denne studien, dette

---

---

innebærer at det er lite risiko knyttet til at dyr beiter på områder med høye metallkonsentrasjoner i jorden. På grunn av denne lave jordspisingsraten, ble det funnet at beregnet dose et dyr vil kunne få i seg fra jord ved kun å beite på et forurenset område, var svært liten, og oversteg ikke grenser for hverken kronisk (per døgn) eller akutt (per 14 dager) forgiftning (for hverken kobber eller bly). Det ble funnet høye konsentrasjoner av bly i gress (over grenseverdier i grønnfôr) på et av de mest forurensede områdene (målområde bane 3/4/5/6). Det så også ut som om blykonsentrasjonen i gresset korrelerte med blykonsentrasjonen i jorden. Det kan derfor tenkes at om dyr beiter svært mye i områder med mye blyforurensing, vil de kunne få i seg høye doser gjennom gresset, selv om jordspisingsraten er lav. I doseberegningene utført i denne studien, ble det funnet at dyrene generelt fikk i seg mer kobber og bly gjennom gress enn gjennom inntak av jord. Men selv med beregninger der det ble antatt at dyrene beitet på de mest forurensede områdene 10 % av tiden, oversteg ikke dosen den verdien som antas som giftig for hverken sau, lam, kalv eller ku. Områder som er svært forurenset (pga. skyteaktivitet) er også stort sett av begrenset størrelse (noen m<sup>2</sup>), det vil derfor være svært begrenset hvor lenge et dyr kan beite kun på disse områdene. Det ble også beregnet dose for en tenkt akutt forgiftning, der dyrene beitet kun på det mest forurensede området i 14 dager. Selv med dette urealistiske scenarioet oversteg ikke beregnet dose det som antas som akutt gifting for hverken sau eller storfe (for hverken kobber eller bly). Det tyder på at selv om områder på skytebaner kan være svært forurenset er jordspisingsraten og akkumulasjonen av bly (og kobber) i gress såpass lav, at det allikevel ikke vil være noen risiko at beitende dyr har tilgang til området. Disse antakelsene ble støttet av blykonsentrasjon i blod og lever. Det ble ikke funnet forhøyede blykonsentrasjoner over normalverdi i hverken blod eller lever hos hverken lam eller kalv. Det ble funnet en liten signifikant forskjell i blykonsentrasjon i blod før og etter beiting hos lam, og hos kalver som hadde beitet i og utenfor skytebanen. Dette tyder på at dyrene kan få i seg noe bly ved å beite på områdene, men at konsentrasjonene er såpass lave at det ikke vil være noen risiko for forgiftning.

Fordi jordspisingsraten funnet i dette forsøket, samt av Johnsen et al. (2018) (og Johnsen and Mariussen (2017)) var lav (<2 %), ble det funnet at kobberinntak hos sau og storfe i liten grad var avhengig av kobberkonsentrasjonen i jorda. Både fordi det ikke ble funnet noen sammenheng mellom kobberkonsentrasjon i gress og jord og fordi jordspisingsraten var lav. Hvis man kun ser på kobber fra jord, og benytter de samme beregningsparametere som i avsnitt 3.3.2, må jordspisingsraten være så høy som 70 % for at den kroniske kobberforgiftningsdosen (20 mg/kg kv per dag) skal nås. Antas det derimot at dyrene beites 100 % på det mest forurensede området, nås denne dosen ved en jordspisingsrate på 7 %. Å utføre en risikovurdering for kobberforurensning med tanke på beitende dyr, vil derfor, i følge denne studien, ikke være nødvendig. Dette støttes av blod- og leverprøver innhentet fra dyr som beitet på Melbu SØF. Det ble funnet forhøyde kobberkonsentrasjoner i blodet til flere lam, men det var før de ble sluppet ut på beite. Etter beiteperioden ble det ikke funnet forhøyede kobberkonsentrasjoner hos noen av dyrene. Det ble også funnet forhøyet kobberkonsentrasjon i leveren til noen av lammene, men det var ingen signifikant forskjell på konsentrasjonen i leveren til dyrene som hadde beitet i og utenfor skytefeltet. Dette tyder på at kobberforgiftning kan være et problem for sauene i dette området, men det har ingen sammenheng med kobberforurensingen på Melbu SØF. Det er mer sannsynlig at de forhøyde

---

kobberkonsentrasjonene i blod og lever stammer fra fôret lammene har fått på gården før de ble sluppet på beite, kombinert med generelt høy Cu/Mo-rate og stedvis høy kobberkonsentrasjon i gresset på Melbu.

Dette studiet tyder også på at det heller ikke er noen risiko knyttet til å spise bær plukket på forurensede skytebaner.

## 4 Konklusjon

Fra dette studiet, sammen med studien utført av Johnsen and Mariussen (2017), kan det konkluderes med at jordspisingsraten i Norge ser ut til å være svært mye lavere (<2 %) enn det som tidligere har blitt antatt (5-30 %). Jordspisingsraten for sau har blitt beregnet basert på undersøkelser fra fem beiteområder, hvorav prøver ble tatt 3 ganger i løpet av sesongen på et av stedene (Melbu). Jordspisingen varierte ubetydelig mellom lokasjon, tid på året og type beite (utmark eller innmark). Jordspisingsrate ser derfor ut til å være mindre avhengig av vær, årstid og lokasjon enn tidligere antatt.

Konsentrasjon av bly i gress så ut til å korrelere med blykonsentrasjonen i jorda det vokste i. Dette så derimot ikke ut til å være tilfellet for kobber. Med lav jordspisingsrate er det derfor ikke hensiktsmessig å risikovurdere for kobber på SØF med hensyn på beitende dyr.

Dyrene som beitet på blyforurensede områder, så ut til å kunne få i seg bly. Blyinntaket var ikke så høyt at det var risiko for forgiftning, da konsentrasjon i blod og lever hos lam og kalver som hadde beitet på SØF var innenfor normalverdier.

Både sau og storfe beitet på områder som var forurenset, men overvåkning med GPS og viltkameraer viste at dyrene ikke ble spesifikt tiltrukket disse områdene. Sauene beitet lite på myrlagte områder, og svært forurensede områder som ligger på myr vil derfor ikke utgjøre en risiko for sau.

En samlet vurdering ut i fra resultatene funnet ved dette studiet, samt studiet til Johnsen and Mariussen (2017) på Leksdalen, viser at det er minimal risiko å ha beitedyr på skytefelt, selv der området er svært forurenset. Dette skyldes i hovedsak 4 ting: jordspisingsraten er lav, dyrene tiltrekkes ikke spesifikt forurensede områder, akkumulasjon av metaller i gress er lav og de områdene som er svært forurensede er små.



---

---

## Referanser

- 2002/32/EC & DIRECTIVE 2002. DIRECTIVE 2002/32/EC Of the European Parliament and of the Council - On undesirable substances in animal feed. *Official Journal of the European Communities*.
- BLAKLEY, B. R. 2013. *Overview of Lead Poisoning* [Online]. The Merck Veterinary Manual. Available: [http://www.merckvetmanual.com/mvm/toxicology/lead\\_poison](http://www.merckvetmanual.com/mvm/toxicology/lead_poison) [Accessed 15.03. 2016].
- BRADLEY, C. H. 1993. Copper poisoning in a dairy herd fed a mineral supplement. *Can Vet J*, 34, 287-92.
- BUCK, W. B. & SHARMA, R. M. 1969. Copper Toxicity in Sheep. *Iowa State University Veterinarian*, 31, 4-8.
- CHAMBERS, F. M., BEILMAN, D. & YU, Z. 2011. Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics. *Mires and Peat*, 7, 1-10.
- EC/1881/2006 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006, Setting maximum levels for certain contaminations in foodstuffs.
- ERIKSEN, G. S., AMUNDSEN, C. E., BERNHOFT, A., EGGEN, T., GRAVE, K., HALLING-SØRENSEN, B., KÄLLQVIST, T., SOGN, T. & SVERDRUP, L. 2009. Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on norwegian soils - Opinion of the Panel on Contaminants in the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Vitenskapskomiteen for mattrygghet, VKM.
- FÔRVAREFORSKRIFTEN 2002. Forskrift om fôrvarer. In: FISKERIDEPARTEMENTET, N.-O. & MATDEPARTEMENTET, L.-O. (eds.) *FOR-2002-11-07-1290*.
- HARRINGTON, J. M., YOUNG, D. J., ESSADER, A. S., SUMNER, S. J. & LEVINE, K. E. 2014. Analysis of Human Serum and Whole Blood for Mineral Content by ICP-MS and ICP-OES: Development of a Mineralomics Method. *Biological Trace Element Research*, 160, 132-142.
- HERLING, A. H. & ANDERSSON, I. 1996. Soil ingestion in farm animals - A review. Sveriges lantbruksuniversitet, Institut för jordbrukets biosystem och teknologi: Sveriges lantbruksuniversitet, Institut för jordbrukets biosystem och teknologi.
- HIDIROGLOU, M., HEANEY, D. P. & HARTIN, K. E. 1984. Copper Poisoning in a Flock of Sheep. Copper Excretion Patterns after Treatment with Molybdenum and Sulfur or Penicillamine. *Can Vet J*, 25, 377-82.
- J. POWELL, K., L. BROWN, P., BYRNE, R., GAJDA, T., HEFTER, G., SJÖBERG, S. & WANNER, H. 2007. *Chemical speciation of environmentally significant metals with inorganic ligands. PART 2: The Cu<sup>2+</sup>-OH<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> systems (IUPAC Technical Report)*.
- JOHNSEN, I. V. & MARIUSSEN, E. 2017. Overvåking av sauer på Leksdal skyte- og øvingsfelt.
- JOHNSEN, I. V., MARIUSSEN, E. & VOIE, Ø. 2016. Beitedyr på skyte- og øvingsfelt - Eksposering og effekter av de ammunisjonsrelaterte metallene kobber og bly - en litteraturstudie.
- JOHNSEN, I. V., MARIUSSEN, E. & VOIE, Ø. 2018. Assessment of intake of copper and lead by sheep grazing on a shooting range for small arms: a case study. *Environmental Science and Pollution Research*.
- LEARY, S. L., BUCK, W. B., LLOYD, W. E. & OSWEILER, G. D. 1970. Epidemiology of Lead Poisoning in Cattle. *Iowa State University Veterinarian*, 32, 112-117.

- 
- MAYLAND, H. F., FLORENCE, A. R., ROSENAU, R. C., LAZAR, V. A. & A., T. H. 1975. Soil ingestion by cattle on semiarid range as reflected by titanium analysis of feces. *Journal of range management*, 28, 448-452.
- MILJØDIREKTORATET 2009. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn TA-2553/2009: Statens forurensningstilsyn.
- NAS 1980. *Mineral tolerance of domestic animals*, Washington D.C., National Academy of Science.
- ORUC, H. H., CENGIZ, M. & BESKAYA, A. 2009. Chronic Copper Toxicosis in Sheep Following the Use of Copper Sulfate as a Fungicide on Fruit Trees. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21, 540-543.
- OTTESEN, R. T., BOGEN, J., BØLVIKEN, B., VOLDEN, T. & HAUGLUND, T. 2000. *Geochemical atlas of Norway, part 1: Chemical composition of overbank sediments*, Geological survey of Norway (NGU) and The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE).
- PAYNE, J. & LIVESEY, C. T. 2010. Lead poisoning in sheep and cattle. *In Practice*, 32, 64-69.
- PERRIN, D. J., SCHIEFER, H. B. & BLAKLEY, B. R. 1990. Chronic copper toxicity in a dairy herd. *Can Vet J*, 31, 629-32.
- RUPFLIN, C. & KREBS, R. 2015. Gefährdungsabschätzung auf militärischen schiessplätzen mit graslandnutzung. Armasuisse immobilien.
- SIVERTSEN, T., LIERHAGEN, S., WAALER, T., BERHOFT, A., GARMO, T. H. & STEINNES, E. Sporelementer i lever fra sau, lam og kjøttfe i Norge – variasjon etter beitestet og andre faktorer. Husdyrforsøksmøte, 2009. 519-522.
- SMITH, K. M., ABRAHAMS, P. W., DAGLEISH, M. P. & STEIGMAJER, J. 2009. The intake of lead and associated metals by sheep grazing mining-contaminated floodplain pastures in mid-Wales, UK: I. Soil ingestion, soil-metal partitioning and potential availability to pasture herbage and livestock. *Sci Total Environ*, 407, 3731-9.
- VATLAND, A. 2016. Melbu/Haugtuva SØF, Hadsel kommune - Revidert risikovurdering og tiltaksplan. COWI.
- VILLAR, D., CARSON, T. L., JANKE, B. H., PALLARÉSD, F. J., FERNÁNDEZ, G. & KINKER, J. A. 2002. Retrospective Study of Chronic Copper POisoning in Sheep. *An Vet (murcia)*, 18, 53-60.
- VOIE, Ø., ROSEF, L., REKDAL, Y. & LONGVA, K. S. 2010. Beitekvalitet i skyte- og øvingsfelt. FFI-rapport 2010/00499.

---

## **Vedlegg**

### **A Analyserapporter, metaller**

#### **A.1 Jord**



## Analyserapport

Oppdragsgiver:

Antall prøver: 45

Anmerkninger: Analyse av jord

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse- parametere	Metode identitet	Måleområde µg/l
Titan, Ti	A1	0,1-1000
Kobber, Cu	A1	0,1-1000
Sink, Zn	A1	0,1-1000
Antimon, Sb	A1	0,1-1000
Bly, Pb	A1	0,1-1000

Denne analyserapporten består av i alt 4 sider. Analyserapportengjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 12.06.18

Ida Vaa Johnsen



## ANALYSE AV METALLER

Instrument: ICP-MS, Thermo Xseries 2

Operator: Ida Vaa Johnsen

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
17-477-1	Melbu, Bane 3/4, forann standplass
17-477-2	Melbu, Bane 3/4, forann standplass
17-477-3	Melbu, Bane 3/4, forann standplass
17-478-1	Melbu, Bane 3/4, voll
17-478-2	Melbu, Bane 3/4, voll
17-478-3	Melbu, Bane 3/4, voll
17-479-1	Melbu, Bane 3/4, mellom voller
17-479-2	Melbu, Bane 3/4, mellom voller
17-479-3	Melbu, Bane 3/4, mellom voller
17-480-1	Melbu, Bane 3/4, myr
17-480-2	Melbu, Bane 3/4, myr
17-480-3	Melbu, Bane 3/4, myr
17-481-1	Melbu, Bane 1
17-481-2	Melbu, Bane 1
17-481-3	Melbu, Bane 1
17-482-1	Melbu, Bane 2
17-482-2	Melbu, Bane 2
17-482-3	Melbu, Bane 2
17-483-1	Melbu, Bane 8
17-483-2	Melbu, Bane 8
17-483-3	Melbu, Bane 8
17-484-1	Melbu, Referanseområde
17-484-2	Melbu, Referanseområde
17-484-3	Melbu, Referanseområde
17-541-1	Melbu, Hele området
17-541-2	Melbu, Hele området
17-541-3	Melbu, Hele området
17-506-1	Hengsvann, Nedenfor bane 10
17-506-2	Hengsvann, Nedenfor bane 10
17-506-3	Hengsvann, Nedenfor bane 10
17-507-1	Hengsvann, Ved bifarm
17-507-2	Hengsvann, Ved bifarm
17-507-3	Hengsvann, Ved bifarm
17-508-1	Hengsvann, Målområde bane 3

Analyse av metaller



17-508-2	Hengsvann, Målområde bane 3
17-508-3	Hengsvann, Målområde bane 3
17-514-1	Steinsjøen, Bane 4
17-514-2	Steinsjøen, Bane 4
17-514-3	Steinsjøen, Bane 4
17-515-1	Steinsjøen, Bane 5
17-515-2	Steinsjøen, Bane 5
17-515-3	Steinsjøen, Bane 5
17-520-1	Kjeller, Innmarksbeite
17-520-2	Kjeller, Innmarksbeite
17-520-3	Kjeller, Innmarksbeite

FFI-nr.	Ti µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g	Sb µg/g	Pb µg/g
17-477-1	8117	59	340	2,7	148
17-477-2	7693	62	331	2,5	157
17-477-3	8154	63	349	2,7	145
17-478-1	11278	149	219	119	2303
17-478-2	10623	160	231	88	2121
17-478-3	9658	159	221	82	2087
17-479-1	10234	95	223	28	836
17-479-2	8726	82	193	24	736
17-479-3	9967	96	228	31	854
17-480-1	155	1114	217	205	4488
17-480-2	129	868	174	150	3342
17-480-3	119	948	161	147	3268
17-481-1	128	1323	202	121	2205
17-481-2	82	1063	163	99	1784
17-481-3	86	1106	164	97	1799
17-482-1	927	27	35	1,0	25
17-482-2	1058	27	37	0,8	26
17-482-3	992	28	36	0,9	25
17-483-1	1176	1335	302	236	1668
17-483-2	1532	2296	455	310	2145
17-483-3	1108	1332	296	225	1524
17-484-1	7893	20	167	0,6	26
17-484-2	5575	19	115	0,6	18
17-484-3	7725	20	158	0,6	25
17-541-1	7972	42	309	8	251

Analyse av metaller



17-541-2	7468	38	290	7	249
17-541-3	8366	42	325	10	280
17-506-1	4599	18	127	1,3	34
17-506-2	7063	27	187	1,7	52
17-506-3	6446	26	175	1,5	49
17-507-1	3787	21	67	1,1	23
17-507-2	3368	20	61	1,0	21
17-507-3	4519	24	80	1,6	27
17-508-1	995	639	193	121	1494
17-508-2	939	809	207	130	1695
17-508-3	868	642	198	121	1612
17-514-1	3191	118	96	82	919
17-514-2	2578	95	82	87	927
17-514-3	3482	117	107	114	1255
17-515-1	2288	44	51	157	1345
17-515-2	3617	62	83	24	333
17-515-3	3321	64	80	22	311
17-520-1	3692	26	127	0,5	26
17-520-2	3280	25	128	0,5	25
17-520-3	3261	25	119	0,4	24

## A.2 Gress



Forsvarets forskningsinstitutt  
Avdeling Totalforsvar

Dato: 12.06.18

Analyserapport

Side 1 av 11

# Analyserapport

Oppdragsgiver:

Antall prøver: 177

Anmerkninger: Analyse av gress

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse- parametere	Metode identitet	Måleområde µg/l
Kobber, Cu	A1	0,1-1000
Sink, Zn	A1	0,1-1000
Molybden, Mo	A1	0,1-1000
Antimon, Sb	A1	0,1-1000
Bly, Pb	A1	0,1-1000

Denne analyserapporten består av i alt 11 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 12.06.18

Ida Vaa Johnsen

Saksbehandler: Ida Vaa Johnsen      Innvalg : 63 80 78 04      Telefax: 63 80 75 09      Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA  
Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller      Sentralbord: 63 80 70 00      Mil retn nr: 0505      Bankgiro: 7101.05.00030  
Postgiro: 0801 5045745





## ANALYSE AV METALLER

Instrument: ICP-MS, Thermo Xseries 2

Operatør: Ida Vaa Johnsen

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
17-591-1	Melbu, Bane 3/4, Voll, 29.08.17, uvasket
17-591-2	Melbu, Bane 3/4, Voll, 29.08.17, uvasket
17-591-3	Melbu, Bane 3/4, Voll, 29.08.17, uvasket
17-591v-1	Melbu, Bane 3/4, Voll, 29.08.17, vasket
17-591v-2	Melbu, Bane 3/4, Voll, 29.08.17, vasket
17-591v-3	Melbu, Bane 3/4, Voll, 29.08.17, vasket
17-592-1	Melbu, Bane 3/4, Myr, 29.08.17, uvasket
17-592-2	Melbu, Bane 3/4, Myr, 29.08.17, uvasket
17-592-3	Melbu, Bane 3/4, Myr, 29.08.17, uvasket
17-592v-1	Melbu, Bane 3/4, Myr, 29.08.17, vasket
17-592v-2	Melbu, Bane 3/4, Myr, 29.08.17, vasket
17-592v3	Melbu, Bane 3/4, Myr, 29.08.17, vasket
17-593-1	Melbu, Bane 3/4, Mellom veller, 29.08.17, uvasket
17-593-2	Melbu, Bane 3/4, Mellom veller, 29.08.17, uvasket
17-593-3	Melbu, Bane 3/4, Mellom veller, 29.08.17, uvasket
17-593v-1	Melbu, Bane 3/4, Mellom veller, 29.08.17, vasket
17-593v-2	Melbu, Bane 3/4, Mellom veller, 29.08.17, vasket
17-592v-3	Melbu, Bane 3/4, Mellom veller, 29.08.17, vasket
17-594-1	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 29.08.17, uvasket
17-594-2	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 29.08.17, uvasket
17-594-3	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 29.08.17, uvasket
17-594v-1	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 29.08.17, vasket
17-594v-2	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 29.08.17, vasket
17-594v-3	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 29.08.17, vasket
17-463-1	Melbu, Bane 3/4, Voll, 27.06.17, uvasket
17-463-2	Melbu, Bane 3/4, Voll, 27.06.17, uvasket
17-463-3	Melbu, Bane 3/4, Voll, 27.06.17, uvasket
17-463v-1	Melbu, Bane 3/4, Voll, 27.06.17, vasket
17-463v-2	Melbu, Bane 3/4, Voll, 27.06.17, vasket
17-463v-3	Melbu, Bane 3/4, Voll, 27.06.17, vasket
17-464-1	Melbu, Bane 3/4, Myr, 27.06.17, uvasket
17-464-2	Melbu, Bane 3/4, Myr, 27.06.17, uvasket
17-464-3	Melbu, Bane 3/4, Myr, 27.06.17, uvasket
17-464v-1	Melbu, Bane 3/4, Myr, 27.06.17, vasket

Analyse av metaller



17-464v-2	Melbu, Bane 3/4, Myr, 27.06.17, vasket
17-464v-3	Melbu, Bane 3/4, Myr, 27.06.17, vasket
17-465-1	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 27.06.17, uvasket
17-465-2	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 27.06.17, uvasket
17-465-3	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 27.06.17, uvasket
17-465v-1	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 27.06.17, vasket
17-465v-2	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 27.06.17, vasket
17-465v-3	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 27.06.17, vasket
17-466-1	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 27.06.17, uvasket
17-466-2	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 27.06.17, uvasket
17-466-3	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 27.06.17, uvasket
17-466v-1	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 27.06.17, vasket
17-466v-2	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 27.06.17, vasket
17-466v-3	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 27.06.17, vasket
17-485-1	Melbu, Bane 3/4, Voll, 02.08.17, uvasket
17-485-2	Melbu, Bane 3/4, Voll, 02.08.17, uvasket
17-485-3	Melbu, Bane 3/4, Voll, 02.08.17, uvasket
17-485v-1	Melbu, Bane 3/4, Voll, 02.08.17, vasket
17-485v-2	Melbu, Bane 3/4, Voll, 02.08.17, vasket
17-485v-3	Melbu, Bane 3/4, Voll, 02.08.17, vasket
17-486-1	Melbu, Bane 3/4, Myr, 02.08.17, uvasket
17-486-2	Melbu, Bane 3/4, Myr, 02.08.17, uvasket
17-486-3	Melbu, Bane 3/4, Myr, 02.08.17, uvasket
17-486v-1	Melbu, Bane 3/4, Myr, 02.08.17, vasket
17-486v-2	Melbu, Bane 3/4, Myr, 02.08.17, vasket
17-486v-3	Melbu, Bane 3/4, Myr, 02.08.17, vasket
17-487-1	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 02.08.17, uvasket
17-487-2	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 02.08.17, uvasket
17-487-3	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 02.08.17, uvasket
17-487v-1	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 02.08.17, vasket
17-487v-2	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 02.08.17, vasket
17-487v-3	Melbu, Bane 3/4, Mellom voller, 02.08.17, vasket
17-488-1	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 02.08.17, uvasket
17-488-2	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 02.08.17, uvasket
17-488-3	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 02.08.17, uvasket
17-488v-1	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 02.08.17, vasket
17-488v-2	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 02.08.17, vasket
17-488v-3	Melbu, Bane 3/4, Foran standplass, 02.08.17, vasket



17-471-1	Melbu, Bane 1, Blandede planter, 27.06.17, uvasket
17-471-2	Melbu, Bane 1, Blandede planter, 27.06.17, uvasket
17-471-3	Melbu, Bane 1, Blandede planter, 27.06.17, uvasket
17-471v-1	Melbu, Bane 1, Blandede planter, 27.06.17, vasket
17-471v-2	Melbu, Bane 1, Blandede planter, 27.06.17, vasket
17-471v-3	Melbu, Bane 1, Blandede planter, 27.06.17, vasket
17-467-1	Melbu, Bane 2, 27.06.17, uvasket
17-467-2	Melbu, Bane 2, 27.06.17, uvasket
17-467-3	Melbu, Bane 2, 27.06.17, uvasket
17-467v-1	Melbu, Bane 2, 27.06.17, vasket
17-467v-2	Melbu, Bane 2, 27.06.17, vasket
17-467v-3	Melbu, Bane 2, 27.06.17, vasket
17-468-1	Melbu, Bane 1, 27.06.17, uvasket
17-468-2	Melbu, Bane 1, 27.06.17, uvasket
17-468-3	Melbu, Bane 1, 27.06.17, uvasket
17-468v-1	Melbu, Bane 1, 27.06.17, vasket
17-468v-2	Melbu, Bane 1, 27.06.17, vasket
17-468v-3	Melbu, Bane 1, 27.06.17, vasket
17-490-1	Melbu, Bane 2, 02.08.17, uvasket
17-490-2	Melbu, Bane 2, 02.08.17, uvasket
17-490-3	Melbu, Bane 2, 02.08.17, uvasket
17-490v-1	Melbu, Bane 2, 02.08.17, vasket
17-490v-2	Melbu, Bane 2, 02.08.17, vasket
17-490v-3	Melbu, Bane 2, 02.08.17, vasket
17-489-1	Melbu, Bane 1, 02.08.17, uvasket
17-489-2	Melbu, Bane 1, 02.08.17, uvasket
17-489-3	Melbu, Bane 1, 02.08.17, uvasket
17-489v-1	Melbu, Bane 1, 02.08.17, vasket
17-489v-2	Melbu, Bane 1, 02.08.17, vasket
17-489v-3	Melbu, Bane 1, 02.08.17, vasket
17-589-1	Melbu, Bane 1, 29.08.17, uvasket
17-589-2	Melbu, Bane 1, 29.08.17, uvasket
17-589-3	Melbu, Bane 1, 29.08.17, uvasket
17-589v-1	Melbu, Bane 1, 29.08.17, vasket
17-589v-2	Melbu, Bane 1, 29.08.17, vasket
17-589v-3	Melbu, Bane 1, 29.08.17, vasket
17-590-1	Melbu, Bane 2, 29.08.17, uvasket
17-590-2	Melbu, Bane 2, 29.08.17, uvasket



17-590-3	Melbu, Bane 2, 29.08.17, uvasket
17-590v-1	Melbu, Bane 2, 29.08.17, vasket
17-590v-2	Melbu, Bane 2, 29.08.17, vasket
17-590v-3	Melbu, Bane 2, 29.08.17, vasket
17-469v-1	Melbu, Bane 8, 27.06.17, vasket
17-469v-2	Melbu, Bane 8, 27.06.17, vasket
17-469v-3	Melbu, Bane 8, 27.06.17, vasket
17-491-1	Melbu, Bane 8, 02.08.17, uvasket
17-491-2	Melbu, Bane 8, 02.08.17, uvasket
17-491-3	Melbu, Bane 8, 02.08.17, uvasket
17-491v-1	Melbu, Bane 8, 02.08.17, vasket
17-491v-2	Melbu, Bane 8, 02.08.17, vasket
17-491v-3	Melbu, Bane 8, 02.08.17, vasket
17-595-1	Melbu, Bane 8, 29.08.17, uvasket
17-595-2	Melbu, Bane 8, 29.08.17, uvasket
17-595-3	Melbu, Bane 8, 29.08.17, uvasket
17-595v-1	Melbu, Bane 8, 29.08.17, vasket
17-595v-2	Melbu, Bane 8, 29.08.17, vasket
17-595v-3	Melbu, Bane 8, 29.08.17, vasket
17-596-1	Melbu, Referanseområde, 30.08.17, uvasket
17-596-2	Melbu, Referanseområde, 30.08.17, uvasket
17-596-3	Melbu, Referanseområde, 30.08.17, uvasket
17-596v-1	Melbu, Referanseområde, 30.08.17, vasket
17-596v-2	Melbu, Referanseområde, 30.08.17, vasket
17-596v-3	Melbu, Referanseområde, 30.08.17, vasket
17-492-1	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, uvasket
17-492-2	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, uvasket
17-492-3	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, uvasket
17-492v-1	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, vasket
17-492v-2	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, vasket
17-492v-3	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, vasket
17-470-1	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, uvasket
17-470-2	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, uvasket
17-470-3	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, uvasket
17-470v-1	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, vasket
17-470v-2	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, vasket
17-470v-3	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, vasket
17-504-1	Hengsvann, Bane 10, 28.07.17, uvasket



17-504-2	Hengsvann, Bane 10, 28.07.17, uvasket
17-504-3	Hengsvann, Bane 10, 28.07.17, uvasket
17-504v-1	Hengsvann, Bane 10, 28.07.17, vasket
17-504v-2	Hengsvann, Bane 10, 28.07.17, vasket
17-504v-3	Hengsvann, Bane 10, 28.07.17, vasket
17-505-1	Hengsvann, Ved bifarm, 28.07.17, uvasket
17-505-2	Hengsvann, Ved bifarm, 28.07.17, uvasket
17-505-3	Hengsvann, Ved bifarm, 28.07.17, uvasket
17-505v-1	Hengsvann, Ved bifarm, 28.07.17, vasket
17-505v-2	Hengsvann, Ved bifarm, 28.07.17, vasket
17-505v-3	Hengsvann, Ved bifarm, 28.07.17, vasket
17-512-1	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17, uvasket
17-512-2	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17, uvasket
17-512-3	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17, uvasket
17-512v-1	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17, vasket
17-512v-2	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17, vasket
17-512v-3	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17, vasket
17-513-1	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17, uvasket
17-513-2	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17, uvasket
17-513-3	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17, uvasket
17-513v-1	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17, vasket
17-513v-2	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17, vasket
17-513v-3	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17, vasket
17-518-1	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17, uvasket
17-518-2	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17, uvasket
17-518-3	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17, uvasket
17-518v-1	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17, vasket
17-518v-2	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17, vasket
17-518v-3	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17, vasket



FFI-nr.	Cu µg/g	Zn µg/g	Mo µg/g	Sb µg/g	Pb µg/g
17-591-1	15	65	2,2	1,0	44
17-591-2	17	73	2,5	1,1	47
17-591-3	14	64	2,1	1,0	40
17-591v-1	17	71	3,5	0,5	43
17-591v-2	30	123	6,2	0,9	81
17-591v-3	13	51	2,6	0,5	35
17-592-1	8	75	0,9	0,2	1
17-592-2	9	82	0,9	0,2	1
17-592-3	9	90	1,0	0,2	1
17-592v-1	13	94	1,5	0,3	3
17-592v-2	15	110	2,0	0,3	4
17-592v-3	13	93	1,7	0,2	3
17-593-1	14	76	3	1	53
17-593-2	13	70	2	1	56
17-593-3	11	69	3	1	46
17-593v-1	11	51	3	1	45
17-593v-2	9	45	2	0	39
17-593v-3	8	43	2	0	39
17-594-1	11	54	2	0	2
17-594-2	13	63	2	0	2
17-594-3	11	56	2	0	2
17-594v-1	10	45	3	0	3
17-594v-2	12	53	3	0	4
17-594v-3	11	48	3	0	3
17-463-1	10	38	2	0	34
17-463-2	9	35	2	0	30
17-463-3	9	32	2	0	28
17-463v-1	11	40	1	0	23
17-463v-2	11	39	1	0	21
17-463v-3	11	38	1	0	20
17-464-1	12	45	1	0	9
17-464-2	12	47	1	0	12
17-464-3	15	56	1	0	15
17-464v-1	11	52	3	0	30
17-464v-2	9	47	2	0	30
17-464v-3	10	50	3	0	33
17-465-1	18	83	2	0	3
17-465-2	15	73	2	0	3



17-465-3	11	55	1	0	2
17-465v-1	14	71	1	0	3
17-465v-2	15	74	1	0	4
17-465v-3	13	69	1	0	2
17-466-1	15	74	2	0	1
17-466-2	15	70	2	0	1
17-466-3	14	70	2	0	1
17-466v-1	22	49	5	0	1
17-466v-2	33	73	6	0	2
17-466v-3	35	77	7	0	2
17-485-1	16	47	2	1	48
17-485-2	12	44	2	0	40
17-485-3	13	45	2	0	41
17-485v-1	8	35	1	0	29
17-485v-2	8	35	1	0	31
17-485v-3	8	34	1	0	29
17-486-1	12	37	3	0	17
17-486-2	13	41	3	0	19
17-486-3	15	47	4	0	23
17-486v-1	8	41	2	0	22
17-486v-2	10	50	2	0	25
17-486v-3	9	47	2	0	24
17-487-1	7	56	0	0	4
17-487-2	5	42	0	0	3
17-487-3	6	47	0	0	3
17-487v-1	8	44	1	0	2
17-487v-2	8	45	1	0	2
17-487v-3	9	48	1	0	2
17-488-1	10	54	1	0	2
17-488-2	9	50	1	0	2
17-488-3	11	56	2	0	2
17-488v-1	15	44	2	0	4
17-488v-2	15	45	2	0	4
17-488v-3	15	44	2	0	3
17-471-1	8	19	0	0	2
17-471-2	13	31	0	0	3
17-471-3	12	29	0	0	3
17-471v-1	13	25	1	1	10
17-471v-2	16	28	1	2	11
17-471v-3	17	34	1	2	13

Analyse av metaller



17-467-1	7	35	1	0,2	0,3
17-467-2	7	38	1	0,2	0,4
17-467-3	6	32	0	0,1	0,3
17-467v-1	11	44	2	0,2	0,4
17-467v-2	14	49	3	0,2	0,5
17-467v-3	7	28	1	0,1	0,3
17-468-1	18	61	1	0	6
17-468-2	21	62	1	0	6
17-468-3	20	64	1	0	6
17-468v-1	21	49	1	0	7
17-468v-2	16	39	1	0	6
17-468v-3	18	41	1	0	6
17-490-1	6	25	2	0	0
17-490-2	6	25	2	0	0
17-490-3	6	24	2	0	0
17-490v-1	7	25	2	0	1
17-490v-2	7	25	2	0	1
17-490v-3	6	22	1	0	1
17-489-1	16	71	0	0,1	2,1
17-489-2	16	74	0	0,1	2,0
17-489-3	14	63	0	0,1	1,7
17-489v-1	8	45	1	0,1	0,8
17-489v-2	8	44	1	0,1	0,8
17-489v-3	8	43	1	0,1	0,8
17-589-1	8	70	1	0	1
17-589-2	9	78	1	0	1
17-589-3	8	65	0	0	1
17-589v-1	12	74	1	0	1
17-589v-2	12	77	1	0	1
17-589v-3	11	68	1	0	1
17-590-1	5	35	2	0	0
17-590-2	5	38	2	0	0
17-590-3	5	35	1	0	0
17-590v-1	17	41	4	0	0
17-590v-2	14	36	3	0	0
17-590v-3	12	31	3	0	0
17-469v-1	13	48	1	0	2
17-469v-2	14	51	1	0	2
17-469v-3	15	53	1	0	2
17-491-1	12	43	1	0,4	0,4





17-491-2	11	39	0	0,3	0,4
17-491-3	12	41	1	0,3	0,4
17-491v-1	14	45	1	0,3	0,8
17-491v-2	16	52	1	0,4	0,9
17-491v-3	13	40	1	0,3	0,7
17-595-1	11	53	1	0	0
17-595-2	11	61	1	0	0
17-595-3	10	59	1	0	0
17-595v-1	13	52	1	0	1
17-595v-2	11	49	1	0	1
17-595v-3	11	50	1	0	1
17-596-1	29	31	5	0,1	0,4
17-596-2	28	32	6	0,1	0,4
17-596-3	28	32	6	0,1	0,6
17-596v-1	30	31	7	0,1	0,5
17-596v-2	25	29	6	0,1	0,5
17-596v-3	25	31	6	0,1	0,5
17-492-1	12	35	2	0,2	0,5
17-492-2	11	33	2	0,2	0,5
17-492-3	11	31	2	0,1	0,5
17-492v-1	10	27	2	0,2	0,3
17-492v-2	9	25	2	0,1	0,3
17-492v-3	8	22	1	0,1	0,2
17-470-1	31	32	5	0,4	0,3
17-470-2	44	34	7	0,5	0,4
17-470-3	30	30	5	0,4	0,3
17-470v-1	14	28	3	0,3	1,0
17-470v-2	15	34	3	0,3	1,3
17-470v-3	15	33	3	0,3	0,9
17-504-1	26	51	6	0,6	1
17-504-2	33	60	7	0,7	2
17-504-3	31	60	7	0,7	2
17-504v-1	16	39	5	0,6	2
17-504v-2	23	53	7	0,8	2
17-504v-3	23	57	8	0,7	3
17-505-1	17	30	4	0,3	1
17-505-2	21	30	5	0,3	1
17-505-3	24	32	5	0,2	1
17-505v-1	21	30	8	0,9	4
17-505v-2	16	23	6	0,7	3

Analyse av metaller



17-505v-3	20	27	7	0,8	4
17-512-1	9	34	13	0,2	5
17-512-2	8	31	12	0,2	4
17-512-3	9	33	12	0,2	4
17-512v-1	20	31	14	1,2	14
17-512v-2	16	30	15	1,1	15
17-512v-3	19	30	14	1,1	15
17-513-1	9	33	31	0,3	9
17-513-2	9	32	28	0,3	8
17-513-3	9	30	29	0,3	8
17-513v-1	16	45	35	0,5	18
17-513v-2	15	39	32	0,4	17
17-513v-3	13	41	34	0,4	17
17-518-1	13	40	4	0,2	0
17-518-2	16	52	4	0,2	0
17-518-3	14	46	4	0,2	0
17-518v-1	20	41	7	0,4	1
17-518v-2	22	46	7	0,3	1
17-518v-3	20	46	7	0,3	1

### A.3 Avføring



**Forsvarets forskningsinstitutt**  
Avdeling Totalforsvar

Dato: 12.06.18

Analyserapport

Side 1 av 5

## Analyserapport

Oppdragsgiver:

Antall prøver: 66

Anmerkninger: Analyse av avføring

Analyserapporten gjelder følgende analyser:

Analyse- parametere	Metode identitet	Måleområde µg/l
Titan, Ti	A1	0,1-1000
Kobber, Cu	A1	0,1-1000
Sink, Zn	A1	0,1-1000
Antimon, Sb	A1	0,1-1000
Bly, Pb	A1	0,1-1000

Denne analyserapporten består av i alt 5 sider. Analyserapporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 12.06.18

Ida Vaa Johnsen

Saksbehandler: Ida Vaa Johnsen

Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg : 63 80 78 04

Sentralbord: 63 80 70 00

Telefax: 63 80 75 09

Mil retn nr: 0505

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA

Bankgiro: 7 101.05.00030

Postgiro: 0801 5045745



## ANALYSE AV METALLER

Instrument: ICP-MS, Thermo Xseries 2

Operator: Ida Vaa Johnsen

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
17-472-1	Melbu, Bane 3/4, Rundt skytehus, 27.06.17, Sau
17-472-2	Melbu, Bane 3/4, Rundt skytehus, 27.06.17, Sau
17-472-3	Melbu, Bane 3/4, Rundt skytehus, 27.06.17, Sau
17-473-1	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, Sau
17-473-2	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, Sau
17-473-3	Melbu, Referanseområde, 27.06.17, Sau
17-474-1	Melbu, Bane 3/4/5, Målområde, 27.06.17, Sau
17-474-2	Melbu, Bane 3/4/5, Målområde, 27.06.17, Sau
17-474-3	Melbu, Bane 3/4/5, Målområde, 27.06.17, Sau
17-475-1	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 27.06.17, Sau
17-475-2	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 27.06.17, Sau
17-475-3	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 27.06.17, Sau
17-476-1	Melbu, Bane 8/9, På og rundt bane, 27.06.17, Sau
17-476-2	Melbu, Bane 8/9, På og rundt bane, 27.06.17, Sau
17-476-3	Melbu, Bane 8/9, På og rundt bane, 27.06.17, Sau
17-500-1	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 02.08.17, Sau
17-500-2	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 02.08.17, Sau
17-500-3	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 02.08.17, Sau
17-501-1	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 02.18.17, Sau
17-501-2	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 02.18.17, Sau
17-501-3	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 02.18.17, Sau
17-502-1	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, Sau
17-502-2	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, Sau
17-502-3	Melbu, Referanseområde, 02.08.17, Sau
17-503-1	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 02.08.17, Storfe
17-503-2	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 02.08.17, Storfe
17-503-3	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 02.08.17, Storfe
17-542-1	Melbu, Bane 3/4, Bak skytehus, 29.08.17, Storfe
17-542-2	Melbu, Bane 3/4, Bak skytehus, 29.08.17, Storfe
17-542-3	Melbu, Bane 3/4, Bak skytehus, 29.08.17, Storfe
17-543-1	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 29.08.17, Storfe
17-543-2	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 29.08.17, Storfe
17-543-3	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 29.08.17, Storfe
17-544-1	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 29.08.17, Storfe



17-544-2	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 29.08.17, Storfe
17-544-3	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 29.08.17, Storfe
17-545-1	Melbu, Bane 3/4, Bak skytehus, 29.08.17, Sau
17-545-2	Melbu, Bane 3/4, Bak skytehus, 29.08.17, Sau
17-545-3	Melbu, Bane 3/4, Bak skytehus, 29.08.17, Sau
17-546-1	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 29.08.17, Sau
17-546-2	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 29.08.17, Sau
17-546-3	Melbu, Bane 3/4, På og rundt bane, 29.08.17, Sau
17-547-1	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 29.08.17, Sau
17-547-2	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 29.08.17, Sau
17-547-3	Melbu, Bane 1/2, På og rundt bane, 29.08.17, Sau
17-548-1	Melbu, Referanseområde, 29.08.17, Storfe
17-548-2	Melbu, Referanseområde, 29.08.17, Storfe
17-548-3	Melbu, Referanseområde, 29.08.17, Storfe
17-549-1	Melbu, Referanseområde, 29.08.17, Sau
17-549-2	Melbu, Referanseområde, 29.08.17, Sau
17-549-3	Melbu, Referanseområde, 29.08.17, Sau
17-509-1	Hengsvann, Nedenfor bane 10, 28.07.17, Sau
17-509-2	Hengsvann, Nedenfor bane 10, 28.07.17, Sau
17-509-3	Hengsvann, Nedenfor bane 10, 28.07.17, Sau
17-510-1	Hengsvann, Ved bifam, 28.07.17, Sau
17-510-2	Hengsvann, Ved bifam, 28.07.17, Sau
17-510-3	Hengsvann, Ved bifam, 28.07.17, Sau
17-516-1	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17
17-516-2	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17
17-516-3	Steinsjøen, Bane 4, 31.07.17
17-517-1	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17
17-517-2	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17
17-517-3	Steinsjøen, Bane 5, 31.07.17
17-519-1	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17
17-519-2	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17
17-519-3	Kjeller, Innmarksbeite, 10.08.17

FFI-nr.	Ti µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g	Sb µg/g	Pb µg/g
17-472-1	40	23	172	0,0	1,7
17-472-2	38	22	161	0,0	1,3
17-472-3	39	20	152	0,1	2,0

Analyse av metaller



17-473-1	169	25	185	0,0	1,8
17-473-2	167	24	176	0,0	1,3
17-473-3	148	21	156	0,0	1,5
17-474-1	40	19	146	0,0	0,2
17-474-2	44	17	133	0,0	0,6
17-474-3	56	16	129	0,0	0,8
17-475-1	39	22	154	0,2	0,8
17-475-2	47	23	162	0,0	1,3
17-475-3	49	20	153	0,1	1,8
17-476-1	132	21	177	0,0	0,9
17-476-2	120	23	181	0,0	0,8
17-476-3	130	21	170	0,0	1,1
17-500-1	61	17	141	0,9	24,0
17-500-2	52	17	143	4,6	
17-500-3	56	15	132	0,5	15,6
17-501-1	81	19	155	0,1	1,1
17-501-2	83	19	153	1,2	1,2
17-501-3	93	17	142	0,0	1,5
17-502-1	337	42	199	0,2	11,2
17-502-2	224	34	204	0,1	7,1
17-502-3	281	33	180	0,3	10,9
17-503-1	173	16	117	0,1	0,9
17-503-2	123	16	108	0,0	1,4
17-503-3	148	13	104	0,1	1,4
17-542-1	68	12	91	0,0	1,3
17-524-2	64	11	92	0,0	1,6
17-542-3	66	11	94	0,0	1,3
17-543-1	72	11	89	0,0	1,3
17-543-2	53	11	87	0,0	1,5
17-543-3	55	12	86	0,0	1,3
17-544-1	179	12	88	0,0	1,5
17-544-2	176	13	87	0,0	1,3
17-544-3	216	12	85	0,1	1,5
17-545-1	15	13	91	0,0	1,2
17-545-2	22	14	96	0,0	0,9
17-545-3	23	13	95	0,0	0,7
17-546-1	19	17	111	0,0	3,0
17-546-2	31	17	110	0,0	2,9
17-546-3	35	18	113	0,0	2,9
17-547-1	58	16	125	0,0	0,5

Analyse av metaller



17-547-2	65	22	126	0,0	0,9
17-547-3	74	18	125	0,0	0,8
17-548-1	46	10	100	0,0	1,3
17-548-2	68	10	98	0,0	1,2
17-548-3	64	11	96	0,0	1,1
17-549-1	36	16	134	0,0	0,9
17-549-2	51	16	125	0,0	1,1
17-549-3	36	15	116	0,0	0,6
17-509-1	61	25	206	0,0	1,0
17-509-2	64	27	214	0,0	1,3
17-509-3	50	21	190	0,0	1,2
17-510-1	60	38	320	0,1	1,4
17-510-2	68	39	330	0,0	1,4
17-510-3	88	32	295	0,2	1,7
17-516-1	40	25	210	0,2	6,8
17-516-2	41	25	205	0,1	6,4
17-516-3	35	25	216	0,1	6,9
17-517-1	50	17	149	0,0	3,8
17-517-2	79	18	154	0,0	3,9
17-517-3	78	18	151	0,1	3,4
17-519-1	176	25	203	0,1	1,0
17-519-2	161	25	194	0,0	1,3
17-519-3	154	25	204	0,1	1,4

## A.4 Bær



Forsvarets forskningsinstitutt  
Avdeling Totalforsvar

Dato: 12.06.18

Analysereport

Side 1 av 2

# Analysereport

Oppdragsgiver:  
Anmerkninger: Analyse av bær

Antall prøver: 15

Analysereporten gjelder følgende analyser:

Analyse- parametere	Metode identitet	Måleområde µg/l
Aluminium, Al	A1	0,1-1000
Kobber, Cu	A1	0,1-1000
Sink, Zn	A1	0,1-1000
Antimon, Sb	A1	0,1-1000
Bly, Pb	A1	0,1-1000

Denne analysereporten består av i alt 2 sider. Analysereporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 12.06.18

Ida Vaa Johnsen

---

Saksbehandler: Ida Vaa Johnsen      Innvalg : 63 80 78 04      Telefaks: 63 80 75 09      Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA  
Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller      Sentralbord: 63 80 70 00      Mil retn nr: 0505      Bankgiro: 7101.05.00030  
Postgiro: 0801 5045745





## ANALYSE AV METALLER

Instrument: ICP-MS, Thermo Xseries 2

Operatør: Ida Vaa Johnsen

FFI-nr	Prøveidentifikasjon
17-493	Melbu, Bane 3/4, Voll, Krekling, 02.08.17
17-494	Melbu, Bane 3/4, Voll, Blåbær, 02.08.17
17-495	Melbu, Bane 3/4, Voll, Krekling, 02.08.17
17-496	Melbu, Bane 2, Multer, 02.08.17
17-497	Melbu, Bane 2, Krekling, 02.08.17
17-498	Melbu, Bane 1, Multer, 02.08.17
17-499	Melbu, Bane 8, Multer, 02.08.17
17-597	Melbu, Bane 1, Blåbær, 29.08.17
17-598	Melbu, Bane 2, Multer, 29.08.17
17-599	Melbu, Bane 2, Blåbær, 29.08.17
17-600	Melbu, Bane 2, Krekling, 29.08.17
17-608	Melbu, Bane 3/4, Voll, Tyttebær, 29.08.17
17-609	Melbu, Bane 3/4, Voll, Blåbær, 29.08.17
17-610	Melbu, Bane 3/4, Myr, Blåbær, 29.08.17
17-511	Hengsvann, Bane 3/4 målområdet, Blåbær, 28.07.17

FFI-nr.	Al µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g	Sb µg/g	Pb µg/g
17-493	17	9	10	0,0	1,3
17-494	80	6	13	0,0	0,2
17-495	9	8	7	0,0	0,1
17-496	93	6	29	0,0	0,2
17-497	22	7	7	0,0	0,0
17-498	611	15	22	0,0	0,0
17-499	52	11	24	0,0	0,0
17-597	178	4	22	0,0	0,0
17-598	241	8	31	0,0	0,0
17-599	88	4	16	0,0	0,0
17-600	131	9	6	0,0	0,0
17-608	49	9	14	0,0	0,7
17-609	146	7	11	0,0	0,3
17-610	132	7	22	0,0	0,2
17-511	74	8	10	0,0	0,2

Analyse av metaller

## A.5 Blod



Forsvarets forskningsinstitutt  
Avdeling Totalforsvar

Dato: 21.06.18

Analysereport

Side 1 av 10

### Analysereport

Oppdragsgiver:  
Anmerkninger: Analyse av blod (lam og kalv)

Antall prøver: 146

Analysereporten gjelder følgende analyser:

Analyse- parametere	Metode identitet	Måleområde µg/l
Kobber, Cu	A1	0,1-1000
Sink, Zn	A1	0,1-1000
Bly, Pb	A1	0,1-1000

Denne analysereporten består av i alt 10 sider. Analysereporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 21.06.18

Ida Vaa Johnsen

Saksbehandler: Ida Vaa Johnsen  
Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg : 63 80 78 04  
Sentralbord: 63 80 70 00

Telefax: 63 80 75 09  
Mil retn nr: 0505

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA  
Bankgiro: 7101.05.00030  
Postgiro: 0801 5045745



## ANALYSE AV METALLER

Instrument: ICP-MS, Thermo Xseries 2

Operatør: Ida Vaa Johnsen

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
17-685	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70071
17-686	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70093
17-687	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70224
17-688	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70225
17-689	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70226
17-690	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70229
17-691	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70230
17-692	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70231
17-693	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70233
17-694	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70237
17-695	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70240
17-696	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70242
17-697	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70265
17-698	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70293
17-699	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70294
17-700	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70304
17-701	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70307
17-702	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70309
17-703	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70310
17-704	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70312
17-705	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70314
17-706	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70316
17-707	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70382
17-708	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70384
17-709	Lam, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 70457
17-710	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70102
17-711	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70106
17-712	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70114
17-713	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70115
17-714	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70116
17-715	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70405
17-716	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70441
17-717	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70468
17-718	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70481

Analyse av metaller



17-719	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70502
17-720	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70530
17-721	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70535
17-722	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70538
17-723	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70544
17-724	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70553
17-725	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70556
17-726	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70568
17-727	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70570
17-728	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70590
17-729	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70595
17-730	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70597
17-731	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70601
17-732	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70603
17-733	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70606
17-734	Lam, før beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70608
17-760	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70071
17-829	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70093
17-763	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70224
17-764	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70230
17-765	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70231
17-766	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70233
17-767	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70237
17-831	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70240
17-832	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70242
17-833	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70265
17-768	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70294
17-769	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70304
17-770	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70307
17-771	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70309
17-834	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70310
17-772	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70312
17-773	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70314
17-835	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70324
17-774	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70384
17-775	Lam, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 70455
17-761	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70102
17-830	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70106



17-762	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70115
17-836	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70502
17-837	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70530
17-838	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70535
17-776	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70537
17-777	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70544
17-839	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70566
17-840	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70568
17-778	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70570
17-841	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70590
17-842	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70595
17-843	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70602
17-844	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70606
17-779	Lam, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 70608
17-735	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 90
17-736	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 91
17-737	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 97
17-738	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 100
17-739	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 102
17-740	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 109
17-741	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 627
17-742	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 629
17-743	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 632
17-744	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 637
17-745	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 639
17-746	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 640
17-747	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 641
17-748	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 647
17-749	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 648
17-750	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 650
17-751	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 652
17-752	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 654
17-753	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 658
17-754	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 662
17-755	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 663
17-756	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 665
17-757	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 670
17-758	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 673



17-759	Kalv, før beiting, antatt beiting på skytefelt, 674
17-780	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 90
17-781	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 91
17-783	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 97
17-786	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 100
17-784	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 102
17-789	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 109
17-798	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 627
17-799	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 629
17-800	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 632
17-801	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 637
17-802	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 639
17-803	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 640
17-804	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 641
17-807	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 647
17-808	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 648
17-810	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 650
17-811	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 652
17-812	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 654
17-815	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 658
17-818	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 662
17-819	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 663
17-823	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 670
17-825	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 673
17-826	Kalv, etter beiting, antatt beiting på skytefelt, 674
17-782	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 96
17-787	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 101
17-785	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 104
17-788	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 108
17-790	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 111
17-791	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 114
17-792	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 616
17-793	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 617
17-794	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 621
17-795	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 623
17-796	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 625
17-797	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 626
17-805	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 642



17-806	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 643
17-809	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 649
17-813	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 655
17-814	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 656
17-816	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 659
17-817	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 661
17-820	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 664
17-821	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 668
17-822	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 669
17-824	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 671
17-827	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 676
17-828	Kalv, etter beiting, antatt beiting utenfor skytefelt, 690

FFI-nr.	Cu µg/g	Zn µg/g	Pb µg/g
17-685	1,31	3,29	0,01
17-686	1,05	2,40	0,01
17-867	1,12	2,85	0,02
17-688	1,06	3,47	0,01
17-689	0,99	2,80	0,01
17-690	0,92	2,45	0,00
17-691	1,14	2,33	0,01
17-692	0,99	2,01	0,01
17-693	1,33	3,35	0,02
17-694	1,38	2,71	0,01
17-695	0,95	2,52	0,00
17-696	1,30	1,87	0,00
17-697	1,33	2,64	0,00
17-698	0,90	3,30	0,01
17-699	1,36	2,27	0,01
17-700	1,41	2,10	0,03
17-701	1,21	2,15	0,02
17-702	1,49	3,71	0,00
17-703	0,98	3,92	0,01
17-704	1,16	2,25	0,01
17-705	1,98	3,18	0,01
17-706	1,00	1,91	0,02
17-707	1,79	4,58	0,01

Analyse av metaller



<b>17-708</b>	1,03	2,82	0,00
<b>17-709</b>	1,55	2,50	0,01
<b>17-710</b>	1,09	1,86	0,01
<b>17-711</b>	0,91	2,22	0,03
<b>17-712</b>	1,19	2,68	0,01
<b>17-713</b>	2,16	1,61	0,02
<b>17-714</b>	1,04	2,08	0,02
<b>17-715</b>	2,12	1,83	0,03
<b>17-716</b>	2,36	2,81	0,01
<b>17-717</b>	0,90	4,22	0,01
<b>17-718</b>	1,14	2,51	0,00
<b>17-719</b>	1,73	2,87	0,02
<b>17-720</b>	0,89	1,85	0,00
<b>17-721</b>	1,25	2,06	0,01
<b>17-722</b>	1,18	2,97	0,01
<b>17-723</b>	1,38	2,49	0,00
<b>17-724</b>	1,00	2,29	0,00
<b>17-725</b>	0,94	2,28	0,01
<b>17-726</b>	1,05	2,41	0,01
<b>17-727</b>	1,21	2,51	0,00
<b>17-728</b>	1,06	1,67	0,00
<b>17-729</b>	1,66	2,01	0,00
<b>17-730</b>	1,47	1,69	0,00
<b>17-731</b>	1,04	1,63	0,00
<b>17-732</b>	1,27	1,49	0,00
<b>17-733</b>	0,85	1,52	0,00
<b>17-734</b>	0,89	2,10	0,00
<b>17-760</b>	0,62	2,35	0,01
<b>17-829</b>	0,66	2,28	0,02
<b>17-763</b>	0,65	2,70	0,01
<b>17-764</b>	0,66	2,11	0,02
<b>17-765</b>	0,78	2,02	0,00
<b>17-766</b>	0,75	1,65	0,02
<b>17-767</b>	0,86	2,20	0,01
<b>17-831</b>	0,94	2,27	0,02
<b>17-832</b>	0,71	1,70	0,02
<b>17-833</b>	0,95	3,22	0,00
<b>17-768</b>	0,78	2,69	0,02
<b>17-769</b>	0,36	2,20	0,00
<b>17-770</b>	0,60	2,45	0,01





17-771	0,87	1,96	0,01
17-834	1,14	2,00	0,02
17-772	0,47	1,93	<lod
17-773	1,13	4,03	0,01
17-835	0,83	2,57	0,02
17-774	0,60	2,84	0,01
17-775	0,56	2,02	0,01
17-761	0,35	1,68	0,01
17-830	0,72	1,90	0,02
17-762	0,82	2,52	0,02
17-836	0,84	2,72	0,03
17-837	1,06	1,91	0,00
17-838	0,84	1,64	0,01
17-776	0,61	2,85	0,01
17-777	0,81	3,37	0,01
17-839	0,90	2,54	0,01
17-840	1,11	2,40	0,02
17-778	0,60	2,62	0,01
17-841	0,99	2,53	0,01
17-842	0,90	2,51	0,01
17-843	1,22	2,45	0,00
17-844	1,25	3,31	0,01
17-779	0,89	2,96	0,02
17-735	0,65	2,41	0,02
17-736	0,48	1,75	0,05
17-737	0,35	1,96	0,00
17-738	0,72	2,18	0,01
17-739	0,47	2,40	0,02
17-740	0,54	2,90	0,00
17-741	0,51	2,35	0,00
17-742	0,35	2,36	0,01
17-743	0,60	2,51	0,00
17-744	0,61	2,41	0,01
17-745	0,47	2,10	0,00
17-746	0,50	2,38	0,00
17-747	0,58	2,26	0,00
17-748	0,62	3,05	0,00
17-749	0,57	2,82	0,01
17-750	0,44	1,82	0,01
17-751	0,56	1,83	0,01

Analyse av metaller



17-752	0,44	2,09	0,00
17-753	0,44	1,73	0,01
17-754	0,52	2,13	0,00
17-755	0,39	2,18	0,01
17-756	0,90	2,39	0,01
17-757	0,60	2,28	0,01
17-758	0,40	2,18	0,01
17-759	0,83	3,54	0,00
17-780	0,52	2,03	0,02
17-781	0,50	2,34	0,01
17-783	0,42	2,01	0,01
17-786	0,50	2,18	0,01
17-784	0,67	2,29	0,00
17-789	0,51	1,96	0,00
17-798	0,47	1,99	0,00
17-799	0,42	2,13	0,01
17-800	0,69	2,18	0,02
17-801	1,02	5,05	0,10
17-802	0,56	1,74	0,03
17-803	0,48	1,60	0,03
17-804	0,56	1,71	0,02
17-807	0,83	2,89	0,04
17-808	0,74	2,72	0,03
17-810	0,66	2,05	0,01
17-811	0,36	1,59	0,01
17-812	0,38	1,79	0,02
17-815	0,81	2,67	0,02
17-818	0,63	1,87	0,01
17-819	0,52	2,31	0,02
17-823	0,56	2,19	0,02
17-825	0,54	2,24	0,02
17-826	0,65	2,82	<lod
17-782	0,40	1,92	0,01
17-787	0,50	3,01	0,01
17-785	0,81	2,17	0,01
17-788	0,45	2,14	0,00
17-790	0,54	1,89	0,00
17-791	0,47	2,28	0,00
17-792	0,31	2,16	0,00
17-793	0,74	2,17	0,00



<b>17-794</b>	0,39	2,57	0,01
<b>17-795</b>	0,49	2,23	0,00
<b>17-796</b>	0,69	2,17	0,01
<b>17-797</b>	0,36	2,74	0,00
<b>17-805</b>	0,71	3,08	0,02
<b>17-806</b>	0,63	2,05	0,02
<b>17-809</b>	0,50	1,61	0,03
<b>17-813</b>	0,61	2,22	0,01
<b>17-814</b>	0,84	1,88	0,02
<b>17-816</b>	0,81	2,67	0,02
<b>17-817</b>	0,78	1,71	0,03
<b>17-820</b>	0,64	2,16	0,01
<b>17-821</b>	0,49	2,16	0,01
<b>17-822</b>	0,35	1,63	0,00
<b>17-824</b>	0,57	1,83	0,01
<b>17-827</b>	0,78	2,51	0,01
<b>17-828</b>	0,90	2,84	0,00

## A.6 Lever



Forsvarets forskningsinstitutt  
Avdeling Totalforsvar

Dato: 21.06.18

Analysereport

Side 1 av 5

# Analysereport

Oppdragsgiver:

Antall prøver: 60

Anmerkninger: Analyse av lever (lam)

Analysereporten gjelder følgende analyser:

Analyse- parametere	Metode identitet	Måleområde µg/l
Kobber, Cu	A1	0,1-1000
Bly, Pb	A1	0,1-1000

Denne analysereporten består av i alt 5 sider. Analysereporten gjelder analyse av prøvene slik de ble mottatt av FFI. Rapporten kan ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning av FFI.

Kjeller, 21.06.18

Ida Vaa Johnsen

Saksbehandler: Ida Vaa Johnsen

Adresse : Postboks 25, 2007 Kjeller

Innvalg : 63 80 78 04

Sentralbord: 63 80 70 00

Telefax: 63 80 75 09

Mil retn nr: 0505

Organisasjonsnr: 970 963 340 MVA

Bankgiro: 7101.05.00030

Postgiro: 0801 5045745



## ANALYSE AV METALLER

Instrument: ICP-MS, Thermo Xseries 2

Operator: Ida Vaa Johnsen

<i>FFI-nr</i>	<i>Prøveidentifikasjon</i>
17-613	1000, Lam, ukjent beitestet
17-614	70002, Lam, ukjent beitestet
17-615	70029, Lam, ukjent beitestet
17-616	70040, Lam, ukjent beitestet
17-617	70042, Lam, ukjent beitestet
17-618	70051, Lam, ukjent beitestet
17-620	70082, Lam, ukjent beitestet
17-622	70096, Lam, ukjent beitestet
17-623	70101, Lam, ukjent beitestet
17-627	70169, Lam, ukjent beitestet
17-628	70197, Lam, ukjent beitestet
17-629	70202, Lam, ukjent beitestet
17-630	70216, Lam, ukjent beitestet
17-631	70220, Lam, ukjent beitestet
17-636	70234, Lam, ukjent beitestet
17-639	70259, Lam, ukjent beitestet
17-641	70290, Lam, ukjent beitestet
17-643	70300, Lam, ukjent beitestet
17-653	70415, Lam, ukjent beitestet
17-654	70442, Lam, ukjent beitestet
17-656	70463, Lam, ukjent beitestet
17-657	70464, Lam, ukjent beitestet
17-658	70505, Lam, ukjent beitestet
17-659	70524, Lam, ukjent beitestet
17-660	70527, Lam, ukjent beitestet
17-662	70533, Lam, ukjent beitestet
17-664	70536, Lam, ukjent beitestet
17-666	70566, Lam, ukjent beitestet
17-669	70582, Lam, ukjent beitestet
17-670	70583, Lam, ukjent beitestet
17-619	70071, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-621	70093, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-632	70229, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-633	70230, Lam, antatt beiting på skytefelt

Analyse av metaller



17-634	70231, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-635	70233, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-637	70237, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-638	70240, Lam, antatt beiting på skytefelt
70265	70265, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-642	70294, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-644	70304, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-645	70307, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-646	70309, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-647	70310, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-648	70312, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-649	70314, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-651	70324, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-652	70384, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-655	70457, Lam, antatt beiting på skytefelt
17-624	70102, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-625	70106, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-626	70115, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-661	70530, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-663	70535, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-665	70544, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-667	70568, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-668	70570, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-671	70590, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-672	70602, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt
17-674	70608, Lam, antatt beiting utenfor skytefelt

FFI-nr.	Cu µg/g	Pb µg/g
17-613	710	0,9
17-614	133	0,8
17-615	481	2,4
17-616	55	1,8
17-617	149	1,8
17-618	72	2,0
17-620	1069	2,2
17-622	239	1,4
17-623	132	0,8



17-627	70	2,9
17-628	1,8	1,4
17-629	1,3	1,5
17-630	432	1,6
17-631	113	1,3
17-636	216	1,2
17-639	191	0,8
17-641	418	1,6
17-643	65	1,6
17-653	341	0,7
17-654	110	0,4
17-656	97	0,9
17-557	101	2,1
17-558	554	0,6
17-559	124	0,3
17-660	105	0,4
17-662	99	0,1
17-664	98	0,9
17-666	396	1,6
17-669	100	0,9
17-670	203	1,1
17-619	357	1,4
17-621	88	0,8
17-632	54	1,3
17-633	224	1,1
17-634	381	0,8
17-635	284	1,2
17-637	149	1,0
17-638	1877	2,0
70165	67	2,5
17-642	96	1,3
17-644	55	0,6
17-645	72	0,8
17-646	290	0,6
17-647	84	3,7
17-648	81	0,6
17-649	113	0,6
17-651	160	0,9
17-652	110	0,5
17-655	115	0,2



17-624	34	1,7
17-625	62	2,5
17-626	49	1,6
17-661	459	0,3
17-663	207	0,4
17-665	132	0,4
17-667	376	0,4
17-668	152	0,3
17-671	203	0,2
17-672	517	0,7
70604	282	0,69
17-674	143	0,68



## B Statistikk

### B.1 Gress

#### B.1.1 Sammenlikning av metallkonsentrasjon av gress plukket på forskjellige dager

Tabell B.1 Test av normalitet ved hjelp av Shapiro-Wilk-test, gruppene testet er Cu og Pb konsentrasjon i gress på 3 forskjellige datoer. Der Sig. (merket med gult) er  $>0,05$  kan normalitet antas med statistisk signifikans.

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cu 27.06.17	,306	8	,026	,827	8	,055
Cu 02.08.17	,223	8	,200	,887	8	,218
Cu 29.08.17	,249	8	,153	,825	8	,053
Pb 27.06.17	,290	8	,047	,689	8	,002
Pb 02.08.17	,388	8	,001	,650	8	,001
Pb 29.08.17	,436	8	,000	,614	8	,000

Tabell B.2 "Anova: Two-Factor Without Replication" analyse. Sammenlikner Cu konsentrasjonen i gress plukket på forskjellige datoer, metoden sammenlikner samtidig Cu konsentrasjonen på de forskjellige områdene. Med «P-value»  $<0,05$  er det statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. I dette tilfellet ble det funnet en signifikant forskjell mellom Cu konsentrasjon i gresset på de forskjellige områdene, men ingen signifikant forskjell mellom datoer.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Område	652,6748	7	93,239	3,553	0,021	2,764
Dato	130,6615	2	65,331	2,489	0,119	3,739
Error	367,4026	14	26,243			
Total	1150,739	23				

Tabell B.3 “Anova: Two-Factor Without Replication” analyse. Sammenlikner Pb konsentrasjonen i gress plukket på forskjellige datoer, metoden sammenlikner samtidig Pb konsentrasjonen på de forskjellige områdene. Med «P-value» <0,05 er det statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. I dette tilfellet ble det funnet en signifikant forskjell mellom Pb konsentrasjon i gresset på de forskjellige områdene, men ingen signifikant forskjell mellom datoer.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Område	3307,04	7	472,43	3,71	0,02	2,76
Dato	375,41	2	187,71	1,47	0,26	3,74
Error	1781,97	14	127,28			
Total	5464,424	23				

Tabell B.4 Friedman-test for sammenlikning av flere grupper. Sammenlikner Cu konsentrasjonen i gress på forskjellige datoer. Med Asymp. Sig. <0,05 er det statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble her ikke funnet noen signifikant forskjell i Cu konsentrasjon i gresset mellom dagene.

Test Statistics	
N	8
Chi-Square	4,750
df	2
Asymp. Sig.	,093

Tabell B.5 Friedman-test for sammenlikning av flere grupper. Sammenlikner Pb konsentrasjonen i gress på forskjellige datoer. Med Asymp. Sig. <0,05 er det statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble her ikke funnet noen signifikant forskjell i Pb konsentrasjon i gresset mellom dagene.

Test Statistics	
N	8
Chi-Square	,867
df	2
Asymp. Sig.	,648

## B.1.2 Sammenlikning av metaller i vasket og uvasket gress

Tabell B.6 Test av normalitet ved hjelp av Shapiro-Wilk-test, gruppene testet er Cu og Pb konsentrasjon i vasket og uvasket gress. Der Sig. (merket med gult) er  $>0,05$  kan normalitet antas med statistisk signifikans.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cu Uvasket	,234	29	,000	,832	29	,000
Cu Vasket	,152	29	,086	,917	29	,025
Pb Uvasket	,329	29	,000	,600	29	,000
Pb Vasket	,319	29	,000	,709	29	,000

Tabell B.7 Paret t-test for sammenlikning av Cu konsentrasjon i vasket og uvasket gress. Med  $P$  two-tail  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet ble det ikke funnet noen statistisk signifikans mellom Cu konsentrasjon i vasket og uvasket gress.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
Cu		
	uvasket	vasket
Mean	13,62334	14,26312
Variance	50,31908	32,08752
Observations	29	29
Pearson Correlation	0,474158	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	28	
t Stat	-0,51763	
P(T<=t) one-tail	0,30439	
t Critical one-tail	1,701131	
P(T<=t) two-tail	0,608779	
t Critical two-tail	2,048407	

Tabell B.8 Paret t-test for sammenlikning av Pb konsentrasjon i vasket og uvasket gress. Med  $P$  two-tail  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet var det ingen statistisk signifikans mellom Pb konsentrasjon i vasket og uvasket gress.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
<b>Pb</b>		
	<i>uvasket</i>	<i>vasket</i>
Mean	8,377866	9,630314
Variance	217,2391	193,9172
Observations	29	29
Pearson Correlation	0,909324	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	28	
t Stat	-1,0958	
P(T<=t) one-tail	0,141251	
t Critical one-tail	1,701131	
P(T<=t) two-tail	0,282502	
t Critical two-tail	2,048407	

Tabell B.9 “Wilcoxon Signed Ranks Test” for sammenlikning av Cu i vasket og uvasket gress. Med Asymp. Sig.  $<0,05$  er det statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet var det ingen statistisk signifikant forskjell mellom Cu konsentrasjon i vasket og uvasket gress.

<b>Test Statistics<sup>a</sup></b>	
	CuVasket - CuUvasket
Z	-,844
Asymp. Sig. (2-tailed)	,399

Tabell B.10 “Wilcoxon Signed Ranks Test” for sammenlikning av Pb i vasket og uvasket gress. Med Asymp. Sig.  $<0,05$  er det statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet var det en statistisk signifikant forskjell mellom Pb konsentrasjon i vasket og uvasket gress.

<b>Test Statistics<sup>a</sup></b>	
	PbVasket - PbUvasket
Z	-2,027 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,043

Fordi det ble funnet en statistisk signifikant forskjell på Pb konsentrasjon i vasket og uvasket gress, legges også «descriptive statistics» ved, for å se hvilken gruppe som har høyest konsentrasjon.

Tabell B.11 Det vaskede gresset har en høyere Pb gjennomsnittskonsentrasjon enn det uvaskede gresset.

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
PbUvasket	29	8,4052	14,76816	,10	52,00
PbVasket	29	9,5862	13,89257	,20	53,00

## B.2 Blod

### B.2.1 Sammenlikning av metaller i blod før og etter beiteperioden

Tabell B.12 Test av normalitet ved hjelp av Shapiro-Wilk-test, gruppene testet er Cu og Pb konsentrasjon i blod fra sauer og storfe før og etter beiting. Der Sig. (merket med gult) er  $>0,05$  kan normalitet antas med statistisk signifikans

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cu før sau	,163	24	,101	,881	24	,009
Cu etter sau	,101	24	,200*	,973	24	,748
Pb før sau	,288	24	,000	,846	24	,002
Pb etter sau	,105	24	,200*	,982	24	,932
Cu før storfe	,216	24	,005	,910	24	,035
Cu etter storfe	,135	24	,200*	,939	24	,155
Pb før storfe	,300	24	,000	,663	24	,000
Pb etter storfe	,184	24	,035	,740	24	,000

Tabell B.13 Paret t-test for sammenlikning av Cu konsentrasjon i blod fra lam før og etter beiting. Med  $P$  two-tail  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet ble det funnet en statistisk signifikant forskjell mellom Cu konsentrasjon i blodet til sauene før og etter beiting. Den høyeste gjennomsnittlige konsentrasjonen ble funnet før beiting.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
Cu-sau		
	Før beiting	Etter beiting
Mean	1,253341753	0,803214375
Variance	0,084397055	0,045539717
Observations	32	32
Pearson Correlation	0,036561769	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	31	
t Stat	7,1904433	
P(T<=t) one-tail	0,00000002	
t Critical one-tail	1,695518783	
P(T<=t) two-tail	0,00000004	
t Critical two-tail	2,039513446	

Tabell B.14 Paret t-test for sammenlikning av Pb konsentrasjon i blod fra lam før og etter beiting. Med  $P$  two-tail  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet ble det ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell mellom Pb konsentrasjon i blodet til sauene før og etter beiting.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
Pb-sau		
	Før beiting	Etter beiting
Mean	0,008772045	0,01235625
Variance	6,70046E-05	6,38621E-05
Observations	32	32
Pearson Correlation	0,080491172	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	31	
t Stat	1,848288206	
P(T<=t) one-tail	0,03706016	
t Critical one-tail	1,695518783	
P(T<=t) two-tail	0,074120319	
t Critical two-tail	2,039513446	

Tabell B.15 Paret t-test for sammenlikning av Cu konsentrasjon i blod fra kalv før og etter beiting. Med  $P$  two-tail  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet ble det ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell mellom Cu konsentrasjon i blodet til sauene før og etter beiting.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
Cu-storfe		
	Før beiting	Etter beiting
Mean	0,5403225	0,58644
Variance	0,014624103	0,02502615
Observations	24	24
Pearson Correlation	0,233224068	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	23	
	-	
t Stat	1,288881561	
P(T<=t) one-tail	0,105126388	
t Critical one-tail	1,713871528	
P(T<=t) two-tail	0,210252775	
t Critical two-tail	2,06865761	

Tabell B.16 Paret t-test for sammenlikning av Pb konsentrasjon i blod fra kalv før og etter beiting. Med  $P$  two-tail  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. I dette tilfellet ble det ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell mellom Pb konsentrasjon i blodet til sauene før og etter beiting.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
Pb-storfe		
	Før beiting	Etter beiting
Mean	0,008005	0,018055
Variance	0,000133182	0,000415357
Observations	24	24
	-	
Pearson Correlation	0,101216298	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	23	
	-	
t Stat	2,016477863	
P(T<=t) one-tail	0,027786647	
t Critical one-tail	1,713871528	
P(T<=t) two-tail	0,055573294	
t Critical two-tail	2,06865761	

Tabell B.17 Wilcoxon signed rank test for sammenlikning av Cu og Pb i sau og storfe før og etter beiting. Med Asymp. Sig. <0,05 er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble funnet en signifikant forskjell i Cu konsentrasjon i saueblod før og etter beiting, samt i Pb konsentrasjon i storfeblod før og etter beiting.

Test Statistics <sup>a</sup>				
	CuEtterS - CuFørS	PbEtterS - PbFørS	CuEtterK - CuFørK	PbEtterK - PbFørK
Z	-4,469 <sup>b</sup>	-2,244 <sup>c</sup>	-,886 <sup>c</sup>	-2,229 <sup>c</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,025	,376	,026



Fordi det ble funnet en statistisk signifikant forskjell, legges også «ranks» ved, for å se hvilken gruppe som har høyest konsentrasjon.

*Tabell B.18 Denne tabellen forteller hvilke verdier fra parene som har vært høyest flest ganger. For Cu sau var konsentrasjonene i blodet før beiting høyere enn i blodet etter 28/32 ganger. Mens for Pb i sau ble det målt høyere konsentrasjon i blodet etter enn før beiting 23/32 ganger. For Pb i storfe ble det målt høyere konsentrasjon i blodet etter beiting enn før beiting 17/24 ganger.*

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
CuEtterS - CuFørS	Negative Ranks	28 <sup>a</sup>	17,96	503,00
	Positive Ranks	4 <sup>b</sup>	6,25	25,00
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	32		
PbEtterS - PbFørS	Negative Ranks	9 <sup>d</sup>	16,00	144,00
	Positive Ranks	23 <sup>e</sup>	16,70	384,00
	Ties	0 <sup>f</sup>		
	Total	32		
CuEtterK - CuFørK	Negative Ranks	11 <sup>g</sup>	10,82	119,00
	Positive Ranks	13 <sup>h</sup>	13,92	181,00
	Ties	0 <sup>i</sup>		
	Total	24		
PbEtterK - PbFørK	Negative Ranks	7 <sup>j</sup>	10,29	72,00
	Positive Ranks	17 <sup>k</sup>	13,41	228,00
	Ties	0 <sup>l</sup>		
	Total	24		

a. CuEtterS < CuFørS  
b. CuEtterS > CuFørS  
c. CuEtterS = CuFørS  
d. PbEtterS < PbFørS  
e. PbEtterS > PbFørS  
f. PbEtterS = PbFørS  
g. CuEtterK < CuFørK  
h. CuEtterK > CuFørK  
i. CuEtterK = CuFørK  
j. PbEtterK < PbFørK  
k. PbEtterK > PbFørK  
l. PbEtterK = PbFørK

Dette betyr at det ble målt statistisk signifikant høyere konsentrasjon av Cu i blodprøvene fra sau før enn etter beiting. For Pb ble det derimot målt statistisk signifikant høyere konsentrasjon i blodprøver etter enn før beiting for både sau og storfe.

### B.2.2 Sammenlikning av metaller i blod hos dyr som beitet i og utenfor skytefeltet

Tabell B.19 Test av normalitet ved hjelp av Shapiro-Wilk-test, gruppene testet er Cu og Pb konsentrasjon blod fra sau og storfe som har beitet innenfor og utenfor skytefeltet. Der Sig. (merket med gult) er  $>0,05$  kan normalitet antas med statistisk signifikans.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Cu skytefelt sau	,144	17	,200 <sup>*</sup>	,974	17	,879
Cu utenfor sau	,133	17	,200 <sup>*</sup>	,984	17	,983
Pb skytefelt sau	,196	17	,083	,904	17	,081
Pb utenfor sau	,212	17	,041	,915	17	,120
Cu skytefelt storfe	,319	17	,000	,838	17	,007
Cu utenfor storfe	,180	17	,147	,937	17	,281
Pb skytefelt storfe	,227	17	,020	,713	17	,000
Pb utenfor storfe	,241	17	,010	,833	17	,006

Tabell B.20 Enveis ANOVA analyse som sammenlikner Cu konsentrasjon i blod fra lam som beitet i og utenfor skytefeltet. Med en P-value  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Cu konsentrasjonen i blod fra sauer som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,065601	1	0,065601443	1,369185	0,250089	4,130017746
Within Groups	1,629034	34	0,04791276			
Total	1,694635	35				

Tabell B.21 Enveis ANOVA analyse som sammenlikner Pb konsentrasjon i blod fra lam som beitet i og utenfor skytefeltet. Med en P-value <0,05er det en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Pb konsentrasjonen i blod fra sauer som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1,07E-06	1	1,07339E-06	0,016295	0,899177	4,130017746
Within Groups	0,00224	34	6,58725E-05			
Total	0,002241	35				

Tabell B.22 Enveis ANOVA analyse som sammenlikner Cu konsentrasjon i blod fra kalv som beitet i og utenfor skytefeltet. Med en P-value <0,05er det en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Cu konsentrasjonen i blod fra storfe som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	5,02E-05	1	5,02415E-05	0,001825	0,966108	4,047099895
Within Groups	1,294033	47	0,027532611			
Total	1,294083	48				

Tabell B.23 Enveis ANOVA analyse som sammenlikner Pb konsentrasjon i blod fra kalv som beitet i og utenfor skytefeltet. Med en P-value <0,05er det en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Pb konsentrasjonen i blod fra storfe som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,001007	1	0,001007192	3,988187	0,051629	4,047099895
Within Groups	0,01187	47	0,000252544			
Total	0,012877	48				

Tabell B.24 Mann-Whitney for sammenlikning av Cu konsentrasjon i blod fra sauer som beitet i og utenfor skytefeltet. Med Asymp. Sig. <0,05 er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Cu konsentrasjonen i blod fra sauer som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

Test Statistics	
	Cu sau
Mann-Whitney U	123,500
Wilcoxon W	313,500
Z	-1,206
Asymp. Sig. (2-tailed)	,228
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,232

Tabell B.25 Mann-Whitney for sammenlikning av Pb konsentrasjon i blod fra sauer som beitet i og utenfor skytefeltet. Med Asymp. Sig. <0,05 er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Pb konsentrasjonen i blod fra sauer som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

Test Statistics	
	Pb sau
Mann-Whitney U	160,000
Wilcoxon W	350,000
Z	-,048
Asymp. Sig. (2-tailed)	,962
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,975

Tabell B.26 Mann-Whitney for sammenlikning av Cu konsentrasjon i blod fra storfe som beitet i og utenfor skytefeltet. Med Asymp. Sig. <0,05 er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Cu konsentrasjonen i blod fra storfe som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

Test Statistics	
	Cu storfe
Mann-Whitney U	295,000
Wilcoxon W	595,000
Z	-,102
Asymp. Sig. (2-tailed)	,919

Tabell B.27 Mann-Whitney for sammenlikning av Pb konsentrasjon i blod fra storfe som beitet i og utenfor skytefeltet. Med Asymp. Sig.  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble funnet statistisk signifikant forskjell i Pb konsentrasjonen i blod fra storfe som hadde beitet i og utenfor skytefeltet. Konsentrasjonen av Pb i blod fra storfe som hadde beitet på skytefeltet var signifikant høyere enn for storfe som hadde beitet utenfor skytefeltet.

Test Statistics	
Pb storfe	
Mann-Whitney U	198,500
Wilcoxon W	523,500
Z	-2,107
Asymp. Sig. (2-tailed)	,035

### B.3 Lever

Tabell B.28 Test av normalitet ved hjelp av Shapiro-Wilk-test, gruppene testet er metaller i lever fra lam som beitet i og utenfor skytefeltet. Der Sig. (merket med gult) er  $>0,05$  kan normalitet antas med statistisk signifikans.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CuPå	,360	12	,000	,526	12	,000
CuUtenfor	,194	12	,200 <sup>*</sup>	,910	12	,214
PbPå	,213	12	,138	,874	12	,074
PbUtenfor	,318	12	,002	,782	12	,006

Tabell B.29 Enveis ANOVA analyse som sammenlikner Cu konsentrasjon i lever fra lam som beitet i og utenfor skytefeltet. Med en P-value  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Cu konsentrasjonen i lever fra lam som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	5426,292	1	5426,292	0,047952	0,8282	4,182964
Within Groups	3281664	29	113160,8			
Total	3287091	30				

Tabell B.30 Mann-Whitney for sammenlikning av Cu konsentrasjon i lever fra lam som beitet i og utenfor skytefeltet. Med Asymp. Sig. <0,05 er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble funnet ikke statistisk signifikant forskjell i Cu konsentrasjonen i lever fra lam som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

Test Statistics	
	På
Mann-Whitney U	99,000
Wilcoxon W	289,000
Z	-,608
Asymp. Sig. (2-tailed)	,543
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,562

Tabell B.31 Enveis ANOVA analyse som sammenlikner Pb konsentrasjon i lever fra lam som beitet i og utenfor skytefeltet. Med en P-value <0,05 er det en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell i Pb konsentrasjonen i lever fra lam som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,783874	1	0,783874	1,280598	0,267059	4,182964
Within Groups	17,75134	29	0,612115			
Total	18,53521	30				

Tabell B.32 Mann-Whitney for sammenlikning av Pb konsentrasjon i lever fra lam som beitet i og utenfor skytefeltet. Med Asymp. Sig. <0,05 er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble funnet ikke statistisk signifikant forskjell i Pb konsentrasjonen i lever fra lam som hadde beitet i og utenfor skytefeltet.

Test Statistics	
	VAR00003
Mann-Whitney U	73,000
Wilcoxon W	151,000
Z	-1,666
Asymp. Sig. (2-tailed)	,096
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,101

## B.4 Jordspising

Tabell B.33 Test av normalitet ved hjelp av Shapiro-Wilk-test, gruppene testet jordspisingsrate på funnet på forskjellige dager. Der Sig. (merket med gult) er  $>0,05$  kan normalitet antas med statistisk signifikans.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jordspising 27.06.17	,354	3	.	,822	3	,169
Jordspising 02.08.17	,313	3	.	,894	3	,366
Jordspising 29.08.17	,259	3	.	,959	3	,611

Tabell B.34 Enveis ANOVA analyse som sammenlikner jordspisingsrate for sau på tre forskjellige datoer. Med en P-value  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell mellom gruppene. Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell jordspisingsrate på de forskjellige datoene.

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,0001051	2	5,26E-05	2,286119	0,157456	4,256495
Within Groups	0,000207	9	2,3E-05			
Total	0,0003121	11				

Tabell B.35 Kruskal-Wallis test for sammenlikning av jordspisingsrate på forskjellige datoer for sau. Med Asymp. Sig.  $<0,05$  er det en statistisk signifikant forskjell på gruppene. Det ble ikke funnet en statistisk signifikant forskjell på gruppene i dette tilfellet.

Test Statistics	
Jordspising	
Chi-Square	4,810
df	2
Asymp. Sig.	,090

## B.5 Sammenheng mellom metallkonsentrasjon i gress og jord

Tabell B.36 Test av normalitet ved hjelp av Shapiro-Wilk-test, gruppene testet er Cu og Pb konsentrasjon i jord og gress. Der Sig. (merket med gult) er  $>0,05$  kan normalitet antas med statistisk signifikans.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CuGress	,238	30	,000	,856	30	,001
CuJord	,363	30	,000	,716	30	,000
PbGress	,332	30	,000	,591	30	,000
PbJord	,207	30	,002	,842	30	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Tabell B.37 Pearson Correlation test ble benyttes som en parametrisk test for å se etter korrelasjon mellom Cu konsentrasjon i jord og gress på skytebanene. Med Sig.  $<0,05$  er det en signifikant korrelasjon. Det ble ikke funnet en korrelasjon mellom Cu konsentrasjonen i jord og gress i prøvene fra Melbu, Hengsvann, Steinsjøen og Kjeller.

Correlations			
		CuGress	CuJord
CuGress	Pearson Correlation	1	-,172
	Sig. (2-tailed)		,363
	Sum of Squares and Cross-products	1458,927	-21020,350
	Covariance	50,308	-724,840
	N	30	30
CuJord	Pearson Correlation	-,172	1
	Sig. (2-tailed)	,363	
	Sum of Squares and Cross-products	-21020,350	10221218,167
	Covariance	-724,840	352455,799
	N	30	30



Tabell B.38 kendall's tau\_b og Spearman's rho test ble benyttet som ikke-parametriske tester for å se etter korrelasjon mellom Cu konsentrasjon i jord og gress på skytebanene. Med Sig. <0,05 er det en signifikant korrelasjon. Det ble ikke funnet en korrelasjon mellom Cu konsentrasjonen i jord og gress i prøvene fra Melbu, Hengsvann, Steinsjøen og Kjeller.

Correlations			CuGress	CuJord
Kendall's tau_b	CuGress	Correlation Coefficient	1,000	-,095
		Sig. (2-tailed)	.	,482
		N	30	30
	CuJord	Correlation Coefficient	-,095	1,000
		Sig. (2-tailed)	,482	.
		N	30	30
Spearman's rho	CuGress	Correlation Coefficient	1,000	-,181
		Sig. (2-tailed)	.	,339
		N	30	30
	CuJord	Correlation Coefficient	-,181	1,000
		Sig. (2-tailed)	,339	.
		N	30	30

Tabell B.39 Pearson Correlation test ble benyttes som en parametrisk test for å se etter korrelasjon mellom Pb konsentrasjon i jord og gress på skytebanene. Med Sig. <0,05 er det en signifikant korrelasjon. Det ble ikke funnet en korrelasjon mellom Pb konsentrasjonen i jord og gress i prøvene fra Melbu, Hengsvann, Steinsjøen og Kjeller.

Correlations			PbGress	PbJord
PbGress	Pearson Correlation		1	,195
	Sig. (2-tailed)			,303
	Sum of Squares and Cross-products		6147,408	97877,075
	Covariance		211,980	3375,072
	N		30	30
PbJord	Pearson Correlation		,195	1
	Sig. (2-tailed)		,303	
	Sum of Squares and Cross-products		97877,075	41167857,500
	Covariance		3375,072	1419581,293
	N		30	30

Tabell B.40 kendall's tau\_b og Spearman's rho test ble benyttet som ikke-parametriske tester for å se etter korrelasjon mellom Pb konsentrasjon i jord og gress på skytebanene. Med Sig. <0,05 er det en signifikant korrelasjon. Det ble funnet en korrelasjon mellom Cu konsentrasjonen i jord og gress i prøvene fra Melbu, Hengsvann, Steinsjøen og Kjeller.

			Correlations	
			PbGress	PbJord
Kendall's tau_b	PbGress	Correlation Coefficient	1,000	,432**
		Sig. (2-tailed)	.	,001
		N	30	30
	PbJord	Correlation Coefficient	,432**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,001	.
		N	30	30
Spearman's rho	PbGress	Correlation Coefficient	1,000	,588**
		Sig. (2-tailed)	.	,001
		N	30	30
	PbJord	Correlation Coefficient	,588**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,001	.
		N	30	30

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## C Værdata

Tabell C.1 Nedbørsdata hentet fra yr.no for Litløy, Bø (Nordland). Alle dager med <1 mm nedbør ble ansett som tørre dager.

Dato	Nedbør
Akkumulert nedbør i mm	
30.sep.17	0
29.sep.17	0
28.sep.17	0
27.sep.17	0
26.sep.17	0
25.sep.17	0
24.sep.17	0
23.sep.17	0

---

---

22.sep.17	0
21.sep.17	0
20.sep.17	0
19.sep.17	0
18.sep.17	7,4
17.sep.17	0,3
16.sep.17	0
15.sep.17	0
14.sep.17	0
13.sep.17	0,3
12.sep.17	0,9
11.sep.17	0,4
10.sep.17	0
09.sep.17	0
08.sep.17	0
07.sep.17	0
06.sep.17	0
05.sep.17	0
04.sep.17	0,3
03.sep.17	3
02.sep.17	0
01.sep.17	0
31.aug.17	9,4
30.aug.17	2,3
29.aug.17	2,7
28.aug.17	0
27.aug.17	0
26.aug.17	0,3
25.aug.17	0
24.aug.17	0
23.aug.17	0
22.aug.17	0,4
21.aug.17	2,5
20.aug.17	1,9
19.aug.17	0
18.aug.17	0
17.aug.17	6,5
16.aug.17	0
15.aug.17	1,2
14.aug.17	5

---

---

13.aug.17	2,9
12.aug.17	5,6
11.aug.17	0,9
10.aug.17	0
09.aug.17	0
08.aug.17	0
07.aug.17	1
06.aug.17	0
05.aug.17	0
04.aug.17	0
03.aug.17	0
02.aug.17	3,1
01.aug.17	0
31.jul.17	3,3
30.jul.17	0
29.jul.17	0
28.jul.17	0
27.jul.17	0
26.jul.17	0
25.jul.17	0
24.jul.17	0
23.jul.17	0
22.jul.17	0
21.jul.17	0
20.jul.17	0,3
19.jul.17	0,3
18.jul.17	0
17.jul.17	0
16.jul.17	5,3
15.jul.17	8,9
14.jul.17	1,1
13.jul.17	0
12.jul.17	1,2
11.jul.17	4,8
10.jul.17	0,8
09.jul.17	0
08.jul.17	0
07.jul.17	1,2
06.jul.17	0
05.jul.17	0,5

---



---

04.jul.17	0
03.jul.17	0,5
02.jul.17	0,1
01.jul.17	0
30.jun.17	0
29.jun.17	0
28.jun.17	1,7
27.jun.17	0,4
26.jun.17	1,3
25.jun.17	1,3
24.jun.17	0
23.jun.17	0
22.jun.17	0
21.jun.17	0
20.jun.17	4,2
19.jun.17	6,5
18.jun.17	3,9
17.jun.17	0,2
16.jun.17	2,2
15.jun.17	2,5
14.jun.17	0
13.jun.17	0
12.jun.17	0
11.jun.17	0
10.jun.17	0
09.jun.17	0
08.jun.17	0
07.jun.17	0
06.jun.17	0
05.jun.17	0
04.jun.17	0
03.jun.17	0
02.jun.17	0
01.jun.17	2,4
31.mai.17	6,5
30.mai.17	1,1
29.mai.17	0
28.mai.17	6,9
27.mai.17	0
26.mai.17	0

---

---

25.mai.17	7,9
24.mai.17	0,1
23.mai.17	0,2
22.mai.17	0
21.mai.17	0
20.mai.17	0,3
19.mai.17	0
18.mai.17	2,8
17.mai.17	0
16.mai.17	0
15.mai.17	0
14.mai.17	0
13.mai.17	0
12.mai.17	0
11.mai.17	0
10.mai.17	0
09.mai.17	0,4
08.mai.17	3,7
07.mai.17	0,7
06.mai.17	0,2
05.mai.17	1,9
04.mai.17	2,1
03.mai.17	0
02.mai.17	4,9
01.mai.17	2,7
Tørt	114
Vått	39
andel tørt	75 %

---

---

Tabell C.2 *Nedbørsdata hentet fra yr.no for Kongsberg brannstasjon målestasjon. Alle dager med <1 mm nedbør ble ansett som tørre dager.*

Dato	Nedbør
Akkumulert nedbør i mm	
28.jul.17	12,5
27.jul.17	0
26.jul.17	0
25.jul.17	0
24.jul.17	0
23.jul.17	0
22.jul.17	3
21.jul.17	0
20.jul.17	0
19.jul.17	0

Tabell C.3 *Nedbørsdata hentet fra yr.no for Gardermoen målestasjon. Alle dager med <1 mm nedbør ble ansett som tørre dager.*

Dato	Nedbør
Akkumulert nedbør i mm	
31.jul.17	9,1
30.jul.17	1,4
29.jul.17	0,2
28.jul.17	9,9
27.jul.17	0
26.jul.17	0
25.jul.17	0,1
24.jul.17	0
23.jul.17	0,2
22.jul.17	0

---

*Tabell C.4 Nedbørsdata hentet fra yr.no for Skedsmo (Hellerud) målestasjon. Alle dager med <1 mm nedbør ble ansett som tørre dager.*

<b>Dato</b>	<b>Nedbør</b>
Akkumulert nedbør i mm	
10.aug.17	39,2
09.aug.17	14,8
08.aug.17	2
07.aug.17	4,8
06.aug.17	2,8
05.aug.17	16,8
04.aug.17	13,8
03.aug.17	1,4
02.aug.17	2,6
01.aug.17	2,2



## About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

### FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

### FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

### FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

## Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

### FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

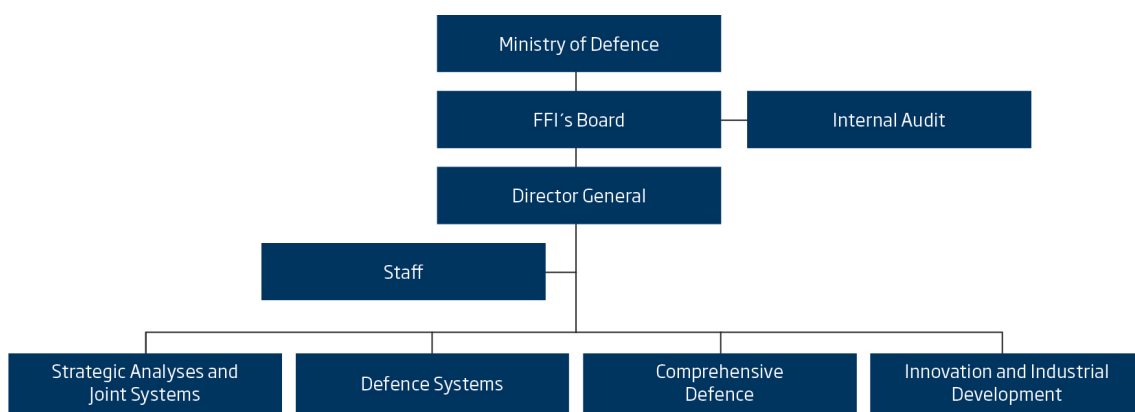
### FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

### FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

## FFI's organisation



**Forsvarets forskningsinstitutt**  
Postboks 25  
2027 Kjeller

Besøksadresse:  
Instituttveien 20  
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00  
Telefaks: 63 80 71 15  
Epost: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)

**Norwegian Defence Research Establishment (FFI)**  
P.O. Box 25  
NO-2027 Kjeller

Office address:  
Instituttveien 20  
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00  
Telefax: +47 63 80 71 15  
Email: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)