



Follobaneprojektet Tilbakeføring Åsland

Rapport fra utlekkingsstester

<input checked="" type="checkbox"/>	Akseptert
<input type="checkbox"/>	Akseptert m/kommentarer
<input type="checkbox"/>	Ikke akseptert (kommentert) Revider og send inn på nytt
<input type="checkbox"/>	Kun for informasjon
Sign: _____	

00C	Første utgave, til gjennomlesing og kommentar	30.04.2024	HEM	GO	MF	
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
Tittel: Follobaneprojektet Tilbakeføring Åsland Rapport fra utlekkingsstester		Sider:				
		20 +1 vedlegg				
		Produsert av:				
		Prod.dok.nr.:		Rev:		
		Erstatter:				
Erstattet av:						
Prosjekt:	Follobaneprojektet	Dokumentnummer:		Revisjon:		
Parsell:	Åsland	UFB-31-A-73142		00C		
		Drift dokumentnummer:		Drift rev.:		

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	3
2	UTFØRTE UNDERSØKELSER.....	3
2.1	PRØVEUTTAK OG ANALYSER.....	3
2.1.1	<i>TBM-masser til utlekkingstester.....</i>	<i>3</i>
2.2	KJEMISKE ANALYSER	7
2.2.1	<i>Kolonnetester.....</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Ristetester.....</i>	<i>7</i>
3	RESULTATER	7
3.1	KOLONNETESTER	7
3.2	RISTETESTER.....	11
	REFERANSER.....	19
3.3	ENDRINGSLOGG	19
3.3.1	<i>Terminologi / Utfyllende beskrivelse.....</i>	<i>20</i>

Vedlegg

Vedlegg A – Tabeller med sammenstilte analyseresultater fra utlekkingstester

1 INNLEDNING

Statsforvalteren i Oslo og Viken har i brev av 20.12.2023 pålagt Bane NOR et tiltaks- og undersøkelsesprogram for å vurdere forurensningsrisikoen fra TBM-fyllingen på Åsland samt å bedre kunnskapsgrunnlaget mht. utlekking av uran og sulfat fra TBM-masser.

Bane NORs forslag til undersøkelsesprogram omfatter bl.a. utlekkingstester på TBM-masser. Denne rapporten beskriver utførelse og resultater fra utlekkingstestene som er utført i mars og april 2024.

2 UTFØRTE UNDERSØKELSER

2.1 Prøveuttak og analyser

2.1.1 TBM-masser til utlekkingstester

Prøvematerialet ble tatt fra kjerner fra Sonic-boringer. Tabell 2-1 viser en oversikt over prøver som ble sendt til syv-trinns kolonnetest, samt en kort beskrivelse av massene. Figur 2-1 til Figur 2-5 viser bilder av borkjerner. Det ble totalt sendt 14 prøver til kolonnetest.

Til ristetester ble det valgt ut masser fra borpunkt BP3 i dybdene 3-5 m og 13-15 m. Årsaken var at tørrstoffanalysene i dette borprofilen påviste høyere innhold av sulfat dypere enn 9 m enn i massene over 9 m.

Prøvematerialet fremsto som nokså ensartet, men i noen av kjernene var materialet blitt noe omfordelt under prøvetakingen. I noen kjerner var det også et lite tap av materiale.

For komplette boreprofiler vises det til rapport UFB-31-A-73139, Undersøkelser av prøver fra Sonic-boringer.

Tabell 2-1. Oversikt over prøvemateriale fra BM-masser som ble sendt til syv-trinns kolonnetest.

Prøve-ID	Beskrivelse
BP1 (3-5 m)	Sand, grus og stein < 5 cm.
BP1 (13-15 m)	
BP1 (18-20 m)	
BP1 (23-25 m)	
BP2 (3-5 m)	Sand, grus og stein, hovedsakelig < 10 cm
BP2 (8-10 m)	
BP2 (13-15 m)	
BP3 (2-5 m)	Sand, grus og stein, hovedsakelig < 10 cm. Fra 14-15 m var massene mer porøse med innhold av jord.
BP3 (8-10 m)	
BP3 (13-15 m)	
BP4* (3-5 m)	Sand, grus og stein < 5 cm.
BP4* (8-10 m)	
BP4* (13-15 m)	
BP4* (18-21 m)	

* På grunn av kapasiteten hos laboratorier på denne typen analyser, ble kolonnene satt opp av NGI. Eluat ble sendt til ALS for analyser.



Figur 2-1. Borkjerner fra BP1 (3-6 m).



Figur 2-2. Borkjerner fra BP2 (3-6 m).



Figur 2-3. Borkjerner fra BP3 (0-9 m).



Figur 2-4. Borkjerner fra BP3 (9-18 m).



Figur 2-5. Borkjerner fra BP4 (9-12 m).

2.2 Kjemiske analyser

Kjemiske analyser er utført av ALS Laboratory Group Norway AS. Komplette analyserapporter fra ALS Laboratory Group Norway AS er vist i eget vedlegg med alle analyserapporter (Vedlegg 8 til miljørisikovurdering, rapport UFB-31-A-73145).

2.2.1 Kolonnetester

Prøvene i Tabell 2-1 ble analysert på syv-trinns kolonnetest (L/S= 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2, 5 og 10) iht. parametere i avfallsforskriften (12 elementer, tre anioner (inkl. sulfat), løst organisk karbon, totalt løst stoff og fenolindeks. I tillegg ble det inkludert analyser av uran, kalium, kalsium, magnesium, natrium og alkalinitet.

2.2.2 Ristetester

Ristetester ble utført på L/S = 2 og L/S = 8 med fire forskjellige vanntyper: 1) vann fra Myrerbekken oppstrøms tilbakeføringsområdet, 2) vann fra kum med sigevann som drenerer til Maurtubekken, 3) deionisert vann som laboratoriet tilsatte («spiket») 100 mg/L kalsium og 100 mg/L bikarbonat, 4) deionisert vann (standard vanntype ved testing iht. avfallsforskriften).

Bekkevannet og sigevannet samt det spikede vannet ble analysert for alle relevante parametere før ristetesten ble utført.

3 RESULTATER

Vedlegg 1 viser tabeller med sammenstilte resultater fra utlekkingstestene. Komplette Analyserapporter fra ALS er vist i vedlegg 2-4.

3.1 Kolonnetester

De klart høyeste konsentrasjonene registreres gjennomgående ved lave L/S-forhold. pH ligger på den basiske siden med verdier mellom 7 og 9,3 for samtlige analyser. Det er ikke påvist innhold av karbonatalkalinitet over LOQ (alk. ved pH = 8,3), mens alkalinitet ved pH 4,5 ligger mellom 0,2 og 2,2 mmol/L (tilsvarer 0,2 og 2,2 mekv/L regnet som bikarbonat). For kalsium er det omtrent konstante konsentrasjoner etter de to første utlekkingstrinnene, dvs. fra L/S = 0,5 til L/S = 10.

Uran viser forholdsvis lave konsentrasjoner i alle trinn, men i BP3 13 -15 m er konsentrasjonen ved L/S =0,1 på 29 µg/L (høyeste registrerte konsentrasjon). Etter de to første utlekkingstrinnene viser

urankonsentrasjonene en gjennomsnittlig reduksjon på 38 %. Krom(VI) viser lave utlekkingstall, f.eks. sammenlignet med tilstandsklassene i M608 (1); ville alle resultater være i tilstandsklasse II, muligens i tilstandsklasse I (LOQ er for høy til å avgjøre dette) dersom resultatene representerte overflatevann.

Klorid og sulfat vaskes ut raskt og ila. de to første trinnene er konsentrasjonene redusert med ca. 90 %

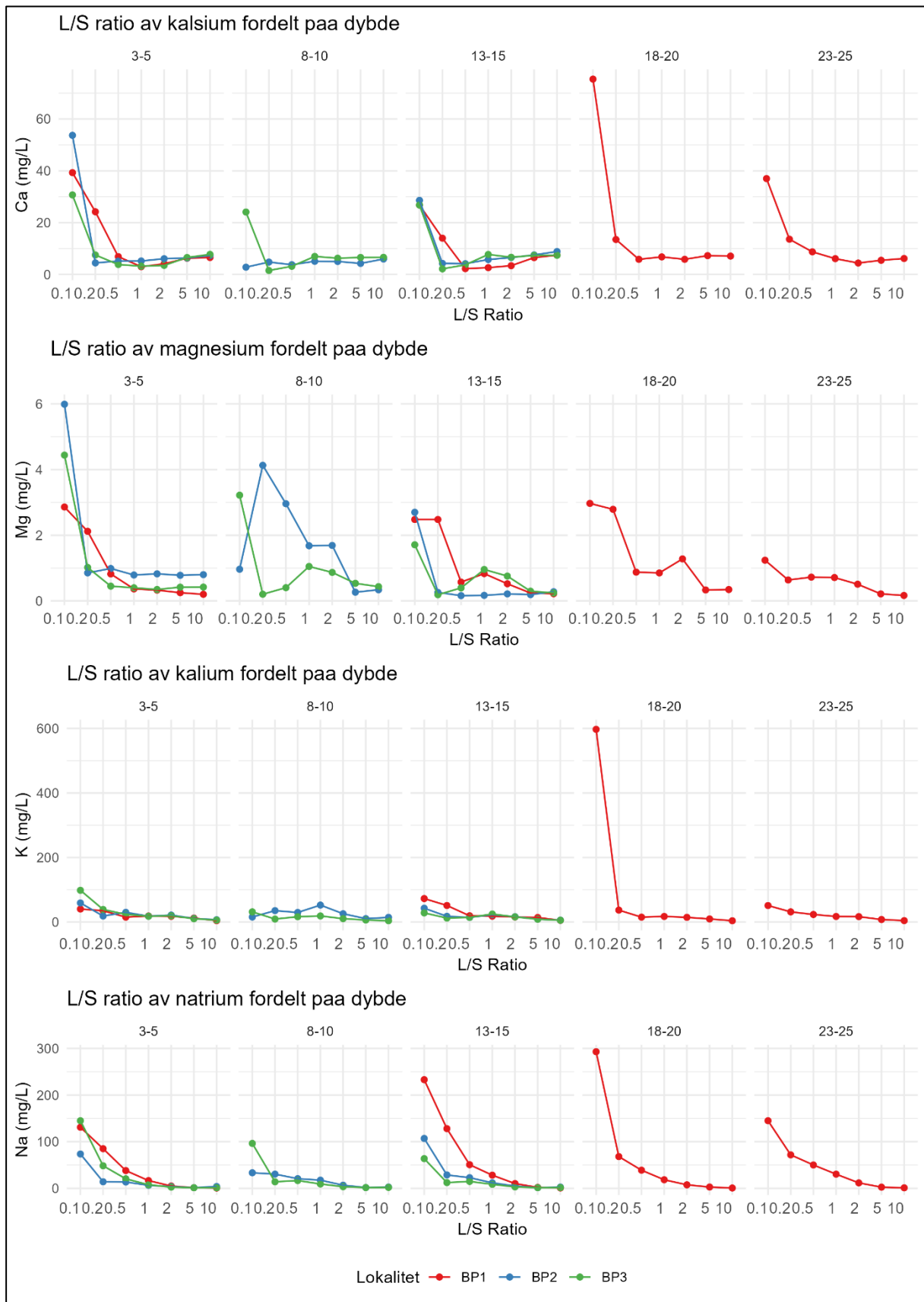
Det registreres få overskridelser av grenseverdiene for inert avfall (2). I prøven BP1 (18-20 m) er det påvist overskridelse av molybden (20 % over grensen), krom(tot) (34 % over grensen) og klorid (126 % over grensen). Utover dette ligger verdiene for fluorid over grenseverdi i syv av de ti prøvene og tre prøver viser DOC-verdier over grensen.

I et såpass stort prøvemateriale vil det normalt forekomme uteliggende resultater og utslag av tilfeldige variasjoner. Sammenlignet med krav til inert avfall er det fluorid som viser en systematisk, liten overskridelse av grenseverdiene. Dette ble også registret i prøver av TBM-masser som ble analysert av Bane NOR i 2019. Figur 3-1 til Figur 3-3 viser figurer av resultatene for et utvalg parametere. Resultatet fra BP3 på 13-15 m dybde skiller seg ut med høyere verdier for uran og sulfat enn i testene av masser fra andre dybder og punkter. Figurene tyder ikke å noe konsistent mønster mht. økning eller reduksjon i verdier ved ulike dybder.

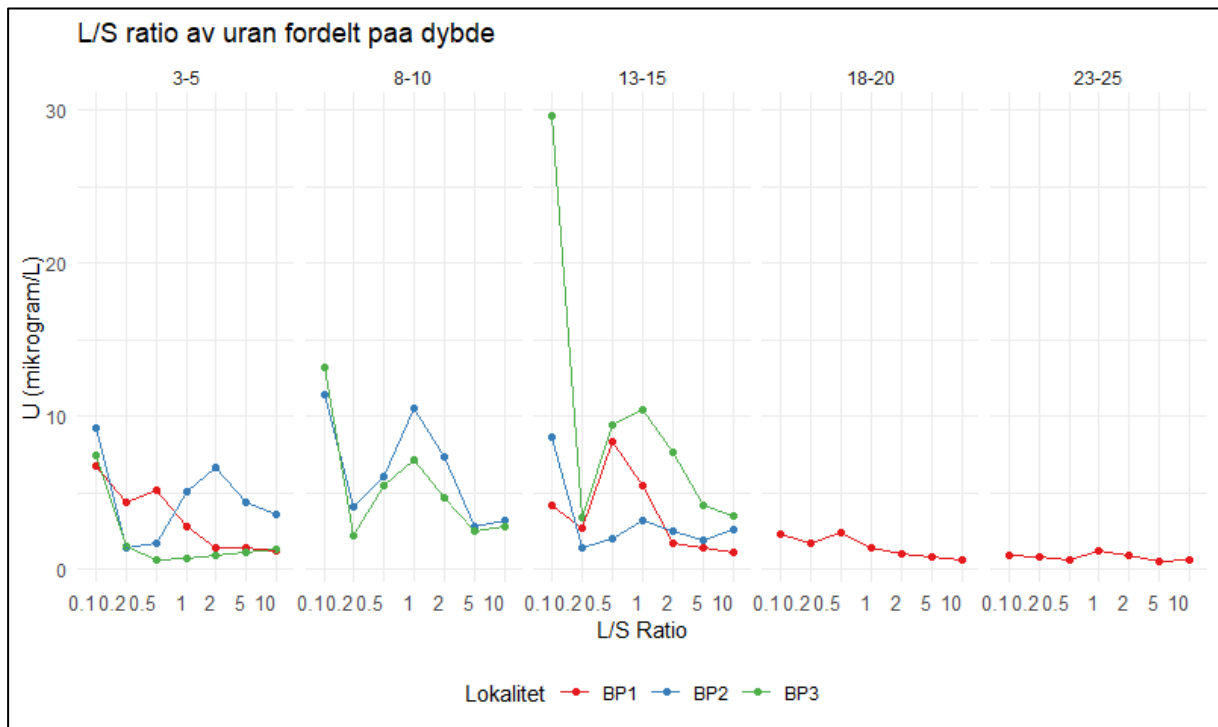
Tabell 3-1. Resultater for pH, alkalitet, hovedioner og uran ved L/S = 0,1. Nederste rad angir prosentvis reduksjon i konsentrasjoner etter to utlekkingstrinn for hovedionene og uran. Det betyr at reduksjonen angir forskjellen mellom L/S = 0,1 og L/S = 0,5. Negativ reduksjon betyr økning.

Prøve	pH, første 15 mL	pH av rest L/S=0.1	Ca	K	Mg	Na	U	Cl	F	SO4	Alk. pH 4.5	Alk. pH 8.3
	--	--	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mmol/L	mmol/L
BP1 3-5 m	8,62	8,42	39,3	40,2	2,86	131	0,00676	44,8	3,33	334	0,84	<0.150
BP1 13-15 m	8,22	8,02	26,8	72,6	2,48	233	0,00417	145	3,51	424	0,808	<0.150
BP1 18-20 m	8,4	8,2	75,4	597	2,97	293	0,00234	1040	2,38	165	1,23	<0.150
BP1 23-25 m	7,09	6,89	37	51	1,24	145	0,0009	36,5	0,977	184	0,202	<0.150
BP2 3-5 m	9,02	8,82	53,7	59	5,99	73,6	0,00924	112	2,7	191	0,968	<0.150
BP2 8-10 m	9,41	9,21	2,81	15,4	0,965	33,4	0,0114	35,4	4,53	173	0,787	<0.150
BP2 13-15 m	8,63	8,83	28,6	42,7	2,7	107	0,00864	83,4	4,4	605	0,782	<0.150
BP3 3-5 m*	8,49	8,29	30,7	98,2	4,44	145	0,00744	26,1	1,85	360		
BP3 8-10 m	8,48	8,28	24,1	31,4	3,22	96,3	0,0132	28,2	2,86	246	0,843	<0.150
BP3 13-15 m	8,62	8,42	26,8	28,2	1,71	63,7	0,0296	88,2	2,63	342	0,907	<0.150
Gjennomsnittlig relativ reduksjon (%) i konsentrasjoner ila. de to første utlekkingstrinnene (L/S=0,1 og L/S=0,2)												
			86	81	71	78	55	96	40	90	-101	

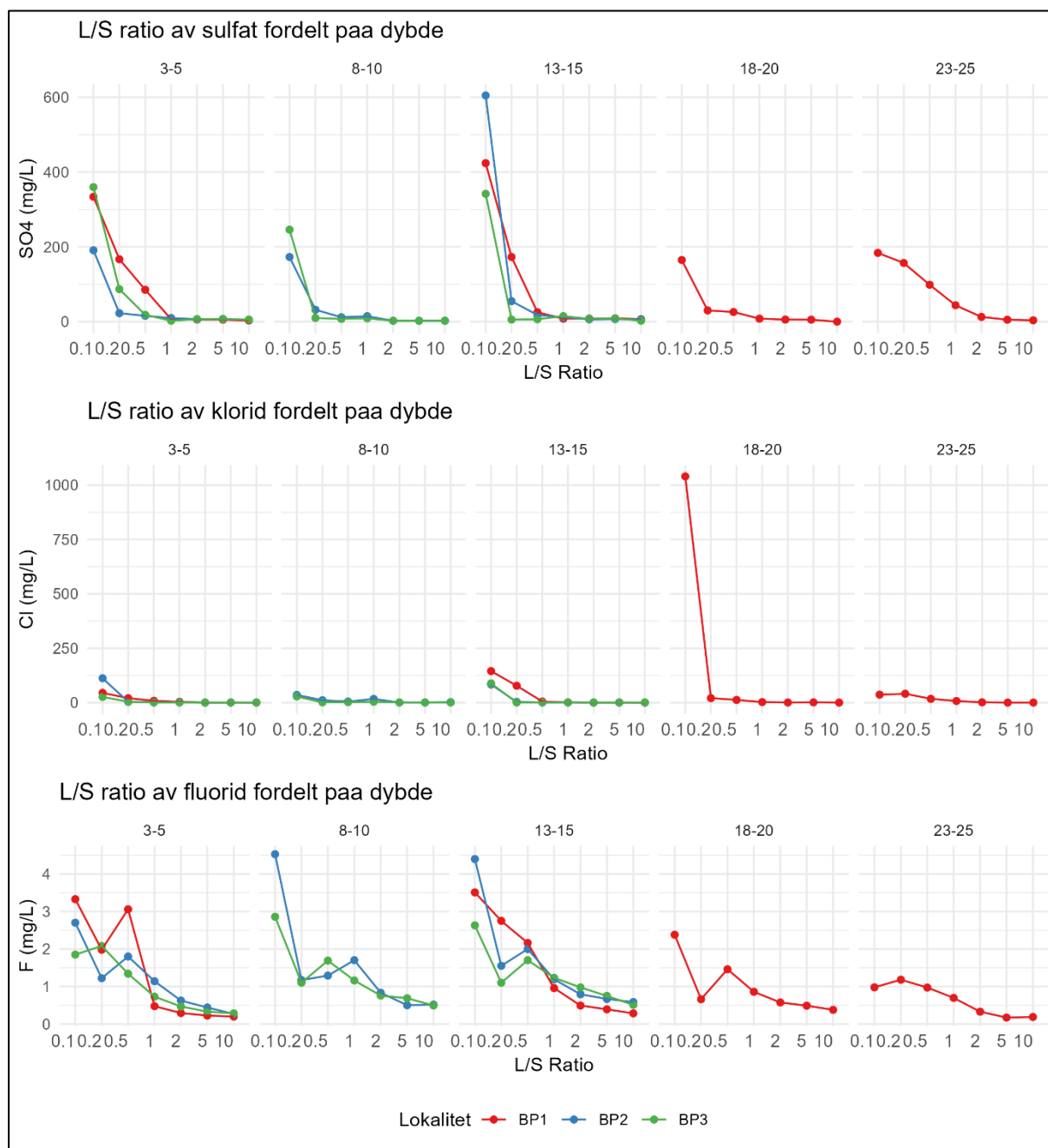
* Alkalinitet ble ikke analysert på denne prøven



Figur 3-1. L/S forhold(0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 og 10) fra kolonnetester for kalsium, magnesium, kalium og natrium fordelt på borpunktene og dybde.



Figur 3-2. L/S forhold (0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 og 10) fra kolonnetester for uran fordelt på borpunktene og dybde.



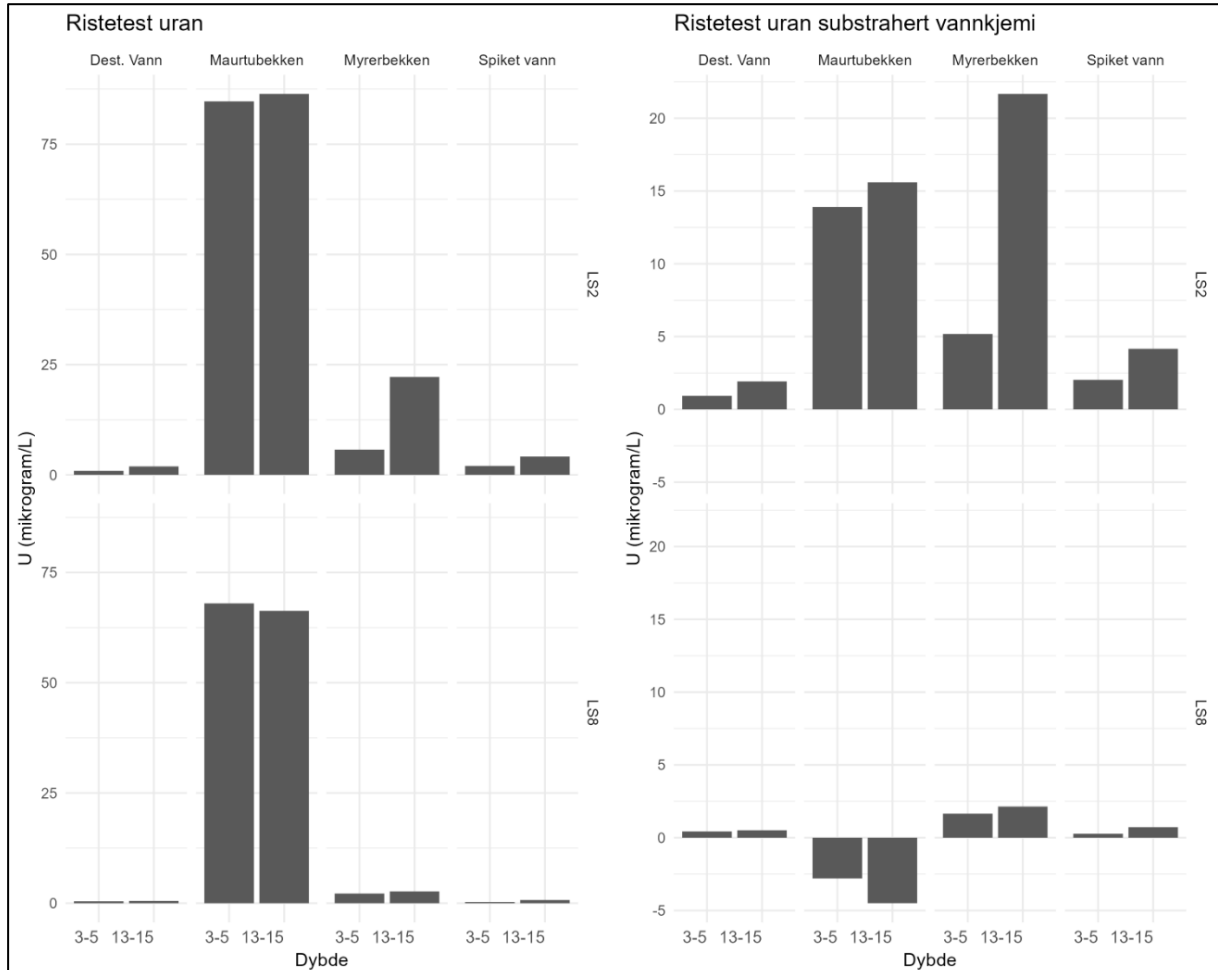
Figur 3-3. L/S forhold (0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5 og 10) fra kolonnetester for sulfat, klorid og fluorid fordelt på borpunktene og dybde.

3.2 Ristetester

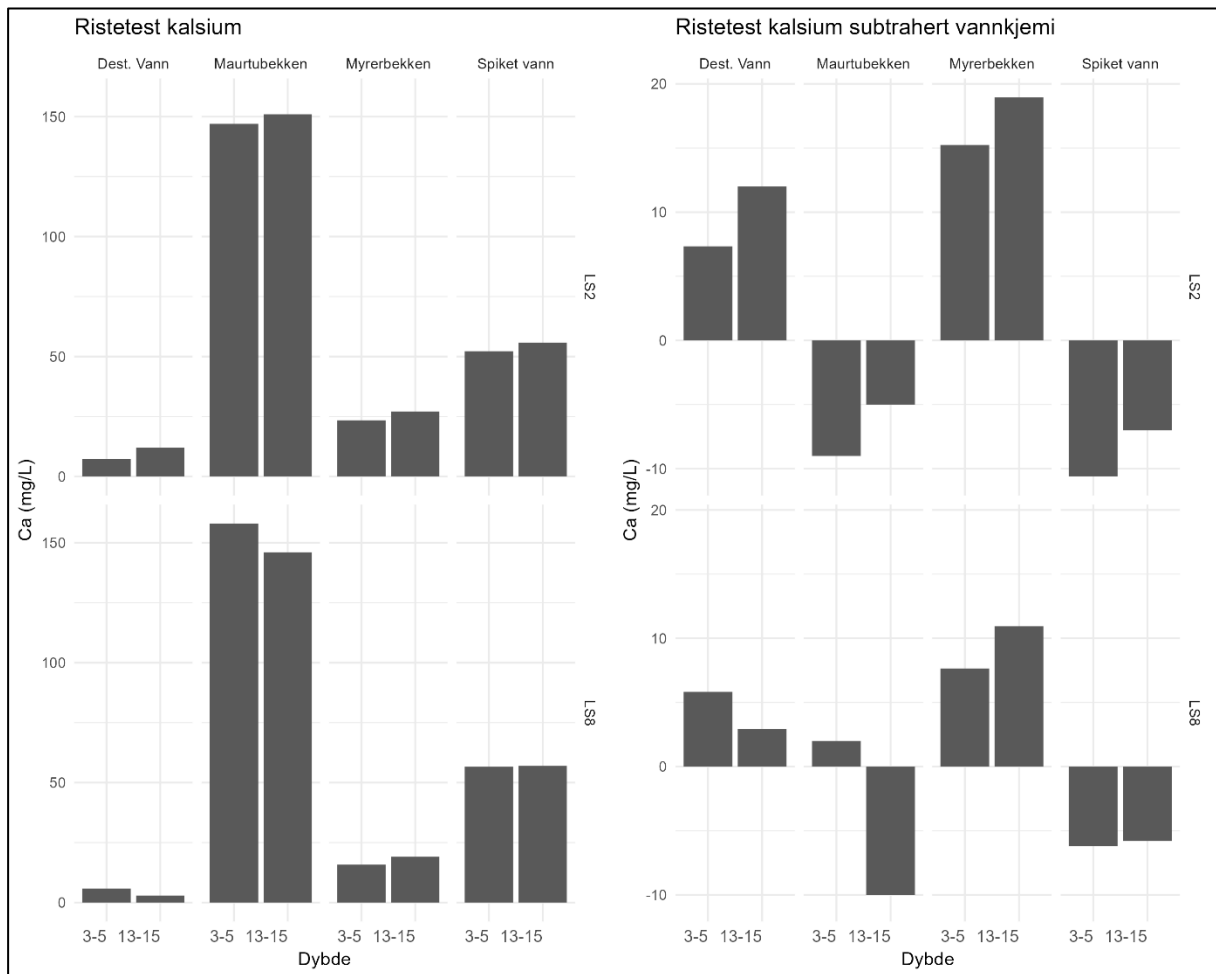
Figur 3-4 til Figur 3-11 viser resultatene fra ristetesten for uran, kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorid og alkalitet for dypene 3-5 og 13-15 meter, samt for LS 2 og 8. Ristetestene er utført med fire forskjellige vann typer, som forklart i kapittel 2.2.2. Resultatene er presentert slik de ble rapportert fra laboratoriet til venstre i Figur 3-4. Til høyre i samme figur vises resultatene fra ristetesten, men med fratrekking av utgangsverdiene som ble målt i vannet fra resipientene Maurtubekken og Myrerbekken, samt i "spiket" vann. Dette blir da den reelle endringen mellom vannet som ble benyttet og eluatet fra testen.

Figur 3-4 viser konsentrasjonene av uran i ristetestene. Ristetest utført med vann fra Myrerbekken ved 13-15 meter og LS2 ga høyest konsentrasjon av uran (21,7 µg/L U) etter at målt konsentrasjonen av uran i resipientene var trukket fra. Generelt var det større utlekking av uran ved 13-15 meter og LS2 enn 3-5 meter og LS2. Ristetest ved LS8 ga generelt lave konsentrasjoner av uran.

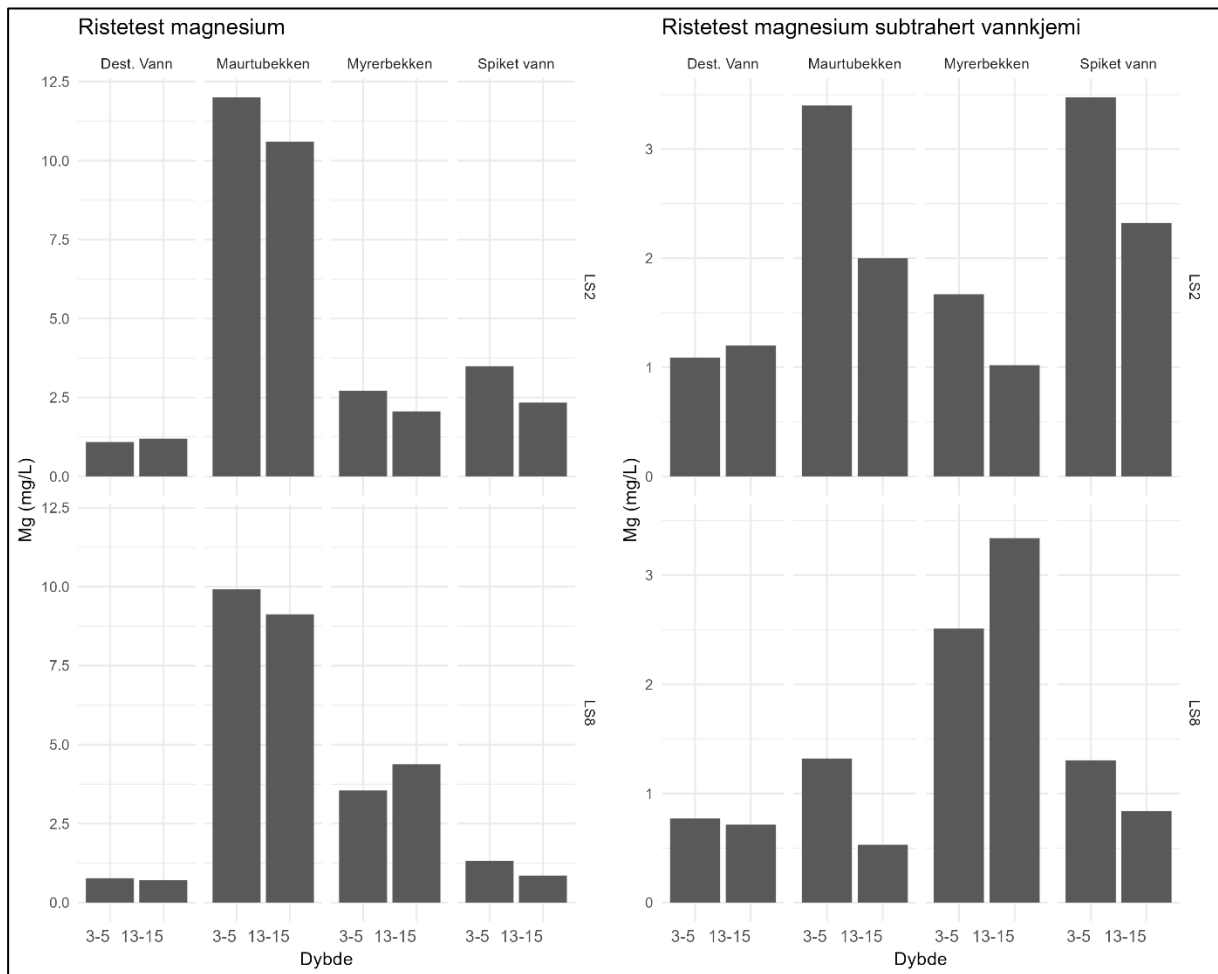
Når det gjelder sulfat, ser vannet fra kummen i Maurtubekken ut til å løse ut mer sulfat og med lengre varighet enn de andre vanntypene som ble testet. Forskjellen i sulfatutlekking på L/S=8 er særlig tydelig.



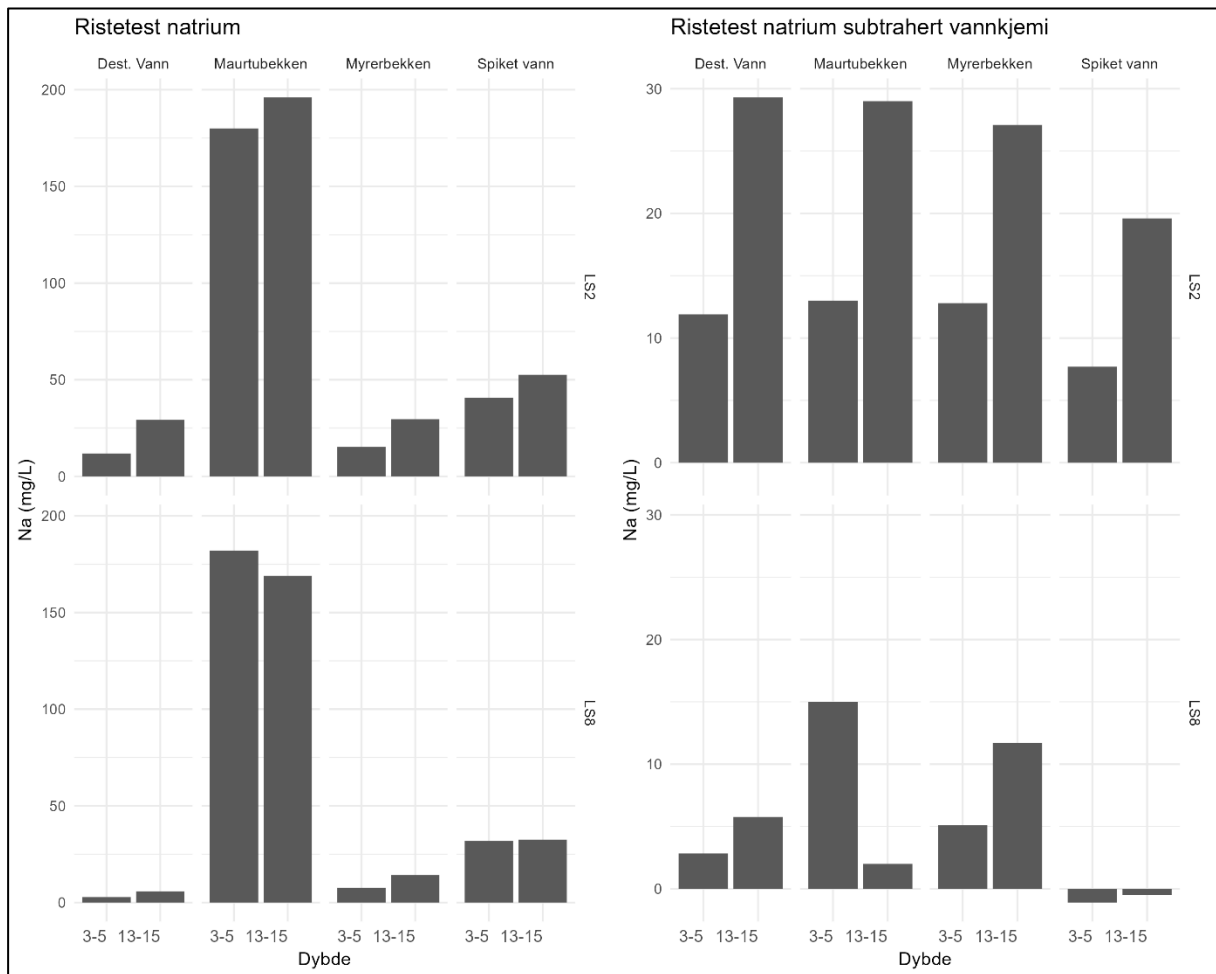
Figur 3-4. Resultatene fra ristetest av uran ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at urankonsentrasjonen i bekkevannet er subtrahert fra urankonsentrasjonen fra ristetesten.



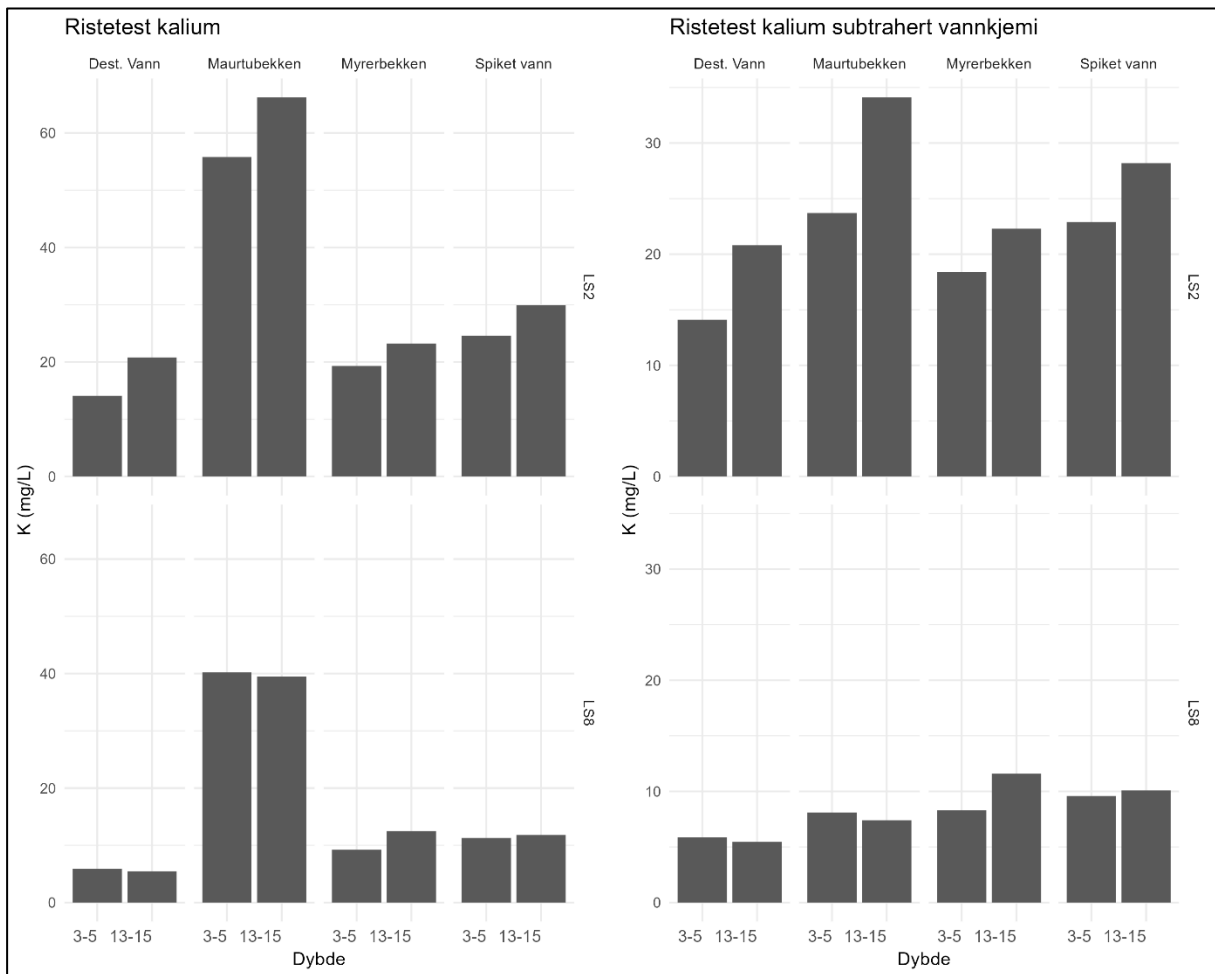
Figur 3-5. Resultatene fra ristetest av kalsium ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at kalsiumkonsentrasjonen i de fire forskjellige vanntypene er subtrahert fra kalsiumkonsentrasjonen fra ristetesten.



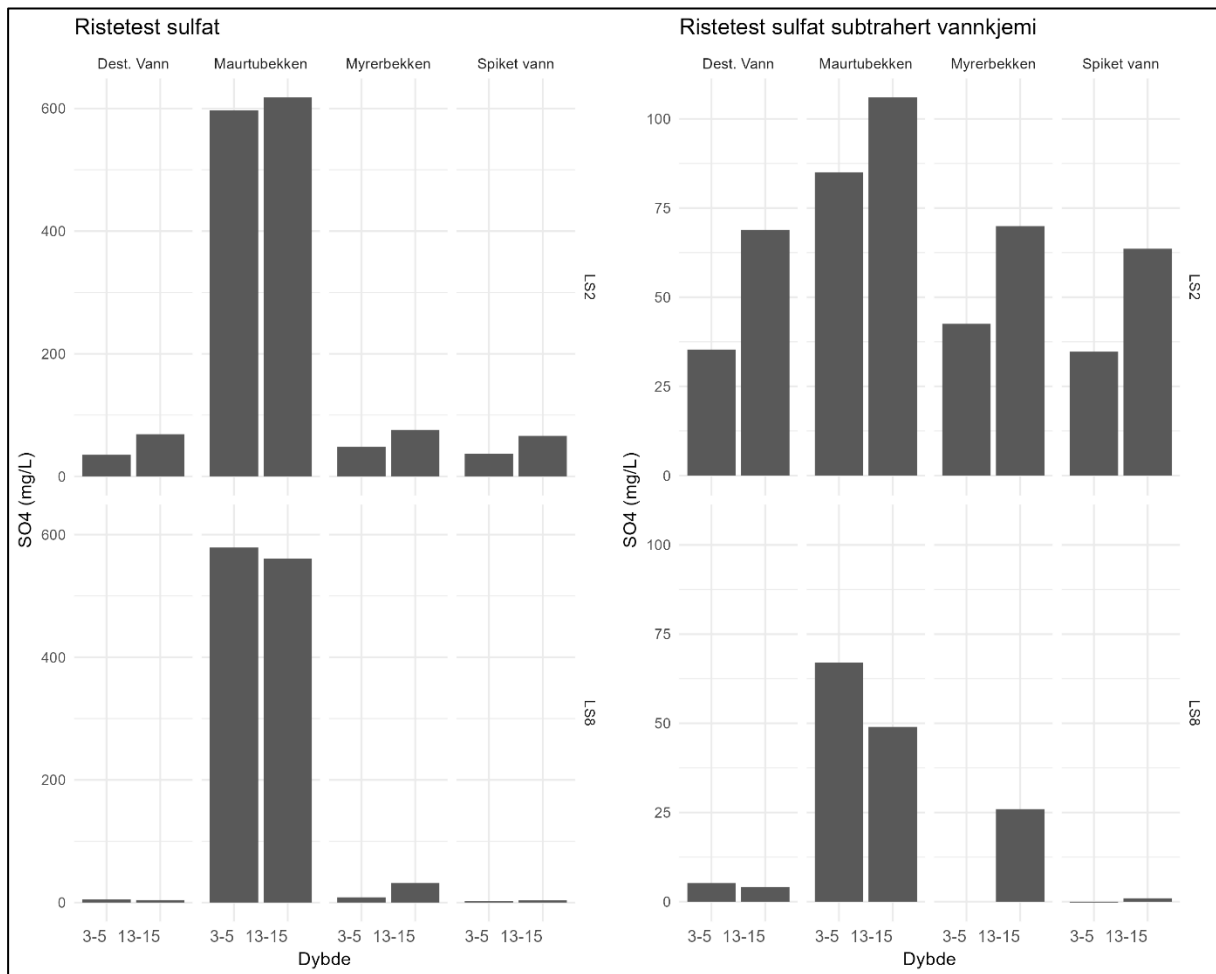
Figur 3-6. Resultatene fra ristetest av magnesium ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at magnesiumkonsentrasjonen i bekkevannet er subtrahert fra magnesiumkonsentrasjonen fra ristetesten.



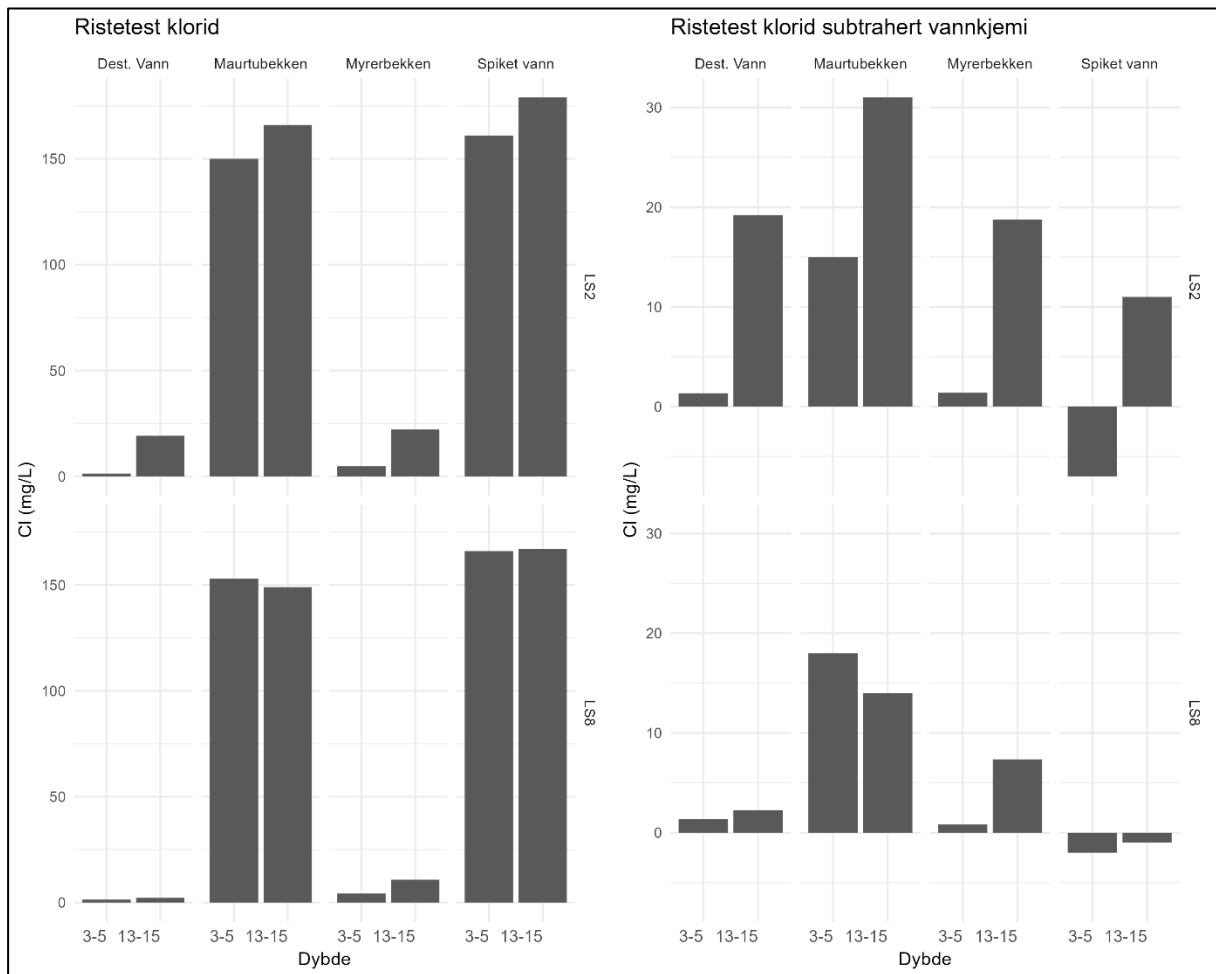
Figur 3-7. Resultatene fra ristetest av natrium ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at natriumkonsentrasjonen i bekkevannet er subtrahert fra natriumkonsentrasjonen fra ristetesten.



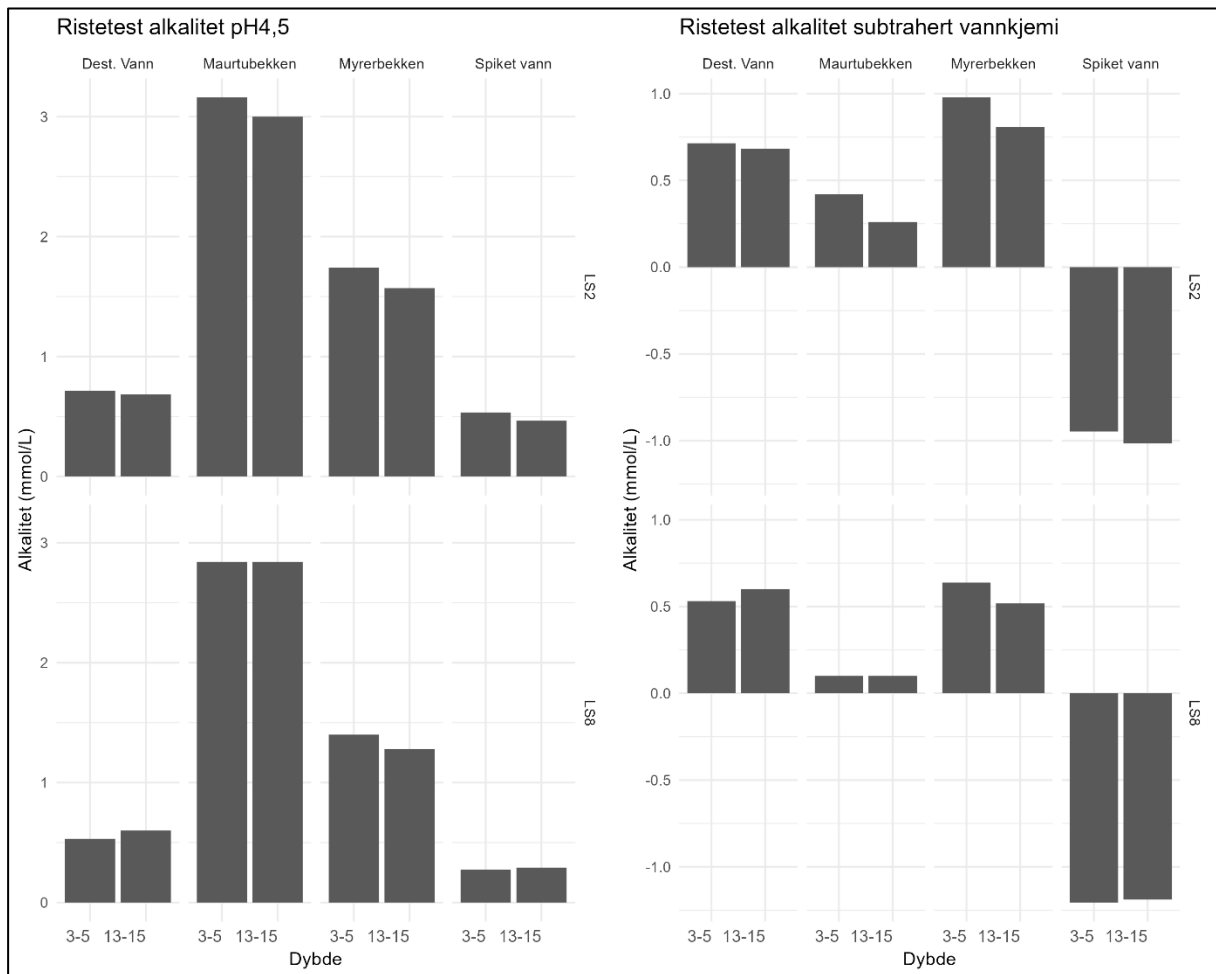
Figur 3-8. Resultatene fra ristetest av kalium ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at kaliumkonsentrasjonen i bekkevannet er subtrahert fra kaliumkonsentrasjonen fra ristetesten.



Figur 3-9. Resultatene fra ristetest av sulfat ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at sulfatkonsentrasjonen i bekkevannet er subtrahert fra sulfatkonsentrasjonen fra ristetesten.



Figur 3-10. Resultatene fra ristetest av klorid ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at kloridkonsentrasjonen i bekkevannet er subtrahert fra kloridkonsentrasjonen fra ristetesten.



Figur 3-11. Resultatene fra ristetest av alkalitet ved LS2 og LS8. Til høyre vises resultatene etter at alkaliteten i de fire forskjellige vanntypene er subtrahert fra alkaliteten fra ristetesten.

REFERANSER

1. **Miljødirektoratet.** Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 2016. M608_ rev. 30.10.2020.
2. **LOVDATA.** Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). [Internett] [Sisert: 3 1 2022.] https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL_9#KAPITTEL_9.

3.3 Endringslogg

Rev.	Endring

3.3.1 Terminologi / Utfyllende beskrivelse

Bane NOR

Bane NOR SF (BN)

Multiconsult Norge

Multiconsult (MC)

Vedlegg A

Tabeller med sammenstilte analyseresultater fra utlekkingstester

